



## 29 forschungsnewsletter

Juni 2008

**Der Ursprung des adaptiven Immunsystems**

**High-Tech für die Umweltwissenschaften**

**EU-Projekt: Mit Supercomputern Daten vernetzen**

### Der Ursprung des adaptiven Immunsystems



*Claudia Stocsits,  
Molekularbiologin*

**Die Wirbeltiere, zu denen auch wir Menschen zählen, sind gleich „doppelt“ gegen Krankheitserreger gewappnet: Sie besitzen ein zweigleisiges Immunsystem. Evolutionär gesehen ist dieser „Zweifachschutz“ relativ neu: Erst vor ca. 500 Millionen Jahren begannen Wirbeltiere, zusätzlich zum „natürlichen“ auch ein „adaptives“ Immunsystem zu entwickeln. Mit diesem evolutionären Prozess beschäftigt sich die Hertha-Firnberg-Stipendiatin Claudia Stocsits an der Fakultät für Chemie.**

Alle Lebewesen – darunter Pflanzen, Tiere und Menschen – sind mit vielfältigen Schutzmechanismen ausgestattet, um sich in der belebten Umwelt zu behaupten: Schon einfachste Organismen besitzen ein „natürliches“ bzw. „angeborenes“ Immunsystem, das Viren, Bakterien, Pilze oder Parasiten bekämpft. Zur natürlichen Immunabwehr von Menschen und Tieren gehört beispielsweise auch die Haut – für die meisten Organismen ein undurchdringliches Hindernis. Auf Zellebene bilden u.a. Makrophagen, sogenannte Fresszellen, die vorderste Abwehrfront.

Zusätzlich zu dieser „Grundausstattung“ verfügt die Gruppe der Wirbeltiere (*Vertebrata*) aber noch über eine zweite Verteidigungsinstanz: Das adaptive Immunsystem wird aktiv, wenn die natürlichen Abwehrmechanismen alleine dem Angreifer nicht gewachsen sind.

„Aus evolutionsbiologischer Sicht ist diese ‚Aufgabenteilung‘ innerhalb der Immunabwehr bei den Wirbeltieren noch sehr jung: Das adaptive Immunsystem ist erst vor ungefähr 500 Millionen Jahren sehr plötzlich entstanden“, sagt die Molekularbiologin Claudia Stocsits, die im Rahmen ihres Hertha-Firnberg-Stipendiums des FWF zum Ursprung des adaptiven Immunsystems forscht.

### **Lernfähiges Immunsystem**

Die adaptive Immunabwehr hat – wie schon der Name sagt – einen entscheidenden Vorteil gegenüber der natürlichen: Sie ist lern- und anpassungsfähig und „merkt sich“ die Strategien ihrer „Feinde“. „Das adaptive Immunsystem ist jener Teil der Immunabwehr, der selektiv auf Infektionen reagiert und bereits bekannte Erreger mit gesteigerter Effizienz bekämpfen kann“, erklärt Claudia Stocsits: „Dieses Prinzip macht sich zum Beispiel auch die Methode der Impfung zu Nutze.“

### **Zwei Systeme – eine Verteidigung**

Dagegen müssen sich die Wirbellosen (*Invertebrata*), zu denen z.B. Würmer oder Insekten zählen, angesichts pathogener „Eindringlinge“ auf ihre angeborenen Schutzmechanismen verlassen, während frühe Vertreter der Wirbeltiere, sogenannte Kieferlose, schon einen Vorläufer des adaptiven Immunsystems besitzen. Knorpelfische wie Haie und Rochen sind hingegen bereits mit beiden Mechanismen innerhalb des Immunsystems ausgestattet. „Man darf sich diese Varianten von Immunabwehr jedoch nicht als unabhängig oder voneinander getrennt vorstellen“, sagt Stocsits: „Sie arbeiten zusammen.“

### **Von Fisch bis Mensch: Gene im Vergleich**

Im Firnberg-Projekt untersucht die junge Wissenschaftlerin durch den Vergleich von Genen, wie und warum sich das adaptive Immunsystem aus dem natürlichen heraus entwickelt hat, welche neuen Signaltransduktionswege dabei entstanden sind bzw. wie sich die Regulationsmechanismen „alter“ Proteine an die neuen Aufgaben angepasst haben.

Dabei arbeitet Stocsits jedoch nicht im Labor, sondern theoretisch, d.h. am Computer: „Ich vergleiche – u.a. auf der Ebene von Transkriptionsfaktoren und nicht-protein kodierender RNA – die Genome verschiedener Wirbeltiere, von Fischen bis hin zum Menschen“, so die Stipendiatin: „Dabei werde ich auch einige ganz frühe Vertreter der Wirbeltiere diesbezüglich analysieren. Allerdings kommen nur jene Arten in Frage, von denen es bereits vollständig sequenzierte Genome gibt.“

### **Wie aus dem Nichts heraus ...**

Davon verspricht sich die Nachwuchswissenschaftlerin, mehr über den evolutionären Übergang vom angeborenen zum adaptiven Immunsystem in Erfahrung zu bringen. „Mein Ziel ist es, die Evolution des Immunsystems besser zu verstehen“, sagt Stocsits: „Dabei interessieren mich vor allem die Mechanismen der Emergenz – also wie sich ein derart komplexes und effizientes System quasi aus dem Nichts heraus neu entwickeln konnte.“

*Mag. Dr. Claudia Stocsits begann das dreijährige FWF-Projekt „Ursprung des Adaptiven Immunsystems“, das sie am Institut für Theoretische Chemie der Fakultät für Chemie durchführt, im April 2008.*

Institut für Theoretische Chemie, Fakultät für Chemie  
<http://www.itc.univie.ac.at>

---

### **High-Tech für die Umweltgeowissenschaften**



*Stephan Krämer,  
Geochemiker*

**Im Rahmen des Infrastrukturprojekts „BIG Nano“ wird an der Fakultät für Geowissenschaften, Geographie und Astronomie eine weltweit einzigartige Forschungseinrichtung geschaffen. Stephan Krämer und Thilo Hofmann vom Department für Umweltgeowissenschaften bauen mit der Fördersumme von 2,3 Millionen Euro, die das BMWF im Rahmen der Förderung der Schwerpunktbildung und Profilentwicklung an Universitäten zur Verfügung stellt, ein kombiniertes biogeochemisches, isotopengeochemisches und nanogeochemisches Labor auf. Künftig können zentrale Forschungsfragen der Umweltgeowissenschaften interdisziplinär mit KollegInnen aus der Chemie, Physik und Biologie beantwortet werden.**

„Mikroorganismen sind klein, wie schon der Name sagt. Aber ihre Wechselwirkungen mit der Erde finden auf noch kleinerer Skala statt – nämlich im Nanobereich. Die neue Laborinfrastruktur erlaubt uns, solche Wechselwirkungen zu untersuchen und in der Natur zu erkennen. Wir und unsere KollegInnen können es kaum erwarten, die Labors zu nutzen“, erklärt Stephan Krämer. Er leitet gemeinsam mit Thilo Hofmann vom Department für Umweltgeowissenschaften das Infrastrukturprojekt „BIG Nano – Biosphere-Geosphere Interactions on the Nano-Scale“, das durch ein interdisziplinäres Konsortium von Wissenschaftlern der Chemie (Bernhard Keppler) und den Geowissenschaften (Ekkehart Tillmanns, Bernhard Grasemann, Christian Köberl) beantragt wurde.

### **Entwicklung der Labors**

„Die labor- und arbeitstechnische Koppelung der drei Forschungsrichtungen Biogeochemie, Nanogeochemie und Isotopengeochemie stellt für uns eine große Herausforderung dar“, so Geochemiker Stephan Krämer: „Die Einrichtung der Labors wird größtenteils von uns selbst entwickelt. Man kann derartige Labors nicht einfach bestellen und aufbauen, das ist ein längerfristiges Vorhaben.“



Thilo Hofmann,  
Umweltgeowissenschaftler

## **Interaktionen von Organismen und Mineralien**

Bei den biogeochemischen Prozessen, die schon jetzt ein Forschungsschwerpunkt am Department für Umweltgeowissenschaften sind und die im Zuge des Infrastrukturprojekts noch intensiver erforscht werden sollen, handelt es sich um alle Interaktionen zwischen lebenden Organismen und Mineralien.

„Diese Prozesse finden überall auf der Erde statt, sogar mehrere Kilometer tief im Erdreich. Sie haben globale Auswirkungen, zum Beispiel bestimmen sie den weltweiten Kohlenstoffkreislauf“, erklärt Krämer: „Um die globalen Auswirkungen der Bio-Mineral-Wechselwirkungen zu verstehen, müssen wir sie im Nanobereich untersuchen, was uns die neue Infrastruktur ermöglicht.“

## **Umweltauswirkungen und toxikologische Aspekte**

Diese Art der natürlichen Wechselwirkung zwischen (Mikro-)Organismen und Mineralien existiert auf der Erde schon mehrere Millionen Jahre. „Viele natürliche geologische Prozesse finden auf der Nanoskala statt, die wir durch verbesserte Analytik erst in den letzten Jahren untersuchen konnten“, erklärt Thilo Hofmann. Seit der Mensch selbst auch funktionelle Nanomaterialien, wie etwa Titandioxid oder Nanosilver, herstellt, werden auch diese an die Natur abgegeben und in die Wechselwirkungen involviert. „Hier stellt sich für uns die Frage nach den toxischen Effekten dieser künstlichen Materialien und inwieweit sie Umweltfaktoren beeinflussen“, so Kollege Frank von der Kammer, dessen Schwerpunkt die Nanogeowissenschaften sind: „Positive Wirkungen von Nanomaterialien, wie etwa dem antibakteriellen Nanosilver, können in der Natur schnell negative Auswirkungen haben.“

## **Saubere Experimente**

Um mit Partikeln in der Größe von nur wenigen Nanometern umzugehen und ihre Herkunft massenspektrometrisch zu bestimmen, bedarf es sehr aufwändiger Methoden. „Um künstliche von natürlichen Nanopartikeln zu unterscheiden, muss man unter extrem sauberen, sprich staubfreien Bedingungen arbeiten“, erklärt von der Kammer. Daher werden Proben in einem eigens dafür eingerichteten staub- und metallfreien Raum vorbereitet. „Die Reinheit des Raums wird durch eine sehr starke Filterung erreicht, daher muss man sich auch von Kopf bis Fuß in spezielle Schutzkleidung hüllen, um dort zu arbeiten“, so Krämer. Allein der Massenspektrometer und das Reinstlabor brauchen rund die Hälfte des vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung bewilligten Infrastrukturbudgets auf.

## **Laborausbau**

Während die Labors der Nanogeowissenschaften sowie der Biogeochemie im Rahmen von „BIG Nano“ ausgebaut und erweitert werden, ist mit dem Isotopenlabor eine komplette Neuerung geplant. „Mit dem neuartigen Massenspektrometer können wir isotopische Signale von biologisch-geologischen Wechselwirkungen und ihre Auswirkungen beleuchten und in der Erdgeschichte wiederfinden“, so Stephan Krämer: „Die arbeitstechnische Koppelung dieser drei Labors ist weltweit einzigartig und ermöglicht eine stringente Weiterentwicklung unserer Forschung auf höchstem Niveau.“

*Das Infrastrukturprojekt „BIG Nano“ an der Fakultät für Geowissenschaften, Geographie und Astronomie wird von Stephan Krämer und Thilo Hofmann vom Department für Umweltgeowissenschaften geleitet. Das Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung unterstützt die Einrichtung eines kombinierten bio-geochemischen, isotopengeochemischen und nanogeowissenschaftlichen Labors mit der Fördersumme von 2,3 Millionen Euro.*

Department für Umweltgeowissenschaften,  
Fakultät für Geowissenschaften, Geographie und Astronomie  
<http://www.univie.ac.at/env-geo>

---

### **EU-Projekt: Mit Supercomputern Daten vernetzen**



*Peter Brezany, Informatiker*

**Weltweit werden unglaubliche Mengen an digitalen Daten produziert. Um mögliche versteckte Zusammenhänge in diesem Wissen effizient entdecken zu können, braucht es neue Methoden der Datenanalyse. Hier setzt das im März 2008 unter Beteiligung der Fakultät für Informatik gestartete EU-Projekt „ADMIRE“ an. Ziel des Projekts ist es, geographisch verteilte, große Datenmengen zu vernetzen und zu analysieren sowie parallel dazu neue Technologien zur intelligenten Datenanalyse zu entwickeln. Durch die Analyse von meteorologischen Daten könnten beispielsweise Umweltkatastrophen genauer vorhergesagt werden.**

„Unsere Anwendungen befassen sich mit großen, verstreuten Datenmengen aus den verschiedensten Bereichen, von der Medizin bis hin zu Unternehmensdaten, für deren Verwertung es wichtig ist, exzellente Analysetools zur Verfügung zu haben“, sagt Peter Brezany vom Institut für Scientific Computing. Er ist Projektleiter des EU-finanzierten, internationalen Informatik-Projekts mit dem Akronym „ADMIRE“, das im März startete. Das „ADMIRE“-Forschungsteam entwickelt innovative Methoden und Werkzeuge, um in großen Datenmengen entscheidungsrelevante Zusammenhänge zu entdecken.

Die Forschungsergebnisse sollen u.a. für die Analyse automatisch erhobener Daten von meteorologischen Stationen eingesetzt werden, um Mensch und Umwelt beispielsweise vor den fatalen Folgen von Überflutungen zu schützen. Dafür schafft „ADMIRE“ eine Infrastruktur, die Datenströme mittels Internet und Grid-Computing verbindet und analysiert.

### **Grid-Computing**

Grid-Computing ist eine moderne Infrastruktur, die man sich als Verbund verteilter Hard- und Software verschiedener Organisationen vorstellen kann. Zusammengeschaltet arbeiten diese Gitter von Rechnern in der Art eines Supercomputers an der Lösung von gemeinsamen komplexen Problemen. AnwenderInnen und EntwicklerInnen von Grid-Computing haben bei der Benutzung den Eindruck, als würden

sie mit lokalen, gleichartigen Daten- und Rechenressourcen arbeiten und können sich daher auf das Lösen ihrer eigentlichen anwendungsspezifischen Probleme konzentrieren. „ADMIRE“ zielt darauf ab, die Leistungen bestehender Grid-Computing-Technologien zu steigern und neue, für die Gesellschaft wichtige Anwendungsbereiche zu erschließen. Ein Work Package des EU-Projekts konzentriert sich beispielsweise darauf, diese Methoden zur besseren Vorhersage von Umweltkatastrophen anzuwenden.

### **Überflutungsschutz**

Im Bereich der Katastrophenvorhersage forscht die Arbeitsgruppe für Software Science der Universität Wien mit der Slowakischen Akademie der Wissenschaften zusammen. Dort arbeitet man an einem Überflutungsschutz-Programm für den größten Fluss der Slowakei, der Váh. „Es werden Informationen über Wasserzustand, Wetterprognosen oder die Zustände von Dämmen zusammengetragen, um mittels geeigneter Analysen eventuell nötige Evakuierungen der betroffenen Gebiete rechtzeitig zu erkennen und zu planen“, erklärt Peter Brezany. Der Beitrag von Brezany's Team ist es, das wissenschaftliche Know-how im Bereich Grid-Computing, Workflowerstellung, -optimierung und -ausführung sowie Data-Mining zu liefern – Themen, auf die sich die Gruppe seit 2003 spezialisiert hat.

### **Wissen entdecken**

Data-Mining entdeckt Wissen in Datenbanken, indem die Technik versteckte Zusammenhänge in großen Datenmengen sichtbar macht. Ein bekanntes Beispiel sind Online-Kundenkonten wie jene von Amazon: Das Unternehmen wertet die Produktsuche und Einkäufe der KundInnen aus und empfiehlt aufgrund des bisherigen Kaufverhaltens Angebote, die auf die jeweiligen Interessen zugeschnitten sind. Die Systeme erkennen also Muster und leiten daraus Vorhersagen ab.

„Data-Mining geht über eine klassische Datenauswertung hinaus, indem es mit neuen Algorithmen arbeitet, die große Datenmengen analysieren“, erklärt Brezany. Indem die WissenschaftlerInnen die Forschungsgebiete Daten-Integration und Data-Mining mit der Leistungsfähigkeit von Supercomputern kombinieren und auf spezielle Anwendungsbereiche anwenden, können sie die Verwertung dieser Daten wesentlich verbessern.

*Das Projekt „ADMIRE“ (Advanced Data Mining and Integration Research for Europe) wird im Rahmen des 7. EU-Rahmenprogramms für drei Jahre finanziert und startete am 1. März 2008.*

*Projektleiter an der Universität Wien ist Ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Peter Brezany vom Institut für Scientific Computing, Fakultät für Informatik. Die internationalen Projektpartner sind die University of Edinburgh (Projektkoordinator, Schottland), Universidad Politécnica de Madrid (Spanien) und das Ústav informatiky, Slovenská adadémia vied (Slowakei) sowie die beiden Unternehmen Fujitsu Labs of Europe (Großbritannien) und ComArch S.A. (Polen).*

Institut für Scientific Computing, Fakultät für Informatik  
<http://www.par.univie.ac.at>

Projekt „ADMIRE“ (Advanced Data Mining and Integration Research for Europe)  
<http://www.admire-project.eu/>

---

**Impressum**

*Herausgeberin:* Universität Wien, Dr.-Karl-Lueger-Ring 1, A-1010 Wien

*Redaktion:* Alexandra Frey, Michaela Hafner

*Mitarbeit:* Theresa Dirl, Heidrun Huber, Bernadette Ralser  
[alexandra.frey@univie.ac.at](mailto:alexandra.frey@univie.ac.at), T +43-1-4277-175 31