

TEKNIK • MEDICIN • NATURVETENSKAP

# *Framtidens forskningsledare 2001*

21 forskarporträtt tecknade av  
Petra Hedbom och Ylva Hermansson

Stiftelsen för Strategisk Forskning  
TEKNIK • MEDICIN • NATURVETENSKAP

## INGVAR-programmet

Forskargruppen är inte ett utdött fenomen, trots att vi lever i en tid av nätverksbyggande och fokusering till stora centra. En forskargrupp - bestående av 5 - 10 forskarstuderande och postdoktorer under ledning av en kompetent och drivande forskningsledare med tid att verkligen ägna sig åt forskning - är fortfarande en central motor för vetenskaplig och teknisk utveckling.

Den löpande budgeten för en forskargrupp av denna storleksordning ligger, med löner och overhead inkluderat, över fem milj kr/år. Det har varit svårt för yngre forskare i Sverige, att med egna anslag bygga upp en självständig grupp med sådan slagkraft. Man har istället tvingats liera sig med mer seniora forskare, med risk för att nya forskningsområden inte kunnat bearbetas i tillräcklig utsträckning i landet.

Avsikten med SSF:s INGVAR-anslag är att placera ett antal synnerligen lovande yngre forskare i förarsätet och ge dessa möjlighet att bygga upp forskargrupper med internationell slagkraft. Vi förväntar oss att våra första tjugoen INGVAR-stipendiater med hjälp av ett SSF-anslag på tio milj kr kommer att utvecklas till internationellt erkända forskare men också till ledare och mentorer för yngre medarbetare.

Vi förväntar oss också att de kommer att bygga upp forskargrupper som effektivt kan samarbeta med andra grupper inom såväl högskola som näringsliv och ser gärna att nya företag etableras som resultat av de landvinningar som görs.



STAFFAN NORMARK

|               |   |
|---------------|---|
| Namn:         | Igor Abrikosov                          |
| Född:         | 1965                                    |
| Nationalitet: | Rysk                                    |
| Disputerad:   | 1997                                    |
| Projekttitel: | Elektronteori för<br>materialegenskaper |
| Arbetar vid:  | Uppsala universitet                     |

## Materialdesign på atomnivå

**Igor Abrikosov designar material ända ner på atomnivå. Jakten pågår ständigt efter nya sammansättningar, som skall ge oss rostfria bilar, hållbarare vägar eller mindre mobiltelefoner. Att kunna avgöra hur rosttåligt ett material är, bara med hjälp av ett datorprogram, är vad han drömmer om.**

### I moderns fotspår

– Överallt runtomkring oss finns det mängder av material av olika slag. Det kan ibland vara svårt att förstå att det ständigt sker dynamiska processer i dem, även inne i den hårdaste diamant och ständigt frågar jag mig hur de olika materialegenskaperna uppstår, säger Igor Abrikosov.

De flesta material vi har omkring oss, fasta liksom flytande och gaser, är i grunden föreningar av atomer. Hur atomerna förhåller sig till varandra är bestämt till stor del av hur elektronerna i varje atom samspelar. Genom att studera elektronstrukturen i ett material kan man få kunskap om dess egenskaper. Detta kan studeras praktiskt med olika experimentella tekniker, men även teoretiskt med hjälp av beräkningar.

– Vi studerar material som består av flera olika sorters atomer och eftersom relationerna dem emellan styrs av en mängd variabler, kommer man snart till komplicerade matematiska problem, säger Igor Abrikosov.

Igors intresse för naturvetenskap började tidigt, inte utan påverkan från hans mamma som var lärare i fysik, och vid tolv års ålder hade han klart för sig att det var fysik han ville syssla med i framtiden. Under gymnasietiden i Ryssland började han att fascineras av de

egenskaper han kunde iakttä hos olika material. Hur kommer det sig att en metall reagerar på ett sätt av värme, och en snarlik metall uppför sig helt annorlunda? Intresset för detta och liknande fenomen följde honom genom studieåren och när han 1993 fick möjlighet att börja doktorera tackade han genast ja. Därefter bar det av som gästforskare till Uppsala, där han numera är docent.

### Metaller upphettas i datorprogram

– De kommande åren vill jag gärna arbeta både med grundforskning och med tillämpningar av denna. Jag vill helt enkelt undersöka material av olika slag. Det kan gälla allt från huren såg blir mer slitstark eller en bil mer miljövänlig, till hur vissa legeringar kan göras mer känsliga för magnetiska fält.

Som en länk mellan forskning och tillämpning ser Igor industri och näringsliv som naturliga delar. Frågor utifrån ger uppslag till forskning och forskningsresultat ger företagen möjlighet att skapa nya och bättre produkter. Den forskargrupp han nu arbetar med har idag samarbeten på gång med flera stora svenska företag däribland VOLVO och SKB och han hoppas på att utväxlingen skall öka ytterligare.

När Igor och hans kollegor vill kartlägga ett ämnes egenskaper, använder de sig av en så kallad "First Principle Simulation". Den går ut på att genom att uppge redan kända fakta gällande ämnets atomstruktur för ett datorsimuleringsprogram, så kan man få en beskrivning av hur ämnet uppför sig. Man kan på så vis blanda två ämnen i datorn, och se hur de enskilda atomslagen interagerar. Genom att ändra förutsättningar kan man utsätta det aktuella ämnet för olika påfrestningar och få svar på frågor som hur lätt ett nytt material börjar slitas under vissa angivna omständigheter. Målet är att få systemen så nära verkligheten som möjligt och därigenom kunna optimera designen av de experimentella försök som sedan följer.

### Grön trend

Idag upptäcks det ständigt nya material och i och med det kommer intresset av hur de fungerar. Framst är det metaller och halvledare som industrin ropar efter. En ökad miljöhänsyn höjer kraven på materialen, både befintliga och nya. I projektet med SKB är målet att hitta lämpliga material för slutförvaring av kärnavfall och tillsammans med VOLVO pågår utveckling av mer effektiva katalysatorer. I ytterligare ett av Igors projekt arbetar han med att ta fram miljövänligare

batterier. Kobolt används i vissa typer av batterier. Men kobolt är svårt att bryta ned och därför vill man ersätta det med mangan som är lättare att bryta ned och dessutom billigare. Mangan behöver i sin tur stabiliseras för att fungera i batterier och en lämplig molekyl för detta letar Igor efter.

– Forskningsresultat måste tillämpas. Den tiden är

förbi då vi forskare stod och experimenterade bakom stängda dörrar. För att forskningen skall gå vidare måste dialogen mellan oss och dem som vill ha lösningar ske oavbrutet. Jag ser mig själv som en materialkonsult. Jag vill kunna bereda lösningar för dem som efterfrågar sådana inom de vitt skilda områden som vår forskning kan stödja.



Fotograf: Genadii Grechnev

|               |  |
|---------------|--|
| Namn:         | <b>Ernest Arenas</b>   |
| Född:         | 1962   |
| Nationalitet: | Spansk   |
| Disputerad:   | 1991   |
| Projekttitel: | Studier av dopaminerga nervcellers utveckling och stamcellsterapi för Parkinsons sjukdom |
| Arbetar vid:  | Karolinska Institutet  |

## Stamceller i kampen mot Parkinsons

**Forskning på stamceller har givit upphov till stora förhoppningar de senaste åren. Visionerna om vad de skulle kunna användas till i framtiden är många och möjligheterna tycks nästintill oändliga. Ett tänkbart område är att odla fram speciella typer av nervceller, som kan hjälpa till att behandla patienter med Parkinsons sjukdom.**

### Populärt forskningsområde

Tänk er att kunna odla en cell på laboratorium och kunna få den att dela sig och bli just den speciella cell

ni vill ha. Det var denna dröm som fick Ernest Arenas att lämna Spaniens medelhavskust i början av 90-talet för att bosätta sig i Stockholm. Han hade just avlagt en doktorsexamen i Barcelona, inom området neurofarmakologi, när han genom ett stipendium fick möjlighet att åka till Sverige och Karolinska Institutet. Ernest flyttade till Stockholm och började arbeta i en grupp som bland annat intresserade sig för hur vissa faktorer påverkar sjukdomar i nervsystemet. Efter två år hade han startat sin egen forskargrupp och redan 1996 började de att titta på stamceller, vilket var ett nytt område. Syftet var att försöka utveckla en behandling för sjukdomar som Parkinsons sjukdom. Forskningen på stamceller har ökat lavinartat de senaste åren och från att ha varit ett okänt begrepp kan man nu dagligen läsa och höra om stamceller i media.

– Hela fältet med stamcellsforskning kokar, vilket är mycket spännande och positivt, säger Ernest. Man måste arbeta väldigt hårt för att ligga i takt med andra grupper världen över, men det leder också till att forskningen går snabbt framåt.

En av de stora fördelarna med att området blivit populärt, menar Ernest, är att folk från olika forskningsområden nu har börjat studera stamceller, vilket leder till spännande tvärvetenskapliga samarbeten.

Ernest är läkare från början och arbetade efter sin examen med patienter med neurodegenerativa sjukdomar som Parkinsons och MS.

Fotograf: Eduardo Valenzuela



– Jag upplevde det väldigt frustrerande att inte kunna hjälpa de drabbade tillräckligt, eftersom man inte visste särskilt mycket om dessa sjukdomar. Hjälplösheten fick mig att börja forska istället. Det kändes som att hitta hem när jag började med grundforskningen, nästan som att bli förälskad. Jag kunde angripa problemen från grunden, undersöka hur cellerna i hjärnan verkligen fungerar.

### **Nervceller odlas**

En person med Parkinsons sjukdom har brist på signalsubstansen dopamin i hjärnan. Dopamin är nödvändigt bl a för vår förmåga att utföra kontrollerade och målinriktade rörelser. Under åldrandet sjunker antalet nervceller som frisätter dopamin hos alla, men hos en person med Parkinsons sker detta i en mycket högre takt. Symptomen är störningar i rörelsemönstret som låsningar och skakningar. Man vet idag inte om problemet enbart beror på att de dopaminerga cellerna dör, eller om det också är nybildningen av dopaminceller som avstannar. Den främsta behandlingsformen går ut på att patienten får äta medicin innehållande L-dopa, ett ämne som omvandlas till dopamin i hjärnan. Efter lång tids behandling framträder dock ofta oönskade biverkningar. Ett alternativ till denna behandling är att transplantera in friska dopaminceller i hjärnan. Sådana celler kommer främst från mänskliga embryon vilket ibland anses oetiskt och dessutom krävs flera donatorer för att hjälpa en enda patient. Istället skulle man kunna odla celler och styra dem till att bli just den typ av nervceller som Parkinsonpatienter behöver, och sedan använda dem för transplantation. Det är detta Ernest, tillsammans med sina kollegor strävar efter. Att odla fram dopaminerga celler från stamceller är möjligt redan idag, men oftast producerar man samtidigt många icke dopaminerga celler, ett slags oönskat överflöd. Dessutom överlever de odlade cellerna ofta sämre än embryonala dopaminerga celler.

– Vi kommer att fokusera på uppkomst och ut-

veckling av dopaminneuron och målet är att skapa många likadana celler av en enda stamcell.

Om man tar en benmärgsstamcell från patienten själv, kommer man undan problemet att cellerna stöts bort av kroppens immunförsvar. För att lyckas med detta krävs dock en mer omfattande kartläggning av de mekanismer och signaler som styr cellutvecklingen. Man tittar mycket på olika tillväxtfaktorer och deras betydelse. När de reglerande stegen är kända, tänker sig Ernest att man även skulle kunna injicera ämnen som får patientens nervceller att själva börja producera dopamin, vilket skulle innebära att transplantation kunde undvikas helt och hållet.

– Vi har nu hittat en metod där vi från nervstamceller får hela 80 % dopaminceller, vilket är väldigt mycket. Min förhoppning är att det inom en tioårsperiod kan bli möjligt att börja behandla patienter med metoden.

Ernest poängterar hur viktigt det är att noggrant känna till vilka mekanismer som styr cellerna innan man provar det kliniskt, vilket minskar risken för oönskade konsekvenser.

### **Två språklärarinnor**

Ernest är övertygad om att en bra ledare bör kunna kommunicera med sina medarbetare. Men allra viktigast är att man känner sig trygg och trivs med det man arbetar med och även där man arbetar. Om folk kommer från andra länder för att arbeta här en lång tid så är det ofta mycket större chans att de kommer att trivas, om familjen följer med, menar han

– Självt hade jag tur och har min hustru Carmen med mig. Under åren i Sverige har familjen ökat och här finns även döttrarna, Klara och Julia sex och fyra år gamla.

Förutom att numera agera svensklärare åt pappa, så är de nyfikna på vad han gör.

– Min äldsta dotter frågade häromdagen om celler och undrade om lillasyster hade mindre gener, eftersom hon är mindre.

Namn: Magnus Berggren  
Född: 1968  
Nationalitet: Svensk  
Disputerad: 1996  
Projekttitel: Föränderliga organiska processorer  
Arbetar vid: Linköpings universitet och Acreo AB

## Bra elektronik med biologisk struktur

**Vår förmåga till inlärning och minne är beroende av att antalet nervceller ökar medan vi växer, samt att dessa celler hela tiden blir bättre på att behandla signaler som kommer in till hjärnan. Magnus Berggren kopierar biologins unika egenskaper till elektroniska komponenter baserade på organiska material, bl a för tillverkningen av föränderliga signalprocessorer i biologiska datorer.**

– Nervsystemet styr alla funktioner i kroppen. Det består av ca 100 miljarder nervceller, som alla samverkar med varandra i ett komplext nätverk. Medan informationen om hjärnans struktur i stort finns lagrad i arvsmassan, skapas alla nervceller genom cell-

delning och organiserar sig på ett oförutbestämt sätt. En del nervceller tar hand om signaler från synnerven, medan andra har kontakt med hörselnerven, eller gör så att vi uppfattar beröring, lukter och så vidare. Denna unika egenskap som biologin har kallas för självorganisation. Själva databehandlingen sker i nervcellernas kopplingsstationer, de s k synapserna, som sitter i ena änden av varje cell. Synapsen förmedlar informationen vidare till nästa cell i form av joner, och kan anpassa sin funktion efter vilka stimuli vi lär oss att känna igen och komma ihåg.

Inom elektroniken skulle ett lika flexibelt system som nervsystemet vara revolutionerande. Därför har man under de senaste femton åren börjat utnyttja organiska material, t ex polymerer, för tillverkningen av omformningsbara elektroniska komponenter. Bl a har flexibla transistorer framställts, där man har dragit nytta av de tidigare nämnda synapsernas olika egenskaper. Magnus och hans kollegor vill nu använda ledande polymerer för att skapa nya typer av signalprocessorer. I dessa kommer komponenterna att likt hjärnans nervceller kunna organisera sig efter naturens krafter och dessutom härma synapsernas sätt att variera sin funktion. Därmed kan de behandla inkommande signaler individuellt. Inom den medicinska tekniken kopplas idag traditionella kisel datorer till biologiska nervsystem, bl a när man vill få liv i nerver efter en nervskada. Det uppstår då ganska ofta problem.

– Vad som skulle behövas är en station för signal-

Fotograf: Mikael Olsson



behandling mellan kiselsystemet och det biologiska systemet – ett potentiellt användningsområde för vår biologiska processor. En elektronisk process från kiseldatorerna skulle göras om till jonsignaler i den biologiska processorn, som förväntas innehålla både kiselbaserad arkitektur och organiska komponenter. Dessa jonsignaler skulle därefter lättare kunna reagera med joner i det biologiska systemet. En annan observation som vi har gjort är att den biologiska processorn arbetar väldigt selektivt. Genom att ändra strömmen, kan vi få jonerna att bara reagera med specifika komponenter. Jonerna kan liknas vid den enklaste formen av en neuronal signalsubstans.

### **Sätter lantlivet framför storsta'n**

För några år sedan bodde Magnus och hans familj utanför NewYork. Det var en omtumlande tid.

– Man kan inte riktigt föreställa sig New-York förän man har varit där och sett staden med egna ögon.

Numera bor de i ett villaområde i Vreta Kloster vid Bergs slussar utanför Linköping. Magnus fru Karin är för tillfället mammaledig med deras son Erik, 8 månader, men arbetar annars som högstadielärare i en liten byskola. Att de båda måste pendla varje dag uppvägs mer än väl av den lugna och fridfulla miljö som landsbygden erbjuder.

– Våra döttrar Linnea och Elin, sju respektive fem år gamla, har stora grönområden att leka på, medan jag och Karin kan koppla av ordentligt när vi är hemma. Jag för min del försöker bli lite av en snickare, och har tidigare gjort ett staket och ett garage till huset. Nu bygger jag en veranda, så att vi kan sitta ute och fika på somrarna. Det är en väldigt avstressande hobby, men inte alltid den lättaste, säger han och skrattar.

### **Med fotosyntesen och ögat som inspirationskällor**

Det är inte första gången som Magnus använder organiska polymerer som aktivt material i elektroniska komponenter. Tillsammans med kemister på Chalmers har han tillverkat organiskt baserade lysdioder och under ett projekt på Bell Labs i Murray Hill, USA, lyckades han och hans kollegor framställa extremt lågtröskelläsrande ljus genom att kopiera den biologiska fotosyntesen.

Efter sin vistelse i USA, fick han chansen att vara med och starta företaget Thin Film Electronics, TFE. De inspirerades nu av ämnet rhodopsin som finns på

näthinnan. Rhodopsin kan vrida sig mellan två olika lägen, och tolka ljuset vidare från ögat till synnerven. Vridningsmomentet utgör en typ av minnesfunktion.

– De ledande polymerer vi använder fungerar enligt samma princip. Det ena läget, som polymeren intar vid en viss strömstyrka, representerar en etta, medan det andra läget, efter en förändring av strömmen, representerar en nolla. Därigenom är det möjligt att lagra digital information i polymererna och forma plastminnen, som är mycket mindre, billigare och strömsnålare än de minnen som bygger på dagens kiselteknik. Nu har företaget expanderat och har totalt ett femtiotal anställda. Dessa ska tillsammans utveckla datorminnena i ett stort renrumslabb i Linköping, som blir klart i augusti i år.

### **Elektroniskt papper**

Förutom att han numera är lektor på Linköpings universitet, så är han även anställd som forskare på företaget Acreo i Norrköping. Där utvecklar de en helt ny teknologi med avsikt att göra papper elektroniskt. Med hjälp av vanliga trycktekniker appliceras ledande polymerer på pappersytor.

– Vi hoppas med forskningen kunna skapa nya tillämpningsområden för traditionellt papper. Hitills har mobila sifferdisplayer likt de som finns i klockradioapparater framställts, och andra potentiella tillämpningar är t ex elektroniska dagstidningar, eller dataprocessorer som innehåller papperselektronik.

### **Tekniken bådär gott för framtiden**

Transistorer, lysdioder, lasrar, plastminnen och elektroniskt papper är bara några exempel på de produkter som tagits fram med den nya organiska elektroniken. Förutom att fungera som länk mellan biologiska system och den traditionella kiselelektroniken, tror man att tekniken kan bli till nytta för olika typer av hårdvara med igenkänningselektronik, som sensorer eller perceptionsminnen.

– Området är än så länge väldigt visionärt, och vi har hittills bara utgått från de fenomen vi har sett i laboratoriet. För att nu kunna utveckla tekniken vidare och få en säkrare bild av tänkbare tillämpningar, måste vi förstå vilken matematisk algebra som bäst beskriver fenomenen. Det är en otroligt stimulerande tillvaro – samtidigt som jag får använda mina kunskaper inom materialfysik och elektronik, så får jag tillfälle att läsa in mig på neurofysiologi och neurokemi. Det är roligt att känna att man hela tiden utvecklas.



|               |                                       |
|---------------|---------------------------------------|
| Namn:         | <b>Mats Danielsson</b>                |
| Född:         | 1965                                  |
| Nationalitet: | Svensk                                |
| Disputerad:   | 1996                                  |
| Projekttitel: | Nya metoder för röntgen<br>avbildning |
| Arbetar vid:  | Kungl. Tekniska Högskolan             |

## Gammal upptäckt i ny tappning

**Att utveckla och förbättra system för röntgenavbildning är vad Mats strävar efter. Målet är att kunna göra det möjligt att använda mindre stråldoser. Speciellt viktigt är det inom sjukvården, där antalet undersökningar är stort, att minimera risken för skador.**

**– Vi måste vara rädda om människorna, säger Mats**

### En 100 år gammal uppfinning

Röntgenstrålning används idag inom en mängd olika områden och diagnostik inom sjukvården är ett av de allra största. Röntgenundersökningar är i många fall det enda sättet när man vill upptäcka tumörer eller skador i ben och vävnader. Men det finns vissa problem. Stråldoserna som röntgenstrålning medför, kan påverka biologiska material. Samtidigt kan det vara livsavgörande med en bra bildkvalitet, då man vill upptäcka t ex bröstcancer i ett tidigt skede. Mycket av forskningen inom området går därför idag ut på att med en mindre stråldos uppnå en lika bra eller bättre

bildupplösning. Mats och hans forskargrupp har utvecklat ett röntgensystem för mammografi, den undersökning som utförs på kvinnor för att upptäcka eventuell bröstcancer. I Sverige genomförs ca 600 000 undersökningar varje år och det är önskvärt att med effektivare utrustning kunna sänka stråldosen samtidigt som bildkvaliteten höjs.

- När man bestrålar icke-levande material, behöver man inte bry sig så mycket om dosen, berättar Mats, men när det handlar om människor är det viktigt att hålla stråldosen så låg som möjligt. Genom att utveckla en mycket känslig detektor har vi kunnat sänka dosen.

### Från film till digital sensor

Röntgenstrålningen upptäcktes för drygt 100 år sedan. Det var då Wilhelm Conrad Röntgen konstaterade att mycket lågfrekvent strålning, till skillnad från vanligt synligt ljus, delvis kunde passera genom mänsklig vävnad och användas till att fotografera vad som finns inuti kroppen. Ända sedan dess har metoden för att registrera, lagra och visa informationen bestått av fotografisk film. Denna har under senare år börja ersättas av digital teknik. Istället för att strålarna lämnar avtryck på en film när de passerat sitt objekt när de en digital sensor. Förutom att ge lägre stråldoser är digital behandling bättre ur flera andra aspekter, framförallt är det mer lätthanterligt. Arbetar man med film krävs det komplex utrustning för framkallning och de färdiga plåtarna tar mycket lagringsutrymme. Vid

Fotograf: Eduardo Valenzuela



digital behandling framträder bilden dessutom direkt vilket ger undersökande läkare snabbare svar. I Sverige har drygt 50 % av traditionell röntgenutrustning ersatts av digitaliserad, vilket gör oss till världsledande på området. Men mammografi har hittills varit svårt att digitalisera. Undersökningen ställer höga krav på både säkerhet och upplösning.

### Känsliga sensorer

Genom att skapa en detektor av kisel kan Mats tillsammans med sina kollegor förhoppningsvis minska stråldosen vid mammografi till en femtedel. En av anledningarna till förbättringen är att inga mellansteg finns då informationen behandlas. Man kan jämföra med en vanlig fotofilm - ju känsligare film, desto mindre ljus behövs för en skarp bild. Kiseldetektorn gör att varje enskild foton från röntgenstrålningen, flera hundra tusen per sekund, kan detekteras. På så vis kan man bedöma de olika röntgenstrålarna var för sig. Mängden information står i relation till energiinnehållet i varje foton. De som har lägre energi har ett högre kontrastinnehåll, skiljer sig mer från bakgrunden och bär på mer information. De fotoner som bär på mycket information kan behandlas annorlunda och ges mer uppmärksamhet när bilden tolkas. För ett och ett halvt år sedan startade Mats tillsammans med sina doktorander företaget Mamea, där den nya kiseldetektorn marknadsförs genom företaget Sectra i Linköping, under namnet Sectra Microdose Mammography. Gruppen är pionjärer på området och utrustningen för mammografi börjar prövas kliniskt under hösten 2001.

### Från Smålands skogar till storstaden

Mats fysikintresse väcktes på gymnasiet i Nässjö och fick honom att så småningom flytta upp till Stockholm och KTH. Efter examen började han att doktorera inom partikelfysik, han mätte symmetribrott om tiden går baklänges. Efter disputationen åkte Mats till Kalifornien där han spenderade två år vid University of California at Berkeley. Under den tiden växte intresset för mer tillämpad forskning.

- Partikelfysiken är väldigt spännande men kan också bli väldigt abstrakt. Det var inte direkt något man diskuterade över en fika med vem som helst, säger han och skrattar. Röntgen är något som berör fler och folk har en uppfattning om vad det är. Det känns väldigt roligt att få se sina idéer förverkligas, som i de kliniska prövningarna som startar till hösten.

Samarbete med näringslivet inspirerar honom också och att kombinera detta med universitetsforskning tycker han hittills har gått bra. När Mamea bildades, träffades parterna på en konferens och insåg att ett samarbete skulle vara intressant.

- Man måste trivas ihop för att kunna fungera som grupp. Det är den främsta förutsättningen för att prestera ett bra arbete.

Ett annat viktigt inslag i livet för Mats är familjen. Hustrun och söner Oskar och Arvid, fem år respektive fem månader är inspirationskälla och får så stor del av tiden som möjligt.

### Vinylskivor i fokus

Ett sätt på vilket stråldosen kan minskas ytterligare, är genom fokusering av vissa extra viktiga röntgenstrålar. I vanliga kameror och i mikroskop används en refraktiv princip, dvs glaslinser, för att fokusera ljuset. Vid röntgenavbildning har man hittills inte fokuserat strålarna på samma vis och fram till för några år sedan, var den allmänt rådande uppfattningen att det inte var möjligt. Det var en av Mats doktorander, Björn Cederström, som först insåg att det gick att göra sågtandsformade refraktiva linser. Med mikrometerprecision skars ett avancerat sågtandsmönster ut, genom vilket röntgenstrålarna fick passera. Det visade sig att då ljuset sökte sig förbi hacken gick det på ett sådant sätt, att effekten när strålarna kom ut på andra sidan, var densamma som av en lins - de fokuserades.

- Efter att ha funderat över olika material kontaktade vi en tillverkare som specialkonstruerade LP-skivor av vinyl åt oss. Skivorna med sågtandsmönster placeras intill varandra och formar ett "krokodilgap". Genom att reglera storleken på gapet styr man storleken på linsen. Stort gap ger en bred lins och litet gap en liten lins. Den nya linsen är tänkt som en uppgradering av det befintliga detektorsystemet. I litteraturen går denna lins nu under beteckningen "alligatorlinsen".

- Att kunna hitta lösningar på avancerade problem med enkla medel är något jag vill fortsätta med. Det var oerhört roligt för Björn att åka runt på konferenser bland all världens högteknologiska apparater och visa upp skivorna!

På frågan om någon typ av musik lämpar sig bättre än andra, avslöjar Mats med ett leende att skivorna han använder, faktiskt är tysta.

|               |                                   |
|---------------|-----------------------------------|
| Namn:         | <b>Claes Gustafsson</b>           |
| Född:         | 1966                              |
| Nationalitet: | Svensk                            |
| Disputerad:   | 1995                              |
| Projekttitel: | Mediatorn - struktur och funktion |
| Arbetar vid:  | Karolinska Institutet             |

## Mediatorn – nödvändig för geners funktion

**Ett mänskligt genom innehåller omkring 40 000 gener. Hur dessa uttrycks regleras av en mängd proteinkomplex, däribland Mediatorn. Claes Gustafsson ska ta reda på Mediatorns funktion i detalj, något som kommer att ha en stor betydelse för förståelsen av genaktivering och produktionen av nya läkemedel.**

– Mediatorn är ett stort proteinkomplex som förmedlar information från faktorer som reglerar geners aktivitet, till ett protein som läser av DNA-strängar, s k RNA-polymeras. Därigenom spelar Mediatorn en viktig roll för om celler håller sig friska, eller om de får en onormal aktivitet av någon gen och blir sjuka.

Man vet idag att sköldkörtelhormon, östrogen och vitamin D går in i celler och via sina receptorer binder till Mediatorn. Mediatorn kontakter då RNA-polymeras, som startar avläsningen av de gener som regleras av respektive faktor. För att förstå vidden av proteinkomplexets betydelse för genaktivering så har många andra substanser studerats, och man tror nu att nästan alla geners uttryck, åtminstone till en del, styrs genom Mediatorn.

– Om man i detalj kunde utröna hur Mediatorn interagerar med sina olika faktorer, skulle vi kunna skapa läkemedel som specifikt förstärker eller bryter dessa kontakter. Redan idag är samspelet mellan sköldkörtelhormonreceptorn och Mediatorn en viktig måltavla när man försöker att ta fram nya mediciner mot sköldkörtelsjukdomar, exempelvis giftstruma.

### Livet leker för Claes

Claes är född i Borås men flyttade till Göteborg för att studera till läkare. Hans aldrig sinande nyfikenhet

och beroendet av att själv kunna få bestämma över sina arbetstider, fick honom att börja forska.

– För det första så får man en enorm frihetskänsla av att hela dagarna få fundera på sina egna frågeställningar som man verkligen vill ha svar på. För det andra vet jag hur otroligt exalterad jag blir när jag får minsta lilla resultat. Jag kan slänga mig på telefonen och ringa mina vänner och kollegor, långt innan resultaten är säkrade. Det är nog beroendet av att få uppleva samma glädje igen som driver mig framåt.

Claes är en humoristisk och positiv person. Samtidigt som han är väldigt fokuserad på sitt arbete så har han förmågan att låta livet leka. Planering är bra, men man ska inte bli slav under sina ”måsten”. I januari förra året bar det av med flyttlasset från Göteborg till Stockholm och Tullinge.

– Min tjänst på Institutionen för medicinsk näringslära på Novum kom ganska plötsligt, så vi fick snabbt försöka hitta någonstans att bo. När det bara var några dagar kvar tills vi skulle börja arbeta, slutade sökandet efter bostad med att vi köpte ett hus mitt i natten. Vi visste inte ens vilken färg det hade, säger han och skrattar.

Trots en kaosartad första tid i Stockholm så trivs de jättebra. Döttrarna Hanna och Amanda, fyra respektive ett år gamla, har hittat kompisar på sitt nya dagis, medan Claes och hans fru Mia har trevliga arbetskamrater som hjälper dem till rätta.

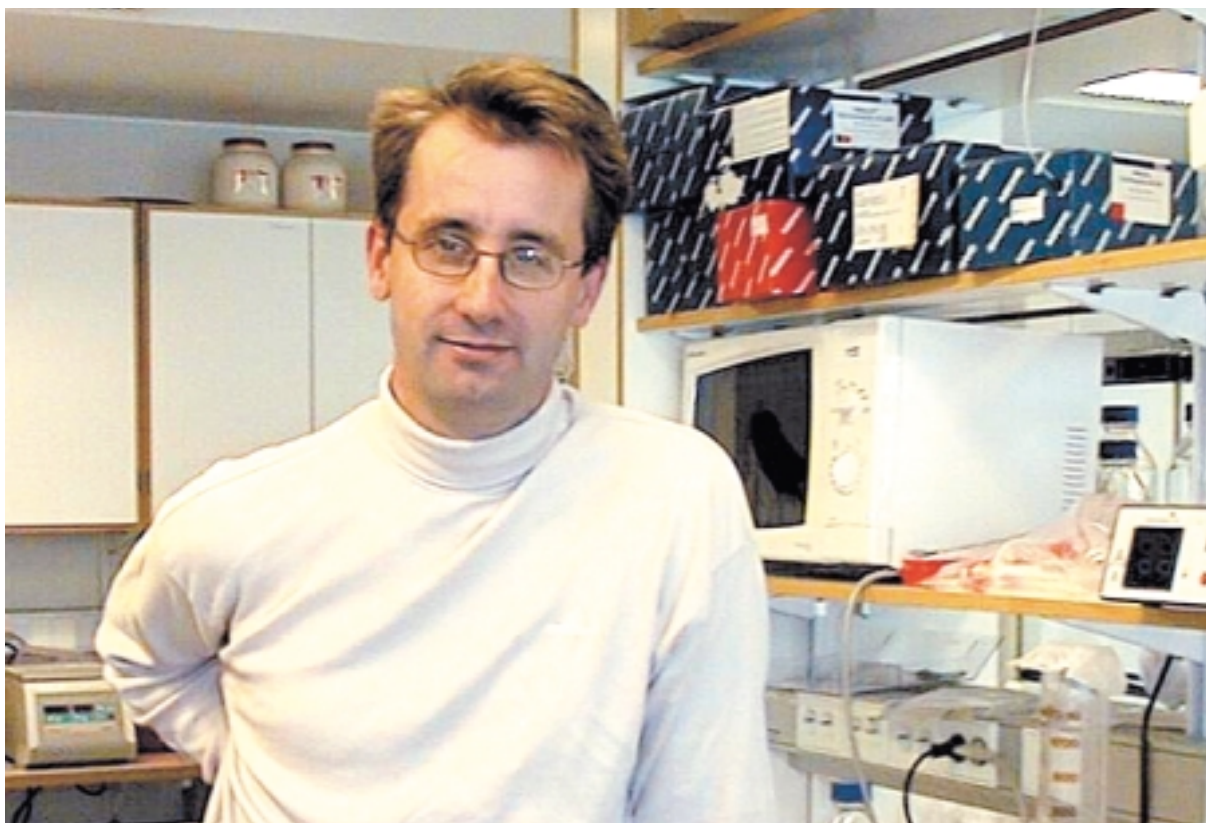
– Nu när inskolningsperioden är över kan vi börja leva på riktigt. Det känns otroligt skönt.

### Strukturbestämning nödvändig

Mediatorns funktion är ett forskningsområde som attraherar allt fler forskargrupper världen över. Claes och hans kollegor har försprång genom att de redan har en hög kompetens inom proteinrening, och kan använda proteinkomplex som för andra grupper kan vara svåra att få fram.

– Vi har dessutom valt att arbeta med en speciell sorts jästceller som heter *Schizosaccharomyces pombe*. Dessa celler tillväxer snabbt och har ett väldigt stabilt, lättstuderat Mediatorkomplex som också är väldigt likt människans system. Därför tror jag att vi har en större chans att lyckas än vad andra grupper har.

För att lättare förstå hur Mediatorn arbetar ska Claes och hans kollegor studera hur komplexet ändrar form under kontakten med olika molekyler. Ett problem som uppstår här är Mediatorns väldiga storlek.



Fotograf: Maria Falkenberg

– Istället för att ta fram hela Mediatorns struktur kommer vi, tillsammans med en forskargrupp från Tyskland, att koncentrera oss på en mindre del som vi tror är viktig för kontakten med RNA-polymeraset.

– Vårt mål är att göra celler friska med hjälp av medicinska substanser som reglerar inbindningen av faktorer till Mediatorn, och därmed avgör vilka gener som ska uttryckas.

### Resande vardag

Både Claes och Mia forskar och reser väldigt mycket i arbetet. För några år sedan tillbringade de två år i USA vid Stanforduniversitetet, en tid som gav dem många arbetskontakter. Nils-Göran Larsson på Centrum för Molekylär Medicin, CMM, i Stockholm studerar cellernas kraftverk, mitokondrierna. Tillsammans med en annan forskare, Claes Wahlestedt, har de startat företaget MitoTech AB.

– Vi ska försöka utveckla mediciner som påverkar energiproduktionen hos mitokondrierna. Det känns väldigt lärorikt att få vara med och sköta ett företag. Och kunskaperna kommer att behövas, nu när konkurrensen om resultaten hårdnar inom forskarvärlden.

När det väl blir semester är Claes och Mia trötta på att resa och stannar mer än gärna i sin stuga i Falkenberg.

– Det är ett utmärkt ställe att vara på under sommaren. Barnen har stora utrymmen att leka på, och vi har nära till släkt och vänner. Det kan inte bli bättre.

### Strategiskt projekt

Förutom att Mediatorn långt ifrån är den enda faktorn som reglerar vilka gener som ska aktiveras, så tyder resultaten på att man i framtiden även kommer att hitta Mediator-komplex i olika organ som har varierande egenskaper, så kallade vävnadsspecifika komplex.

– Man har på senare tid insett att människokroppen har en enorm variation av proteiner som alla är unika och kräver egna funktions- och strukturbestämningar. Sverige var förut en av de ledande nationerna inom proteinbiokemin, men idag har mycket av den kompetensen försvunnit. Därför har vårt projekt även en strategisk betydelse, och vi är övertygade om att vi inom en ganska snar framtid kommer att veta Mediatorns struktur och funktion. Även om det kommer att ta längre tid att slutföra hela studien av hur avläsningen av DNA regleras.

Namn: Leif Hammarström  
Född: 1964  
Nationalitet: Svensk  
Disputerad: 1995  
Projekttitel: Kontrollerad elektron-  
överföring  
Arbetar vid: Uppsala universitet

## Småskalig teknik med stor kapacitet

**Utvecklingen inom högteknologi strävar mot att göra komponenterna allt mindre och mindre. Datorer och mobiltelefoner krymper i storlek men samtidigt ska de bli mer och mer kraftfulla. Kan man tillverka elektronik i hur liten skala som helst utan att ge avkall på funktionen? Att göra det lilla stort istället för det stora litet, är en tänkbar lösning.**

### Små system och stora molekyler

Elektronik handlar i grunden om hur elektroner kan förflytta sig mellan molekyler. I dagens samhälle strä-

vas det ofta mot att göra elektroniken snabbare, mindre och bättre. Den elektronik vi använder oss av bygger främst på kretsar av halvledarmaterial. En halvledare kännetecknas av sin förmåga att leda ström under vissa betingelser och isolera under andra. Betingelserna kan vara tillsatser av andra ämnen i halvledaren och genom att anpassa dem, så kan vi kontrollera strömledningsförmågan. Förmågan att kunna styra när och i vilken mängd, som ström ska vandra genom ett system har gjort det möjligt att ta fram den avancerade elektronik som finns idag och människan har till stor del blivit bekant med strömmars beteende. Men precis som de naturlagar som gäller på jorden, upphör att gälla då vi ger oss ut i rymden, slutar den traditionella fysikens lagar att gälla när de elektriska kretsarna krymper till att bli väldigt små för att istället ersättas av kvantfysikens. Lagbrottet innebär att man inte längre kan vara riktigt säker på hur elektronerna kommer att bete sig och strömmen blir därmed svår att kontrollera. Leif Hammarström har kommit att intressera sig för just hur elektroner förflyttar sig mellan molekyler.

Leif hade under flera år studerat artificiell fotosyntes, och försökt härma de gröna växternas fotosyntes i syntetiska system. Han hade fascinerats av hur energi från ljuset kan omvandlas för att driva olika reaktioner. Vid den fotosyntes som ständigt sker i

Fotograf: Göran Karlsson



gröna växter, träffar ljus klorofyllmolekyler, varpå ljusets energi förs över till klorofyllmolekylerna. När klorofyllen gör sig av med energin, vilket den gör förr eller senare, används den till att driva reaktioner. Processen innebär förflyttning av elektroner, precis som i en elektrisk ström, men i en betydligt mindre skala än vad vi använder oss av i tekniska sammanhang.

– Jag blev nyfiken på hur vi istället för att göra tekniken vi har allt mindre, skulle kunna utnyttja naturens sätt att frakta elektroner och förstora upp det lilla istället för att förminska det stora. Man kallar detta molekylär elektronik och det har kommit att bli ett stort forskningsområde den senaste tiden.

### Färgstyrda elektroner

Ett av problemen med kvantfysik är att elektronerna kan börja ta av i en annan riktning än förväntat vilket gör det svårare att förutse och kontrollera strömmen. När Leif tittade närmare på delar i växtceller, centrala för fotosyntesen, fascinerades han av deras förmåga att upprätthålla ett välbalanserat och precist system, med mycket litet läckage, där enstaka elektroner förs mellan molekyler och över membran - precis vad som efterfrågas inom modern teknologi.

– När en molekyl absorberar ljus så kommer elektronerna i den att gå från ett tillstånd med låg energi, ett så kallat grundtillstånd, till ett tillstånd med högre energi. Man kallar det att elektronen exciteras. Mycket snabbt övergår den till ett något lägre energitillstånd för att slutligen förlora en större mängd energi och återgå till grundtillståndet.

Mellan det näst lägsta och lägsta tillståndet avges mycket energi, ofta i form av ljusstrålning. Mellan det översta och näst översta däremot, är energiskillnaden inte så stor, och det övre tillståndet är mycket kortlivat.

Leif började tillsammans med sin forskargrupp studera om man kunde få det övre tillståndet att avge en elektron under sin korta livslängd. Han började genom att titta på porfyrin, en molekyl som liknar växternas klorofyll och hemoglobinet i människans blod. Porfyrinmolekylerna fick reagera i lösning tillsammans med en annan molekyl, som lätt tog emot en ledig elektron från porfyrinen.

– Vi lyckades få en kontrollerad elektronöverföring. När vi använde rött ljus för att excitera den tog det 100 picosekunder för en elektron att hoppa över till en elektronmottagare – men det gick hundra gånger snabbare om man bestrålade den med blått ljus, som

innehåller mer energi. Detta öppnar möjligheten att styra reaktioner så att en molekyl reagerar på olika sätt om den tar emot ljus av olika färg.

Som ett nästa steg tänker de sig att till porfyrinmolekylerna binda två olika typer av elektronmottagare. På ena sidan vill man ha en mottagare som gärna vill ha negativa laddningar. Denna skulle nöja sig med att ta emot elektroner med ett lågt energiinnehåll. På andra sidan binds en mer kräsen molekyl som bara accepterar elektroner med mycket energi. Genom att lysa på porfyrinen med ljus av olika våglängd, hoppas de kunna styra elektronen åt ett särskilt håll.

– Rött ljus, innehåller lite energi och skulle kunna styra elektronen till den mottagare som inte är så svårmanipulerad, medan blått ljus innehåller mycket energi, och skulle styra den till den andra. Genom att låta en laserstråle med korta intervall växla mellan rött och blått, skulle man kunna få en optoelektronisk strömbrytare med en reaktion som bara tar några femto- eller pikosekunder.

### Många strängar på sin lyra

I konventionell elektronik krävs det ungefär 10 000 elektroner för att markera en etta eller nolla, dvs för att avgöra om det ska bli en signal eller inte. I molekylär elektronik räcker det med en enskild elektron för att ge en signal. Genom att få förståelse för hur detta kan kontrolleras närmar sig en tänkbar lösning för hur elektroniken kan bli både mindre och snabbare.

– En berättigad fråga är om vi verkligen behöver bättre och snabbare elektronik än den vi har idag. Jag tror dock att önskan om mindre och kraftfullare datorer kommer att finnas länge till och det kommer alltid nya typer av problem att lösa.

Medicinska reservdelar, som man låter operera in i kroppen, nämner Leif som exempel på vad mycket små elektriska kretsar skulle kunna användas till, men även för att göra mer avancerade beräkningar och varför inte mindre ersättare till dagens mobiltelefoner och bärbara datorer?

Förutom att umgås med sin hustru och deras två gemensamma barn, så ägnar Leif tid till musik och det handlar om allt från renässans till nyskapande pop. Instrumentet är klassisk gitarr men det blir även en del sång. Och eftersom han gillar att gå till botten med saker, så ger han sig även på skrivandet.

– En fuga är det mest komplicerade jag givit mig på – förutom att vara tränare för min sexårings fotbollslag.

|               |                                  |
|---------------|----------------------------------|
| Namn:         | <b>Anders Karlsson</b>           |
| Född:         | 1964                             |
| Nationalitet: | Svensk                           |
| Disputerad:   | 1992                             |
| Projekttitel: | Teknologier för kvantinformation |
| Arbetar vid:  | Kungl. Tekniska Högskolan        |

## Kvantinformationsteknik - ett nytt tankesätt

**För att datorer, mobiltelefoner och bredband ska bli effektivare måste komponenterna i dem göras allt mindre. Det är då fysiken som beskriver mikrovärlden, kvantmekaniken, kommer att spela en stor roll. Anders Karlsson studerar bl a hur man, genom att sända information i form av enstaka ljuspartiklar, kan förbättra optisk kommunikation.**

– Kvanteffekter har länge varit förknippade med problem, eftersom de kan ge upphov till brus som begränsar kapaciteten hos elektroniska och fiberoptiska system. Vi vill istället försöka utnyttja de effekter som skiljer kvantmekaniken från den klassiska fysiken, och låta kvantpartiklarna göra uträkningar åt oss. Detta forskningsområde kallas kvantinformationsteknik, och är en blandning av tillämpad fysik, elektronik och informationsteknik.

### Popularisering viktig

Anders Karlsson har länge fascinerats av fysik och teknik. Han arbetar som docent och universitetslektor på Institutionen för mikroelektronik och informationsteknik vid Kungl Tekniska Högskolan i Kista. Dessutom skriver han ibland artiklar i populärvetenskapliga sammanhang, såsom tidskriften Forskning & Framsteg.

– Mitt främsta mål, förutom min forskning, är att få studenter att tycka att fysik är roligt och spännande. Ett annat mål är att få allmänheten intresserad, och där kommer populärvetenskapen in.

För att fler ungdomar ska välja naturvetenskap, är det viktigt att få dem intresserade så tidigt som möjligt. Media spelar en viktig roll.

– Det borde finnas fler TV-program som Hjärnkontoret. Där tar de upp vardagliga fenomen som nog många har undrat över. Varför bubblar det i läsken? Eller hur fungerar en CD-spelare? Både jag, min fru Dana och våra döttrar Gabriella och Alexandra, 9 respektive 6 år gamla, brukar bänka oss framför TV-apparaten när programmet sänds.

### Enstaka ljuspartiklar detekteras

Kvantmekaniken utgör grunden för flera av 1900-talets stora uppfinningar som mikroelektroniken, lasern och kärnkraften. Teorin beskriver beteendet hos materiens minsta byggstenar som atomer, elektroner och ljuspartiklar, fotoner, och vilar på att all energi är uppdelad i paket, s k kvanta, med en bestämd mängd energi. Tidigare har det varit omöjligt att utföra kontrollerade experiment med enstaka kvanta, men i samband med att lasern uppfanns gjordes stora framsteg under 1960- och 70-talen. Idag finns det ljuskällor som kan skicka iväg enstaka fotoner. Anders Karlsson och hans medarbetare har tagit tekniken ett steg längre.

– Vi kan nu mäta enstaka fotoner, och det är som att mäta ljuset från en 100 W glödlampa placerad 50 kilometer bort. En så känslig mätteknik är till nytta för fysiken, men har även stora användningsmöjligheter inom fiberoptisk kommunikation, biologi och medicin.

### Kryptering för säker information

I sin forskning vill Anders Karlsson dra nytta av olika kvanteffekter för att förbättra informationstekniken. Han arbetar nu tillsammans med sina kollegor med att utveckla fullständigt säker informationsöverföring, s k kvantkryptering. En teknik som skulle kunna användas i det fiberoptiska telenätet.

– I och med att det är enstaka ljuspartiklar som används är det kvantmekanikens lagar som styr. Därmed gäller att två partiklar som har samma ursprung, t ex två fotoner med låg energi som har skapats utav en foton med högt energinnehåll, alltid kommer att vara kopplade till varandra och påverkas likadant. En mätning på den ena partikeln ger därför information om den andra partikeln.

När man skickar ett kodat meddelande skickar man först en kodnyckel, där varje databit utgörs av två sammankopplade fotoner. En av fotonerna går till den som sänder meddelandet, och den andra till mottagaren. Om någon försöker tjuvlyssna rubbas kopplingen mellan fotonerna. Därmed blir inte informa-

tionen ur kodnyckeln densamma för sändaren och mottagaren, och tjuvlyssnaren kan avslöjas.

– Kvantkryptering skulle kunna bli ett bra alternativ till en del av dagens krypteringssystem, som behöver bli säkrare.

Det dröjer nog bara några år innan ett företag har tagit fram en prototyp för ett kommersiellt kvantkrypteringssystem. Den amerikanska militären finansierar forskningsprojekt inom området, men även inom EU satsar man pengar på ett krypteringssystem. Anders är koordinator för ett av EU-projekten.

– Det är bra att Sverige nu är med i den europeiska forskningsgemenskapen. Det öppnar dörrar för internationella samarbeten, som kan leda till intressanta forskningsresultat.

### **Tokyo, Paris, San Fransisco - en blandning av influenser**

Anders institution har sedan tjugo år tillbaka samarbetat med det japanska telebolaget NTT, som bedriver grundforskning inom kvantmekanik för tillämpning inom informationsteknik.

– Jag och min familj har därför bott i Tokyo under flera perioder. Förutom att människorna är väldigt öppna och trevliga, så tycker jag om den japanska kulturen och språket. Jag lagar gärna japansk mat, och har dessutom haft karate som hobby.

Utöver Japan har Anders arbetat vid Stanforduniversitetet utanför San Fransisco. Sedan två år tillbaka har han också en deltidstjänst på ingenjörsskolan Ecole Polytechnique i Paris, där han undervisar i halvledarfysik.

– Frankrike är ett väldigt starkt forskningsland inom kvantoptik, så det känns roligt och stimulerande att få arbeta med fransmännen. Dessutom får jag chansen att hålla mina franska kunskaper vid liv.

### **Forskningsintresset inte bara kvantinformation**

Den fiberoptiska kommunikationen skulle genomgå en revolution om optiska komponenter kunde kopplas ihop som på ett kretskort. Området för

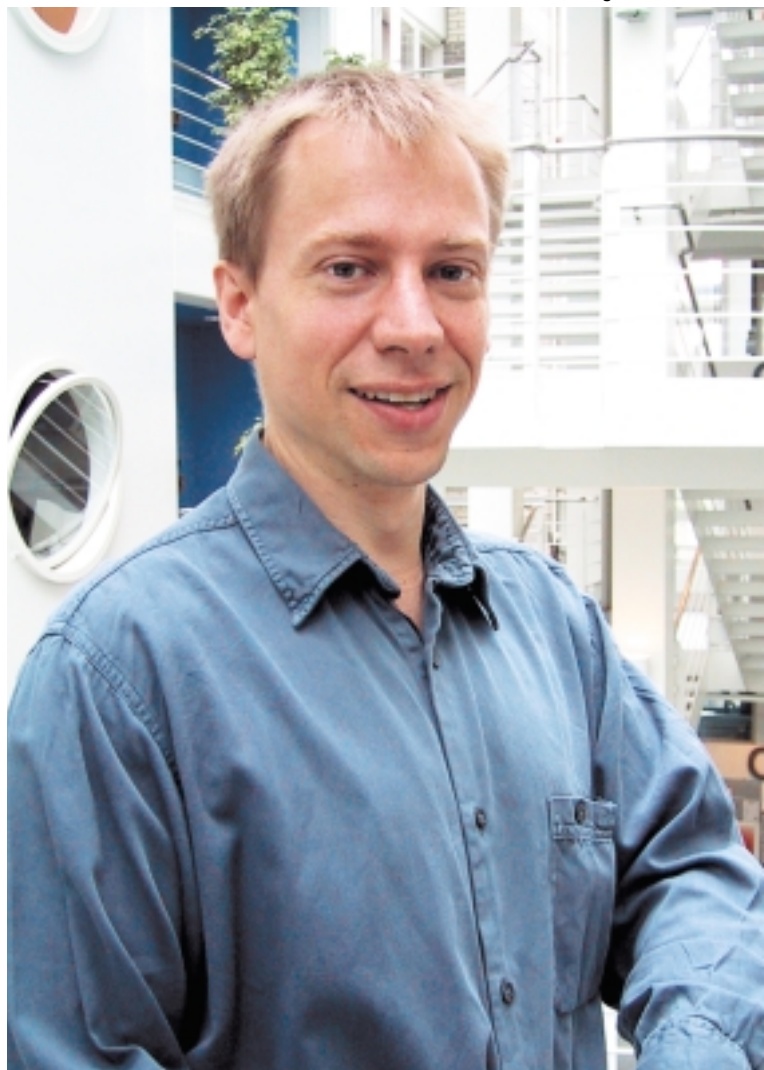
denna typ av experiment kallas optoelektronik, och utgör en mindre del i Anders forskning.

– En lösning är s k fotoniska kristaller, där man genom att använda olika optiskt täta material kan leda ljus i bestämda banor, precis som elektriska strömmar styrs i halvledare. Detta gör komponenterna snabbare och effektivare än dagens optiska komponenter.

I motsats till den relativt industrinära optoelektroniken, är kvantinformationstekniken mer inriktad på grundforskning.

– I media beskrivs ofta kvantinformationstekniken lite för produktfixerad. Det kommer t ex att dröja länge innan kvantdatorer blir verklighet och "Pentium" blir "Quantium". Men det är egentligen relativt ointressant, för grundforskningen i sig ger oss en ökad förståelse av viktiga fysikaliska fenomen. Redan idag är också detektionen av väldigt små ljusmängder och styrningen av ljuspartiklars väg genom fiberoptiska kablar, av stort intresse för optisk kommunikation.

Fotograf: Linda Andersson





|               |   |
|---------------|---|
| Namn:         | <b>Maria Kempe</b>                          |
| Född:         | 1965  |
| Nationalitet: | Svensk                                      |
| Disputerad:   | 1995  |
| Projekttitel: | Polymerer för biomedicin                    |
| Arbetar vid:  | Biomedicinskt centrum vid Lunds universitet |

## Polymerer tillverkas med effektiv metod

**Polymer är ett grekiskt ord som betyder ”många delar”. DNA-molekylen, reglerande proteiner och små proteinbitar, peptider, är bara några exempel på polymerer som alla består av flera olika byggstenar. Vi lever idag i plaståldern, och produktionen av syntetiska polymerer ökar stadigt. Maria Kempe utvecklar nya effektiva metoder för att tillverka biomedicinskt användbara polymerer.**

- Vi människor lärde oss tidigt att utnyttja naturliga polymerer som ull, bomull, trä och gummi. Under 1800-talet började man även kunna framställa syntetiska polymerer i form av plaster. Men det var först under 1900-talet som peptidsyntes blev möjlig.

Från början gjordes peptidsynteserna i lösning, vilket var en väldigt arbetsam och tidskrävande metod. Varje ny byggsten, så som aminosyra, kopplades till peptidkedjan i aktiverad form eller med hjälp av ett speciellt sammankopplande ämne, så som kopplingsreagens. Därefter var man tvungen att genom en lång process rena fram peptiden ur lösningen, för att få bort de överblivna ursprungsmaterialen.

- På 1960-talet uppfann Nobelpristagaren Merrifield peptidsyntes på fast fas. Det var en revolutionerande upptäckt och är den teknik som används än idag. Aminosyrorna kopplas även här till peptidkedjan med hjälp av kopplingsreagens, men peptiden är nu bunden till ett stabilt bärarmaterial i form av plastkuler. Därmed slipper man de långa reningsprocesserna mellan varje steg, och kan istället enkelt filtrera plastkulorna med tillhörande peptid. Andra fördelar med fastfassyntes är att metoden lätt går att automatisera, och att den ger ett bättre utbyte. Det högre utby-

tet fås genom att reaktionen förskjuts mot produkt vid ett tillsatt överskott av kopplingsreagens. Överflödigt material kan sedan lätt filtreras bort.

Beroende på det ökade behovet av nya fasta faser, ägnar Maria ett av sina projekt åt att utveckla nya polymera bärarmaterial. Dessa ska användas för fastfassyntes av bl a långa peptidsekvenser, som förut varit svåra att framställa, små organiska molekyler och olika läkemedelskandidater.

- Hittills har ett av våra bärarmaterial, CLEAR, kommersialiserats. Det är en ny typ av polymerer med många tvärbindingar, vilket gör dem väldigt stabila.

### Syntetiska receptorer tillverkas

I kroppen fungerar många peptider som hormoner, och binder med ett stort antal ganska svaga bindningar till sina respektive receptorer. När man framställer artificiella peptidhormonreceptorer härmar man de riktiga receptorernas form och elektroniska egenskaper, för att göra bindningen till hormonet möjlig. Maria Kempe kommer nu att framställa syntetiska receptorer för syntes, upprening och analys av bl a olika peptid-hormonkomplex, antikroppar och ett HIV-protein. Potentiella användningsområden är vid utveckling av nya läkemedel, kliniska analyser och livsmedelskontroller, eller för transport av läkemedel ut i kroppen. För att framställa igenkänningsselement, specifika för de önskade molekylerna, kommer de att använda två olika metoder.

- Förutom att genom fastfassyntes tillverka peptider med hög bindningskapacitet för specifika molekyler, har vi tagit fram en mer direkt och effektiv metod för receptorsyntes. Det är en molekylär avtrycksteknik som på engelska heter ”Molecular Imprinting”. Den molekyl som man vill att receptorn ska vara selektiv för, dess så kallade ligand, fungerar som mall vid framställningen av receptorn. Detta sker genom att en syntetisk polymer, av plast, syntetiseras runt den. Liganden tvättas sedan bort, och kvar i plasten finns ett hålrum där liganden passar in.

- Den artificiella receptor som har bildats kallas på engelska för en ”molecularly imprinted polymer”, MIP. Den har en hög kemisk och mekanisk stabilitet, och kan efter regenerering användas upprepade gånger för att binda sina respektive ligander, utan att den förlorar i selektivitet eller bindningskapacitet.

Maria har genom den molekylära avtryckstekniken tillverkat en receptor för peptidhormonet oxytocin. Oxytocin som utsöndras från hypofysen i hjär-

nan, har två olika funktioner. Dels verkar det i slutet av graviditeten, där det stimulerar livmoderns sammandragningar innan förlossning, dels stimulerar hormonet den glatta muskulaturen i nyblivna mammas bröst, så att modersmjölken transporteras ut från körtlarna till det ammande barnet.

### Skånska med intresse för strängar

Maria Kempe kommer ursprungligen från Malmö. Efter det att hon hade läst kemiteknik på Lunds Tekniska Högskola, så blev hon kvar och doktorerade på den molekylära avtryckstekniken. Därefter fortsatte hon sina studier om peptidsyntes vid University of Minnesota i USA. Hennes olika intressen fördes samman i biokemin.

- Jag har länge varit intresserad av medicinska frågeställningar, och funderade från början på att bli läkare. Men kliniken var inte det som lockade mig mest, och när jag förstod att jag ville forska så kändes biokemi som ett naturligt val. Nu när jag istället medicinerna genom mina forskningsupptäckter, från projekt som jag själv har valt att driva i min egen forskargrupp. Det passar mig utmärkt.

Förutom att hon spelar golf, har Maria ett gediget musikintresse. Hennes instrument är violin.

- Jag har bl a varit med i Malmö Ungdomsymfoniorkester, Lunds Ungdomsorkester och Akademiska Kapellet. Det som är roligt när man spelar tillsammans med andra, förutom att man lär känna många människor förstås, är att allas insatser vävs ihop till något stort. Hemma lyssnar jag gärna på klassisk musik. Vad det blir bestäms av mitt sinnelag för stunden.

### Mjök testas för antibiotika

Idag visar både konsumenter och livsmedelsföretag

ett ökat intresse för att kontrollera produkternas kvalitet. Man vill vara säker på att de inte innehåller några ämnen utifrån, som industriella kontaminanter, pesticider, veterinära mediciner eller tillväxthormoner. För att kunna genomföra säkra kontroller direkt på fabriken, eller redan i ladugården, måste testen vara lämpade för gemene man.

- Dagens antikroppsbaseade tester behöver förbättras. Därför håller jag och några kollegor på att ta fram en metod för att enkelt kunna avgöra om mjölk innehåller antibiotika. Det är ett EU-finansierat projekt som även involverar ledande forskare från andra

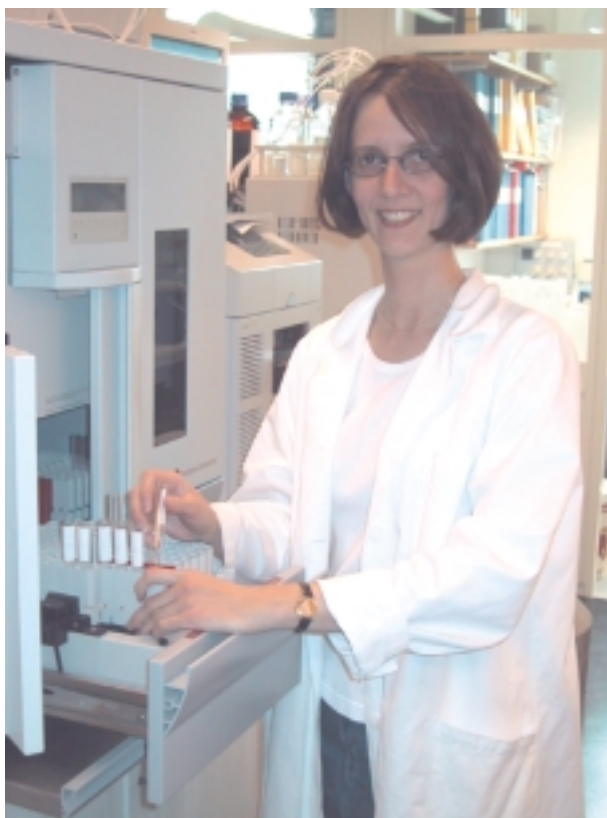
områden, som mikroteknik och livsmedelskontroll. Mjök är en viktig produkt inom EU och man har nu insett betydelsen av att minimera spridningen av antibiotika, som hos en del människor kan framkalla allergi. Man vill även minska risken för uppkomsten av antibiotikaresistenta bakterier.

Metoden baseras på polymerer som gjorts selektiva för olika antibiotikamolekyler. Polymererna, som är syntetiserade med den molekylära avtryckstekniken, packas i en mätpatron, som i sin tur sätts in i det mätinstrument som också utvecklas i projektet.

Om en polymer binder till en antibiotikamolekyl, upptäcks detta med hjälp av fluorescens.

Genom att robusta avtryckspolymerer används som igenkänningselement, har metoden stora fördelar framför konventionella metoder. De syntetiska polymererna har en mycket högre mekanisk-, termisk- och kemisk stabilitet än de biologiska antikropparna. På så sätt hoppas Maria att deras metod ska bli mer tillförlitlig.

- Antibiotikahalten i mjök är bara ett av användningsområdena för metoden. Diabetiker skulle t ex ha stor nytta av att enkelt kunna mäta glukoshalten i blodet.



Fotograf: Henrik Kempe

|               |                                   |
|---------------|-----------------------------------|
| Namn:         | <b>Anna Kidiyarova-Shevchenko</b> |
| Född:         | 1969                              |
| Nationalitet: | Rysk                              |
| Disputerad:   | 1997                              |
| Projekttitel: | Gigahertzelektronik               |
| Arbetar vid:  | Chalmers                          |

## Supraledare räddningen för det mobila samhället

**Idag när allt fler människor börjar använda sig av mobiltelefoner och tillhörande sms- och waptjänster, har basstationsmottagarna som tar emot informationen, fått problem. Anna Kidiyarova-Shevchenko ska göra dem effektivare.**

- Istället för kiselhalvledare som finns i de flesta digitala basstationsmottagare idag ska vi använda oss av supraledande material. Supraledare kan leda ström utan motstånd vilket ger en signalöverföring som är mer än 100 gånger snabbare än halvledarnas. Dessutom kan supraledarna seriekopplas, och man slipper alltför tekniskt komplicerade mottagare med många parallellkopplade halvledare.

Anna arbetar sedan 1998 på Chalmers i Göteborg. Hon valde att nischa in sig mot mobiltelefoni eftersom det är ett snabbt växande forskningsområde som hon tror kan ge snabba resultat.

- När mobiltelefoner kommunicerar med telemaster använder de sig av radiovågor. Varje mast tar emot vågor från ett avgränsat område och sänder dem sedan till en gemensam basstationsmottagare. Där görs vågorna om till digitala strömpulser som snabbt för informationen vidare. Trots den snabba digitala teknologin klarar inte mottagarna av att samordna alla signaler när allt fler människor ringer samtidigt, vilket leder till att störningar i form av brus uppkommer. Vi är övertygade om att supraledare är lösningen på problemet.

### Iskall miljö ett krav

Den enda möjligheten att få de nuvarande halvledarmottagarna att arbeta snabbare är att förminska kiselkomponenterna så att fler får plats på samma utrymme. Det är dock näst intill omöjligt, eftersom de redan är väldigt små. Förutom att tillverkningsprocessen skulle bli otroligt kostsam, så sätter kvantmekaniken också gränser. För små avstånd mellan komponenterna kan få elektronerna att hoppa fel och skapa falska signaler.

Ett problem med supraledare är dock att de måste kylas ned till en mycket låg temperatur för att bli motståndslösa. Men nackdelarna med denna energi-krävande process uppvägs av den fantastiska kapacitet som man åstadkommer.

- Vi kommer att använda oss av två olika system. Ett lågtemperatursystem baserat på niob som börjar verka vid  $-269\text{ }^{\circ}\text{C}$ , och ett högtemperatursystem som är baserat på yttriumbariumkopperoxid (YBCO). Högtemperatursystemet får supraledande egenskaper vid den något högre temperaturen  $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Detta system är inte så väl utvecklat än, men när det blir klart så kommer vi att kunna höja den digitala operationsfrekvensen från 30 gigahertz, som är den maximala frekvensen för lågtemperatursystemet, till 150 gigahertz. En sådan frekvens är unik och kan omöjligt åstadkommas med konventionell halvledarteknik, som har en maximal operationsfrekvens för digitala system på två gigahertz.

### Ryssland i minnet

Att vara forskare i Moskva är inte lätt. Vetenskapen värderas lågt i samhället, vilket gör det svårt för forskarna att finansiera sina projekt. Att dessutom vara kvinna och våga satsa på en hög utbildning med karriärmöjligheter kräver extra mod och självförtroende, något som många ryska kvinnor saknar. Anna är stolt över den hon är idag, och upprymd över den teknik som finns att tillgå i Sverige. Chalmers med dess resurser ser hon som ett forskningscentrum i världsklass, men saknaden av hemlandet finns kvar.

- Det är först nu när jag bor i ett annat land som jag förstår hur mycket jag värdesätter min familj och mina vänner. Det jag saknar mest är det vardagliga umgänget med middagar och telefonsamtal. Nu har telefonen tystnat och för några veckor sedan missade jag min systerdotters födelse. Men jag fick lov att välja mellan att träffa familjen ofta och att ha ett arbete som jag trivs med. Forskningen fick gå före.



Nu bor hon i ett hus vid havet på Särö, söder om Göteborg. De fantastiska natursköna omgivningarna alldeles runt knuten skapar en frihetskänsla som gör att hon trivs bra. Röda torget har blivit Järntorget, men den inhemska traditionen hålls vid liv genom Pelmeni, en ravioliliknande maträtt, och Pirogi, jästkakor fyllda med bl a kål, kokta ägg och stekt lök.

- Smakupplevelser är starkt kopplade till en rad minnen som kan få en att känna sig som om man vore hemma hos sina föräldrar för en stund. Det är en billig resa till Ryssland, säger hon och skrattar.

Förutom att hon och hennes familj reser till Moskva en gång per år, har de genom årens lopp upptäckt stora delar av Europa.

- Det bästa med att resa är att man får uppleva olika atmosfärer, kulturer och historier. För varje ny plats som man har varit på, så ökar ens medvetenhet om vilken otrolig mångfald av miljöer det finns runt om i världen. Florens i Italien är den stad jag tycker bäst om, för den är så väldigt rik på historia från romartiden. När man kommer dit är det som att färdas

bakåt i tiden och man glömmer allt annat. Det är avkoppling för mig.

### **Framtidsvisioner**

Supraledande material har stor potential för att bland annat kunna användas i leviterande snabbtåg, i datorer som kontrollerar kärnreaktorer eller används vid förutsägelse av väder.

Privat tror Anna att hon kommer att bo kvar i Sverige en lång tid framöver. Hennes döttrar Anastasia och Kseniya, tolv respektive fyra år gamla, trivs också bra här, liksom hennes man Alexander.

Vill du att dina döttrar ska bli forskare?

- Ja, det vore ju jätteroligt om de skulle vilja det, men jag tänker inte styra dem på något sätt. Jag försöker lära min äldsta dotter lite matematik och vetenskap, men hon är mer konstnärligt lagd. Hon målar väldigt fina tavlor.

Så vad tycker du bäst illustrerar ditt projekt? Hon skrattar till.

- Det får jag nog fråga Anastasia om.

|               |                                |
|---------------|--------------------------------|
| Namn:         | Jörgen Larsson                 |
| Född:         | 1963                           |
| Nationalitet: | Svensk                         |
| Disputerad:   | 1994                           |
| Projekttitel: | Studier av tidsupplöst röntgen |
| Arbetar vid:  | Lunds Tekniska Högskola        |

## Att undersöka hur molekyler rör sig

**Runtomkring oss pågår ständigt förändringar. Molekyler och atomer rör sig, fäster sig till varandra och släpper igen. Vissa av dessa förändringar är vi medvetna om, som när is smälter till vatten. Men sen finns också det där som vi inte ser – i varje fall inte riktigt ännu.**

### En händelserik tillvaro

Det finns en stor mängd händelser som vi inte kan se med blotta ögat men som pågår hela tiden, med eller utan vår vetskap. Ytterst handlar det om hur atomer och joner binder till varandra och hur de förhåller sig i relation till sin omgivning. För att kunna iakttä de enskilda atomerna och hur de rör sig relativt varandra krävs att man kan mäta skeenden med en varaktighet ner till  $10^{-13}$  sekunder och rörelser över avstånd så små som  $10^{-10}$  meter. Snabba processer har till stor del studerats med hjälp av kortpulsiga lasrar, inom det synliga området. I mycket små strukturer görs det med det som kallas röntgendiffraktion. Teknikerna är dock otillräckliga då man vill studera exakta ögonblick och veta vad som händer mitt i ett förlopp, man ser bara före och efter. Det är dessa mellanskeden när förändringen sker som Jörgen strävar efter att kunna kartlägga.

### Matematikintresserad skånepojk

Jörgen är född i Småland och uppvuxen utanför Hässleholm i Skåne. När det var dags för universitetet gick flyttlasset till Lund som ännu är hans hemmabas.

– Jag började intressera mig för naturvetenskap under gymnasiet. Matematik var det jag gillade mest men det kändes för tråkigt att inrikta sig på enbart räkning så jag valde teknisk fysik.

Utbildningen gav Jörgen den bredd han eftersök-

te och efter examensarbetet, som han gjorde inom atomfysik, beslöt han sig för att stanna kvar och doktorera. Hubbleteleskopet hade just kommit upp och tagits i bruk. Detta gjorde Jörgen nyfiken och gav honom en del inspiration. Det stora teleskopet innebar nämligen att man kunde se något som tidigare inte setts - vacuumultraviolett ljus. Denna typ av ljus kan inte passera genom atmosfären och före Hubbleteleskopet kunde det alltså inte studeras.

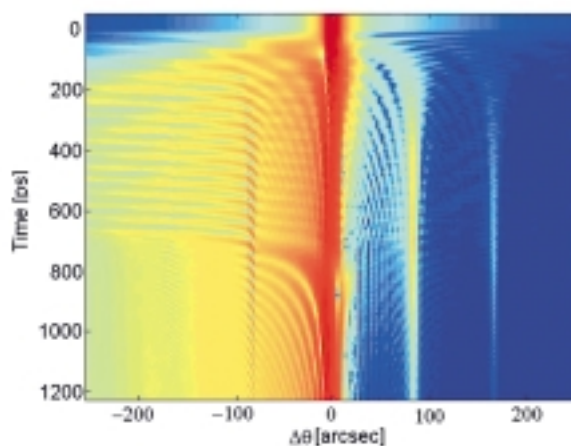
Efter disputationen spenderade han ett år vid Imperial College i London, med att studera atomer i starka laserfält. Laserpulserna varar i  $10^{-13}$  sekunder och genererar en till tio TW, vilket motsvarar den energimängd som upp till 10 000 kärnkraftverk av Barsebäcks storlek alstrar på samma tid. Vid de höga fält som uppstår då, genereras kortvågig strålning på udda multiplar av laserljusets frekvens. Under arbetet väcktes många tankar hos Jörgen om hur man skulle kunna utnyttja de korta och kortvågiga laserpulserna i olika tillämpningar.

### Snabba förlopp och korta sträckor

I det aktuella projektet kommer Jörgen att sträva efter att utveckla laserbaserade metoder som kan användas för att observera atomstrukturer i fasta material och att försöka förstå hur laserstrålningen i sig påverkar materialet. Det som intresserar honom är de små förändringar som äger rum i atomerna.

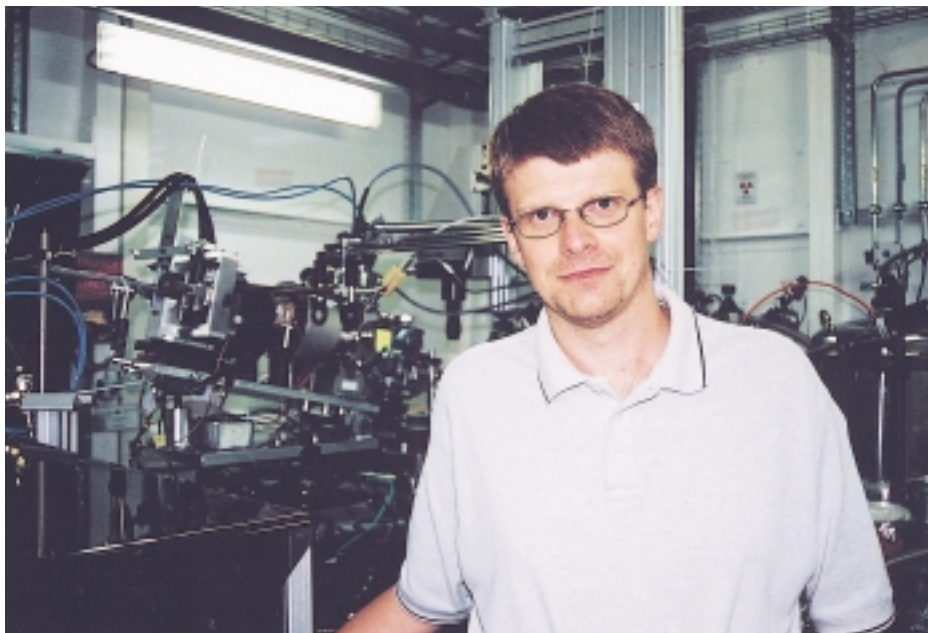
– Med en fungerande teknik kommer vi i framtiden att kunna observera och även kontrollera specifika kemiska processer i fasta material i betydligt högre utsträckning än nu, säger Jörgen Larsson. Detta kom-

Numerisk simulering av en tvådimensionell röntgenreflektionskurva. Reflektionen visas som funktion av både tid och kristallens vinkel relativt den infallande röntgenstrålningen.



mer att hjälpa oss att kunna förstå egenskaperna för material av olika slag och varför de reagerar som de gör.

För att lyckas med detta kan man använda sig av röntgendiffraktion, där man bestrålar sitt prov med röntgen och genom att studera strålarnas spridning, får en uppfattning om provets struktur. För att studera dynamiska förlopp under kort tid krävs att de röntgenkällor man använder är betydligt mer kortpul-



Fotograf: Ola Synnergren

serande än de man använder idag. Den mest intensiva röntgenkällan i Sverige idag är synkrotronljuskällan, MAX II som finns just i Lund. Via snabba detektorer kan man med den avläsa förlopp som varar i bara  $5 \times 10^{-13}$  sekunder. I en synkrotronljuskälla cirkulerar elektroner med en hastighet som närmar sig ljusets. Genom att lägga på ett magnetfält får man elektronerna att byta riktning och när de gör det, avger de energi i form av ljus. Det unika med denna typ av ljustrålning är att man återfinner våglängder från ett mycket brett spektrum, allt från långvågigt synligt ljus, till den kortvågiga röntgenstrålningen. Strålningens spridning är också väldigt liten. Beroende på hur strålarna sprider sig, så kan man avläsa vilket specifikt mönster som atomerna i det bestrålade materialet har. Röntgenstrålningen har en våglängd på ett par nanometer vilket är ungefär detsamma som avståndet mellan två atomer i en slumpmässigt utvald molekyl. Genom att använda framsteg som gjorts inom accelerator- och röntgenfysik de senaste åren kommer det snart att vara möjligt att framställa elektronpulser och därmed röntgenpulser som är kortare än 1 ps. Teknikerna kan också användas för att undersöka hur chockvågor som genereras med laser rör sig genom material och hur dessa vågor påverkar atomstrukturen.

### Framtiden

Tekniken med tidsupplöst röntgendiffraktion är ett relativt nytt område. Det finns i världen idag, tror Jör-

gen, enbart ett tiotal grupper som forskar på området. Han själv har varit med från början och menar att utvecklingen nu går snabbt framåt.

– Inom en fem-sexårsperiod tror jag det är rimligt att vi har utvecklat mycket av analysmetoderna och att de kommit att bli tillgängliga för användning. Jag tror faktiskt att vi också börjat kunna diagnostisera och styra både fysikaliska och kemiska processer.

Redan i dagsläget pågår ett samarbete med avdelningen för kärnfysik vid Lunds Tekniska Högskola i syfte att förbättra ett material som används för att kapsla in kärnbränslestavar, en zirkoniumlegering. Livslängden hos bränslestavarna begränsas av att ytmaterialet oxiderar alltför snabbt. Om man lär sig förstå precis vad som händer mellan atomerna blir det enklare att motverka oxidationen och därmed göra förvaringskapslarna bättre och mera långlivade.

– Det känns fantastiskt att ha en så lång tidsperiod som sex år, med en tryggad ekonomi, säger Jörgen. I den här branschen tänker man annars som mest i två- till fyraårsperioder. Detta betyder att jag kommer att kunna låta min nuvarande forskargrupp på två doktorander växa och etablera en stabil verksamhet.

I Lund trivs Jörgen, som förutom tiden i London, även under flera år arbetat i Kalifornien vid universitetet i Berkeley.

– Just för tillfället har jag ingen längtan efter att bosätta mig utomlands. Men att resa gillar jag och det blir det en del av när jag åker runt för att utföra mina experiment.

Namn: **Nils-Göran Larsson**  
Född: 1959  
Nationalitet: Svensk  
Disputerad: 1992  
Projekttitel: Mitokondriell biogenes  
Arbetar vid: Centrum för Molekylär Medicin  
vid Karolinska Institutet

## Energiförlust - cellernas dödsfälla

**Nils-Göran Larsson söker inuti cellen efter gemensamma orsaker till många av våra stora folksjukdomar - Parkinsons sjukdom, åldersdiabetes och hjärtsvikt.**

Himlen är blå och solen värmer så sakteliga upp luften denna förmiddag vid Karolinska Institutet i Solna. Han är ledigt klädd, verkar avspänd.

- Jag har alltid velat bli vetenskapsman. Men jag tyckte att jag skulle ha en ordentlig utbildning först, så jag blev barnläkare. Ingen av mina föräldrar är akademiker, att studera på universitet var något nytt för mig.

Fotograf: Anders Kallersand



Nils-Göran är född i Kristinehamn och man kan fortfarande svagt urskilja värmländskan när han talar, trots att det var länge sedan han lämnade sin hemtrakt för läkarstudier. Sin yrkesbana började han i Göteborg.

- Det var när jag arbetade på en barnklinik i Göteborg och kom i kontakt med barn, som hade svåra, medfödda sjukdomar där mitokondrierna i framför allt hjärna och muskler fick nedsatt funktion, som jag verkligen fick upp ögonen för området. Forskningen var inte så långt gången och jag förstod att jag skulle kunna göra nytta.

Efter 10 år på västkusten som läkare och forskare bar det av till Kalifornien och Stanforduniversitetet med dess, som han upplevde där, fantastiska forskningsklimat.

- Jag hade turen att få arbeta med David Clayton, som har lång erfarenhet från mitokondriestudier. Han lärde mig hur man på bästa sätt skapar en miljö där den vetenskapliga problemlösningen alltid sätts i fokus. Det var så här jag ville forska - långsiktigt, tålmodigt och målinriktat.

Efter USA-vistelsen flyttade familjen till Stockholm, där de nu bor i ett radhus i Sollentuna. På fritiden går mycket tid åt till att umgås med barnen Erik, Siri och Björn, som är nio, sju respektive fem år gamla. De är framtiden. Men Nils-Göran sneglar också gärna bakåt i tiden.

- På senare tid har jag läst mycket om andra världskrigets historia. Det är intressant att fördjupa sig i det förlopp som ledde till en sådan enorm mänsklig katastrof, och som helt nyligen förklarade den politiska situationen i Europa. Känner man till det förgångna, tror jag att det är lättare att förstå dagens samhälle.

### **Mitokondriers funktion och effekt**

Nils-Göran Larsson har nu arbetat de senaste tio åren med att försöka förstå vad som händer i kroppen om delar av cellernas energiproducerande förmåga skadas eller helt slås ut. Och där har de s k mitokondrierna huvudrollen.

Mitokondrier är små komponenter inuti cellen. Genom den s k andningskedjan producerar de en stor del av den energi som cellen behöver.

En annan viktig funktion som mitokondrierna fyller är att styra kontrollerad celldöd, apoptos. I vanliga fall är detta en livsviktig process som ser till att defekta celler bryts ned och försvinner. Men när celldöden sker okontrollerat kan det uppstå vävnadsskador.

Nils-Göran Larsson och hans medarbetare har nu sett att det kan finnas ett samband mellan skador i cellernas mitokondrier och en för tidig celldöd i hjärnan.

- Detta kan vara en bidragande orsak till att sjukdomar som Parkinson uppstår. Vi vet också att skadade mitokondrier kan ge upphov till liknande förlopp hos celler i bl a bukspottkörteln, där de insulinproducerande cellerna förstörs, med diabetes som följd. Men projektet innefattar även studier för att avgöra vilken roll mitokondrierna har i vanligt åldrande.

### **Cellerna svälts på energi**

I försöken får möss mitokondriefunktionen utslagen, och man dokumenterar sedan eventuella effekter. Man kan för närvarande inte slå ut enstaka gener i mitokondriernas arvs massa för att se vilka konsekvenser en sådan skada skulle få. Istället slår man ut en gen i cellkärnan som styr mitokondriens funktion, så att cellen får energibrist.

- För att ännu bättre kunna följa förloppet använder gruppen en förfinad metod som gör det möjligt att slå ut mitokondriefunktionen i en enda celltyp, bland annat hjärtmuskelceller, insulinproducerande bukspottkörtelceller eller nervceller.

- Med denna metod kan man mycket exakt stude-

ra molekylära konsekvenser av nedsatt energiproduktion i utvalda vävnader. Det gör det lättare att förstå bakomliggande mekanismer.

### **Kompensation för överlevnad**

När cellerna får sin energiförsörjning nedsatt eller helt utslagen försöker de att kompensera energiförlusterna genom att producera fler mitokondrier. Men alla mitokondrier som nyproduceras kommer att sakna andningskedja.

- Resultatet blir en enorm ackumulering av mitokondrier i cellerna som ändå inte kan tillfredsställa energibehovet. Cellerna hamnar i en ond cirkel.

I ett försök studerades långtidseffekterna av energiförlusten. Möss fick mitokondriefunktionen utslagen i de delar av hjärnan som är viktiga för inlärning och minne - i hippocampus och hjärnbarken. I början såg man inte någon förändring hos mössen, men när de hade blivit fem månader gamla drabbades de hjärnområdena av en kraftig celldöd.

- Det verkar som om cellerna i längden inte klarar av att ha nedsatt mitokondriefunktion, utan efter ett tag får signal om att genomgå kontrollerad celldöd. Om vi kan lära oss att styra mitokondriernas förmåga att inducera celldöd, så skulle det bli en väg till att behandla diabetes eller t ex Parkinsons sjukdom.

### **Eget företag**

Nils-Göran Larsson och hans kollegor vill nu ta reda på vilka gener som ökar produktionen av mitokondrier för olika vävnader. De studerar möss med utslagen mitokondriefunktion i bl a hjärta, hjärna, skelettmuskel eller bukspottkörtel för att ringa in ett mindre antal gener som är verksamma i samtliga fall. Med ytterligare försök i provrörssystem hoppas man få fram ett fåtal intressanta gener för vidare djurförsök.

Nils-Göran Larsson har inlett ett samarbete med sin kollega Claes Gustafsson på Institutionen för medicinsk näringslära vid Novum. De båda träffades under sina respektive postdoktorperioder på Stanford universitetet. Claes är proteinbiokemist och ska försöka identifiera de proteiner som sköter avläsningen av mitokondriernas eget DNA. Tillsammans med forskaren Claes Wahlestedt har de nyligen startat företaget MitoTech AB.

- Inom företaget kommer vi att försöka utveckla mediciner som påverkar energiproduktionen hos mitokondrierna. Hela projektet är långsiktigt, men jag tror att de första resultaten kommer rätt snart.



|               |  |
|---------------|--|
| Namn:         | <b>Andreas Molisch</b>                     |
| Född:         | 1966                                       |
| Nationalitet: | Österrikisk                                |
| Disputerad:   | 1994                                       |
| Projekttitel: | Dubbelriktade, mobila radiokanaler         |
| Arbetar vid:  | Lunds Tekniska Högskola och AT&T Labs, USA |

## Fler antenner ger ökat informationsflöde

**Många nya trådburna tjänster har kommit genom utvecklingen av bredband. För att det trådlösa nätet ska kunna erbjuda tjänster av samma kvalitet, måste dess informationshastighet höjas avsevärt. Andreas Molisch och hans kollegor ska nu, m h a en ny metod, utnyttja radiokanalen på ett effektivare sätt.**

- När man idag skickar data i form av radiovågor använder man system som har en antenn i sändaren och en i mottagaren. För att vågorna inte ska störa varandra, skiljer man alla radioanvändare åt genom att t ex tilldela varje signal ett eget frekvensband. En viss informationshastighet kräver ett bestämt antal frekvenser, som måste ökas när man med traditionella metoder vill öka mängden sända data per sekund. Det råder idag brist på frekvenser inom det område som för närvarande kan användas för radiokommunikation, och en utvidgning av bandbredden är därför på många sätt kostsam. En ökning av informationshastigheten med dagens teknologi medför därmed att hela systemet blir dyrare, vilket användarna av trådlösa tjänster i slutändan får erfara.

Nu har det kommit en ny metod som kallas MIMO ("Multiple Input Multiple Output"). Här försöker man öka informationshastigheten genom att utnyttja varje frekvens på ett effektivare sätt. MIMO har flera antenner i både sändare och mottagare och kan då, i motsats till de befintliga systemen, få rum med flera signaler inom ett frekvensband. Sändaren skickar information parallellt med de olika antennerna, och informationen kan sedan separeras på motta-

garsidan, bl a tack vare dess många mottagarantennerna.

- Man får på så sätt en snabbare informationsöverföring med färre frekvenser. Systemet kan också bli billigare i och med att företagen inte behöver betala för ett lika stort frekvensspektrum.

MIMO-systemet är utvecklat vid Bell Labs i USA. I jämförelse med de gamla systemen, som vid en viss bandbredd har en spektral effektivitet på 1-5 bit/sekund/Hz (bps/Hz) för mobiltelefoner, och 10-12 bps/Hz för stationära system, så har man i laboratoriet uppnått en spektral effektivitet på 20-40 bps/Hz med MIMO-systemet.

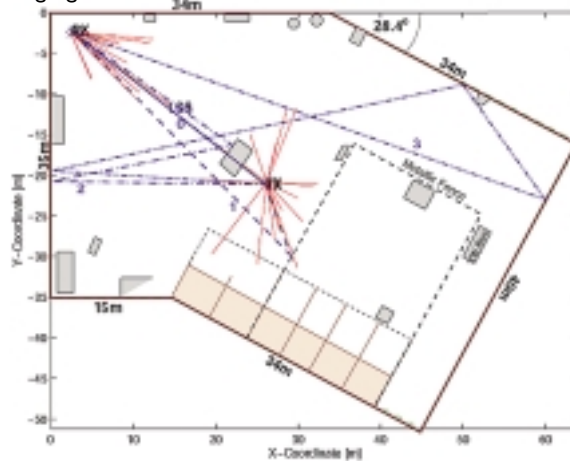
- En sådan effektivitet är teoretiskt omöjlig att uppnå med de traditionella systemen. Även om kapaciteten kan komma att minska en del när man testat systemet utomhus, är vi övertygade om att det kommer att fungera bättre än de nuvarande systemen. Genom att studera radiokanals egenskaper ska vi ta reda på hur informationsöverföringen kan optimeras.

### Förfinat system genom analys och modellering av radiokanalen

För att kunna testa och utveckla MIMO-system, krävs bl a statistiska modeller av hur radiovågor beter sig i olika miljöer. De matematiska beskrivningar av radiokanalen, s k vågutbredningsmodeller, som finns idag är baserade på sändare och mottagare med en antenn. Därför går det inte att använda dessa modeller för simuleringar av MIMO-system, utan Andreas och hans kollegor måste först ta fram nya vågutbredningsmodeller som är anpassade för MIMO.

När man skickar iväg en radiovåg träffar den, under sin väg från sändare till mottagare, på olika föremål som gör att den reflekteras och sprids åt olika

Vågvägar





håll. Alla dessa delsignaler ligger inom samma frekvensområde, men behandlas som enskilda informationsknippen. Vid mottagaren tas signalerna, som nu kommer från olika håll med skilda fördröjningar, emot av varsin antenn.

- I de vanliga systemen skapar reflektioner problem, eftersom vågorna kan störa varandra vid mottagarantennen och göra så att information går förlorad. MIMO-systemet fungerar däremot bättre när det kommer signaler från flera olika riktningar. Vad vi vill veta nu är i vilken riktning vi ska sända vågorna, för att dessa ska föra fram informationen på bästa sätt i olika miljöer. Vi vill också ta reda på vad de resulterande vågornas amplituder, fördröjningar och ankomstriktningar blir. Detta inverkar på mottagarens förmåga att skilja alla inkommande signaler från varandra.

För att få så många olika parametrar som möjligt, kommer Andreas och hans kollegor att utföra mätningar i skilda miljöer, både i storstäder och på landsbygden. Utifrån dessa mätningar kommer de sedan att göra vågutbredningsmodeller som kan användas vid utvecklingen av MIMO-system. Mätningarna kommer även att ge information om miljöns inverkan på systemets kapacitet.

- Tanken med försöken är att systemutvecklare, utifrån mätresultaten och vågutbredningsmodellerna, ska komma på nya sätt på vilka kapaciteten och räckvidden i olika miljöer kan förbättras.

## Dans till musik

Andreas är född i Wien, och studerade där på den tekniska högskolan. Efter att ha disputerat i teknisk elektronik, började han att arbeta i en forskargrupp som höll på med mobila radiokanaler. För två år sedan besökte han Lunds Tekniska Högskola, och fick där kontakt med professor Per-Ola Börjesson, som nu är en av hans medarbetare i MIMO-projektet. Andreas delar sin tid mellan Lund och AT&T Labs i USA, där han driver ett projekt om mobila radiokanaler.

- Genom mina olika projekt studerar jag både vågors väg mellan sändare och mottagare, och hur mottagaren tar emot signalerna och behandlar informationen. Dessa två områden brukar ofta vara strängt åtskilda, men jag tror att det är viktigt att försöka bedriva en så bred forskning som möjligt. Det är då man finner de intressanta kopplingarna.

Han är en nyfiken forskare med ett lite annorlunda fritidsintresse.

- Jag tycker väldigt mycket om att dansa, och har tränat och tävlat i bl a tango och engelsk vals i tretton år. Det är ett väldigt bra sätt att motionera på, samtidigt som det är otroligt roligt när man känner sig samspelt med sin danspartner. Eftersom jag tycker om att lyssna på klassisk musik och har spelat piano i ganska många år, så passar den här hobbyn mig utmärkt. Här samverkar mina två stora intressen, musiken och dansen, på ett väldigt bra sätt.

## Flexibel elektronik ett krav

Andreas och hans kollegor tänker sig främst två olika användningsområden för MIMO-systemet.

- Ett applikationsområde är i mobiltelefoner. Dessa är beroende av att informationsöverföringen fungerar bra under rörelse, vilket kräver att systemet kan anpassa sig efter miljöförändringar. Mobiltelefoner ställer dock inga höga krav på datakapaciteten. Det andra området där systemet kan vara till nytta, är när bärbara datorer ska kopplas upp mot Internet. I framtiden kommer det att finnas uttag för nätuppkoppling på allt fler ställen, t ex på flygplatser eller tågstationer. Här behövs istället inte så mycket rörlig förmåga, men däremot en avsevärd datakapacitet.

- Den önskvärda flexibiliteten ställer stora krav på elektroniken i systemet. Men när det är löst kan nya trådlösa tjänster av högre kvalitet erbjudas.

|               |  |
|---------------|--|
| Namn:         | Richard Neutze   |
| Född:         | 1969   |
| Nationalitet: | Nya Zeeländsk  |
| Disputerad:   | 1995   |
| Projekttitel: | Strukturintermediärer av membranproteiner, lösliga proteiner och fotokemiska system. |
| Arbetar vid:  | Chalmers   |

## Proteiner - cellernas sätt att prata

**Att en Nya Zeeländare skulle känna sig hemma i Sverige på grund av vädret tror väl ingen. Men att han skulle göra det för att han är uppväxt på en bondgård, trodde man knappast heller. Richard Neutze som har bytt både forskningsområde och världsdela, trivs i Göteborg.**

Richard Neutze kom till Sverige för snart fyra år sedan. Då hade han lämnat hemlandet Nya Zeeland två år tidigare för att åka till Oxford och forska inom biofysik. Efter det fortsatte han med forskning inom fysik, i Tübingen, Tyskland. Som liten fascinerades han av universum och frågade sig om universum har eller inte har en gräns, funderingar som var anledningen till att Richard började studera fysik. Men nu är alltså inriktningen en annan.

- Jag doktorerade i fysik och det var inte förrän efter min doktorsavhandling som jag beslöt mig för att byta inriktning mot biologi.

Anledningen var att Richard tyckte att det finns mer att upptäcka inom biologi. Områdena börjar forskningsmässigt alltmer gå in i varandra och de teknologier man använder för att studera biologiska system, härstammar ofta från det som upptäcks inom fysiken. Som exempel nämner Richard kärnmagnetisk resonansspektroskopi (NMR), med vars hjälp små biologiska system kan studeras. Sedan Richard flyttade till Uppsala för fyra år sedan, har han börjat titta närmare på olika typer av proteiner som finns i cellmembran.

Med en bakgrund inom fysiken så tycker han sig ha haft en hel del fördelar, som gjort att han kunnat

se användningsområden som inte varit så självklara för en biolog.

- Istället har jag ju nackdelen av att sakna delar av biologin, men jag lär mig nya saker varje dag och detta utbyte är väldigt stimulerande.

Efter att ha arbetat under tre år med proteinkristallografi i Uppsala, flyttade Richard förra hösten till Chalmers. Hans främsta mål är att kunna upprätta ett kristallografilaboratorium i Göteborg. Richard hoppas även kunna utveckla de metoder som används för att studera proteiner. Han ser också fram emot att fördjupa sina egna kunskaper i biomedicin.

- Jag tror att inom en snar framtid så kommer inte gränserna mellan de vetenskapliga områdena att vara lika skarpa som idag. Jag tror att man som forskare verkligen tjänar på ett tvärvetenskapligt tänkande.

### Viktiga proteiner

Proteiner som sitter i membranen har flera funktioner. En av deras viktigare uppgifter är att transportera joner från den ena till den andra sidan av membranet. Denna jontransport, är den grundläggande mekanism, genom vilken alla levande organismer (bakterier, växter och djur) omvandlar energi från en källa, som ljus eller föda, till användbara kemiska sammansättningar. Denna energiomvandling är nödvändig för att organismen skall kunna utföra livsnödvändiga uppgifter. För att bättre förstå hur energiomvandlingen i cellen går till, har Richard och hans grupp ägnat sig åt ett protein som heter bakterierhodopsin.

Bakterierhodopsin är den ljusdrivna protonpump som har den enklaste kända uppbyggnaden. Det fungerar som en pump, som absorberar energin från en enda foton och använder den till att kontrollerat föra joner in i och ut från cellen. Dessa proteiner hittar man i en bakterie som lever i vatten med extremt hög salthalt, som t ex Döda havet.

Det finns även andra familjer av membranproteiner, som kan mediera signaler in i och ut ur cellen. Vissa bakterier använder sig t ex av ljusets våglängd för att avgöra i vilken riktning de skall simma. För att klara detta har de två proteiner i sina membraner, sensorhodopsin I och II. När sensorhodopsinmolekylen träffas av ljus genomgår den en strukturförändring som i sin tur skickar iväg en signal in i bakterien som stimulerar den till att simma i en bestämd riktning. Strukturen hos dessa proteiner går igen i flera andra membranproteiner och används som modell för att studera mekanismerna. Nu vill Richard pröva att

använda samma metoder för att studera liknande proteiner. Han har intresserat sig bl a för en stor grupp proteiner med en struktur som starkt påminner om bakterie- och sensorrhodopsinerna, men som arbetar med att sköta signalering inuti cellerna. De kontrollerar en mängd viktiga moment i kroppen, däribland synintryck. Metoderna man använder sig av är röntgenkristallografi eller röntgendiffraktion. Utrust-



Fotograf: Jan-Olof Yxell

ningen man använder kallas för röntgensynkrotron och när experiment skall utföras ger sig Richard och medarbetare av till Grenoble i Frankrike, där Europas kraftigaste röntgensynkrotron finns. Där tillbringar de ett par intensiva dagar om året och utför sina experiment. Provet som bestrålas består av ett komplex av miljontals identiska kopior av ett och samma protein i en kristall. När röntgenstrålarna träffar proteinkristallen sprids ljuset olika beroende på dess struktur och via en detektor kan man sedan få en bild av proteinets struktur.

– Att åka iväg till ett annat land och utföra ett stort antal experiment på en gång sätter nerverna på prov, säger Richard. Man är nervös ända till dess man kommer hem och kan avgöra om de resultat man fått ut, ger värdefull information. Både under arbetet i Sverige och då han experimenterar i Frankrike, framhåller Richard, får han mycket hjälp av sina medarbetare, både de på hemmalabbet och av samarbetspartner ute i världen. Tillsammans med två svenska grupper har han t ex kunnat börja studera andra typer av protonpumpar, som med hjälp av ljus eller energi från föda transporterar protoner över membranet.

– Genom att studera vad som sker ner på atomnivå när laddningar flyttas mellan molekyler eller signaler skickas genom cellen, får vi möjlighet att placera upptäckterna i ett medicinskt sammanhang. Båda processerna är avgörande för allt levande och de re-

sultat vi fått genom röntgenkristallografi, har gett oss insikt i många av de grundläggande händelser som sker i alla typer av celler.

### Problemlösning till sjöss

En av de främsta anledningarna till att Richard lämnade Uppsala för Göteborg var hustrun Helena som också bor och arbetar där. Men flytten innebar också en förändring av arbetet för Richard, som då fick möjlighet att starta upp sin egen forskargrupp.

I Sverige trivs han bra, även om han här erbjuds en något lägre medeltemperatur än på Nya Zeeland.

– Jag kommer från en jordbrukarbakgrund och är uppvuxen på en bondgård. När jag kom till Sverige insåg jag att nästan alla svenskars far- eller morföräldrar varit bönder. Bondesamhället har vissa kulturella värderingar som går igen i hela samhället, vilket gav mig en känsla av samhörighet. Denna känsla hade jag inte på samma sätt under åren i England, som annars brukar betraktas som vårt moderland.

Richard, som har arbetat med ledarskapsutbildning på Nya Zeeland, ser också fram emot att utvecklas som ledare. Han var engagerad i ett projekt där ungdomar bodde på en båt tillsammans för att lära sig samarbeta och lösa problem. På fritiden har han en segelbåt som han gärna nyttjar, dock inte främst för problemlösning.

– Sverige är verkligen fantastiskt att segla i.

|               |  |
|---------------|--|
| Namn:         | Ove Nilsson  |
| Född:         | 1964   |
| Nationalitet: | Svensk   |
| Disputerad:   | 1995   |
| Projekttitel: | Kontroll av blomning hos<br>annueller och perenner |
| Arbetar vid:  | Sveriges Lantbruksuniversitet,<br>Umeå             |

## Tidigt blommande träd möjliggör förädling

**En stor del av vår föda, som sädeslag, ris, majs och frukter, har genom åren förädlats genom att olika blommande grödor har korsats med varandra. Träd däremot har inte varit möjliga att förädla, eftersom de blommar så sent som efter tio till tjugio år. Ove Nilsson tar nu hjälp av ogräset backtrav för att få aspar att blomma tidigare - något som är av stort intresse för bl a skogsbruket.**

- Människor har i alla tider drömt om att kunna kontrollera växters blomning. Man skulle då kunna se till att blomningen inträffar när vädret är som bäst, eller tidigarelägga blomningen för att få fram flera skördar per säsong. Blomning är även den yttersta förutsättningen för växtförädling.

Ett exempel på vad traditionell växtförädling har åstadkommit är våra sädeslag. Efter generationer av korsning och selektion har man idag fått fram sädeslag som inte bara producerar mer frön, utan även är mindre, stabilare och mer resistenta mot olika sjukdomar än ursprungsgräsen. Genom att selektera för olika blomningstider har man även kunnat göra dem mer froståliga.

- De senaste åren har den transgena tekniken gjort sitt intåg i jordbruket. Nästan all majs, soja och bomull som idag odlas i USA har förändrats på transgen väg. Man har fått fram majs som är giftig för skadeinsekter men inte för människan, och s k "Frankensteintomater" som inte ruttnar.

Inom skogsbruket däremot har varken den traditionella förädlingen eller den transgena tekniken gått

så långt, beroende på att det har tagit för lång tid att få fram blommande träd.

- Men under den senaste tiden har den transgena tekniken gjort stora framsteg även på skogssidan. Vårt mål är nu att med den nya teknikens hjälp kartlägga hur blomning regleras, dels för att göra trädförädling möjlig, dels för att effektivisera förädlingen av jordbruksväxter.

### Ogräset som blev berömt

När Ove som biolog med molekylärbiologiskt intresse fick ett erbjudande om en doktorandplats hos Sveriges första växtmolekylärbiolog Olof Olsson, nappade han direkt. Han lämnade Göteborg för Umeå och Sveriges Lantbruksuniversitet, SLU.

- Tillsammans med hormonfysiologer från SLU, förde vi in en tillväxthormongen från en bakterie i aspträd. Därmed kunde vi påverka trädens utveckling, och blev efter en tid den första forskargruppen i världen att framställa ett transgent träd som fått sin tillväxt förändrad. Det var verkligen en knuff i rätt riktning.

Men för att få användning av sina nya kunskaper, kände Ove att han behövde lära sig mer om molekylär genetik och olika modellsystem i växter. Ogräset backtrav var, och är fortfarande, det mest utvecklade modellsystemet.

- Anledningen till att man använder sig av backtrav, eller *Arabidopsis thaliana*, är delvis att det är en liten växt som inte behöver så stor odlingsyta och att den har en tidig blomning. Som självpollinerande växt går den bra att korsa både med sig själv, och med andra växter. Den har dessutom ett väldigt litet genom med en mycket liten mängd oväsentligt genmaterial, och är nu den första växten i världen som har blivit helt sekvenserad.

Ove hamnade hos Detlef Weigel på The Salk Institute i La Jolla precis norr om San Diego.

- Detlef hade tidigare isolerat den s k *LEAFY*-genen från backtrav, en gen som alla växter behöver för att kunna blomma.

- Efter att ha sett hur en tobakspianta, efter tillskott av *LEAFY*-genen, började blomma redan efter några veckor istället för efter fyra månader, kände jag att jag ville prova att sätta in genen i aspträd.

Mot alla odds fungerade genöverföringen redan vid första försöket, och aspen började blomma redan efter några månader istället för efter 8-20 år.

- Vår vetenskapliga artikel fick en enorm genom-



Fotograf: Mikael Lundgren

slagskraft i amerikanska medier, men även i Europa. Detta bevisade att ogräset backtrav var till nytta för annat än grundforskning.

### Västerbottnisk kultur

Förutom att Ove är en del i det nyligen startade företaget SweTree Genomics, är han också en av basarna i Kammarkören Sångkraft. I maj i år gav de en jazzkonsert med musik av tonsättaren Gene Puerling, och förra sommaren kunde man se dem vinna i den stora körtävlingen Choir of the World i Wales. Musiken är central i Oves liv, och när han inte sjunger själv går han gärna och lyssnar på Umeås symfoniorkester eller på någon opera i Umeås operahus.

- Umeå är en lagom stor stad. Samtidigt som den har ett rikt kulturliv, är den inte så stor att transportproblem uppstår. Det enda negativa är klimatet. Fastän jag har vant mig till en del, kan jag fortfarande drabbas av lappsjuka när våren och försommaren inte infinner sig.

Sin lappsjuka till trots, lockas han av de svenska fjälltopparna.

- Jag har vandrat i stora delar av den svenska fjällvärlden, men ett av mina favoritställen är ändå Am-

marnäs i Vindelfjällen. Det är en oerhört vacker liten by, där vägen slutar mitt i ett av Sveriges relativt okända vildmarksområden.

### Gener som styr blomningen identifieras

Sedan fyra år tillbaka har Ove en forskarassistenttjänst på SLU i Umeå. Istället för att i backtrav direkt studera *LEAFY*-genen, koncentrerar han sig på de gener som styr dess aktivitet. Det är här blombildningen egentligen startas.

- Nästan alla av *LEAFY*-genens reglerande gener berörs, i motsats till *LEAFY*-genen själv, av yttre miljöfaktorer som ljus, temperatur och tillgång på näring. Det finns dock en grupp av gener, som hos backtrav verkar styra blomningstiden i frånvaro av blombildnings-inducerande omvärldsfaktorer. Det är de gener som styr bildandet av tillväxthormonet gibberellin. Detta liknar förhållandet hos aspräd, vars blomning inte heller styrs av omgivande faktorer, utan bara aktiveras när trädet har nått en viss ålder. En ganska stor del av studierna kommer därför att ägnas åt att studera gibberellin-regleringen av blomning hos backtrav, och jämföra denna med förhållandet hos asp.

Under perioder med långa dagar aktiveras backtravens blomning tidigare än vad den gör under perioder med lite ljus. För att ytterligare kunna jämföra aspens och backtravens gener, och se om blomningen styrs på samma sätt i de bägge plantorna, kommer de att använda backtravplantor från miljöer med dåliga ljusförhållanden. Dessa plantor reglerar sin blomning på ett sätt som liknar hur blomningen styrs i asp.

- Vi vill också identifiera helt nya aspgener som kan tänkas styra blomningstiden. Inom det s k Pop-pel-EST-projektet har vi idag isolerat och sekvenserat 50 000 aspgener och identifierat 13 000 olika. Bland dessa hoppas vi kunna ringa in ett antal intressanta gener, vars aktivitet slås på eller av under tiden fram till, eller i och med utvecklingen av blommorna. Dessa gener kan kanske förklara varför aspen inte blommar förrän efter 8-20 år.

Hittills har den *LEAFY*-inducerade blomningen i asp varit ganska onormal och gett halvsjuka plantor. Detta beror antagligen på att det från början inte är *LEAFY*-genen som styr när träden ska blomma, utan snarare var blommorna skall bildas.

- Lyckas vi istället identifiera de gener som styr *LEAFY*, tror vi att träden kommer att bli friskare, och få en mer normal blomning. Då kan storskalig träd-förädling bli möjlig.

|               |                                  |
|---------------|----------------------------------|
| Namn:         | <b>Claes Ohlsson</b>             |
| Född:         | 1965                             |
| Nationalitet: | Svensk                           |
| Disputerad:   | 1993                             |
| Projekttitel: | Hormonell reglering av benvävnad |
| Arbetar vid:  | Göteborgs universitet            |

## Nya östrogenliknande preparat ska minska risken för poröst ben

**Benskörhet är en av de folksjukdomar som ökar mest i hela västvärlden. Claes Ohlsson ska nu kartlägga hur de tre hormonerna östrogen, tillväxthormon och sköldkörtelhormon påverkar skelettet.**

Sahlgrenska Universitetssjukhuset är enormt stort. Och har man sitt laboratorium och sin klinik i ena änden av huskomplexet och sitt arbetsrum i den andra, så upplevs det än större. Claes Ohlsson sätter sig ned vid skrivbordet med andan i halsen, men fokuserar sig snabbt.

- Benskörhet, eller osteoporos som det också heter, innebär att mängden benvävnad minskar. Skelettet blir därför skört och patienterna drabbas lätt av frakturer i höftben och kotpelare.

Risken för att svenska kvinnor insjuknar i osteoporos är bland den högsta i världen, och vid 80 års ålder kommer hälften av alla kvinnor att ha drabbats. Sjukdomens uppkomst har med benvävnadens omsättning att göra.

- Ben är ingen statisk vävnad utan omsätts hela livet. Det är två olika celltyper som samverkar. Osteoblasterna är de celler som bygger upp benet medan osteoklasterna är de som bryter ned benvävnaden. Hur verk samma dessa celler är regleras av bland annat östrogen, tillväxthormon och sköldkörtelhormon, och det är när osteoklasternas aktivitet blir för hög som benskörhet kan uppkomma.

### Ökad risk efter klimakteriet

Förutom att benvävnaden har till uppgift att skydda kroppens mjuka delar, deltar den även i kroppens reg-

lering av kalcium. Ju äldre man blir desto svårare blir det för kroppen att ta upp och tillgodogöra sig kalcium. Detta leder till att den viktiga kalciumbalansen mellan blod och benvävnad lättare bryts, vilket resulterar i fler benfrakturer.

Den största riskökningen för frakturer kommer i och med klimakteriet, då halten östrogen minskar kraftigt hos kvinnor. Osteoklasterna, som vanligtvis hämmas av östrogenet, blir aktivare och benvävnaden förtunnas. Andra faktorer som bidrar till benskörhet är fysisk inaktivitet, bristfällig kost och rökning. Fetma däremot skyddar benet mot osteoporos.

- När man är tjock belastas skelettet kontinuerligt mer. Benet blir starkare och tål större påfrestningar. Om en kraftig person ramlar betyder därför inte fallet så mycket extra påfrestning för skelettet, som det gör för en person som är väldigt smal. Så om gamla människor inte vore så tunna skulle de klara sig bättre.

### Läkare inom forskningen

Claes Ohlsson har alltid arbetat både som läkare och forskare. Som kliniker har han goda kunskaper om hur kroppens alla organ samverkar, och kan lättare dra slutsatser och paralleller från sina forskningsresultat.

- Det är viktigt att inte stirra sig blind på sitt lilla område, utan att vara öppen för nya idéer och ta vara på kunskaper inom flera områden. Det är då man hittar de intressanta infallsvinklarna. Idag är det inte så många blivande läkare som inriktar sig mot forskning, vilket är väldigt synd. Det skulle behövas en större variation av människor inom forskningen.

Claes samarbetar med många olika läkare och forskare och har själv fyra doktorander. Han hade redan etablerat sin egen forskargrupp i Göteborg när han åkte till USA som postdoktor 1996. Under två års tid fick han därför försöka upprätthålla kontakterna med medarbetarna hemma i Sverige.

- Jag har nog blivit en e-postnarkoman, för jag kan inte sluta att skicka brev när jag väl har börjat. Och det kan nog vara stressande för mina kollegor ibland, när de ser att ett brev är skrivet mitt i natten en helgdag, säger han och skrattar.

Men han poängterar också att kommunikation ju faktiskt är viktig för att forskningen ska gå framåt.

### Minska risken för biverkningar

Många kvinnor äter idag östrogenlika preparat under



Fotograf: Stanko Skrtic

och efter klimakteriet. Problemet med medicinerna är att de har visat sig ge biverkningar. Samtidigt som de minskar risken för bensår, hjärt-kärlsjukdomar och kanske, enligt senaste undersökningar, även Alzheimer, ökar de risken för bröstcancer och blodproppar.

- Det optimala vore nu att få fram ett östrogenliknande preparat som förhöjer östrogenets positiva effekter, samtidigt som det undviker dess negativa effekter. De nuvarande medicinerna binder ospecifikt och halvdant till östrogenreceptorerna, vilket resulterar i att hormonet ibland utövar sin effekt i fel vävnad, med biverkningar som följd.

Det finns åtminstone två olika varianter av östrogenreceptorn. De benämns som alfa- och betareceptorer och finns i olika utsträckning i olika organ. Om man skulle kunna kartlägga var de olika receptorerna finns och hur de fungerar, skulle chanserna att förebygga och behandla bensår öka avsevärt.

- Man skulle kunna tillverka en del östrogenlika preparat som bara binder till alfareceptorer och andra som bara binder till betareceptorer. Därigenom skulle östrogenreceptorn kunna stimuleras i vissa önskvärda organ, som t ex skelettet, och hämmas i andra organ, t ex i bröstet.

## Östrogenets hormonsamverkan

För att kunna framställa optimala östrogenliknande mediciner måste man även förstå hur östrogenet samverkar med tillväxthormonerna och sköldkörtelhormonerna. Därför har Claes Ohlsson och hans kollegor tagit fram unika genmodifierade möss. Mössen har blivit av med sina östrogen-, tillväxthormon- eller sköldkörtelhormonreceptorer. De berörda hormonerna kan då inte binda till sina receptorer, och blir ofunktionella vilket ger spridda effekter på benvävnaden.

- Genom att utföra samma experiment i flera olika vävnader för respektive hormon, hoppas vi kunna dra ännu bättre slutsatser om hur hormonerna växelverkar med sina receptorer och därmed påverkar skelettet. Då kan den positiva effekten på ben uppnås, samtidigt som risken för biverkningar i andra organ minskar.

## Ungdomlig naturmänniska

Claes är uppvuxen i Göteborg och har levt hela sitt liv nära vatten. Det är också på havet som han gärna kopplar av.

- Jag har ingen egen båt, men de senaste sju åren har jag och några kompisar hyrt båt en vecka och seglat på västkusten. Det är ett väldigt roligt och effektivt sätt att hålla kontakten med sina vänner på - vi hinner umgås och prata om allt mellan himmel och jord. Och så är det oerhört vackert i skärgården med dess karga öppna landskap.

Tycker du att du är vuxen?

- Nej, för att vara en bra forskare måste man ha barnasinn och nyfikenheten kvar. Och det tror jag att mina medarbetare håller med mig om, för när jag började som professor här på institutionen så fick jag en radiostyrd bil i present. Det säger nog en hel del, säger han och skrattar.



|               |   |
|---------------|---|
| Namn:         | Owe Orwar   |
| Född:         | 1964  |
| Nationalitet: | Svensk  |
| Disputerad:   | 1994  |
| Projekttitel: | Biomimetiska och biologiska celler och cellnätverk för komplexa biosensor och biodatorsystem. |
| Arbetar vid:  | Chalmers  |

## Intelligenta nätverk av konstgjorda nervceller

**Owe Orwars forskargrupp på Chalmers i Göteborg utvecklar metoder för att skapa "intelligenta", nätverk av konstgjorda celler och nervceller. Nätverken ska kunna ta emot kemiska och fysikaliska signaler, behandla dessa och lagra informationen i en sorts kemiska kretsar. I projektet möts ämnen som nanoteknologi, bioelektronik, biofysikalisk kemi, cellbiologi och biomimetisk materialvetenskap. Målen sträcker sig från att förstå hur kemiska reaktioner sker i småskaliga rum, till komplexa sensorsystem för robotik och biologiska och kemiska datorer.**

### Konstnärlig kemist

Redan som 17-åring, på gymnasiet i Helsingborg, fascinerades han av nervsystemet och hur hjärnan fungerar. Fascinationen drev honom till att söka igenom stadens alla antikvariat för att hitta böcker som kunde stilla kunskaps hungern.

– Jag kan inte påstå att jag förstod mycket av det som stod i de böcker jag fann. Däremot förstod jag att mycket av den forskning som bedrevs på området var förlagd till Göteborg.

Laserbaserade mätmetoder för att identifiera peptider i centrala nervsystemet blev så småningom ämnet för hans doktorsavhandling vid Göteborgs universitet. Efter två år vid Stanford University i USA är han nu tillbaka i Göteborg och sedan ett år professor i biofysikalisk kemi på Chalmers.

Att det var kemiforskare Owe skulle bli, var honom länge främmande.

– Jag sysslade mycket med film och musik när jag

var yngre och trodde att min framtid låg inom något konstnärligt yrke. Nervsystemet och all kemi var en hobby för mig, men nu är det istället tvärtom.

De gamla neurologiböckerna satte sina spår och en central del i hans forskning idag handlar om hur nervceller i vår kropp fungerar och hur kunskap om detta kan användas till att bygga biologiska och kemiska datorer.

### Konstgjorda celler

Forskningsprogrammet han nu ska arbeta med har två inriktningar. Den första tjänar till att med hjälp av mikro- och nanofabriceringstekniker skapa små intelligenta nätverk av konstgjorda celler. Nätverken består av små sfäriska behållare, så kallade liposomer som är ihopkopplade med nanotuber. Man har tidigare utvecklat metoder för att introducera ett eller flera kemiska reaktionssystem i enskilda celler. Således kan varje enskild cell i ett nätverk utföra en unik kemisk operation på en inkommande kemisk eller fysikalisk signal som transporterats via en nanotub från en annan cell, eller som introduceras till cellen via ett membranbundet protein. Att proteiner kan integreras i väggarna och i vätskefyllda hålrum i de konstgjorda cellerna ser Orwar som en nyckelfaktor.

Han beskriver proteiner som genialiska molekyler som kombinerar avancerade funktioner med småskalighet. De nätverk som byggs av konstgjorda celler liknas vid LEGO där bitarna utgörs av sfäriska celler och nanotuber av olika storlek och korsningar mellan nanotuber. Funktionen hos nätverken bestäms till stor del av vilka proteiner som introduceras i de olika cellerna.

– Det är fascinerande att olika proteiner kan göra så mycket olika saker. De katalyserar specifika reaktioner, fungerar som ljus- och spänningsdetektorer, känner av luktämnen, smakämnen och mycket mer. Att vi kan introducera proteiner i nätverken innebär att vi kan utnyttja denna breda repertoar av egenskaper för att skapa nätverk med komplexa funktioner.

Orwar tror nu att det är möjligt att designa nätverk för en rad olika applikationer. Eftersom man kan transportera kemiska ämnen i nätverken och kontrollerat starta kemiska reaktioner i cellerna, så har man en bra modell för att studera kemiska reaktioner, i utrymmen så små att de liknar omgivningarna i en biologisk cell.

– Jag ser även stora möjligheter att designa nätverk som fungerar som kemiska sensorer och dato-

rer. Man kan även tänka sig att bygga logiska kretsar som baseras på kemisk kinetik och optimerade strukturer för DNA-baserade beräkningsalgoritmer.

Särskilt intressant är ju att nätverken kan fungera i samspel med olika membranproteiner och därför kan ta emot information i form av olika kemiska och fysikaliska signaler.

En förhoppning är att dessa konstgjorda cellsystem skall kunna kopplas till mikroelektroniska kretsar och få dessa att kommunicera med varandra.

– Sådana chip skulle till exempel kunna användas för att utrusta en humanoid robot med avancerade sensorsystem, som skulle kunna registrera många av de stimuli som aktiverar en däggdjurshjärna. Ett mera avlägset mål är att bygga integrerade sensor- och datorsystem baserade på konstgjorda cellnätverk för robotik, som förutom att ta emot information även ska kunna minnas och dra egna slutsatser.

De enklaste systemen av konstgjorda cellnätverk är inte större än några få mikrometer. Redan nu arbetar gruppen med nanorobotik, små cellliknande robotar som kan förflytta sig till ett målområde och där utföra en specifik operation.

- Användningsområdena för sådana pyttesmå robotar är otaliga, säger Owe. Om fantasin får spela fritt, kan man tänka sig allt från robotar som går in och lagar magsår eller tar bort tumörer, till robotar som rensar en bildskärm från dammpartiklar.

### Designade nervcellsnätverk

Den andra delen av forskningsprogrammet tjänar till att konstruera komplexa nervcellsbaserade biosensorer. Genom att integrera ett nervcellsnätverk med en detektor i form av ett kiselchip, skulle aktiviteter i varje enskild cell kunna mätas och registreras med mycket hög känslighet. Specifikt eftersträvar man att skapa tekniker, som parallellt kan mäta aktiviteten hos enstaka receptorproteiner. Gruppen har tidigare utvecklat metoder för att genetiskt, eller kemiskt manipulera enstaka celler i ett nätverk. Man tror nu att kombina-

tionen av dessa tekniker skapar nya möjligheter för att undersöka hur nervcellskretsar t ex i den mänskliga hjärnan fungerar. Gruppen har tidigare visat att man kan använda enstaka nervceller som detektorer för läkemedel och kroppsegna ämnen som fungerar som signalsubstanser i hjärnan. Man tror nu att det är möjligt att designa nervcellskretsar på t ex kiselchip som är optimerade för komplexa sensorfunktioner för till exempel läkemedelsidentifiering och för robotik.

### Brett område

Verksamheten i Orwars grupp överskrider många av de traditionella vetenskapsgränserna. Där möts kemi, biologi, fysik, nanoteknologi och elektronik.

– Vi har inte all specialkompetens själva men har byggt upp ett bra nätverk både i Sverige och utomlands. De studenter som kommer och arbetar med oss har vitt skilda bakgrunder, som läkare, civilingenjörer, biologer, fysiker och kemister.

Förutom vetenskaplig bredd poängterar Owe något annat som viktigt för hans forskning – att vara uppmärksam på det oväntade. Spännande resultat dyker ofta upp när man minst anar det och många gånger när man egentligen är ute efter något annat. Då gäller det att inte nonchalera dem.

Även utanför arbetet finns en bredd av intressen, musik, precolombiansk textilkonst, formel-1 racing, måleri från medeltid, renässans och modern tid samt möbelhistoria.

Den viktigaste drivkraften både i vetenskapen och i livet är nyfikenheten.

Fotograf: Jan-Olof Yxell



|               |   |
|---------------|---|
| Namn:         | <b>Stephanie Margret Reimann-Wacker</b> |
| Född:         | 1968                                    |
| Nationalitet: | Tysk                                    |
| Disputerad:   | 1995                                    |
| Projekttitel: | Nanostrukturerade kvantsystem           |
| Arbetar vid:  | Lunds Tekniska Högskola                 |

## Konstgjorda atomer till verklig elektronik

**Fysik på minsta nivå är vad Stephanie Margret Reimann-Wacker ägnar sin forskning åt. Att ägna sig åt konstgjorda atomer i halvledare, kan låta som hokuspokus. Men för Stephanie är det vardagens verklighet, när hon söker efter hur dessa kan uppstå.**

### Från Tyskland till Norden

Stephanie kom till Malmö under sommaren 2000 för att fördjupa sig i sitt forskningsområde – fysik på minsta nivå. Efter att ha läst fysik på universitetet i Tyskland fortsatte hon med doktorera. Snart efter disputationen 1995 begav hon sig till Köpenhamn för att arbeta i tre år. Under åren i Köpenhamn träffade hon sin man, Andreas med vilken hon gifte sig nu i somras, och i november väntas det tillökning i familjen. Andreas bor nu i Tyskland eftersom det är svårt för honom att hitta arbete där Stephanie är.

– Vi forskar inom precis samma område – och fältet är tyvärr något begränsat.

När Stephanie lämnade Danmark, var det dags för Finland i två år.

När hon nu bor i Lund och arbetar som forskarassistent, kan man med rätta säga att hon har prövat på livet i Skandinavien. Stephanies första Sverigebesök var dock något extra. Som fysikintresserad artonåring vann hon pris i en vetenskapstävling, vilket ledde henne ut på äventyr.

– Priset bestod i att resa till Stockholm och närvara vid Nobelfesten. För att vara ett första intryck av Sverige är det ganska så oslagbart.

### Konstgjorda atomer

Stephanie arbetar med att vinna förståelse för små och grundläggande processer inom fysiken. En typ av ämnen hon tittat mycket på är olika halvledarmaterial, i väldigt små dimensioner. Storleksförhållandena är så små att den klassiska fysikens lagar inte längre kan användas utan måste ersättas av kvantfysikens. Elektroner och andra av atomens beståndsdelar uppför sig nämligen inte längre som vi är vana vid, i väldigt små skalor. En mycket spännande upptäckt som gjorts är möjligheten att skapa konstgjorda atomer. Genom att placera flera lager av halvledarmaterial ovanpå varandra, så kommer det att bildas ett tunt skikt av elektroner mellan lagren. Om man sedan placerar en metallisk kontakt över alltihop och lägger på en yttre ström, kan man tvinga elektronerna att hålla sig inom vissa begränsade områden. Dessa små områden kallas för kvantprickar. Om dessa prickar görs tillräckligt små, så att kvantfysikens lagar börjar gälla, visar det sig att kvantprickarna börjar forma vissa bestämda strukturer. De börjar påminna om atomer, både till form och till egenskaper. Det



Fotograf: Joachim Reimann

är så pass att dessa kvantprickar kan betraktas som artificiella atomer. I likhet med atomer så tycks det finnas vissa strukturer bland prickarna som är mer stabila än andra, att jämföra med ädelgaserna. Dessa kvantprickar finns inte i naturen utan har endast observerats på lab. Mycket omkring deras uppkomst är fortfarande oklart och detta vill Stephanie ändra på.

– Min forskning går ut på att vinna teoretisk förståelse av hur artificiella atomer beter sig, hur de samverkar och hur elektronerna i dem reagerar i olika situationer. Om vi lär oss att behärska och styra dessa atomliknande strukturer, kan de komma till användning inom en rad områden, där små elektroniska strukturer är ett av de främsta.

Stephanie berättar vidare om de möjligheter hon tror kan dölja sig bakom de artificiella atomerna. Kanske kommer man att kunna utnyttja magnetiska effekter som de ger upphov till eller kunna bygga konstgjorda molekyler av dem för tekniska ändamål.

Just nu är Stephanie mest intresserad av den fundamentala teorin bakom partikelsystemen.

– Självklart finns idéer till applikationer i mitt bak huvud när jag arbetar, men just nu är det grundforskning och fundamental förståelse som är mina högsta intressen.

Hon tror att det är av största vikt för industrin, om de i framtiden vill kunna använda dessa kvantfysiska system, att verkligen ha vunnit förståelse för mekanismerna bakom alla processer.

– Visst behöver vi teknisk utveckling, men det räcker inte att satsa pengar enbart på direkt applicerbar forskning för att nå hållbara resultat.

Stephanie menar att det är oerhört viktigt att lära sig förstå de fundamentala teorierna bakom olika skeenden. Det är inte alltid forskning mot ett bestämt mål som ger de mest spännande resultaten och det måste vara möjligt som forskare att drivas av ren nyfikenhet. Det kan vara en slump eller en överraskning som leder till de intressanta resultaten. Som exempel nämner hon laserstrålning.

– När lasern utvecklades, var det nog ingen som riktigt visste vilken praktisk användning den skulle få - det som drev utvecklingen var något annat. Men i och med att man lärde sig laserns karaktärsdrag och funktion, växte användningsområden fram.

Stephanie själv arbetar mestadels teoretiskt med datamodellering. Hon samarbetar med olika grupper runt om i världen som både arbetar teoretiskt och praktiskt med experiment. För tillfället arbetar hon mest ensam och har som mål att starta upp en forskargrupp med både postdoktorer och doktorander. Hennes mål är en bra och väl fungerande grupp, något man inte åstadkommer i en handvändning. Hon ser fram emot att fördjupa sig i ledarskapet och tror att bra kommunikation inom en grupp, är ett av de viktigaste inslagen för ett bra samarbete.

Något som följt Stephanie genom åren av flyttande, studier och forskning är cellon. Instrument har hon spelat under lång tid och allra helst blir det kamarmusik. När tiden räcker till det, vill säga. Mycket av ledigheten går åt till en annan favoritsysselsättning.

– Jag älskar att segla så det är lätt för mig att trivas här. Västkusten har fantastiska segelvatten och jag har inga problem att göra semesterplaner.

|               |  |
|---------------|--|
| Namn:         | <b>Agneta Richter-Dahlfors</b>   |
| Född:         | 1961   |
| Nationalitet: | Svensk   |
| Disputerad:   | 1995   |
| Projekttitel: | Bakteriell induktion av oscillationer i cellers kalciumkoncentration som ny behandlingsmetod |
| Arbetar vid:  | Mikrobiologiskt och tumörbiologiskt centrum vid Karolinska Institutet                        |

## Bakteriegift styr cellers genaktivitet

**Agneta Richter- Dahlfors vill ta reda på vad det är som håller oss friska. Nu har hon och hennes kollegor funnit en bakterieprodukt som effektiviserar kroppens medfödda immunförsvaret.**

- Under hela livet exponeras kroppen för bakterier. Trots att luftvägarna, mag-tarmkanalen och i viss mån urinvägarna utsätts för många tusen bakterier per timme, så är det ytterst sällan som bakterierna orsakar någon sjukdom. Det beror på att kroppen har ett medfött immunförsvaret som snabbt kan aktiveras för att hålla bakterierna i schack.

Längs med luftvägarna, mag-tarmkanalen och urinvägarna finns en skyddande slemhinna. Det är cellerna i dessa slemhinnor, så kallade epitelceller, som först träffar på bakterier och startar en försvarsreaktion. Agneta har nu funnit en intressant bakteriepro-

dukt som påverkar epitelcellerna på ett helt nytt sätt.

- Genom att ändra kalciumkoncentrationen inne i epitelcellerna, kan bakterieprodukten göra så att dessa celler ökar sin produktion av försvarssubstanser. Immunförsvaret blir på så sätt effektivare.

### Minnen från andra sidan Atlanten

Efter ett tag börjar kaffeångorna att leta sig upp ur kopparna och sprida sig i rummet. Agneta ser glad ut och pratar snabbt men koncentrerat.

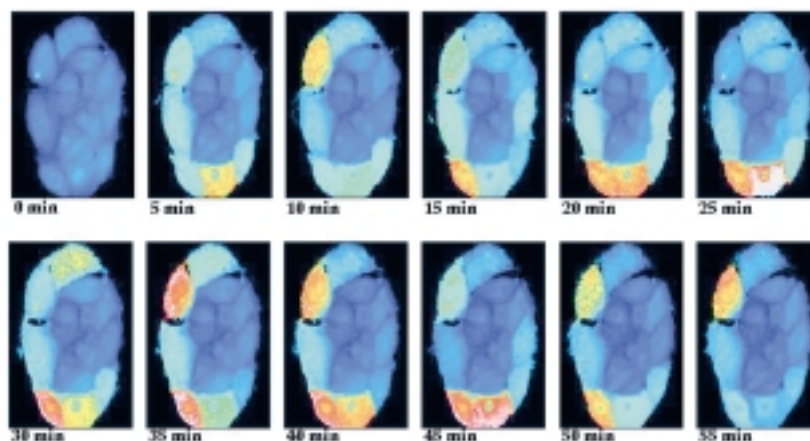
- Jag har alltid tänkt att om jag ska åka iväg någonstans, då vill jag göra någonting riktigt. Efter gymnasiet åkte många av mina kompisar iväg som au-pair till olika länder, men jag vägrade. Skulle jag flytta utomlands, ville jag ha ett arbete, där jag skulle få chans att lära känna landets invånare och dess kultur.

På Agnetas dialekt hörs det att hon ursprungligen kommer från Karlstad. Efter att hon hade disputerat i mikrobiologi vid Uppsala medicinska centrum ville hon och hennes man Christer förverkliga sina resplaner och bo utomlands ett par år. Tillsammans finkammade de världskartan vilket resulterade i Vancouver i Kanada. Christer fick tjänstledigt från sitt arbete som ekonom och läste dataprogrammering, medan Agneta fick en tjänst som postdoktor på University of British Columbia.

- Stämningen på laboratoriet var gemytlig. Alla mina medarbetare var otroligt trevliga och avspända och vi fick snabbt bra kontakt. På fritiden kunde man åka ned till stranden som bara låg några minuter bort, och när man tröttnat på att sola och bada var det bara att sätta på sig slalomskidorna. Vancouver har nämligen 1200 meter höga berg som är snötäckta stora delar av året. Ja, som du nog förstår, så trodde inte våra vänner i Sverige att vi skulle komma hem igen.

Men hem kom de, och bor sedan 1997 i en villa i

Ungefär 15 celler. Grundnivån av kalcium i cellerna visas vid tid noll (blå färg). Vid tillsats av bakterieprodukten ändras cellernas färg redan efter fem minuter till gult, rött och vitt, vilket tyder på en ökad mängd kalcium där den röd-vita färgen ges av maximal mängd kalcium. Förloppet följs under en timme, och man ser då en oscillerande rörelse där de olika cellernas kalciumnivåer ökar och minskar om vartannat.





Fotograf: Tomas Söderblom

Saltsjö-Boo. Christer har gått tillbaka till sitt jobb som ekonom och Agneta arbetar på Mikrobiologiskt och tumörbiologiskt centrum vid Karolinska Institutet i Solna.

- Vi trivs jättebra, både i huset och med våra arbeten. Just nu sträcker sig inte vår planering så långt fram i tiden, men visst skulle det vara roligt att bo utomlands igen. Reslusten finns kvar.

### Kalciumfrekvensen en viktig faktor

Kalciumjoner fungerar som budbärare inne i celler och reglerar cellernas aktivitet. Det är paradoxalt nog kalciumjoner som ger signal till cellen om både liv och död. Fastän en höjning av kalciumnivån är nödvändig för att kalciumjonen ska kunna ge någon signal, så dör cellen om kalciumhalten blir för hög en längre tid. Därför använder sig cellerna ofta av repetitiva signaler, så kallade kalciumsvängningar.

Man vet inte exakt hur svängningarna uppstår, men i Agnetas försök tror man att en bakterieprodukt binder till cellens yta. Kalcium flödar in i cellen från utsidan och från lagringsutrymmena i cellen, tills halten efter ett tag blir för hög. Då börjar cellen att pumpa ut kalciumjoner ur cellen. Denna växelverkan mellan inpumpning och utpumpning av kalcium tros ge upphov till svängningarna.

- Vi vill nu ta reda på hur bakterier kan påverka kalciumsvängningarna. Ganska nyligen kunde vi visa att frekvensen hos de svängningar som vår bakterieprodukt orsakar, leder till att vissa gener i immunför-

svaret blir aktiverade. Om vi får kunskap om vilka gener som blir aktiverade vid vilka frekvenser, så kan vi sedan skraddarsy produktionen av de substanser som ger de specifika kalciumsvängningarna. På så sätt kan man få cellerna att själva producera önskade försvaretsmolekyler. Antibiotika skulle då inte behöva användas lika ofta, vilket skulle minska risken för biverkningar, som rubbningar av tarmfloran, och uppkomsten av antibiotikaresistenta bakterier.

### Eftertraktad samarbetspartner

Agneta samarbetar med Anita Aperia, som är professor vid Institutionen för kvinnors och barns hälsa på Astrid Lindgrens barnsjukhus. Tillsammans fick de fram de uppmärksammade resultaten om frekvensberoende aktivering av gener, som har lett till att andra forskare har hört av sig. Bland dem finns professor Katsuhiko Mikoshiba från RIKEN-institutet i Tokyo, som har gjort pionjärbetet kring vilken roll kalciumsvängningar spelar för överföring av information i nervsystemet.

- Genom att föra samman hans och våra kunskaper hoppas vi få ännu mer kunskap om hur bakterier kan påverka signaler i olika celler. Därmed kanske vi även kan få insikt i hur vissa nervsjukdomar uppkommer, och hur de skulle kunna botas.

### Livskvalitet

Agneta sätter livskvalitet framför livskvantitet. Denna prioritering har blivit alldeles självklar sedan hon flyttade till Stockholm och har en restid på två timmar per dag. Hon försöker att inte ryckas med i samhällets höga tempo, utan ta vara på de stunder hon har med familj och vänner. Och livskvalitet för henne kan vara allt från att vara ute på sjön en solig somardag, till att leva i nuet.

- I morse när vi satt och åt frukost tillsammans slog det mig hur skönt jag tycker det är att vi skrattar och har roligt, istället för att som många människor stressa, smått irriterade, iväg till jobbet. Man förlorar ju inte någon tid på att vara glad, snarare tvärtom.

Positivt tänkande ser hon även som en av de viktigaste egenskaper en bra ledare bör ha. Kan man inte få sina medarbetare att må bra och trivas på arbetet, så är det svårare att nå intressanta resultat. Och livet blir tråkigt.

- Jag hoppas att min och min mans positiva livsställning smittar av sig på vår dotter, så att hon fortsätter att vara den glada lilla lärka som hon är idag.

|               |  |
|---------------|--|
| Namn:         | David Sands  |
| Född:         | 1965   |
| Nationalitet: | Engelsk  |
| Disputerad:   | 1990   |
| Projekttitel: | ProSec- Programmerings-<br>språksmetoder för data-<br>säkerhet |
| Arbetar vid:  | Chalmers och Göteborgs<br>universitet                          |

## Datorers säkerhet höjs

**Många människor har idag en dator hemma, till vilken de bl a laddar ned program, musik och spel från olika företags hemsidor. Innehåller filerna virus kan dessa ge upphov till datorfel, beroende på dagens otillräckliga säkerhetsanordningar. David Sands skapar metoder för att lättare undersöka om ett program är säkert att använda eller inte.**

- Tänk dig att du har fått hem ett program som heter "Husdoktor 2002", från ett företag som du känner till men inte helt litar på. "Husdoktor 2002" lovar att ge dig bra, medicinska råd via Internet direkt hem till dig. De anställda har tystnadsplikt, programmet är gratis, och finansieras genom att medicinska varumärken lanseras längst upp på programmets förstasida. Är ett sådant program säkert att använda? Samtidigt som programmet måste få tillgång till din personliga, medicinska information, så måste det också vara anslutet till Internet för att få tag i den senaste informationen om influensaepidemier och senaste reklam-erbjudanden. Hur kan du vara säker på att företaget eller sponsorerna inte använder din medicinska information för något annat ändamål?

Idag har det blivit allt svårare att avgöra vilka program man kan lita på. Den säkerhet som skyddar programmen är bl a lösenord och standardsystem som brandväggar. Dessa system hindrar obehöriga från att komma in och ta del av skyddad information, såvida ingen laddar ned ett dokument till datorn från Internet, eller tar emot ett e-brev utifrån. Innehåller dokumentet eller brevet en bifogad fil med virus, stoppas detta inte av systemet och skyddad information

kan gå förlorad. Befintliga lösenord är heller inte omöjliga att knäcka för en van och angelägen inkräktare.

- Vi vill nu skapa flexiblare och mer pålitliga säkerhetsalternativ. Många av de säkerhetsprogram som finns idag känner bara igen virus som de har stött på tidigare, och är därför försvarslösa gentemot alla nya destruktiva virus som är i omlopp. Om vi istället skulle kunna skapa metoder som kunde avgöra om ett program eller ett dokument är säkert att öppna, oavsett om det har påträffats tidigare eller inte, så skulle många programskador och dataintrång kunna undvikas.

### Skandinavien lockade

David kommer ursprungligen från den sk North Kent-kusten, i sydöstra England. Matematikinriktningen från universitetet i York byttes på Imperial College i London allt mer ut mot data och programmeringspråk. Under sin doktorering och postdokortjänst var han inblandad i ett europeiskt projekt rörande de skandinaviska länderna. Det resulterade i att han arbetade tre år på Datalogiska Institutet, DIKU, i Köpenhamn.

- Jag och min fru Anita trivdes väldigt bra i Köpenhamns rika kulturliv med många restauranger, mysiga pubar och teatrar, men när jag fick erbjudandet om en tjänst på Chalmers tog jag chansen. Vi ville gärna upptäcka ytterligare ett skandinaviskt land, och så innebar det nya arbetet väldigt goda forskningsmöjligheter.

Nu bor de med sönerna Oscar och Daniel, 6 respektive 4 år gamla, i ett hus med havsutsikt i Hovås, Göteborg. David arbetar som professor och studie- rektor på Institutionen för datavetenskap vid Chalmers och Göteborgs universitet, och är mycket involverad i utbildningsfrågor. Förutom att han, tillsammans med andra forskare, har tagit fram nya datautbildningar med olika inriktningar, sitter han med i ett stort antal internationella forskningskommittéer som ordnar konferenser i ämnet datasäkerhet.

- Datasäkerhet är ett ganska nytt forskningsområde. Det är först på senare tid som man har insett att systemen inte är tillräckligt säkra, och att allt fler oseriösa företag och oärliga personer försöker dra nytta av detta. För att vi i fortsättningen säkert ska kunna använda de program som finns tillgängliga idag, måste det till en förändring.

### Analys av matematiska kombinationer

Det är inte bara brister i tekniken som har gett upp-

hov till säkerhetsproblemen, utan även kulturella faktorer spelar in.

- Det viktigaste för de flesta människor idag är att ha lätthanterliga program. För att uppfylla konsumenternas önskemål tillverkar dataföretag enkla program, som dessvärre skapar problem. Dagens komplexa programmeringsspråk måste översättas till en mycket enklare nivå som datorerna kan förstå, och då går en del av säkerheten förlorad.

För att minska de negativa konsekvenserna av översättningen, kommer David och hans kollegor att använda en speciell analysmetod. Genom att göra en abstrakt form av databearbetning, kan de automatiskt analysera programs egenskaper utan att behöva starta programmen.

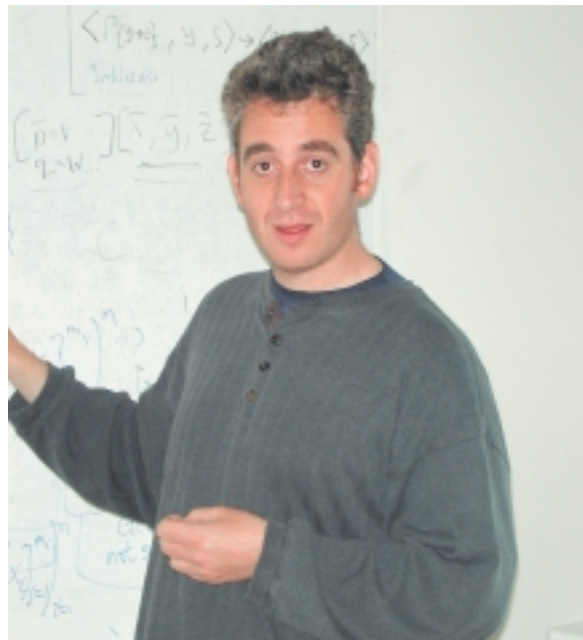
- Ett vardagligt exempel på en abstrakt tolkning är när man ska baka en kaka. Genom att gå igenom receptet, kan man räkna ut hur lång tid det kommer att ta innan kakan är klar, och då avgöra om man har tid att baka den eller inte. På samma sätt kan man bestämma sig för om man vill starta ett program, som i exemplet motsvaras av receptet, beroende på om det verkar säkert eller inte.

- Ett mer matematiskt exempel är om man får frågan: Blir  $((-23 \times -423) + 99)/7$  ett positivt tal? Utan att använda en miniräknare kan nog de flesta snabbt se att svaret är ja. Detta beror på att det inom matematiken finns ett antal teckenregler, där det ingår att ett negativt tal multiplicerat med ett negativt tal, alltid resulterar i ett positivt tal. I det här exemplet motsvarar istället miniräknaren programmet.

Liksom matematiken innefattar datasäkerheten ett antal regler, som bestämmer programs pålitlighet. Dessa är mycket enklare än själva programmeringsreglerna, men tillräckligt bra för att man ska upptäcka vissa matematiska uppställningar som t ex kan utgöra ett virus. Hittar man farliga matematiska kombinationer i ett program, väljer man att inte starta det.

Idag har man dock ingen klar definition på vad som är ett säkert program. Ett av de huvudproblem som David arbetar med är hur fakta ska kunna lämnas konfidentiellt. Hur gör man så att endast vissa i ett företag, t ex chefen, får ta del av de anställdas personuppgifter, medan andra hindras från att komma åt informationen?

- Det är matematiskt omöjligt att göra en analysmetod som är hundra procent säker hela tiden. Men genom att låta datorn svara ja, endast om systemet är helt övertygat om att den som försöker gå in i ett do-



Fotograf: Catharina Jerkbrant

kument är den rätte, och nej om den inte vet, så kan man få fram en relativt pålitlig metod. En framtida målsättning är också att vi ska försöka utveckla ett programmeringsspråk med högre säkerhetsnivå än de som existerar idag. Då kan datorers säkerhet höjas ytterligare.

### Resor i alla riktningar

Bor man vid kusten i England så är någon form av vattensport ett vanligt fritidsintresse. För David blev det brädsegling, men på senare tid har han börjat med en relativt ny sport som på engelska kallas "kite surfing". Nu vill man få extra skjuts på brädan genom att vara fastspänd i en fallskärm. Tanken är sedan att man från vattenytan ska kunna hoppa upp i luften och göra olika akrobatiska konster.

- Det är verkligen en tokig sport, men otroligt rolig. Egentligen kanske jag är i äldsta laget för att flyga runt i luften, men man är vad man gör, och jag vill inte bli för gammal än, säger han och skrattar.

David's fru Anita är också från England, men har en bror i Kanada, en syster i Australien och sina föräldrar i Tyskland. David's föräldrar bor kvar i England.

- Det är härligt att få uppleva så många olika platser, samtidigt som man hälsar på alla släktingar. Och när jag är i England passar jag på att äta de rätter jag saknar i Sverige, nämligen riktigt stark, indisk mat med mycket spiskummin i. Det sätter fart på smaklökarna.



|               |                                 |
|---------------|---------------------------------|
| Namn:         | <b>Maria Strømme</b>            |
| Född:         | 1970                            |
| Nationalitet: | Norsk                           |
| Disputerad:   | 1997                            |
| Projekttitel: | Farmaceutisk materialvetenskap. |
| Arbetar vid:  | Uppsala universitet             |

## Fysik och läkemedel i spännande kombination

**Att kombinera forskning med en aktiv fritid är knepet som ger Maria energi. Genom att starta en forskargrupp inom farmaceutisk materialvetenskap kommer hon även att kunna kombinera sina favoritämnen - fysik och medicin.**

### Från norska fjordar till Fyrisån

Maria är född och uppvuxen i Lofoten i Norge och kom till Sverige 1989. Hon bosatte sig först i Falun men flyttade efter ett år till Uppsala för att börja läsa vid universitetet.

– Studietiden har gjort att jag känner mig som en riktig Uppsalabo. Det blev mycket flyttande mellan olika bostäder. Nu känns det faktiskt som om jag kan stå'n's alla vrår – och trivs fortfarande lika bra.

Rymden och stjärnorna väckte intresset för naturvetenskap redan på mellanstadiet och under högstadiet hade hon bilden klar - fysiker skulle hon bli. Vallet gjordes inte helt utan inflytande från pappan, själv kärnfysiker och lärare på gymnasiet. Passionen för astrofysik svalnade dock och när hon skulle börja på universitetet valde hon att läsa teknisk fysik, för att nå den bredd i utbildningen hon önskade. Under dessa år hann Maria med att studera ett halvår i Ohio, USA och läste dessutom en tid i Polen.

– Det är oerhört lärorikt att pröva på att studera och leva i en annan miljö än den man är van vid. Att resa har gjort mig mer öppen och lyhörd inför människor och attityder.

### Fysik och nässpray

Under doktorandtiden arbetade Maria med att utveckla mätmetoder för fasta tillståndets fysik. Efter dispu-

tationen kontaktades hon av en forskare i farmaci som behövde hjälp att studera ett problem relaterat till hur läkemedel, främst nässpray, absorberas i näsan. Det fanns ingen bra metod för att simulera miljön i näsan och dess slemhinnor och hur hjälpämnen i nässprayen absorberar vätska från slemhinnorna. De genomförde ett projekt tillsammans och det stod klart för Maria att här fanns mycket kvar att upptäcka. Det finns idag ingen etablerad forskning där den klassiska fysikens lagar tillämpas för att studera hur läkemedel frisätts och absorberas. Med hjälp av forskningsanslaget kommer Maria att starta en tvärvetenskaplig projektgrupp med en kärna av sju till åtta personer, som hon hoppas kommer att växa. Genom att kombinera kunskaper inom farmaci och fysik, ska de bli att sätta upp ett system som kan mäta frisättningen av läkemedel i en mycket liten vätskevolym och samtidigt utföra mätningen under en väldigt kort tid.

– Det finns inte mer än sporadiska samarbeten mellan områdena för farmaci, fysik och materialvetenskap. Detta kommer att bli den första etablerade gruppen i världen och jag arbetar med att skapa kontakter med grupper runt om, som även de ligger i startgroparna. Det känns väldigt spännande att få vara en del i ett alldeles nytt projekt.

Att det just har blivit en kombination av fysik och farmaci känns naturligt för Maria som alltid haft ett intresse för människokroppen.

– Favoritpresenten efter disputationen var Läkarslexikon i tio band!

### Lång process

Det tar i genomsnitt tio år från upptäckten av ett läkemedel tills dess att det släpps på marknaden. När ett nytt läkemedel börjar säljas har detta föregåtts av en omfattande process. Substanserna testas först i laboratoriet sedan följer försök på djur och till sist kliniska prövningar på människa. Genom att förfina metoderna skulle denna långa process kunna kortas ned betydligt. Om en större del av försöksarbetet kunde utföras på labb och effekterna vore bättre kartlagda innan det prövas på djur, skulle tid och pengar sparas. Läkemedlen skulle bli billigare, vilket gynnar konsumenterna. I dag finns många brister i de testsystem som används, eftersom de ofta inte alls liknar de miljöer som råder inne i människokroppen.

– En av osäkerheterna är att de labbmetoder som används för att undersöka absorptionen av en tablett kräver en mycket större vätskevolym än vad som finns

på den aktuella platsen i kroppen. Att kunna simulera en miljö med rätt volym är särskilt viktigt för snabbabsorberade läkemedel, t ex tabletter som ges att smälta i munnen vid vissa typer av hjärtproblem. Tabletten ska snabbt sönderfalla och frisätta läkemedlet i det tunna ytlayer vätska som finns i munhålan för vidare transport ut i blodet. Om man förutom vätskemängd kan åstadkomma de rörelser, strukturer och salthalter som råder i kroppen kan sammansättningen av läkemedlet anpassas, så att upptaget optimeras.

På sikt kommer forskningen att inriktas mot att skapa effektivare läkemedel som kan tas upp på andra ställen i kroppen än i mag- tarmkanalen, som är det vanligaste idag. På så vis ökar patienternas möjligheter att välja den läkemedelsform som passar bäst.

### Utstickare

På frågan om hon har stött på svårigheter i karriären på grund av att hon är ung och kvinna, skakar Maria på huvudet så det blonda håret yr.

- Jag har blivit van att arbeta i en miljö med många män. Första året på universitetet var vi bara två tjejer och drygt hundra killar. Men jag har aldrig känt att detta bromsat mig eller varit till nackdel. Om något, så har det varit positivt, eftersom folk kommer ihåg mig just därför att jag bryter av. Jag tror att en blandning av män och kvinnor är bra för arbetsmiljön, men när det gäller samarbete är det trots allt personkemin som är det viktigaste.

Hos en bra ledare värdesätter hon egenskaper som att kunna sätta sig in i andra människors sätt att tänka, vara ärlig och etisk och resultatfokuserad.

- Om man inte kan ta sig bortom sin egen föreställning om hur saker och ting ska gå till, så tror jag att det är mycket svårt att leda folk på ett bra sätt. Olika medarbetare behöver olika typer av stimulans och vägledning för att bli motiverade och kunna prestera bättre.

### Att vara idékälla

Första året i Sverige arbetade hon som guide i Falu Koppargruva och sedan en period som mediakonsult. Hon tycker om att ha kontakt med människor och det hjälper henne i förbindelserna med näringslivet.

- Läkemedelsbolag som jag har talat med ställer sig positiva till samarbete. Jag ser gärna att vi i framtiden, med våra nyskapande metoder, kommer att fungera som idékälla till dem och till högteknologibranscher som till exempel tillverkare av analysinstrument.

För att själv hämta inspiration och kraft njuter Maria av naturen, motionerar och spenderar tid med familjen, sambon Tomas Lindström och de två barnen, Adam fyra och Märta snart ett år. Just nu kombinerar hon arbetet på Ångströmlaboratoriet med mammaledighet vilket passar henne utmärkt.

- Att bara vara hemma får mig att klättra på vägarna, skrattar hon. Och Märta brukar kunna sova gott på mötena!

Fotograf: Bengt Götesson



|               |                                      |
|---------------|--------------------------------------|
| Namn:         | Jan Swenson                          |
| Född:         | 1966                                 |
| Nationalitet: | Svensk                               |
| Disputerad:   | 1996                                 |
| Projekttitel: | Mjuka materials struktur och dynamik |
| Arbetar vid:  | Chalmers                             |

## Dynamisk struktur i mjuka material

**Små avstånd och stora molekyler är en kombination som fascinerar Jan Swenson. Genom att stänga in stora molekyler i små trånga utrymmen på en tusendels mikrometer undersöker han hur deras förmåga att leda ström påverkas. På framtiden är det dock längre avstånd som gäller.**

Man skulle kunna säga att Jan fick naturvetenskapen med blodet. Hemma i Mölndal utanför Göteborg växte han upp med sin mamma som var kemitekniker och pappa, studierektor i fysik. Efter studenten läste han på fysikerlinjen och gjorde sitt examensarbete på Ericsson. Då hade han inga planer på att doktorera utan ville söka arbete.

– Det skedde av en ren slump. När jag var färdig befann sig Sverige mitt i lågkonjunkturen och det var svårt att hitta jobb. En dag när jag hämtade pappa, som då arbetade på Chalmers, fick jag syn på ett anslag om en doktorandtjänst.

– Detta resulterade i en disputation på området för jonledande glaser. Därefter bar det av raka vägen till University College i London där han kom i kontakt med vad som kom att bli en del av hans område – leror.

### Tunna skikt

Lerorna Jan använder är formade till plattor och används till att bygga modellsystem av tunna skikt. De placeras ovanpå varandra i lager på lager med ett mellanrum på mindre än en nanometer. De tunna skikten kan användas till flera olika ändamål. De kan t ex tjänstgöra som modell av cellmembran eller andra i naturen vanligt förekommande strukturer. Genom att föra in molekyler som vatten och polymerer

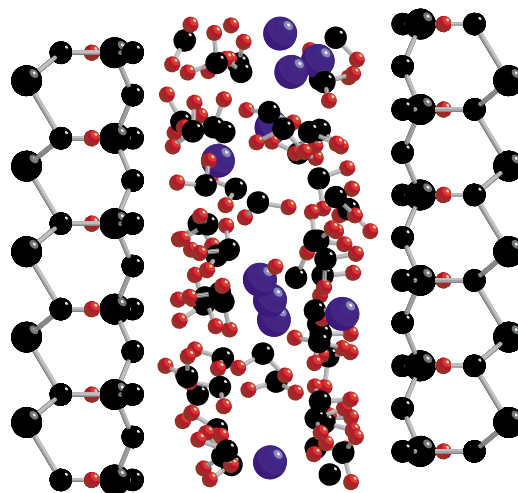
mellan dessa tunna lager kan man få spännande kunskap om hur molekylerna reagerar i en miljö av samma storleksordning som avståndet mellan lerskikten.

– Vatten är den allra vanligaste och en helt nödvändig molekyl för allt biologiskt liv. För det mesta finner man det jämnt fördelat i nätverk av små porer och membranlager vilket påverkar dess struktur och dynamik.

Genom att studera detta vill Jan försöka förstå, hur det kommer sig att just denna blandning av syre och väte är så avgörande för allt liv på jorden. Vad är det som sker med proteiner och andra molekyler då de interagerar med omgivande vattenmolekyler. Ett annat ändamål med lerskikten är att ta reda på hur struktur och dynamik hos andra vätskor och polymera material påverkas av begränsade utrymmen.

Utvecklingen av teknologiska material har bidragit stort till att nya typer av mjuka och formbara, s k icke-kristallina material tagits fram. De är ofta polymerer eller jonledande glaser, som används som fast elektrolyt i mikrobatterier.

– Detta är mycket intressant inför framtidens mikroelektronik. Elektroniska produkter blir allt mindre och dessa jonledande material kan användas som interna strömkällor till komponenterna i t ex en dator. Varje liten enhet har sin unika strömkälla, utan någon extern elförsörjning.



Rimlig struktur hos en "Na-vermiculite" lera innehållande endast två molekyllager av vatten mellan de ca 1 nm tjocka och kristallina lerplattorna (bestående av främst kisel, magnesium och syre). De miljontals parallella och negativt laddade lerplattorna hålls ihop av de mellanliggande positivt laddade natriumjonerna (blå partiklar). Väteatomerna symboliseras av de små röda partiklarna och alla övriga atomtyper är svarta. Halva lerplattans tjocklek visas på var sin sida av det mellanliggande vattnet.

För att kunna optimera egenskaperna hos de polymera mikrobatterierna är det viktigt, menar Jan, att ta reda på hur dessa mjuka material förändras i mycket små utrymmen. Han gör detta genom att mellan hundratusentals lager av leror, föra in det intressanta materialet. Jan visar en burk där det ligger sådana paket av lerskikt. Avståndet mellan skikten är ca 15 Å. Plattorna är negativt laddade och positiva joner som finns mellan skikten, gör att de hålls tätt ihop.

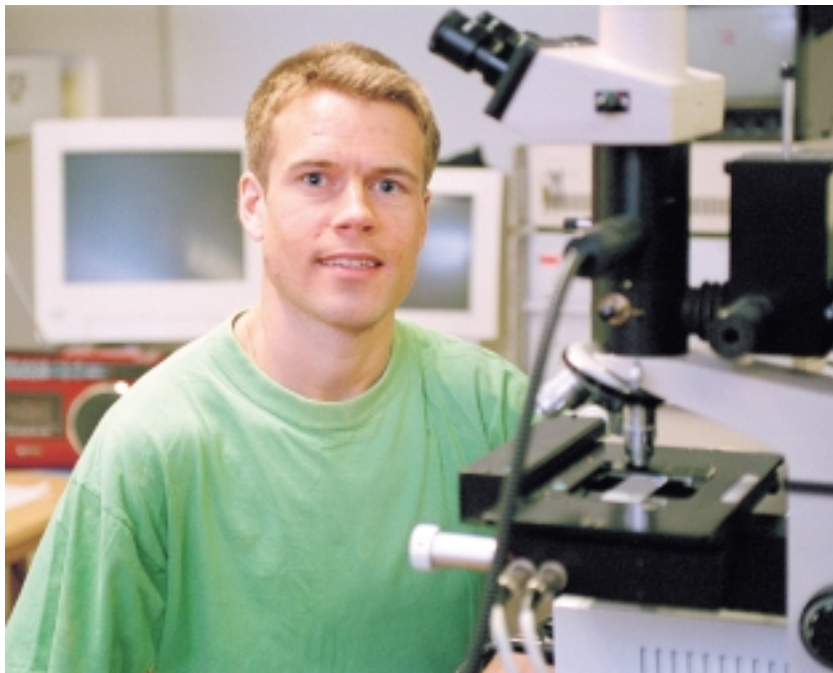
– Vi har upptäckt att man kan stoppa in allt möjligt i skikten mellan de här närmast perfekt parallella plattorna, t ex en polymer. Man kan lägga ner lerplattorna i polymeren och denna sugts då in i de små skikten och då får man polymeren i en begränsad miljö.

### Från långdistans till mikrometer

På fritiden rör sig Jan över betydligt längre sträckor än på arbetet. Han har tränat långdistanslöpning sedan ungdomen och har bl a sprungit maraton och deltog i Europamästerskap för Sverige 1994. I slutet av doktorandtiden när han sprang 20 mil i veckan, så var han tvungen att välja om det skulle bli löpningen eller fysiken.

– Jag insåg att jag inte skulle nå till världstoppen och att jag inte skulle orka satsa på både studier och löpning. Jag vill alltid engagera mig maximalt i det jag gör och tid och ork räckte inte till båda. Men jag springer fortfarande regelbundet för att må bra och hämta kraft.

På frågan om vad han har för drömmar med sin forskning svarar Jan att han vill kunna tala om varför vatten har så avgörande betydelse för biologiska processer och att öka förståelsen för hur jonledning i glas och polymerelektrolyter fungerar. Projektet med lerrorna som modellsystem är än så länge ren grundforskning. Genom att föra in ämnen mellan de tunna skikten, skalas de ner till en tvådimensionell nivå, vilket förenklar studier av de dynamiska processerna. Genom att begränsa geometrin kan man undersöka hur de molekylära rörelserna påverkas. Sedan kan



Fotograf: Jan-Olof Yxell

man gå vidare och undersöka hur detta i sin tur påverkar exempelvis jonledningsförmågan i en polymer-elektrolyt.

En polymermolekyls rörelse påverkas också av den så kallade frivolyten.

– Tänk dig ett lass med spaghetti, där ett antal spagettistrån har klumpat ihop sig och ligger tätt packade. Då kan varje spagettistrån inte röra sig fritt själv, utan hela paketet måste röra sig tillsammans, frivolyten är liten. De spagettistrån som ligger lösa kan däremot svänga åt vilka håll de vill och har en större frivolyt.

De metoder som används för att kartlägga strukturer och rörelser hos molekylerna är främst neutronspredning, ljusspredning och dielektriska mätningar. Med neutroddiffraktion kan man få information om strukturen hos molekyler, dvs hur de olika atomerna binder till varandra. Man använder sig även av datorsimuleringar för att få en "bild" av den mikroskopiska strukturen, där kända fakta om molekyler och atomer utnyttjas.

Jan ser, förutom att fördjupa sig i forskningen, fram emot att få en mer handledande roll. Det kommer att bli annorlunda och spännande och jag hoppas kunna kombinera egen forskning med att entusiasmera mina medarbetare. En god ledare, för mig, har förmågan att vara vägvisare utan att styra för mycket, ge medarbetarna frihet och uppmuntra till kreativitet. Jag hoppas kunna lyckas med det.

# Urvalsprocess

Stiftelsen för Strategisk Forskning utlyste i januari 2000 ett nytt program med syfte att identifiera och stödja yngre forskare som förväntas bli framtidens vetenskapliga ledare i högskolan eller industrin. Programmet gavs namnet *Framtidens forskningsledare*.

Med forskningsledare avses forskare på högsta vetenskapliga nivå som dessutom har ledaregenskaper såsom initiativförmåga, handlingskraft, organisationsförmåga och förmåga att entusiasmera medarbetare.

Stiftelsen avsatte medel för tjugo anslag på vardera 10 milj kr för sex års forskning inom något av stiftelsens strategiområden. När ansökningstiden gick ut i maj 2000 hade hela 504 ansökningar kommit in.

Efter genomgång och prioritering i stiftelsens strategigrupper gick 115 av dessa vidare till internationell granskning och i denna process granskades varje ansökan skriftligt av minst två internationellt valda vetenskapliga bedömare och en svensk strategisk bedömare. Efter sammanvägning av alla yttranden inbjöds 43 sökande att inkomma med fullständig ansökan. 40 ansökningar inlämnades och granskades under december av utländska vetenskapliga experter.

Under februari 2001 kallades de sökande till intervjuer, vilkas syfte var att ge en uppfattning om sökandens ledarskapsförmåga, engagemang och förmåga till vetenskaplig och populärvetenskaplig kommunikation. Intervjuerna genomfördes av en svensk grupp under ledning av professor Ingvar Lindgren. Gruppen bestod av tre välrenommerade forskare och tre personer från näringsliv och samhälle med erfarenhet av ledarskapsutveckling. Intervjugruppen gjorde en prioritering baserad både på de vetenskapliga skriftliga bedömningarna och på intrycken från intervjuerna.

Den 5 april beslöt styrelsen att utse följande personer till *Framtidens forskningsledare*:

|  | Sid |
|--|-----|
| Igor Abrikosov, Uppsala universitet            | 2   |
| Ernest Arenas, Karolinska Institutet           | 4   |
| Magnus Berggren, Linköpings universitet        | 6   |
| Mats Danielsson, Kungl Tekniska Högskolan      | 8   |
| Claes Gustafsson, Karolinska Institutet        | 10  |
| Leif Hammarström, Uppsala universitet          | 12  |
| Anders Karlsson, Kungl Tekniska Högskolan      | 14  |
| Maria Kempe, Lunds universitet                 | 16  |
| Anna Kidiyarova-Shevchenko, Chalmers           | 18  |
| Jörgen Larsson, Lunds universitet              | 20  |
| Nils-Göran Larsson, Karolinska Institutet      | 22  |
| Andreas Molisch, Lunds universitet             | 24  |
| Richard Neutze, Chalmers                       | 26  |
| Ove Nilsson, Sveriges lantbruksuniversitet     | 28  |
| Claes Ohlsson, Göteborgs universitet           | 30  |
| Owe Orwar, Chalmers/Göteborgs universitet      | 32  |
| Stephanie Reimann-Wacker, Lunds universitet    | 34  |
| Agneta Richter Dahlfors, Karolinska Institutet | 36  |
| David Sands, Chalmers                          | 38  |
| Maria Strømme, Uppsala universitet             | 40  |
| Jan Swenson, Chalmers                          | 42  |