

## Sveriges främsta unga forskare 2010

Årets Göran Gustafssonpriser, om sammanlagt 23 miljoner kronor, fördelat på 4,6 miljoner per person, tilldelas: **Pär Kurlberg**, KTH (matematik), **Bernhard Mehlig**, Göteborgs universitet (fysik), **Yi Luo**, KTH (kemi), **Johan Elf**, Uppsala universitet (molekylärbiologi) och **William Agace**, BMC, Lunds universitet (medicin).

### MATEMATIK: Kvantkaos är (inte) granne med kvantmekanik



Foto: Ann-Britt Öinman

Pär Kurlberg, född 1969 (40 år), är professor i matematik vid Kungliga Tekniska högskolan, Stockholm. Kurlbergs forskning kretsar kring arbeten inom talteori med anknytning till matematisk fysik och dynamik, speciellt studiet av så kallat kvantkaos. Den centrala frågeställningen inom kvantkaos är att förklara sambandet mellan klassiskt kaos och kvantmekanik. I ett kaotiskt system blir små skillnader i begynnelsevillkor snabbt förstärkta, vilket omöjliggör förutsägelser långt fram i tiden. I kvantmekanikens vågrika värld blir däremot partikelbanor "utsmetade", vilket verkar utesluta den mycket komplicerade bilden av tätt sammanflätade men divergenta banor som kännetecknar kaos. En grundläggande fråga är hur kaos kan "skapas" i ett universum som i grunden är kvantmekaniskt.

Ett exempel på ett kaotiskt system är en punktformad boll som rör sig friktionsfritt på ett stadiumformat biljardbord. För nästan alla val av startpunkt och riktning kommer bollen att "ha närmast sig alla punkter från alla håll", så kallad *ergodisk rörelse*. En kvantmekanisk motsvarighet till ergodicitet är att stationära tillstånd är likformigt fördelade. Vid numeriska experiment har man emellertid funnit *kvantörr*, att vissa stationära tillstånd koncentrerar sig längs slutna banor. Finns dessa örr vid godtyckligt stora energier? För allmänna kaotiska system verkar frågan svår att besvara, men i vissa fall kan talteoretiska metoder användas; för så kallade *CAT maps* har örrbildning uteslutits för desymmetriserade stationära tillstånd – ett av de första rigorösa resultaten inom området.

På lite längre sikt kan forskningsresultat inom kvantkaos få tillämpning inom mikroelektroniken och torde därför vara av intresse för dator- och kommunikationsindustrin.

Kontakt: 070-794 99 67, [kurlberg@math.kth.se](mailto:kurlberg@math.kth.se), [www.math.kth.se/~kurlberg](http://www.math.kth.se/~kurlberg)

### FYSIK: Slumpmässiga mönster hos regnmoln och planeter



Foto: Privat

Bernhard Mehlig, född 1964 (45 år) är professor i komplexa system vid Göteborgs universitet. Mehligs forskning bidrar till förståelsen för de grundläggande mekanismer som styr till synes slumpmässiga processer i naturen. Särskild framgång har uppnåtts genom att klassificera och systematiskt beskriva det slumpmässiga beteendet som kan uppstå för relativt enkla matematiska modeller. Beteendet visar sig ha stora likheter med det som uppstår för mer komplicerade beräkningar och denna likhet har hjälpt oss förstå grundläggande egenskaper hos ett stort antal fysikaliska problem. Detta tillvägagångssätt fungerar för en stor mängd fysikaliska system som styrs såväl genom klassiska som kvantmekaniska lagar.

Under senare tid har Bernhard Mehlig försökt förstå rörelserna hos små partiklar som svävar i turbulent luft, som till exempel små vattendroppar i ett regnmoln. Man tror att turbulens kan orsaka plötslig nederbörd genom att underlätta kollisioner mellan och sammansmält-

ning av små vattendroppar. En modell av denna process har nyligen tagits fram tillsammans med kollegor i England och Sverige. Resultaten visar hur bildandet av så kallade *kaustikor* i den oregelbundna rörelsen hos regndropparna kan öka kollisionsfrekvensen avsevärt. Matematiska likheter finns med de ljusmönster man på en solig dag kan se på botten av en simbassäng.

Allra senast har Mehlig och hans forskargrupp studerat empiriskt observerade mönster av genetiska variationer hos biologiska populationer av en viss art marina sniglar. Dessa mönster kan analyseras i termer av de genuppsättningar som förenklat kan beskrivas av slumpmässig parning och mutering inom populationerna. Mönstren verkar vara besläktade just med rörelsen hos vattendroppar i ett regnmoln.

Kontakt: 0760-90 76 97, [bernhard.mehlig@physics.gu.se](mailto:bernhard.mehlig@physics.gu.se), <http://physics.gu.se/~frtbm/>

## KEMI: Molekyler för framtidens IT



Foto: Anton Martin

Yi Luo, född 1965 (45 år) är professor i teoretisk kemi vid Kungliga Tekniska högskolan, Stockholm. Hans forskning är inriktad mot utveckling av moderna beräkningsmetoder för att studera gensvaret hos enskilda molekyler under påverkan av elektromagnetiska fält.

Under de senaste tio åren har Yi Luo utvecklat en teoretisk ”verktygslåda” för systematisk undersökning av elektrontransport i molekyler. Detta är grunden för så kallad *molekylär elektronik* som syftar till att använda molekyler som grundelement för elektroniska kretsar i framtida informationsbehandling. Hans metoder gör det möjligt att studera molekylär elektronik ur flera avseenden. Exempelvis har han exakt fastställt en optimal molekylstruktur och geometrisk kontakt mellan molekyl och elektrod i en fungerande molekylär enhet. Luo har vidare kunnat beskriva det statistiska beteendet av molekylär ledningsförmåga och av molekylära likriktare och strömbrytare. Alla dessa uppgifter är ytterst användbara för att förstå och att optimera prestandan av enstaka molekylära elektroniska kretsar.

Parallellt med detta har han också genomfört nyskapande studier inom området *molekylär fotonik*, och systematiskt undersökt möjligheterna att använda så kallade *icke-linjära molekylära material* för ett antal olika tillämpningar, såsom optisk kommunikation, solenergi och bioavbildning (att genom avbildning studera friska och sjuka organ, vävnader och celler). Han har också gjort viktiga insatser i utvecklandet av mjukröntgenspektroskopi som en teknik för att karaktärisera molekylära material.

Kontakt: 08-553 784 14, [luo@kth.se](mailto:luo@kth.se), [www.theochem.kth.se/~luo](http://www.theochem.kth.se/~luo)

## MOLEKYLÄRBIOLOGI: Biokemi med den levande cellen som provrör

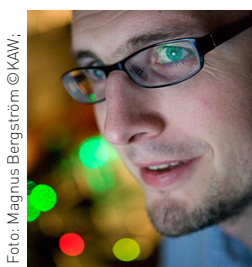


Foto: Magnus Bergström ©KAW

Johan Elf, född 1975 (34 år), är akademiforskare i kemi och docent i molekylär bioteknik vid Uppsala universitet. Han leder en forskningsgrupp i molekylär systembiologi vid institutionen för cell- och molekylärbiologi. Johan Elfs forskning är inriktad på att klargöra hur biokemiska processer i cellerna kan förstås genom att kombinera matematiska modeller, simuleringar och experiment på enskilda bakterieceller.

Elf har tidigare utvecklat teoretiska modeller för genreglering och den kemiska dynamiken inne i cellerna. Han har framgångsrikt utvecklat matematiska metoder för att analysera slumpmässigheten i cellens kontrollsystem och datoralgoritmer för att simulera biokemiska reaktioner där man även tar hänsyn till cellens geometri. Till exempel har han visat hur den genetiska informationen i RNA avkodas olika beroende på vilken miljö de växer i, och hur vissa antibiotika kan påverka genetiskt identiska bakterier på olika sätt beroende på hur de sätts in.

På senare tid har Elf arbetat med att utveckla optiska experimentella metoder för att kunna mäta *genreglering i enskilda bakterieceller* med hög tidsupplösning. Sådana metoder var nödvändiga för att testa specifika teoretiska förutsägelser om koordinerad reglering av olika gener i enskilda celler. De nya mikroskopimetoderna möjliggjorde de första direkta mätningarna av hur fort DNA-bindande proteiner hittar rätt på kromosomerna, vilket ledde till att den etablerade teorin för hur detta går till behövde revideras.

Just nu pågår ett flertal projekt i Elf's laboratorium som kombinerar helt nya metoder för att följa hur enskilda proteinmolekyler rör sig i levande celler med specialskrivna datorprogram som simulerar cellens fysikaliska kemi. Det största projektet syftar till att förstå genreglering av enskilda molekyler i levande bakterier.

Kontakt: 018-471 46 78 (kopplas till mobil), [johan.elf@icm.uu.se](mailto:johan.elf@icm.uu.se), [www.icm.uu.se/molbio/elflab/](http://www.icm.uu.se/molbio/elflab/)

## MEDICIN: Tarmen har många svar



Foto: Privat

William Agace, född 1967 (42 år) är professor i experimentell medicinsk vetenskap och chef för avdelningen för immunologi vid Biomedicinskt centrum, Lunds universitet. Hans forskning är huvudsakligen inriktad på slemhinnornas immunologi och mer specifikt på att öka förståelsen kring de komplexa mekanismer som reglerar *tarmens immunsvar*. Tarmens slemhinna utgör kroppens största kontaktyta mot den yttre miljön och utsätts kontinuerligt för ämnen och strukturer som vi får i oss genom vår mat och från tarmens bakterieflora. Under normala förhållanden utvecklar tarmens immunsystem tolerans för dessa ofarliga ämnen och strukturer, samtidigt som immunsystemet kan generera ett ändamålsenligt försvar mot de många sjukdomsalstrande virus, parasiter och bakterier som kan infektera tarmen. Men inte ens tarmen är perfekt utan det förekommer även att dess immunförsvar överreagerar vilket kan bidra till en rad tarmsjukdomar såsom Crohns sjukdom, Ulcerös kolit, celiaki (glutenintolerans) och annan födoämnesöverkänslighet samt till olika inflammatoriska problem annorstädes (t.ex. i leder, hud och ögon). Agaces forskning är fokuserad på att förstå de underliggande mekanismerna som reglerar tarmens immunsvar.

Agaces grupp har bidragit till att identifiera några av de centrala molekylära signalvägarna som styr rekryteringen av lymfocyter (en typ av vita blodkroppar) till tarmens slemhinna. Flera av dessa signalvägar är nu huvudkandidater i pågående kliniska läkemedelsprövningar för behandling av tarmsjukdomar. På senare år har hans grupp varit betydelsefull i karakteriseringen av så kallade *dendritiska celler* (en grupp av immunceller med nyckelfunktioner i kroppens immunsvar) som anses styra aktiveringen av lymfocyter i mjälten och lymfkörtlar, samt lymfocyternas efterföljande transport till slemhinnan. Hans forskning ger ökad kunskap om ifall dessa celler kan leda fram till nya målstyrda behandlingsalternativ mot inflammatoriska tarmsjukdomar, samt till förbättrade möjligheter att utveckla vacciner för att stärka slemhinnans immunsvar.

Kontakt: 0705-22 14 66, [william.agace@med.lu.se](mailto:william.agace@med.lu.se),  
[www.med.lu.se/expmed/forskning/slemhinnans\\_immunologi](http://www.med.lu.se/expmed/forskning/slemhinnans_immunologi)

Eftersom prissumman för Göran Gustafssonprisen är fördelad på tre år vill vi också uppmärksamma pristagarna för år 2008 och 2009, som nu får ytterligare 1,5 miljoner kronor vardera.

### År 2008

Tobias Ekholm, professor i matematik vid Uppsala universitet,  
Ulf Danielsson, professor i teoretisk fysik vid Uppsala universitet,  
Xiaodong Zou, professor i strukturkemi vid Stockholms universitet,  
Stefan Thor, professor i utvecklingsbiologi vid Linköpings universitet och  
Marie Wahren-Herlenius, professor i experimentell reumatologi vid Karolinska Institutet.

### År 2009

Ola Hössjer, professor i matematisk statistik vid Stockholms universitet,  
Mikael Käll, professor i fysik vid Chalmers tekniska högskola,  
Pernilla Wittung-Stafshede, professor i kemi vid Umeå universitet,  
Karl Ekwall, professor i molekylärbiologi vid Karolinska Institutet samt Södertörns högskola och  
Klas Kullander, docent i neurovetenskap vid Uppsala universitet.