



Die ERC Starting Grants-Projekte 2012

Zürich, im August 2012

Projekt «Catalytic asymmetric synthesis of amines and amides»

Die neuste Generation pharmazeutischer Substanzen wird aus Aminosäuren und Aminen hergestellt. Die Synthese solcher Substanzen ist zur Zeit teuer, braucht giftige und gefährliche Reagenzien und produziert viele chemische Abfallstoffe sowie Nebenprodukte. Im geförderten Projekt sollen neue Katalysatoren zur Produktion von wertvollen Aminen und Aminosäureketten (Peptiden) entwickelt werden. Die Struktur dieser neuen Katalysatoren basiert auf Thiamin (Vitamin B1). Neue Derivate der Reagenzien erlauben neuartige Reaktionen, die weder giftige Chemikalien brauchen noch Nebenprodukte erzeugen. Die neuen Katalysatoren finden auch bei anderen Prozessen Anwendung, zum Beispiel bei der Herstellung von Chemikalien, bei der Petrochemikalien durch Kohlendioxide ersetzt werden.

Kontakt: Prof. Jeffrey W. Bode
Laboratorium für Organische Chemie, ETH Zürich
Tel: +41 44 633 21 03, E-Mail: bode@org.chem.ethz.ch

Projekt «Three-dimensional Magnetic Resonance Imaging at Molecular Resolution»

Magnetresonanz – vor allem bekannt durch «die Röhre» aus der Medizin – erlaubt es, dreidimensionale Abbildungen mit spezifischem Bildkontrast aufzunehmen. Die Rasterkraftmikroskopie hat den Vorteil einer hohen Empfindlichkeit und einer räumlichen Auflösung bis hin zu einzelnen Atomen. Das Ziel dieses ERC-Projekts ist es, eine Kombination von Magnetresonanztomographie und Rasterkraftmikroskopie voranzutreiben. Ein neues Mikroskop, das komplexe biologische Objekte wie einzelne Viren oder riesige Proteinmoleküle direkt und dreidimensional abbilden könnte, würde der Medizin und der Strukturblogie ganz neue Chancen eröffnen. So könnten zum Beispiel bisher schwierig zu untersuchende Biomoleküle, etwa einzelne Membranproteine oder Alzheimer-Fibrillen, mit hoher Auflösung dreidimensional dargestellt und spezifische Molekülgruppen im Innern des Menschen direkt lokalisiert werden.

Kontakt: Prof. Christian Degen
Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich
Tel: +41 44 633 23 36, E-Mail: degenc@ethz.ch

Projekt: «Regularity theory for area minimizing currents»

Ein sehr berühmtes Problem in der Geschichte der Mathematik bezieht sich auf den belgischen Physiker Josef Plateau: Eine Minimalfläche zu finden, die als Rand eine gegebene Kurve im Raum besitzt. Minimalflächen zeigen sich auch im Alltag. Taucht man eine Drahtschlinge in Seifenwasser und zieht sie wieder heraus, stellt die entstandene Seifenhaut eine Lösung des Plateau-Problems dar. Die allgemeine Frage der Minimierung von Flächen mit gegebener Randkurve in jeder Dimension und Kodimension reicht weit bis in die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts zurück. In den sechziger und siebziger Jahren des letzten Jahrhunderts entwickelten verschiedene Mathematiker ein leistungsfähiges Bezugssystem zur Untersuchung dieser Objekte, die bekanntermassen Singularitäten entwickeln und eine zentrale Rolle in der Geometrie und der theoretischen Physik



spielen. Zu Beginn der achtziger Jahre lieferte F. Almgren Jr. auf über 1700 Seiten den Nachweis, dass Singularitäten die allseits erwartete Größe haben. Die Komplexität dieser Arbeit blockierte dann jedoch die weitere Entwicklung des Themas bis heute. Das Ziel des Projekts ist es, anhand neuer Ideen zu einer deutlich kürzeren und verständlicheren Ableitung des Almgren-Theorems zu gelangen, die dann als Startrampe für weitere spannende Entdeckungen genutzt werden kann.

Kontakt: Prof. Camillo De Lellis
Institut für Mathematik, Universität Zürich
Tel: +41 44 63 55840, E-Mail: camillo.delellis@math.uzh.ch

Projekt «Structure preserving approximations for robust computations of conservation laws and related equations (SPARCCLÉ)»

Viele Systeme in der Physik und der Technik – von der Aerodynamik bis hin zur Astrophysik – werden mathematisch mit hyperbolischen partiellen Differentialgleichungen modelliert, die man als Erhaltungssätze bezeichnet. In den letzten Jahren ist deshalb die Rechenleistung massiv angestiegen und erfordert das Design von effizienten und robusten Algorithmen. Das Projekt SPARCCLÉ zielt darauf ab, eine Klasse von Algorithmen zu entwickeln, welche die zugrunde liegende Struktur dieser Gleichungen respektiert und gleichzeitig für numerische Stabilität sorgt. Dafür wird eine sehr hohe Präzision mit massiv-parallelen Hardware-Architekturen kombiniert. Mit Hilfe dieser Algorithmen sollen komplexe Systeme simuliert und in Zukunft die Planung, Prognose und Risikoeinschätzung interessanter physikalischer und technologischer Probleme erleichtert werden.

Kontakt: Prof. Siddhartha Mishra
Seminar für Angewandte Mathematik, ETH Zürich
Tel: +41 44 632 34 66, E-Mail: siddhartha.mishra@sam.math.ethz.ch

Projekt «NIGOCAT – Nature-Inspired Gold Catalytic Tools»

Das Studium von biologisch relevanten Prozessen ist abhängig von kleinen Molekülen, die als chemische Sonden verwendet werden. Die Entwicklung dieser Moleküle ist nicht nur für die Chemie, sondern auch für eng verwandte Gebiete wie die Biologie, Medizin oder Materialwissenschaft von grosser Wichtigkeit. Weil die Herstellung von komplexen Molekülen aus einfachen chemischen Bausteinen noch nicht routinemässig durchgeführt werden kann, ist die Entwicklung neuer Methoden eine der grossen Herausforderungen in der Chemie im 21. Jahrhundert. Dabei soll die Kontrolle über die chemische Reaktivität verbessert werden und es sollen komplexe Moleküle mit grösserer Effizienz hergestellt werden können. Dies ist auch das Ziel dieses Projektes: Design, Synthese und Anwendung von neuen Tools für die Goldkatalyse, die die Synthese und stereoselektive Funktionalisierung kleiner Moleküle ermöglichen.

Kontakt: Prof. Cristina Nevado
Organisch-Chemisches Institut, Universität Zürich
Tel: +41 44 635 39 45, E-Mail: nevado@oci.uzh.ch



Projekt «NANOSOLID – Chemically Engineered Nanocrystal Solids»

Viele sogenannte «Nanokristalle» besitzen aufgrund von Größeneffekten und eines hohen Verhältnisses von Oberfläche zu Volumen einzigartige Eigenschaften. Die Anwendung dieser Nanokristalle in modernen Technologien setzt voraus, dass diese in nanokristalline Festkörper integriert werden können. Beim Projekt NANOSOLID sollen unter anderem neuartige „bottom-up“-Strategien zur Integration von anorganischen Struktureinheiten verschiedenster Dimensionen in anorganische Funktionsmaterialien entwickelt werden. Dazu muss die Oberflächenchemie von Nanokristallen besser verstanden und kontrolliert werden. Der Forschungsansatz dieses Projekts verbindet klassische und moderne Konzepte der Molekül-, Supramolekularen- und Festkörperchemie. Die neuartigen Materialien könnten dereinst in optischen und optoelektronischen Dünnschicht-Technologien angewendet werden. Zudem hoffen die Forscher, kosteneffiziente Antworten auf Fragen der Energiespeicherung und -umwandlung zu erhalten.

Kontakt: Prof. Maksym Kovalenko
Laboratorium für Anorganische Chemie, ETH Zürich
Tel: +41 44 633 41 56, E-Mail: mvkovalenko@ethz.ch

Projekt «Large-scale Adaptive Sensing, Learning and Decision Making: Theory and Applications»

Sensorik verschiedenster Art begleitet uns mittlerweile tagtäglich, zum Beispiel in Handys oder Navigationsgeräten. Hinzu kommen Daten, die im Internet etwa durch soziale Medien erfasst werden. Unsere Gesellschaft könnte im Hinblick auf Sicherheit und Produktivität enorm profitieren, wenn diese Informationen über ihren primären Einsatzzweck hinaus nutzbar gemacht werden könnten. Dieses Projekt widmet sich der Frage, wie diese Ressourcen sinn- und verantwortungsvoll genutzt und entscheidungsrelevante Informationen aus Sensor- und Informationsnetzwerken automatisch extrahiert werden können. Ziel ist es, neuartige Methoden zu entwickeln, die beweisbar effektiv sind und dennoch mit extrem grossen Datenmengen umgehen können. Sie basieren auf Techniken aus dem maschinellen Lernen, der statistischen Inferenz und der Optimierung. Die neuentwickelten Methoden werden in verschiedenen praktischen Anwendungsfeldern, zum Beispiel den sozialen Medien und den Umweltwissenschaften, untersucht.

Kontakt: Prof. Andreas Krause
Professur für Informatik, ETH Zürich
Tel: +41 44 632 63 22, E-Mail: krausea@ethz.ch

Projekt «iModel – Intelligent Shape Modeling»

Computergrafik und insbesondere geometrische 3D-Modellierung kennt man von computeranimierten Filmen und Videospielen. Digitale 3D-Modellierung begegnet uns auch im Alltag, selbst wenn wir es gar nicht bemerken: praktisch jedes Industriegut, das uns umgibt, wurde einst auf einem Computer entworfen. Moderne 3D-Scanning-Technologie ermöglicht es, die 3D-Geometrie eines Objekts zu erfassen. Allerdings sind die derzeitigen Methoden und die Software für die Modellierung und das Design zeitaufwändig und mühsam zu bedienen. Das bedeutet auch, dass sie nicht breit genutzt werden können und zum Teil erhebliche Engpässe in der Industrieproduktion verursachen. Das Ziel des Projektes iModel ist es, Werkzeuge für die nächste Generation der 3D-Modellierung zu entwickeln. Die neue Modeling-Software soll mehr darauf eingehen, welche Bedeutung und welche



Funktion eine bestimmte 3D-Form hat. Dabei untersucht die Forscherin nicht nur die grundlegenden Algorithmen, sondern möchte auch eine neue Benutzeroberfläche gestalten, mit der 3D-Geometrien intuitiv von Designern, Künstlern, aber auch von Laien erstellt werden können.

Kontakt: Prof. Olga Sorkine
Professur für Informatik, ETH Zürich
Tel: +41 44 632 83 57, E-Mail: olga.sorkine@inf.ethz.ch

Projekt «Phase contrast X-ray imaging for medicine»

Röntgenstrahlen sind bekannt von Untersuchungen beim Arzt oder im Spital. Sie durchdringen den Körper, werden unterschiedlich absorbiert und erzeugen so einen Bildkontrast. Röntgenstrahlen werden aber zusätzlich noch gebrochen oder gestreut, wenn sie durch ein Material gehen – ähnlich wie Lichtstrahlen an einer Wasseroberfläche. Beide Phänomene wurden bis jetzt in der medizinischen Diagnostik eher als Rauschquellen aufgefasst und mit viel Mühe unterdrückt. Bereits heute arbeitet Marco Stampanoni an einer Technologie, die genau diese Brechungs- und Streuungssignale sichtbar macht und damit den Kontrast signifikant erhöht. Diese Methode misst den winzigen Phasensprung, der eine Röntgenwelle beeinflusst, wenn sie durch einen Körper hindurchgeht. Dabei werden weiche Gewebe, die üblicherweise auf einer konventionellen Röntgenaufnahme einen schwachen Kontrast aufweisen, deutlich sichtbar. Mit diesem ERC-Projekt soll die Technologie so weit entwickelt werden, dass sie effektiv in einem klinischen Umfeld angewendet werden kann und die Medizin in Zukunft über ein neues, kraftvolles diagnostisches Instrument verfügt.

Kontakt: Prof. Marco Stampanoni
Institut für Biomedizinische Technik, ETH Zürich und PSI
Tel: +41 44 632 86 50, E-Mail: stampanoni@biomed.ee.ethz.ch

Projekt «Measuring attosecond electron dynamics in molecules»

Die Bewegung von Elektronen in Molekülen findet auf einer Zeitskala von Attosekunden ($1 \text{ as} = 10^{-18} \text{ s}$) statt. Die zeitaufgelöste Messung von Elektronenbewegung birgt ein grosses Potential, um die Struktur und Reaktivität von Molekülen auf einer grundlegenden Ebene zu verstehen. Das geförderte Projekt soll neue experimentelle Verfahren für die Messung der Elektronendynamik in Molekülen entwickeln. Insbesondere sollen die Anregung eines Moleküls durch Licht, der Transport von Ladung durch molekulare Ketten und der Einfluss eines intensiven Laserpulses auf die Elektronenbewegung in einem Molekül erstmals durch zeitaufgelöste Messungen abgebildet werden. Solche Kenntnisse tragen dazu dabei, die elementaren Schritte in chemischen Reaktionen besser zu verstehen. Dies wiederum ist wichtig, um die theoretischen Modelle der elektronischen Dynamik zu verfeinern.

Kontakt: Prof. Hans Jakob Wörner
Laboratorium für Physikalische Chemie, ETH Zürich
Tel: +41 44 633 44 12, E-Mail: hansjakob.woerner@phys.chem.ethz.ch