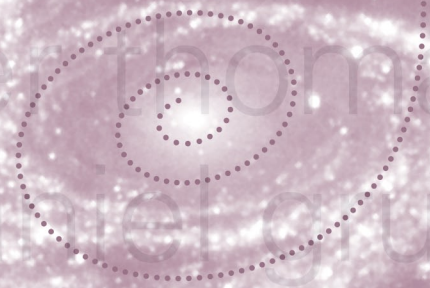


start* wittgenstein 2006–2010



r schmidt josef
reuker thomas
sigrid wadauer
fornasier daniel
aldsich jürgen
manuel kauers
morejs barbara
shmiedmayer
gerald teschl
otfried gühne
wallnig markus
lier alexander
gerhard widmer
umpp david teis
malzahn florian

BMW_F^a
FWF

Der Wissenschaftsfonds.





START-Projekte und Wittgenstein-Preise 2006–2010
START Projects and Wittgenstein Awards, 2006 to 2010

Eine Publikation anlässlich des fünfzehnjährigen Bestehens der Spitzenprogramme, herausgegeben vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung (BMWF) und dem Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF).

Published by the Austrian Federal Ministry of Science and Research (BMWF) and the Austrian Science Fund (FWF) to mark the 15th anniversary of Austria's top research funding programmes.

Juni 2011/June 2011

start*wittgenstein 2006–2010



Karlheinz Töchterle
Wissenschafts-
und Forschungs-
minister | Federal
Minister of Sci-
ence and Research

SEHR GEEHRTE LESERIN, SEHR GEEHRTER LESER!

Österreich verfügt über ein modernes und leistungsfähiges Forschungs- und Innovationssystem. Der Abstand zu den führenden Ländern wurde in den vergangenen Jahren erheblich reduziert. Dennoch ist das kein Grund, sich jetzt auf den Lorbeeren auszuruhen – sondern im Gegenteil Anreiz und Motivation, unsere Anstrengungen fortzusetzen! In der Strategie der Bundesregierung für Forschung, Technologie und Innovation, die Anfang März 2011 beschlossen wurde, ist Österreichs Ziel klar festgehalten: Wir wollen von der Gruppe der „Innovation Follower“ in die Gruppe der „Innovation Leader“ vorstoßen und damit zu den innovativsten Ländern der EU gehören. Diesen „Weg zum Innovation Leader“ können wir nur mit einer gemeinsamen Kraftanstrengung erreichen. Zentral dabei sind auch die Wissensgenerierung und die Ausbildung und Förderung des Forschungsnachwuchses. 1996 wurden der Wittgenstein-Preis und das START-Programm aus der Taufe gehoben und damit die höchste in Österreich verliehene Auszeichnung für Grundlagenforscherinnen und Grundlagenforscher sowie ein – im besten Sinne des Wortes – Programm zum „Start“ junger Spitzenforscherinnen und Spitzenforscher geschaffen. Gemeinsam

mit dem Wissenschaftsfonds FWF haben wir nach 15 Jahren 24 Wittgenstein-Preisträgerinnen und -Preisträger ausgezeichnet und 82 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in das START-Programm aufgenommen. Und die Erfolge können sich sehen lassen: Es ist uns gemeinsam gelungen, rund 122 Mio. Euro qualitätskontrolliert und effizient in das Top-Segment unseres Wissenschaftssystems zu investieren. So wurden wissenschaftliche Karrieren ermöglicht oder beschleunigt, die national wie international beispielgebend sind. Und wir können stolz auf Exzellenzfelder unseres Forschungs- und Wissenschaftssystems verweisen, die sich anhand der Wittgenstein-Preise und des START-Programms entwickelt haben. International wahrgenommene Leuchttürme sind entstanden, die es uns erlauben, international in der Topliga mitzumischen. Das lässt sich etwa auch am erfolgreichen Abschneiden von Wittgenstein-Preisträgerinnen und -Preisträgern sowie STARTerinnen und STARTern beim European Research Council in den vergangenen Jahren ablesen. Die Förderung der Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler ist zentral für die weitere Entwicklung und Stärkung des heimischen Wissenschaftsstandortes. Das START-Programm leistet hier einen wesentlichen Beitrag, wie auch Zahlen eindrucksvoll unterstreichen: Mit den bisher verliehenen 24 Wittgenstein-Preisen und 82 bewilligten START-Projekten haben rund 1.500 überwiegend junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die Chance erhalten, in exzellenten Forschungsvorhaben wichtige Erfahrungen für ihre weitere Karriere zu sammeln. Denn: Vor allem junge Docs und Postdocs wirken in den mit den Preisen finanzierten Forschungsgruppen mit. So wird „Spitzenforschung – made in Austria“ weiter auf- und ausgebaut. Und genau das muss unser aller Anliegen und Ziel sein.

DEAR READERS,

Austria has a state-of-the-art, high-performance research and innovation system, and in recent years we have managed to catch up to the leading countries in this field. Nevertheless, these achievements are not a reason to rest on our laurels – on the contrary, they provide an incentive and motivation to continue our efforts. Austria's goal is clearly defined in the federal government's strategy for research, technology and innovation, which was finalised in March 2011: to make the transition from the role of an innovation follower to that of an innovation leader, thus becoming one of the most innovative countries in the EU. We will only be able to realise this goal through concerted efforts. In this process, generating new knowledge as well as educating and supporting junior researchers are among our key objectives. The Wittgenstein Award and START Programme were launched in 1996 as the highest honour conferred upon basic researchers in Austria and as a programme which provides outstanding young researchers with a good 'start' in their careers. In cooperation with the FWF, we have been able to confer 24 Wittgenstein Awards and accept 82 scientists into the START Programme over the last 15 years. The results are impressive: Together, we have managed to invest some EUR 122 million in the top segment of our science system efficiently and with the appropriate quality assurance. This has enabled and accelerated scientific careers which are regarded as exemplary at the national and international level. We can also take pride in the areas of excellence which have arisen from the Wittgenstein Award and START Programme. Austria has produced internationally renowned research figures who have helped place our country among the top locations for research at the international level. This is also demonstrated by the success our Wittgenstein and START recipients have enjoyed in their applications to the ERC in recent years. Supporting junior scientists and researchers is crucial to the further development and reinforcement of Austria as a location for science and research. In this context, these two programmes make a substantial contribution, as the statistics quite impressively show: In the 24 Wittgenstein and 82 START projects launched to date, some 1,500 scientists – mostly young researchers – have been able to take part in outstanding research projects, thus gaining crucial experience for their future careers. The research groups funded by these grants largely consist of young doctoral candidates and post-doctoral researchers. In this way, we have been able to expand and strengthen "Cutting-edge research, made in Austria". And that is precisely the objective we all have to pursue.

LIEBE LESERIN, LIEBER LESER!

START und Wittgenstein sind zwei Programme, die der FWF seit nunmehr 15 Jahren mit den vom BMWF dafür zur Verfügung gestellten Mitteln abwickelt. START soll jüngeren Postdocs – typischerweise einige Jahre nach ihrer Promotion – den Aufbau einer eigenständigen Forschungsgruppe ermöglichen, der Wittgenstein-Preis ist für etablierte Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen. Gemeinsam ist beiden die kompromisslose Qualitätsorientierung. Sie sind extrem kompetitiv, die Erfolgswahrscheinlichkeit ist jeweils unter 10 %. Gemeinsam ist ihnen auch die signifikante Höhe (deutlich über 1 Mio. Euro) der Mittel, die erfolgreichen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in Aussicht gestellt werden.

Dass START-Wittgenstein als Qualitätsspitze des FWF-Programmportfolios gilt, ergibt sich auch daraus, dass sie als Auszeichnungen geführt werden. Allerdings sind es Auszeichnungen, die mit keinerlei persönlicher Bereicherung seitens der Preisträgerinnen und Preisträger einhergehen. Vielmehr müssen sie das Geld für Forschung in Österreich verwenden. Da in aller Regel der überwiegende Teil dieses Geldes für Personalkosten für Doktorandinnen und Doktoranden oder Postdocs verwendet wird, stellen beide Programme auch eine effiziente Form der Nachwuchsförderung dar.

Vor einigen Jahren hat das European Research Council (ERC) zwei ganz ähnliche Initiativen ins Leben gerufen und europaweit ausgeschrieben. Es ist für uns erfreulich, dass der ERC zu fast identen programmatischen Vorgaben gelangt ist wie der FWF ein Jahrzehnt vorher. Darüber hinaus nehmen wir mit Genugtuung zur Kenntnis, dass viele unserer STARTerinnen und STARTer sowie Wittgenstein-Preisträgerinnen und -Preisträger mittlerweile auch Erfolg beim ERC hatten.

In den letzten Jahren stellen wir zunehmend fest, dass viele STARTerinnen und STARTer noch vor oder unmittelbar nach Abschluss ihres Projekts eine Professur im Ausland annehmen und Österreich verlassen. Sosehr wir darauf stolz sind, dass die Mehrzahl dieser Rufe an ausländische Spitzenuniversitäten erfolgt, sosehr würde ich mir wünschen, dass unser Wissenschaftssystem etwas mehr Ambition an den Tag legte, diesen Top-Forscherinnen und Top-Forschern adäquate Arbeits- und Karriere Möglichkeiten in Österreich zu bieten.



Christoph Kratky
Präsident des
FWF | President,
Austrian Science
Fund (FWF)

DEAR READERS,

For 15 years now, the FWF has administered the START Programme and Wittgenstein Award using funds made available by the Austrian Federal Ministry of Science and Research. The START Programme is designed to allow young post-doctoral researchers – usually a few years after receiving their doctorate – to establish their own research groups, while the Wittgenstein Award is intended for more established scientists and researchers. One thing the two programmes have in common is their uncompromising quality standards. Both programmes are extremely competitive, with a success rate of less than 10% in each case. These programmes also involve very generous endowments (upwards of EUR 1 million) placed at the disposal of successful scientists and researchers.

The fact that the FWF regards both the START and Wittgenstein programmes as 'awards' is also a clear sign that these programmes represent the top segment of our programme portfolio. However, these grants and awards do not serve to enrich the recipients in monetary terms. Instead, they are obliged to use the funds for research in Austria. In almost all cases, the majority of funds are spent on personnel costs for doctoral candidates and post-doctoral researchers, meaning that the two programmes also represent an efficient means of promoting junior scientists and researchers.

Several years ago, the European Research Council (ERC) launched two very similar initiatives and announced calls for proposals throughout Europe. We are very pleased that the ERC has developed programme requirements almost identical to the ones we designed a decade earlier. Moreover, it is gratifying to see that many of our START and Wittgenstein recipients have also enjoyed success in acquiring funds from the ERC.

In recent years, we have seen an increasing number of START grant recipients taking on professorships abroad and leaving Austria just before or after completing their projects. As proud as we are that so many of those researchers have found appointments at leading universities worldwide, I would also like to see our own science and research system make greater efforts to provide those outstanding researchers with suitable working conditions and career opportunities in Austria.

VORWORT

Mitte der 90er-Jahre sah der damalige Bundesminister für Wissenschaft, Forschung und Kunst, Rudolf Scholten, die Zeit gekommen, neue Wege in der staatlichen Förderung der Spitzenforschung in Österreich zu gehen. Nach dem Prinzip „Die Stärken stärken“ sollte ein neues personenbezogenes Programm ausgearbeitet werden. Im Auftrag des Ministeriums entwickelte der FWF – damals unter der Leitung von Arnold Schmidt – das Konzept für das START-Programm und den Wittgenstein-Preis. Durch diese Förderung wird einerseits hervorragenden jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern und andererseits bereits arrivierten Forscherinnen und Forschern ermöglicht, sich durch die Bereitstellung entsprechender finanzieller Mittel über mehrere Jahre ganz auf ihre Forschung zu konzentrieren. Die lange Laufzeit der Projekte (fünf Jahre für den Wittgenstein-Preis, sechs Jahre für START) sowie die hohe Dotierung von bis zu 1,2 Mio. Euro (START) bzw. bis zu 1,5 Mio. Euro (Wittgenstein) geben den Preisträgerinnen und Preisträgern die Sicherheit, langfristig unabhängige Forschung betreiben zu können.

Die hoch dotierten Auszeichnungen werden von einer interdisziplinären Jury von 14 international anerkannten Forschungspersönlichkeiten vergeben. Zwischen 1996 und 2010 hat diese Jury den Preisträgerinnen und Preisträgern rund 122 Mio. Euro zugesprochen.

Wittgenstein-Preise wurden seit 1996 insgesamt 24 Mal an in Österreich tätige Forschungspersönlichkeiten verliehen. Sie stellen eine Würdigung der bisherigen Leistungen dar. Der Zweck der Preise geht aber darüber hinaus. Sie sollen vor allem weitere außergewöhnliche Arbeiten ermöglichen. Mit der Altersgrenze von 55 Jahren haben die auf Vorschlag Dritter Nominierten im Regelfall noch eine Phase aktiven Schaffens von mindestens zehn bis 15 Jahren vor sich.

Das START-Programm erlaubt hervorragend qualifizierten Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftlern zwei bis zehn Jahre nach erfolgter Promotion, längerfristig und finanziell abgesichert Forschungsarbeiten zu planen und eigene Arbeitsgruppen aufzubauen. Im Gegensatz zum Wittgenstein-Preis reichen Forscherinnen und Forscher, die sich um das START-Programm bewerben, Projektideen ein. Bisher waren 82 dieser Ideen erfolgreich.

Dass der FWF mit beiden Auszeichnungen die Spitzen der österreichischen Forschung ortet und stärkt, beweist auch die hohe Anzahl an Auslandsberufungen von bisherigen Preisträgerinnen und Preisträgern: Von insgesamt 82 STARTerinnen und STARTern wurden 18 und von den 24 Wittgenstein-Preisträgerinnen und -Preisträgern sieben ins Ausland berufen. Das zeigt jedoch nicht nur die außerordentliche Qualifikation dieser Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, sondern auch die Schwierigkeit, dieses Potenzial in Österreich zu halten.

Mit dieser Spitzenförderung unterstützt der FWF auch wesentlich die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses in Österreich – und damit das heranwachsende Potenzial. Deutlich wird das daran, dass eine Wittgenstein-Preisträgerin bzw. ein Wittgenstein-Preisträger durchschnittlich 15 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beschäftigt.

Mit mehreren Reformen optimierte der FWF die beiden Auszeichnungen in den letzten Jahren: Die Möglichkeit der Selbstantragstellung 2007 und eine Änderung der Altersgrenze beim START-Programm (vom Lebensalter von max. 35 Jahren auf das akademische Alter von zwei bis zehn Jahren nach erfolgter Promotion) haben zu einem Anstieg der START-Anträge geführt. 2006 gab es eine weitere wichtige Reform: etwa fünfzehn ausgesuchte START-Bewerberinnen und -Bewerber müssen sich jedes Jahr einem Hearing stellen, wobei sie die Jury überzeugen sollen, dass sie in der Lage sind, ein ambitioniertes Projekt zu leiten. Seit 2007 vergibt der Europäische Forschungsrat die ERC Grants (Starting Grant und Advanced Grant). Diese Förderungen sind mit dem START-Programm und dem Wittgenstein-Preis zu vergleichen. Jede Person, die beim FWF einen Antrag für ein START-Programm stellt, ist aufgefordert – Antragsberechtigung beim ERC vorausgesetzt –, sich parallel für einen ERC Grant zu bewerben. Die Erfolgsbilanz ist beachtlich: Insgesamt wurden seit Beginn 27 ERC Starting Grants und 22 ERC Advanced Grants an in Österreich tätige Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vergeben, acht davon STARTerinnen und STARTer bzw. fünf Wittgenstein-Preisträger. Eine weitere erfreuliche Entwicklung: Waren bei den 49 START-Projekten zwischen 1996 und 2006 nur zwei Wissenschaftlerinnen zu finden, lag dieser Anteil zwischen 2006 und 2010 bei fast 30 %, 2010 sogar bei 50 %. Das zeigt auch, dass der Anteil an Wissenschaftlerinnen, die sich für dieses Exzellenzprogramm bewerben, enorm gestiegen ist. Der Frauenanteil bei den Bewerberinnen liegt – wie in vergleichbaren internationalen Programmen – zwischen 20 und 30 %.

Bereits 2001 – zum fünfjährigen Bestehen dieser hohen Auszeichnungen – erschien als Koproduktion zwischen Wissenschaftsfonds und Wissenschaftsministerium „START und WITTGENSTEIN 1996 – 2000“, in der alle Preisträgerinnen und Preisträger vorgestellt wurden. In der aktuellen Publikation gewähren die Ausgezeichneten der Jahre 2006 bis 2010 Einblick in ihre Forschung und berichten, was sich für sie durch diesen Preis verändert hat. Das Bildelement, das die Forscherinnen und Forscher zur Frage „Was ist für meine Arbeit oder für mich persönlich besonders wichtig oder was ist mein Motto?“ ausgewählt haben, zeigt die Porträtierten darüber hinaus von einer sehr persönlichen Seite.

FOREWORD

In the mid-1990s, Rudolf Scholten, then Austrian Federal Minister of Science, Research and the Arts, believed that the time had come to take a new approach to the government's funding of top-quality research in Austria. With a view to 'strengthening our strengths', his idea was to develop a new programme focusing on the individual researcher. On behalf of the Ministry, the FWF – headed by Arnold Schmidt at the time – developed a plan for the START Programme and the Wittgenstein Award. By providing appropriate levels of funding, these programmes provide outstanding young scientists and researchers as well as established researchers with an opportunity to concentrate entirely on their research for several years. The long duration of these programmes (five years for the Wittgenstein Award, six years in the START Programme) as well as their generous endowments (START: EUR 1.2 million; Wittgenstein: EUR 1.5 million) provide recipients with financial security in long-term, independent research efforts.

These highly prestigious awards are granted by a jury of 14 internationally renowned researchers from various disciplines. Between 1996 and 2010, the jury awarded some EUR 122 million in START grants and Wittgenstein Awards.

Since 1996, a total of 24 Wittgenstein Awards have been presented to researchers working in Austria. These awards are a form of recognition for the researchers' accomplishments to date, but they also go a step further: Above all, they are intended to enable the recipients to conduct further top-quality research. Given the age limit of 55 years, Wittgenstein nominees generally have at least 10 to 15 years of active research work ahead of them.

The START Programme gives outstanding young scientists and researchers (two to ten years after receiving their doctorate) an opportunity to plan their research work on a long-term basis – with sufficient financial security – and to establish their own research groups. Unlike the Wittgenstein Award, the START Programme requires researchers to submit research proposals for funding. Up to now, 82 of those proposals have been approved.

The large number of grant recipients who have gone on to obtain positions abroad shows that the FWF has been successful in identifying and supporting the top segments of Austrian research: To date, 18 of the 82 START recipients and seven of the 24 Wittgenstein recipients have found appointments abroad. However, these statistics not only reveal the extraordinary qualifications of those scientists, but also the difficulty of keeping this talent in Austria.

With this top-notch funding mechanism, the FWF also makes a valuable contribution to educating junior scientists and researchers in Austria, thus cultivating potential for the future. The fact that Wittgenstein recipients each employ an average of 15 researchers clearly demonstrates the value of this contribution.

The programmes have been optimised by multiple reforms in recent years: In 2007, the START Programme was opened up to independent applicants, and the age limit was revised (from the biological age of 35 to an academic age of two to ten years after receiving one's doctorate); these measures have boosted the number of START applications substantially. In 2006, another important reform was introduced: Each year, about 15 START applicants shortlisted by the FWF Board are required to present their research proposals at a hearing and convince the jury that they are capable of managing such an ambitious research project.

The European Research Council has been administering ERC Starting and Advanced Grants since 2007; these grants are comparable to the START Programme and the Wittgenstein Award. Each researcher who submits an application to the FWF's START Programme and fulfils the ERC's eligibility requirements is also required to apply for an ERC grant at the same time. The success rate has been very impressive: Since 2007, scientists and researchers working in Austria have received a total of 27 ERC Starting Grants and 22 ERC Advanced Grants; eight of those grants went to START recipients, five to Wittgenstein Award winners.

Another positive development is the fact that the share of female principal investigators has risen from two out of the 49 START projects approved between 1996 and 2006 to nearly 30% between 2006 and 2010, even reaching 50% in the year 2010. This also shows that the share of female scientists applying for funding under the START Programme has risen sharply. As in comparable international programmes, the share of women among all applicants is between 20% and 30%.

In 2001, the FWF and the Ministry marked the five-year anniversary of these programmes by publishing the brochure "START und WITTGENSTEIN 1996–2000", which listed all grant and award recipients during that period. A similar overview was published in 2006. In this publication, the START and Wittgenstein Award recipients from 2006 to 2010 provide insight into their research and report on what has changed since they received these grants. The images represent the researchers' response to the question "What is especially important to your work, or to you personally?" or "What is your motto?" and also show a more personal side of our grant and award recipients.



ONE LITTLE IDEA CAN TRIGGER COUNTLESS FLASHES OF GENIUS

2006

- 08 Hannes-Jörg Schmiedmayer
- 10 Hartmut Häffner
- 12 Norbert Polacek
- 14 Piet Oliver Schmidt
- 16 Josef Teichmann
- 18 Gerald Teschl

2007

- 20 Christian Krattenthaler
- 22 Rudolf Zechner
- 24 Kathrin Breuker
- 26 Thomas Bugnyar
- 28 Otfried Gühne
- 30 Bernhard Lamel
- 32 Thomas Lörting
- 34 Paul Mayrhofer
- 36 Sigrid Wadauer
- 38 Thomas Wallnig

2008

- 40 Markus Arndt
- 42 Markus Aspelmeyer
- 44 Tom Battin
- 46 Massimo Fornasier
- 48 Daniel Grumiller
- 50 Alexander Kendl
- 52 Karel Riha
- 54 Kristin Tessmar-Raible
- 56 Christina Waldsich

2009

- 58 Jürgen Knoblich
- 60 Gerhard Widmer
- 62 Francesca Ferlino
- 64 Ilse Fischer
- 66 Arthur Kaser
- 68 Manuel Kauers
- 70 Thorsten Schumm
- 72 David Teis

2010

- 74 Wolfgang Lutz
- 76 Julius Brennecke
- 78 Barbara Horejs
- 80 Barbara Kraus
- 82 Melanie Malzahn
- 84 Florian Schreck
- 86 Bojan Zagrovic

FWF BODIES & STATISTICS

- 89 Die internationale START- und Wittgenstein-Jury 2011
The International START and Wittgenstein Jury 2011
- 92 Das FWF Kuratorium 2011 | The FWF Board 2011
- 94 Auszeichnungen und Preise nach Wissenschaftsgebiet
Grants and awards by discipline
- 95 Auszeichnungen und Preise nach Bundesland und Institution
Grants and awards by federal province and institution
- 96 Anzahl der Kandidatinnen und Kandidaten und Preise
Number of candidates and grants/awards
- 98 Impressum | Publishing information

inhalt* contents



Wittgenstein 2006 Physics

Hannes-Jörg Schmiedmayer

RESEARCHER PROFILE

Name

Hannes-Jörg Schmiedmayer

Born

1960 in Vienna, Austria

Contact

Vienna Center for Quantum Science
and Technology, Vienna University of
Technology (TU Wien)
Stadionallee 2, A-1020 Vienna
schmiedmayer@atomchip.org
<http://www.atomchip.org>
<http://vcq.quantum.at>

EINE WERKBANK FÜRS FUNDAMENTALE

In der Quantenphysik ist die Theorie dem Experiment oft um Jahrzehnte voraus, weil die Technik erst entwickelt werden muss. Hannes-Jörg Schmiedmayer dreht den Spieß um: Er versucht experimentell, die Dynamik in ultrakalten Quantensystemen zu beherrschen. „Die Gleichgewichtszustände in solchen Systemen lassen sich oft noch berechnen, aber bei der Nicht-Gleichgewichtsdynamik sind noch sehr viele Fragen offen. Das macht es für mich besonders spannend.“ Spannend ist dies auch für die Entwicklung des Quantencomputers, denn der, so Schmiedmayer, „ist nichts anderes als ein wechselwirkendes Quantenvielteilchensystem.“ Das Management dieser Wechselwirkungen gibt den Quanteninformatikern gerade viel aufzulösen.

Der Experimentalphysiker wurde 2006 mit einem eigens für ihn am Atominstitut der TU Wien geschaffenen Forschungslabor zur Heimkehr aus Heidelberg bewogen. Er wiederum brachte eine Eigenentwicklung mit, die inzwischen weltweit beforscht wird: den Atomchip, der für den Quantencomputer vielleicht einmal das sein wird, was der Siliconchip für den elektronischen Computer war. Dafür gab es 2006 auch den Wittgenstein-Preis.

Derzeit nützt Schmiedmayer mit seiner Gruppe den Atomchip als „Werkbank“ für Quantenexperimente mit Hunderten Atomen. Nicht nur die Dynamik unter den Teilchen, sondern auch ihre Neigung, aus dem Quantenzustand herauszufallen – die Dekohärenz –, lässt sich so untersuchen. Zugleich spürt er neuen oder noch wenig verstandenen physikalischen Phänomenen nach. Dahinter steht das langfristige Projekt, „die Natur zu verstehen“: Welche Gesetze liegen dem Universum zugrunde?

Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Verbesserung der Gesamteigenschaften von Quantensystemen. Schmiedmayers Lösung: die unterschiedlichen Fähigkeiten von Teilchen in jeweils eigenen Systemen zu optimieren und diese dann quantenmechanisch zu verschalten.

„Quantum-Interconnect“ nennt er dieses Projekt, für das er einen Spezialisten auf dem Gebiet der Supraleiter, Johannes Majer, von der Yale University gewonnen hat. Ganz neu dabei ist die Arbeit mit bewusst verunreinigten Diamanten: In deren Kristallstruktur sind Stickstoffatome eingebracht, neben denen jeweils ein Kohlenstoffatom fehlt. Sie ergeben, so Schmiedmayer, „Quantensysteme mit fantastischen Möglichkeiten.“ Schon ist es gelungen, eine Verbindung zwischen den Einschlüssen eines Diamanten und einem supraleitenden Schaltkreis zu bauen.

Majer wurde mit Wittgenstein-Geld angeheuert. Via Projektantrag hätte das Monate gedauert. Auch wenn im Wettbewerb schnell ein Gerät her muss, greift Schmiedmayer in die „Kampfkasse“, wie er seinen inzwischen vielfach amortisierten Wittgenstein-Preis nennt. Über das eigene Labor hinausdenkend meint er: „Mit einem Wittgenstein-Preis kann ich 30 Arbeitsjahre für Jungwissenschaftler finanzieren. Ich frage mich, ob man sich bei Tunnelbauten oder Bankenrettungen überlegt, wie viel Geld da wirklich hineinfließt! Da geht's oft um Beträge, die hundert Jahren Finanzierung des FWF entsprechen.“

Sparen im Bildungsbereich hält er für völlig falsch: „Bildung ist das wichtigste Gut. Unsere Gesellschaft hat die Pflicht, jedem die bestmögliche Ausbildung zu ermöglichen, aber auch das Recht, von jedem dann sein Bestes zu verlangen.“

Er selbst kennt keine 40-Stunden-Woche. „Dafür versuch' ich einmal im Jahr, einen Monat ganz abzuhaufen“ – etwa nach China, woher seine Frau kommt. „In chinesischen Dörfern stehen noch immer Statuen, die an Einheimische erinnern, die vor Hunderten Jahren die schwierige Beamtenprüfung geschafft haben. Damit konnte man es bis zum höchsten Berater des Kaisers schaffen. In China sieht man das noch immer so: Bildung als Möglichkeit, um sich zu emanzipieren.“

“I’m using the funds from the Wittgenstein Award as a ‘war chest’ to finance research in new areas.”

A WORKBENCH FOR FUNDAMENTAL RESEARCH

In quantum physics, theory often precedes actual experiments by decades because the required technologies have yet to be developed. Hannes-Jörg Schmiedmayer has reversed this sequence: His current experiments are an attempt to control the dynamics in many-body ultracold quantum systems. “The states of equilibrium in such systems can often be calculated, but there are still many unresolved issues with regard to non-equilibrium dynamics. That’s what makes it especially exciting to me.” His work is certainly also exciting for the development of the quantum computer, which he considers to be “an interacting many-body quantum system.”

Schmiedmayer, an experimental physicist, was persuaded to return home from Heidelberg in 2006 when he was offered his own research laboratory in the Institute of Atomic and Subatomic Physics at Vienna University of Technology. For his part, he brought along an invention of his own which is now being researched all over the world: the atom chip, which might someday do for quantum computers what the silicon chip did for today’s electronic computers. For these efforts, he also received the Wittgenstein Award in 2006.

Schmiedmayer and his group are currently using the atom chip as a ‘workbench’ for quantum experiments with hundreds of atoms. In this way, they can examine not only the dynamics among the particles, but also their decoherence, that is, their tendency to drop out of the quantum state. At the same time, Schmiedmayer and his team are investigating new and little-understood physical phenomena. What drives his research is his long-term goal of “understanding nature”: What underlying laws govern the universe?

Another of Schmiedmayer’s focus areas of research is improving the overall properties of quantum systems. Schmiedmayer’s solution: optimise the different capabilities of particles in their own systems and then create a quantum link between them. For this project, which Schmiedmayer refers to as ‘Quantum Interconnect’, he was able to bring in Johannes Majer, a specialist in the field of superconductors from Yale University. One entirely new development is Schmiedmayer’s work with deliberate impurities in diamonds: Nitrogen atoms are inserted in the crystal structure, and next to each of those atoms a carbon atom is missing. This arrangement produces “quantum systems with fantastic potential.” They have already succeeded in building a link between the defect centres in a diamond and a superconductor circuit.

Majer was hired using funds from the Wittgenstein Award, a process which would have taken months if a grant application had been required. And when his team urgently needs equipment in order to stay competitive, Schmiedmayer digs into his ‘war chest’, as he now calls his Wittgenstein Award, which has already paid for itself many times over. Thinking beyond his own laboratory, he comments: “With a Wittgenstein Award, I can finance 30 years of work for young scientists. I wonder if people ever consider how much money really goes into tunnel construction or bank rescue packages, which often involve amounts which could finance the FWF for a hundred years.” He believes budget cuts in education are completely wrong: “Education is our most important asset. Our society has an obligation to offer the best possible education for everyone – but also the right to demand that everyone do their best.”

For Schmiedmayer himself, there’s no such thing as a 40-hour work week. “Instead, I try to disappear for a whole month once a year” – for example to China, his wife’s homeland. “In Chinese villages, there are still statues reminding us of local figures who passed the difficult civil service examination hundreds of years ago. Those who passed the exam could advance to very high positions, even becoming top advisors to the emperor. And people still see it that way in China: education as the means of self-emancipation.”

BIOGRAPHY

1978–1983 Studies of physics and astronomy (TU Wien, University of Vienna)

1981 CERN Summer Student

1983–1984 Researcher at CERN

1984–1987 Ph.D. in physics, TU Wien

1985–1990 Assistant, Institute for Nuclear Physics, TU Wien

1988 Viktor Hess Prize (Austrian Physical Society)

1990–1992 Erwin Schrödinger Fellowship (FWF)

1990–1995 Postdoc and Visiting Scientist, Harvard University and MIT, Cambridge, MA, USA

1992 Excellence in R&D Award: Oak Ridge National Laboratory

1993–1997 Assistant, Institute for Experimental Physics, University of Innsbruck

1994–1997 APART Fellowship, Austrian Academy of Sciences

1997–2000 Associate Professor (with tenure), University of Innsbruck

2000–2006 Full Professor, Physikalisches Institut, University of Heidelberg

2003–2006 Visiting Professor, University Beijing, China

2006 Full Professor, TU Wien

Wittgenstein Award

2010 Corresponding Member, Austrian Academy of Sciences



RESEARCHER PROFILE

Name

Hartmut Häffner

Born

1970 in Mainz, Germany

Contact

Department of Physics
University of California, Berkeley
366 LeConte Hall, #7300, Berkeley, CA
94720-7300, USA
<http://physics.berkeley.edu>

START 2006

Physics

Hartmut Häffner

TÜFTLER, SPORTLER, LIEBENDER

Hartmut Häffner ist einer von einer Handvoll Supertüftlern, die weltweit die besten Quantenrechner produzieren. Er hat einen Professorenposten an der University of California, Berkeley, und leitet dort die Ionenfallengruppe. Die Arbeitsbedingungen sind exzellent, die Studentinnen und Studenten hoch motiviert. Seiner Sportbegeisterung bietet Kalifornien viel Wind zum Windsurfen, wilde Wasser zum Paddeln und im Winter unverspurte Schneehänge für atemberaubende Schitouren. Ob er glücklich ist? „Ich bin glücklich, weil ich hier mit meiner Frau zusammen sein kann.“ Bis Ende 2008 arbeitete Häffner in Professor Rainer Blatt's Gruppe für Experimentelle Physik an der Universität Innsbruck. Er spielte eine Hauptrolle bei der Teleportation von Atomen und heimste Starhonorare ein als Erster, dem es gelang, ein Quanten-Byte zu erzeugen. 2006 gewann er mit „Kopplung von Ionenfallen-Quantencomputern“ ein START-Projekt.

Auch Häffners Frau ist Wissenschaftlerin, genauer: Biologin. Sie arbeitet seit längerem in Berkeley. Vor einigen Jahren wollte sie nach Europa zurückkehren, fand aber keinen aussichtsreichen Job. Dann aber tat sich in Berkeley für Hartmut Häffner eine passende Professorenstelle in der Quantenphysik auf. Er bewarb sich und wurde mit offenen Armen aufgenommen, nicht zuletzt wegen des START-Projekts: „Ich hatte durch das Projekt Erfahrung in Mitarbeiterführung und Projektmanagement.“ Es tat ihm leid, START aufgeben zu müssen. Doch folgte ihm ein Teil seines Innsbrucker Teams nach Berkeley, sodass er die Arbeit an den Ionenfallen fast nahtlos fortsetzen konnte. Nach hohen Erwartungen in den 1990ern, dass sich Ionenfallen in nicht allzu ferner Zukunft zu großen Quantencomputern würden ausbauen lassen, erwies sich die Realisierung als schwieriger: Die Zahl der elektromagnetisch eingefangenen Ionen, die sich in einer einzigen Falle kontrollieren, miteinander in Wechselwirkung bringen und damit zum Rechnen nützen ließen, erschien nun begrenzt. „Je mehr Ionen in einer Falle gespeichert waren, desto schwieriger wurde es, ihre Wechselwirkungen zu überblicken“, erklärt Häffner. „Es ist ein Chaos. Mehr als 1000 Teilchen pro Falle sind nicht denkbar.“ Die Lösung lag auf der Hand: Wenn es gelingt, einzelne Ionenfallen aneinander zu koppeln, dann sollte sich ihre Rechenleistung ebenso addieren, wie wenn man klassische Computer verlinkte.

Genau dieses Ziel hat sich Häffner im START-Projekt vorgenommen: Die Verbindungen zwischen den Ionenfallen zu entwickeln. Er sieht keinen Grund, warum das nicht mit einfachen Kupferdrähten funktionieren sollte: Die quantenmechanische Bewegung eines Ions in einer Falle bringt Strom im Draht zum Fließen, der dann die Bewegungen der Ionen in einer anderen Falle beeinflusst.

Probleme ergaben sich auch von anderer Seite: Die neuartigen Ionenfallen, deren sich das Experiment bediente, arbeiteten nicht so, wie sie sollten. Das kostete Häffner viel Zeit, brachte ihm aber auch fundamentale Erkenntnisse. In Berkeley sucht er jetzt nach neuen Wegen, um mit dem Chaos in großen Ionenfallen fertigzuwerden – etwa durch Nutzung der Selbstordnungskräfte der Teilchen.

Der schwierige Prozess von Versuch und Irrtum, den Häffner in den vergangenen Jahren durchlief, lehrte ihn, seiner Intuition zu vertrauen. „Nichts ist ärgerlicher als ein Fehler, vor dem einen die innere Stimme gewarnt hat!“ Entsprechend wendet sich sein Experimentalkurs in Berkeley ausdrücklich an „jene Studenten, die ein intuitives Verständnis für die abstrakten Konzepte der Quantenmechanik entwickeln wollen“.



“Two German Tyroleans get married in California.”

A TINKERER, ATHLETE AND PASSIONATE PHYSICIST

Hartmut Häffner is one of a handful of super-inventors who produce the best quantum computers in the world. He is an assistant professor at the University of California, Berkeley, where he heads the Ion Trap Group. The working conditions are excellent, the students highly motivated. California also satisfies his enthusiasm for sports, as it offers plenty of wind for windsurfing, white water for paddling, and untouched, snowy slopes for breathtaking skiing experiences in the winter. Is he happy? “I am happy, because I can be with my wife here.”

Until the end of 2008, Häffner worked in Professor Rainer Blatt's group for experimental physics at the University of Innsbruck. His research led the way in teleportation with atoms, and he attained celebrity status when he was the first to create a quantum byte. In 2006, he received a START grant for his project ‘Coupling trapped ions via transmission lines for quantum computing’.

Häffner's wife is also a scientist – a biologist who has been working in Berkeley for years. Several years ago, she planned to return to Europe, but was unable to find a job with reasonable prospects. But then an assistant professorship for quantum physics opened up in Berkeley. Häffner applied for the position and was accepted with open arms, not least because of his START grant: “Thanks to the project, I had gained experience in managing employees and in project management.” He did regret having to give up his START project, but part of his team from Innsbruck followed him to Berkeley, allowing them to continue their work on ion traps almost seamlessly. In the 1990s, many had high expectations that ion traps could be expanded to create large quantum computers in the not-too-distant future, but realising this vision has proven to be more difficult than expected: The number of electromagnetically captured ions which could be controlled, forced to interact and thus used for computing purposes in a single trap appeared to be limited. “The more ions we stored in a trap, the more difficult it became to understand their interactions,” Häffner explains. “It's chaos. More than 1,000 particles per trap is inconceivable.” The solution was obvious: If they managed to couple individual ion traps, then their processing power would be compounded in the same way as when conventional computers are linked. This was precisely the objective of Häffner's START project: to develop links between ion traps. And he sees no reason why it shouldn't work with simple copper wires: The quantum motion of an ion in a trap sends a current through the wire, which will in turn affect the movement of ions in another trap.

Problems also arose on another front: The new type of ion traps used in the experiment did not work the way they were supposed to. That cost Häffner a great deal of time, but it also afforded him a number of significant fundamental insights. In Berkeley, he is now looking for new ways to deal with the chaos in large ion traps – for example by taking advantage of the particles' self-organising forces.

The difficult process of trial and error Häffner has gone through in the last few years has taught him to trust his intuition. “Nothing is more irritating than a mistake which the voice inside your head warned you about.” Accordingly, his experimental course in Berkeley is explicitly intended for “students who want to understand the abstract concepts of quantum mechanics intuitively.”

BIOGRAPHY

1992–1998 Undergraduate studies in physics at the University of Mainz

1998 Diploma thesis (atomic physics)

1999–2000 Graduate school in physics, University of Mainz and GSI Darmstadt

2000 Ph.D. in physics from University of Mainz (atomic physics)

2000–2001 Postdoc with William D. Phillips (quantum optics) at the National Institute of Standards and Technology (USA)

2001–2004 Scientific staff member at the University of Innsbruck, Marie Curie Fellow (2002–2004)

2004–2009 Senior Scientist at the Institute for Quantum Optics and Quantum Information of the Austrian Academy of Sciences

2006 START grant: Coupling of trapped ions for quantum computing

2009–present Assistant Professor at University of California, Berkeley

FELLOWSHIPS AND AWARDS

2000–2001 Feodor Lynen Fellowship (Alexander von Humboldt Foundation)

2002 Dissertation award of the University of Mainz

2002–2004 Marie Curie Fellowship, European Union

2009–present Mike Gyorgy Chair

2009–2010 Sloan Fellow



RESEARCHER PROFILE

Name

Norbert Polacek

Born

1970 in Vienna, Austria

Contact

Innsbruck Biocenter

Division of Genomics and RNomics

Innsbruck Medical University

Fritz-Pregl-Straße 3, A-6020 Innsbruck

norbert.polacek@i-med.ac.at

<http://genomics.i-med.ac.at>

START 2006

Biology

Norbert Polacek

MOLEKULARE STUDIEN AN DER QUELLE DES LEBENS

Man schreibt das Jahr 2000, Triumphjahr der Genetik. Das menschliche Genom ist entschlüsselt. Doch abseits des Rummels setzen drei Forscher einen weiteren Meilenstein: Sie klären die Kristallstruktur des Ribosoms auf. 2009 bringt ihnen dies den Nobelpreis.

Das Ribosom, ein riesiges Zellpartikel, besteht aus einem einzigen großen Enzym und ist die komplexeste katalytische Maschinerie, die wir kennen. Es kommt in jeder Zelle zu Tausenden vor und ist zuständig für die lebenswichtige Proteinsynthese. Seine Evolutionsgeschichte ist uralte und reicht weit zurück in eine Zeit vor den Formen heute bekannten Lebens, in eine „RNA-Welt“, die vor vielleicht vier Milliarden Jahren auf der Erde bestanden haben dürfte.

Diese molekulare Supermaschine aus der Urzeit – bis heute ein RNA-Gebilde – ist „die wissenschaftliche Heimat“ von Norbert Polacek. Hier frönt er seiner Faszination an der RNA, die, wie sich zunehmend herausstellt, durch ihre funktionelle Vielseitigkeit „der wahre Schlüssel zur Höherentwicklung des Lebens zu sein scheint.“

Zusammen mit dem Chemiker Ronald Micura von der Leopold-Franzens-Universität hat Norbert Polacek in den vergangenen Jahren in Innsbruck entscheidend dazu beigetragen, die molekularen Mechanismen der Proteinherstellung im Ribosom zu verstehen. Dass es so weit kommen konnte, verdankt er kontinuierlicher Förderung durch den FWF. „Ich bin ein Kind des FWF“, sagt der Genetiker und Biochemiker, der heute eine zur Gänze aus außeruniversitären Mitteln finanzierte, neunköpfige ForscherInnengruppe an der Meduni Innsbruck führt.

Im Rahmen seines 2006 begonnenen START-Projektes gelangen Entdeckungen von internationaler Tragweite, darunter der im Vorjahr in *Nature Chemical Biology* publizierte „Schalter“ für die Kontrolle der „ribosomalen Förderkette“ für Transfer-RNAs: Transfer-RNAs beliefern das Ribosom mit Aminosäuren, den Bausteinen, aus denen im Ribosom Proteine hergestellt werden. Wenn eine Transfer-RNA ihre „Fracht“ abgeladen hat, dann muss die Kette weiterrutschen, um Platz zu machen für die nächsten mit Aminosäuren beladenen Transfer-RNAs. Um im Detail herauszufinden, wie das Ribosom dieses Weiterrutschen bewerkstelligt, entwickelten die Innsbrucker Forscherinnen und Forscher ein sensationelles Verfahren: die „atomare Mutagenese“. Dabei werden aus der RNA von Ribosomen gezielt kleine Stücke herausgeschnitten und durch Kopien ersetzt, die nur in einzelnen Atomen vom natürlichen Vorbild abweichen. Anhand der Fähigkeit der chemisch manipulierten Ribosomen, die Transfer-RNAs weiterrücken zu lassen, fanden die Wissenschaftler heraus, dass die Aminogruppe der Nukleotidbase Adenin 2660 als „Schalter“ fungiert.

Mittlerweile geht das START-Projekt, das das Rückgrat dieser Forschungsarbeiten bildet, auf sein Ende – im Jahr 2012 – zu. Aktuelle Erkenntnisse von Polaceks Gruppe könnten in eine neue Antibiotika-Generation münden, die das Ribosom von Krankheitserregern angreift und inhibiert.

Um die Zukunft dieser wichtigen Arbeit angesichts immer spärlicherer Forschungsgelder abzusichern, bewirbt sich Polacek seit einiger Zeit um Professorenstellen im Ausland. Schon einmal gelang es ihm, aus einer ähnlichen Situation das Beste zu machen: Als er einen Diplomarbeitsplatz suchte, war er noch Spieler im Handballnationalteam und wollte Training und wissenschaftliches Arbeiten vereinbaren. Nach mehrmaligem Abblitzen fand er in der Gruppe von Professorin Andrea Barta am Institut für Biochemie in Wien freundliche Aufnahme und landete damit nirgendwo anders als – in der RNA-Welt.

“Molecular insight into biology: my research motivation
(the inquisitive look of my son Kilian).”

MOLECULAR STUDIES ON THE SOURCE OF LIFE

In the year 2000, genetics saw one of its greatest triumphs: The human genome was finally decoded. But aside from all the jubilant celebration, three researchers reached another milestone by determining the crystal structure of the ribosome, and in 2009 their work earned them a Nobel Prize.

The ribosome, a large cell particle, consists of a single large enzyme and represents the most complex catalytic machine known to science. Each cell contains thousands of ribosomes, which are responsible for the vital process of protein synthesis. Its evolutionary history goes far back to a time before modern life forms came about, to an “RNA world” which appears to have existed on Earth some four billion years ago. This molecular ‘super-machine’ from primordial times – which has remained an RNA structure until today – is Norbert Polacek’s ‘scientific turf’. It is here that he indulges in his fascination with RNA, the functional versatility of which increasingly appears to be “the true key to the higher development of human life.”

Together with chemist Ronald Micura from the University of Innsbruck, Polacek has made a decisive contribution to our understanding of the molecular mechanisms involved in protein production in the ribosome. And he is grateful for the continuous support of the FWF, which has helped him make such a great contribution: “I am a child of the FWF, so to speak,” says the geneticist and biochemist, who is currently leading a nine-person research group financed entirely by non-university funds at Innsbruck Medical University.

In the course of his START project, which began in 2006, his team has succeeded in making breakthrough discoveries with high international impact, including the ‘switch’ controlling the ‘ribosomal conveyor belt’ for transfer RNA as published in *Nature Chemical Biology* last year: Transfer RNAs supply the ribosome with amino acids, the building blocks with which proteins are produced in the ribosome. Once a transfer RNA has unloaded its ‘freight’, the chain has to move forward in order to make room for the next transfer RNAs carrying amino acids. In order to find out precisely how the ribosome triggers this forward movement, Polacek’s team in Innsbruck developed a sensational method known as ‘atomic mutagenesis’.

This process involves deliberately removing small pieces from the RNA in ribosomes and replacing them with copies in which only single atoms differ from the natural model. Based on the chemically manipulated ribosomes’ ability to reposition the transfer RNAs, the scientists found that the amino group of the nucleotide base adenine 2660 acts as a trigger.

The START project supporting this research is now approaching its end (2012). Recent insights generated by Polacek’s group could lead to the development of a new generation of antibiotics which attack and inhibit the ribosome in pathogens.

In order to secure a future for this work despite the increasingly sparse funding available, Polacek has been applying for professorships abroad for some time now. He has already succeeded in making the best of such a situation in the past: When he was looking for a master’s thesis supervisor, he was still an active member of Austria’s national handball team and wanted to combine his training and his scientific work. After several rejections, he found a spot in Professor Andrea Barta’s group at the Institute for Biochemistry in Vienna – where he ended up working in the world of RNA, of course.

BIOGRAPHY

1988–1996 Studies of biology/genetics at the University of Vienna

1995–1996 Diploma thesis, Institute of Biochemistry

1996 Graduation (*Mag. rer. nat.*)

1997–2000 Ph.D. thesis, Institute of Medical Biochemistry, Vienna

Oct. 1998–Nov. 1999 Research fellow at the Max Planck Institute for Molecular Genetics, Berlin

2000 Graduation (*Dr. rer. nat.*)

2000–May 2003 Postdoc at the Center for Pharmaceutical Biotechnology, University of Illinois at Chicago, IL, USA

July 2003–present Assistant Professor at the Innsbruck Biocenter, Division of Genomics & RNomics, Innsbruck Medical University

2005 *Venia docendi* in molecular biology at Innsbruck Medical University

Associate Professor, Innsbruck Medical University

2006 START grant: Nucleotide Analogue Interference in the Ribosome

Novartis Research Prize for Biology

2008 Research Award of the Principality of Liechtenstein



RESEARCHER PROFILE

Name

Piet Oliver Schmidt

Born

1970 in Schwäbisch Hall, Germany

Contact

QUEST Institute for Experimental Quantum Metrology, Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig and University of Hannover, Bundesallee 100, D-38116 Braunschweig
piet.schmidt@ptb.de
<http://www.quantummetrology.de>

START 2006

Physics

Piet Oliver Schmidt

MESSTECHNIK FÜR DIE *THEORY OF EVERYTHING*

Seit geraumer Zeit rütteln Forscher am Standardmodell der Teilchenphysik. Doch um dieses zu ersetzen, müsste eine Quantentheorie gefunden werden, die alle vier fundamentalen Kräfte vereinigt. Einige Kandidaten für solch eine „Theorie für alles“ räumen ein, dass fundamentale Konstanten sich im Lauf der Zeit ändern könnten.

Zum ersten Mal äußerte diese Idee 1937 der britische Physiker Paul Dirac. Seine Hypothese setzte die Stärke der elektromagnetischen Wechselwirkung und der Schwerkraft in Beziehung zum Alter des Universums. Da das Universum weiter altert, müsste sich demnach auch eine der fundamentalen Konstanten ändern, die den Elektromagnetismus oder die Gravitation bestimmen. Unter Anwendung von Technologien, die für einen künftigen Quantencomputer entwickelt wurden, untersucht der Experimentalphysiker Piet O. Schmidt in hochpräzisen Messungen, ob sich fundamentale Konstanten wirklich ändern können.

Schmidt ist seit 2009 innerhalb des deutschen Exzellenzclusters QUEST (Centre for Quantum Engineering and Space-Time Research) Leiter des Instituts „Experimental Quantum Metrology“ an der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig. Dort setzt er jene Arbeit fort, die er 2003 am National Institute of Standards and Technology (NIST) in Boulder, USA, begann und ab 2005 am Institut für Experimentalphysik der Universität Innsbruck in der Gruppe um Professor Rainer Blatt weiterentwickelte und für die er 2006 das START-Projekt bekam. Aufgrund seiner Vorarbeit ging 2008 am NIST die genaueste Uhr der Welt – eine Aluminium-Ionen-Uhr zur Messung optischer Frequenzen – in Betrieb, die, wie der Forscher veranschaulicht, „in 3 Milliarden Jahren nur eine Sekunde falsch geht“.

Aus dem Langzeitvergleich von zwei Atomuhren, „deren Frequenzen in unterschiedlicher Weise von einer Konstanten abhängen“, sollten Aussagen über die Veränderlichkeit der betreffenden Konstante möglich sein. Tatsächlich konnte in einem kürzlich durchgeführten Einjahres-Vergleich der Aluminium-Uhr mit einer Quecksilber-Uhr die Obergrenze einer möglichen Änderungsrate der Feinstrukturkonstante, die die Stärke der elektromagnetischen Wechselwirkung angibt, um eine Größenordnung verfeinert werden.

Astrophysikalische Beobachtungen von Quasaren – diese gehören zu den ältesten Objekten im Universum – weisen unterdessen auf eine Veränderung der Feinstrukturkonstanten auf kosmologischen Zeitskalen hin. „Auf dem Weg zur Erde durchquert Licht der Quasare interstellare Materiewolken, deren Atome genau jene Lichtanteile absorbieren, mit denen sie in Resonanz geraten. Diese Anteile fehlen dann in dem Spektrum, das bei uns eintrifft. Die Urzeitatome hinterlassen also auf dem Quasar-Licht sozusagen ihren Fingerabdruck, der mit dem heutiger Atome verglichen werden kann“, erläutert Piet O. Schmidt. Dazu entlockt er Atomen im Labor – mit einer von ihm und Kollegen am NIST entwickelten Form der Spektroskopie – Vergleichsspektren. Dabei wird ein so genanntes Logik-Ion zusammen mit einem Spektroskopie-Ion in einer Ionenfalle festgesetzt. Das Logik-Ion dient als eine Art Vermittler und hilft sowohl bei der Laserkühlung als auch bei der Vermessung des Spektroskopie-Ions mit einem optischen Frequenzkamm. Die Ergebnisse stellt Schmidt Astronomen als Vergleichsgrundlage für die Auswertung des Restlichtes der Quasare zur Verfügung.

Dass Schmidt noch heute in der Wissenschaft arbeitet, hat auch mit dem START-Programm zu tun: „Es hat mir Chancen eröffnet, ohne die ich mich vielleicht für andere Karriere-Optionen entschieden hätte.“

"I enjoy climbing the mountains around Innsbruck as a balance to my work. It also reminds me of the way we do science: one small step after the other until you reach the summit, and all efforts are forgotten at the beauty of the sight."

MEASUREMENT TECHNOLOGY FOR THE *THEORY OF EVERYTHING*

For quite a while now, researchers have been challenging the standard model of particle physics. But in order to replace that model, one would have to develop a new quantum theory which accommodates all four fundamental interactions in physics. Several candidates for this 'Theory of Everything' allow for the idea that fundamental constants might change over time.

The first one to propose this idea was the British physicist Paul Dirac in 1937. His hypothesis related the strength of electromagnetic interaction and gravity to the age of the universe. As the universe is still ageing, the hypothesis asserts that one of the fundamental constants determining electromagnetism or gravitation must also be changing. Using technologies developed for the quantum computers of the future, experimental physicist Piet O. Schmidt is making extremely precise measurements to examine whether fundamental constants actually can change.

Since 2009, Schmidt has been head of the Institute for Experimental Quantum Metrology at the Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig, which is part of the QUEST (Centre for Quantum Engineering and Space-Time Research) cluster of excellence in Germany. In that position, Schmidt is continuing the work which he started at the National Institute of Standards and Technology (NIST) in Boulder, Colorado in 2003, which he developed further in Professor Rainer Blatt's group at the University of Innsbruck's Institute for Experimental Physics, and for which he received a START grant in 2006. On the basis of Schmidt's preliminary work, the most accurate clock in the world went into operation at NIST in 2008 – an aluminium ion clock which measures optical frequencies and, as Schmidt explains, "will only lose or gain a second over three billion years."

Based on a long-term comparison of two atomic clocks "whose frequencies depend on a constant in different ways," it should be possible to make statements on the changeability of that constant. In fact, a recent one-year comparison of the aluminium clock with a mercury clock enabled scientists to refine the upper limit of the possible rate of change in the fine-structure constant, a quantity measuring the strength of electromagnetic interactions, by one order of magnitude.

Astrophysical observations of quasars, which are among the oldest objects in the universe, point to changes in the fine-structure constant over cosmological time periods. "On its way to Earth, light from the quasars passes through interstellar clouds of matter, whose atoms absorb the light at certain frequencies. These frequencies are then missing in the spectrum that reaches us. These very old atoms thus leave 'fingerprints' on the quasar's light, and their fingerprints can be compared to those of today's atoms," Schmidt explains.

In his work, he derives reference spectra from atoms in the lab using a form of spectroscopy he developed in cooperation with his colleagues at the NIST. This technique involves simultaneously capturing a 'logic ion' and a spectroscopy ion in an ion trap. The logic ion serves as a kind of 'agent' and helps in the process of laser cooling as well as the measurement of the spectroscopy ion using an optical frequency comb. Schmidt makes these results available to astronomers as a reference in the analysis of residual light from quasars.

The fact that Schmidt is still working in science is also linked to his START project: "It opened up opportunities without which I might have decided to pursue a different career path."

BIOGRAPHY

1994–1995 Master of Science in physics at Portland State University, OR, USA

1997–1998 Diploma in physics at the University of Konstanz with J. Mlynek

1998–2003 Ph.D. in physics at the University of Stuttgart with T. Pfau

1999–2002 Fellow, German National Academic Foundation

2003–2005 Feodor Lynen Fellow, Alexander von Humboldt Foundation

Postdoc at NIST in Boulder, CO, USA, with J. Bergquist and D. Wineland; AvH host: J. Hall (JILA)

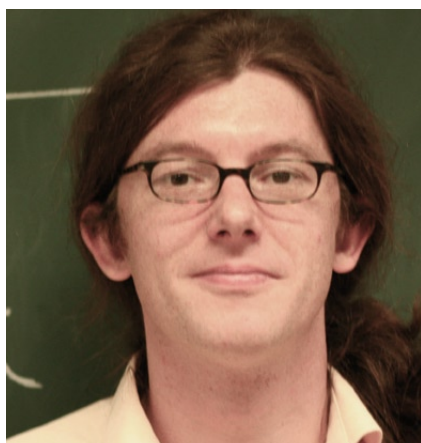
2004 Best Thesis Award, University of Stuttgart

2005–2008 Senior Scientist, University of Innsbruck, with R. Blatt

2006 START grant: Direct Frequency Comb Spectroscopy using Quantum Logic

2009–present W3 Professor at the University of Hannover and the Physikalisch-Technische Bundesanstalt in Braunschweig

2010 Young Scientist Award, European Time and Frequency Forum (EFTF)



START 2006 Mathematics

Josef Teichmann

RESEARCHER PROFILE

Name

Josef Teichmann

Born

1972 in Lienz, Austria

Contact

Department of Mathematics, ETH Zurich
Rämistrasse 101, CH-8092 Zürich

josef.teichmann@math.ethz.ch

<http://www.math.ethz.ch>

DIE GEOMETRIE DER FINANZMÄRKTE

Die prägenden Kindheits- und Jugendjahre verbrachte Josef Teichmann in Oberkärnten und Osttirol: „In meiner Schulzeit waren die aufgeklärteren Ideen der Siebziger-Jahre bereits spürbar – als Alternative zu Religion und Nationalem.“ Josef Teichmann ließ sich inspirieren und brach auf – zu einer persönlichen Entdeckungsreise und einer wissenschaftlichen Karriere, die ihn von Graz über Besançon, Wien, Paris bis nach Zürich, und auf Reisen um die ganze Welt führen sollte.

In Graz entdeckte er die Liebe zur Mathematik. In Besançon – „ein damals noch wunderbar unorganisiertes und unbürokratisches ERASMUS-Jahr“ – ließ er sich vom Zauber Frankreichs und der Faszination der mathematischen Disziplin der Stochastik erfassen. Nach seiner Rückkehr nach Wien bewog ihn sein kritisches politisches Interesse zur Mitarbeit im Verein Gedenkdienst und – nach Abschluss der Dissertation bei Professor Peter Michor – zum Zivildienst im Psychosozialen Zentrum ESRA, das sich unter anderem der Unterstützung von NS-Überlebenden und deren Angehörigen widmet. Seither begleitet ihn „die kritische Auseinandersetzung mit der österreichischen Geschichte des 20. Jahrhunderts.“ Als Postdoc an der TU Wien in der Gruppe von Professor Walter Schachermayer fand Josef Teichmann über die Stochastik zur Finanzmathematik, begeistert vom „Wechselspiel zwischen abstraktem mathematischen Denken rund um den Zufall und konkreten Anwendungen in der Wirtschaft.“

Die Stochastik beschäftigt sich mit der mathematischen Modellierung und allem, was sich mathematisch präzise über Zufallsverhalten aussagen lässt. Ein bekanntes stochastisches Phänomen, „das in verschiedenen Bereichen der Wirklichkeitsmodellierung immer wieder auftaucht“, ist die Brownsche Bewegung. Ob das nun die charakteristischen Zitterbewegungen kleiner Teilchen sind, die in einer Flüssigkeit rein zufällig von Molekülen angestoßen werden, oder die Entscheidungen von Käuferinnen und Käufern auf einem Aktienmarkt, die zu einem Preis führen – in beiden Fällen lässt sich berechnen, mit welcher Wahrscheinlichkeit bestimmte Zustände des Systems auftreten werden. Mit dem START-Projekt zur Geometrie stochastischer Differenzialgleichungen bekam Josef Teichmann seine eigene Forschungsgruppe. „Das war wunderbar, denn damit konnten wir frei vom dauernden Antragsdruck unseren mathematischen Ideen nachgehen.“ Dazu zählte auch die Weiterentwicklung des Konzepts der „affinen Prozesse“ – einer Klasse von Modellen, „denen genügend Flexibilität innewohnt, um komplexe Wirklichkeit abzubilden, die aber auch die Anpassung – Stichwort Kalibrierung – der Modelle an die Wirklichkeit in Echtzeit erlauben.“

Hoch entwickelte mathematische Modelle dieser Art ermöglichen den Austausch von Risiken, wie Kredit-, Währungs- oder Pensionsfondsrisiken, ohne die es keine globale Finanzwirtschaft gäbe. Die Risiken werden dabei in so genannte „derivative Instrumente“ verpackt und gehandelt.

Aber haben nicht gerade solche „Instrumente“ die „Krise“ der vergangenen Jahre verursacht?

„Ich sehe diese Krise zuerst als eine Krise der Ausbildung: Das mathematische Know-how, das man zur Beherrschung dieser Instrumente braucht, ist bei weitem noch nicht auf allen Ebenen der Finanzwelt angekommen. Zweitens war die Krise auch eine Folge fehlender Transparenz: Die Zugänglichkeit aller Informationen – Stichwort Ratings –, die sowohl für die allgemeine gesellschaftliche Beurteilung als auch für eine präzise quantitative Modellierung erforderlich sind, war vielfach nicht gewährleistet.“

Seit 2009 forscht und wirkt der „leidenschaftliche Familienvater und Universitätslehrer“ als Professor für Finanzmathematik an der ETH Zürich.

“The START project is really wonderful because it has allowed us to pursue our ideas in mathematics without the constant pressure of having to write grant proposals.”

THE GEOMETRY OF THE FINANCIAL MARKETS

Josef Teichmann spent his formative childhood years in the mountains of Carinthia and Eastern Tyrol: “When I was in school, the more progressive ideas of the 1970s were already making themselves noticed, especially as an alternative to religion and national issues.” Teichmann was inspired by those ideas, so he set out on a personal journey of exploration and a career in science which would take him to Graz, Besançon, Vienna, Paris and Zurich, and on other trips all over the world.

In Graz, he discovered his love of mathematics. In Besançon – “back then, a wonderfully disorganised and unbureaucratic ERASMUS year” – he was fascinated by the charms of France as well as the discipline of stochastic mathematics. Upon returning to Vienna, his critical interest in politics motivated him to work for the *Gedenkdienst* association, which is devoted to investigating the causes and effects of National Socialism. After finishing his dissertation under Professor Peter Michor, he completed his civil service at the ESRA psychosocial centre in Vienna, which provides support for Holocaust survivors and their families. Since that time, his interest in a “critical examination of Austrian history in the 20th century” has remained strong.

As a post-doctoral researcher in Professor Walter Schachermayer’s research group at the Vienna University of Technology, Teichmann found his way from stochastic theory to financial mathematics, above all because he was fascinated by the “interaction between abstract mathematical theory about randomness and its concrete applications in the business world.”

Stochastic theory deals with mathematical modelling and mathematically precise statements on random behaviour. One well-known stochastic phenomenon “which pops up again and again in various areas of reality modelling” is Brownian motion. This type of motion can refer to the characteristic trembling of small particles bumped at random by molecules in a liquid, or to the purchase decisions which lead to price determination on a stock market. In both cases, it is possible to calculate the probability with which certain states will arise in the system.

With the START grant for his project on the geometry of stochastic differential equations, Teichmann was able to set up his own research group. “It’s really wonderful, because it has allowed us to pursue our ideas in mathematics without the constant pressure of having to write grant proposals.” Their work has also included refining the concept of ‘affine processes’ – a class of models which “are inherently flexible enough to depict complex realities, but also allow the model to be adjusted – or calibrated – to reality in real time.”

Highly advanced mathematical models of this kind make it possible to trade off risks such as credit risk, foreign exchange risk or pension fund risk, without which there would be no global financial market. These risks are packaged and traded in the form of derivative financial instruments.

But didn’t those ‘instruments’ just cause the ‘crisis’ in recent years?

Teichmann’s response: “I see this crisis primarily as one of education: The mathematical know-how required in order to understand those instruments has certainly not diffused to all levels of the financial world. Second, the crisis also resulted from a lack of transparency: In many cases, the accessibility of information (i.e. ratings) necessary for a general assessment by society and for precise quantitative modelling was not ensured.”

Teichmann, a “passionate father and university instructor” has been working and conducting research as a professor of (financial) mathematics at ETH Zurich since 2009.

BIOGRAPHY

1990–1996 Degree programme (*Magister*) in mathematics at the University of Graz, Austria

1994–1995 DEA (5th year of studies) at Université de Franche-Comté Besançon, France

1996–1999 Dissertation on Infinite Dimensional Lie Theory from the Point of View of Functional Analysis, University of Vienna, Austria (supervisor: Peter Michor)

1999–2000 Activities in the *Gedenkdienst* association, civil service for the Jewish Community of Vienna (ESRA)

2000–2002 Postdoc position under Walter Schachermayer at the Institute of Financial and Actuarial Mathematics, Vienna University of Technology (later Assistant Professor)

2002 *Habilitation* (Geometry of Interest Rates) for position of Associate Professor

2002–2009 Associate Professor, Vienna University of Technology

2007 START grant: Geometry of stochastic differential equations

2009–present Professor of financial mathematics at ETH Zurich



RESEARCHER PROFILE

Name

Gerald Teschl

Born

1970 in Graz, Austria

Contact

Faculty of Mathematics

University of Vienna

Nordbergstraße 15, A-1090 Vienna

Gerald.Teschl@univie.ac.at

<http://www.mat.univie.ac.at>

START 2006 Mathematics

Gerald Teschl

VON EXTREMWELLEN BIS ATEMLUFT: MATHEMATIK FÜR BREITE SPEKTREN

Die Intuition tut sich schwer mit den Solitonen – jenen überraschend stabilen Wellenformationen, die weder zerlaufen noch brechen. Erstmals beschrieben wurde das Phänomen 1834 von dem jungen Ingenieur John Scott Russell, der zusah, wie ein von Pferden gezogenes Boot in einem schottischen Kanal abbremste: „Die Wassermasse im Kanal ... sammelte sich rund um den Schiffsbug in einem Zustand wilder Erregung, ließ das Schiff dann plötzlich hinter sich, rollte mit hoher Geschwindigkeit vorwärts und nahm dabei die Form einer großen einzelnen Erhöhung an ...“ Russell begleitete die mysteriöse Welle meilenweit auf seinem Pferd, bis er sie in den Windungen des Kanals aus den Augen verlor. „Das war damals völlig neu!“, erzählt der mathematische Physiker Gerald Teschl. Aber erst 1895 gelang es den niederländischen Mathematikern Diederik Korteweg und Gustav de Vries, die Solitonenwellen, die weder zerlaufen („Dispersion“) noch brechen, theoretisch zu beschreiben. Dazu leiteten sie die nach ihnen benannte, nichtlineare partielle KdV-Differenzialgleichung her.

1955 stießen Enrico Fermi, John Pasta und Stanislaw Ulam unter Mithilfe der jungen Mathematikerin Mary Tsingou Menzel in einem der ersten Computereperimente der Geschichte, im Los Alamos National Laboratory in den USA, auf ein verwandtes Prinzip: Nachdem sie ein System gekoppelter Oszillatoren durch nichtlineare Störungen in scheinbares Chaos versetzt hatten, erkannten sie wider jedem Erwarten, dass sich schließlich Ordnung einstellte.

Etwa ein Jahrzehnt später gelang es Wissenschaftlern, die KdV-Gleichung mithilfe der von der Quantenmechanik entlehnten inversen Streutheorie zu lösen, wodurch sich die Welt der Solitonen zumindest mathematisch mit der Quantenwelt verband. Plötzlich brach ein Solitonen-Boom aus, denn das Konzept bot Erklärungsmodelle für unterschiedlichste Phänomene – von der Bildung von Monsterwellen im Ozean bis zur Reizleitung in Nervenzellen.

Sportsurfer lassen sich von nichtzerlaufenden Wellen in den Mündungstrichtern mancher Flüsse kilometerweit zu neuen Rekorden tragen. Die Technik nützt den Solitonen-Effekt, um große Datenmengen über lange Strecken durch Glasfaserkabel zu übertragen. Sonst muss das Signal wegen der in den Kabeln auftretenden Dispersion ständig verstärkt werden.

Gerald Teschl, der sich unter anderem bei der Beschreibung von Spektren mittels Schrödinger-Gleichungen – Stichwort „Oszillationstheorie“ – einen Namen gemacht hat, erhielt sein START-Programm für das Thema „Spektralanalyse und Anwendungen auf Solitongleichungen“. Doch verfolgt er mit seiner Gruppe an der Fakultät für Mathematik der Universität Wien auch andere Forschungsrichtungen: „Ich arbeite gern breit und greife Probleme auf, die sich im Gesamtkontext ergeben. Die Flexibilität, die mir das START-Programm einräumt, ist da einfach ideal.“ So steuert er – in einer Kooperation mit Professor Anton Amann von der Medizinischen Universität Innsbruck und Professor Karl Unterkofler von der FH Vorarlberg – in einem Projekt zur Weiterentwicklung der Atemluftanalyse den biomathematischen Teil bei: „Bei einem einzigen Ausatmen lassen sich rund 200 volatile organische Substanzen aufspüren. Wir erstellen mathematische Modelle, um daraus die Konzentration dieser Stoffe im Blut abzuleiten.“

Der mit einer Mathematikerin Verheiratete möchte aber auch den persönlichen Gewinn aus dem START-Programm nicht missen: „Jungen Kolleginnen und Kollegen eine Anstellung geben zu können und sie zu betreuen, zwingt einen zu wachsen und sich organisatorisch extrem zu verbessern. Wobei: Eigentlich die größten Schritte haben mir unsere zwei Kinder abverlangt!“

KdV

$$q_t = 6qq_x - q_{xxx}$$

solitons

dispersion

“Three things will never be believed – the true, the probable, and the logical.” – John Steinbeck, *The Winter of our Discontent*

FROM ROGUE WAVES TO BREATH ANALYSIS: MATHEMATICS FOR A BROAD RANGE OF APPLICATIONS

Solitons – those surprisingly stable wave formations which neither disperse nor break – are a major challenge to intuitive thinking. The phenomenon was first described in 1834 by a young engineer named John Scott Russell, who watched a horse-drawn boat come to an abrupt stop in a narrow channel in Scotland: “the mass of water in the channel [...] accumulated round the prow of the vessel in a state of violent agitation, then suddenly leaving it behind, rolled forward with great velocity, assuming the form of a large solitary elevation ...” On horseback, Russell chased the mysterious wave for a mile or two until he lost it in the windings of the channel.

“Back then, that was completely new!” exclaims Teschl, a mathematical physicist. It was not until 1895 that Dutch mathematicians Diederik Korteweg and Gustav de Vries succeeded in providing a theoretical description of soliton waves. In order to do so, they derived the non-linear partial differential equation named after them: the KdV differential equation.

In one of the first computer experiments in history, Enrico Fermi, John Pasta and Stanislaw Ulam – with the help of the young mathematician Mary Tsingou Menzel – discovered a similar principle at Los Alamos National Laboratory (USA) in 1955: After using non-linear interference to put a system of coupled oscillators into a state of apparent chaos, they noticed that – contrary to all expectations – order was ultimately established.

About a decade later, scientists succeeded in solving the KdV equation using inverse scattering theory, borrowed from quantum mechanics, which created at least a mathematical link between the world of solitons and the quantum world. Suddenly, a ‘soliton boom’ broke out, as the concept generated explanatory models for a wide variety of phenomena – from the formation of rogue waves in the ocean to the transmission of stimuli in nerve cells.

Surfers set records by riding non-breaking waves in the deltas of some rivers for miles and miles. Technology uses the soliton effect to transmit large quantities of data through long sections of optical fibre cable. Otherwise, it would be necessary to amplify the signal again and again due to the dispersion occurring in the cable.

Teschl, who made a name for himself by describing spectra using Schrödinger equations (oscillation theory), received a START grant for his project entitled ‘Spectral Analysis and Applications to Soliton Equations’. However, along with his group at the University of Vienna’s Faculty of Mathematics, Teschl is also pursuing research in other areas: “I enjoy working within a broad framework and addressing problems which arise in an overall context. The flexibility I’ve gained with the START grant is ideal for this purpose.” For example, in cooperation with Professor Anton Amann from Innsbruck Medical University and Professor Karl Unterkofler from FH Vorarlberg, Teschl is contributing the biomathematical work in a project designed to advance breath analysis: “In a single exhalation, about 200 volatile organic substances can be identified. We are working on mathematical models which use that information to derive the concentration of those substances in the bloodstream.”

Teschl, who is married to a mathematician, also appreciates the way in which his START grant has benefited him personally: “The opportunity to provide steady jobs and support for young researchers makes it necessary to grow and improve your own organisational skills drastically, although I have to admit that our two children have actually forced me to improve most in that respect!”

BIOGRAPHY

1993 Academic Excellence Scholarship, Graz University of Technology

Dipl. Ing. degree in physics, with distinction, Graz University of Technology

1993–1994 Short-term travel grant, Austrian Ministry of Science and Research and Graz University of Technology

1994–1995 Research/Teaching Assistantship, Department of Mathematics, University of Missouri, Columbia, MO, USA

1995 Ph.D. in mathematics, University of Missouri, Columbia, MO, USA

1996–1997 Postdoctoral fellow, RWTH Aachen University, Germany

1997 Ludwig Boltzmann Prize of the Austrian Physical Society

1997–1998 Assistant Professor, University of Vienna

1998 *Habilitation* in mathematics, University of Vienna

1999 Prize of the Austrian Mathematical Society

2000–present Associate Professor, University of Vienna

2004–2007 Research Project P17762, Austrian Science Fund (FWF), e261 425

2006 START grant: Spectral Analysis and Applications to Soliton Equations

2011 ESF-EMS-ERCOM Research Conference Grant, e40 000



Wittgenstein 2007 Mathematics

Christian Krattenthaler

RESEARCHER PROFILE

Name

Christian Krattenthaler

Born

1958 in Vienna, Austria

Contact

Faculty of Mathematics

University of Vienna

Nordbergstraße 15, A-1090 Vienna

Krattec9@univie.ac.at

<http://www.mat.univie.ac.at>

GROSSE ABENTEUER – VOR PUBLIKUM UND GANZ DISKRET

Statt zu einem prächtigen, dem Wittgenstein-Preis angemessenen „Portal“ führt die Google-Suche nach Christian Krattenthaler an ein unscheinbares „Türchen“. Wer genauer hinschaut, liest: „hidden secrets“ – versteckte Geheimnisse. Wer das Türchen aufstößt, betritt einen Wundergarten – vorausgesetzt, er oder sie ist bereit, sich einzulassen auf die Welt der natürlichen und rationalen Zahlen, der Algebra, Kombinatorik, Zahlen- und Graphentheorie, kurz gesagt, auf die „diskrete Mathematik“. Der erste Fehltritt im Wundergarten wäre, jetzt zu denken, es ginge um eine Mathematik, die im Verborgenen blüht. „Diskret“ meint den genauen Wortsinn von „discernere“, lateinisch für „unterscheiden“, „trennen“. Diskrete Mathematik befasst sich mit getrennten beziehungsweise nicht-zusammenhängenden Dingen – im Gegensatz zu allem Kontinuierlichen wie Differenzial, Integral, Kurven, Flächen, Prozessen, Bewegungen. Christian Krattenthaler liebt es, mit Erwartungen zu spielen, neugierig zu machen auf seine schwierige Disziplin. Wer hofft, aus ihm etwas über seine neuesten Erkenntnisse herauszubekommen, muss sich auf eine Enttäuschung gefasst machen. Wer einen seiner berühmten Vorträge besucht, wird mit einem besonderen Erlebnis belohnt. Krattenthaler komponiert jeden Einzelnen mit dem Schwung und der Präzision des Berufsmusikers, der er wirklich ist. Gegebenenfalls setzt sich der ausgebildete Konzertpianist – Krattenthaler spielte im Ensemble mit Wiener Philharmonikern – auch ans Klavier und demonstriert eigenhändig, dass manche musikalische Figuren bekannter Komponisten ihre Analogien in der Mathematik haben.

Da geht Wissenschaft ans Herz: „Ich habe Freude daran, Mathematik zu betreiben, und ich habe Freude am Klavierspielen“, bekennt der geborene Wiener. „An beidem reizt mich das Abenteuer: bis ein Beweis erbracht, ein Musikstück einstudiert ist. Am Anfang weiß man überhaupt nicht, wie man das bewältigen soll. Wenn es gut geht, kommt die Inspiration dazu, und am Schluss hat das Ganze ein Gesicht, eine Aussage – ob als mathematisches Ergebnis oder als gelungene Aufführung.“

Völlig fehl geht – um bei der Metapher des Wundergartens zu bleiben –, wer von Krattenthaler wissen will, was denn der Nutzen von Mathematik sei: „Das ist sehr kurzfristig gedacht! Viele mathematische Entwicklungen wurden zunächst nur aus reiner mathematischer Neugierde vorangetrieben, lange bevor man erkannte, dass dies genau die Dinge sind, die zur Lösung eines praktischen Problems nötig waren.“ So etwa hielt sich der berühmte britische Mathematiker Godfrey Hardy zu Beginn des 20. Jahrhunderts etwas darauf zugute, in einer Disziplin – nämlich der Zahlentheorie – zu arbeiten, die, wie er meinte, „garantiert keine praktischen Anwendungen hat“. Er wäre überrascht zu erfahren, dass die Zahlentheorie heute die Grundlage der Kryptographie ist.

Ähnlich verhält es sich mit Abzählproblemen, einem Kernstück von Krattenthalers Arbeit. So abstrakt sie auf den ersten Blick erscheinen mögen, tauchen sie in fast allen Gebieten der Mathematik auf. In der Wahrscheinlichkeitsrechnung ebenso wie in der Statistischen Physik oder in der Datenverarbeitung – etwa in Laufzeitanalysen von Computeralgorithmen, Datenkompression oder Sortierungs-, Such- und Findenfunktionen für Datenbanken.

Krattenthalers Gruppe hat sich mit der Entwicklung schlagkräftiger Methoden in der Kombinatorik von Gitterpunktwegen einen internationalen Ruf gemacht, der weiter ausgebaut werden soll. „Mit dem Wittgenstein-Preisgeld finanziere ich eine Professur in Algebra vor“, offenbart der Leiter. Ausgewählt wurde die Russin Goulmira Arzhantseva. Sie ist die erste Professorin an der mathematischen Fakultät der Universität Wien.

“With the funds from the Wittgenstein Award, I’ve pre-financed a professorship in algebra.”

GREAT ADVENTURES – BEFORE A LARGE AUDIENCE, YET HIGHLY DISCRE(E)T(E)

Instead of leading to a magnificent Web portal worthy of a renowned Wittgenstein Award winner, a Google search for Christian Krattenthaler takes you to an unobtrusive little ‘door’. But those who look more closely can read the words “hidden secrets”. And those who open the door find themselves in a veritable garden of wonders – but only, of course, if they are ready to open up to the world of natural and rational numbers, algebra, combinatorial mathematics, number and graph theory – in short, “discrete mathematics”.

In this curious garden, some might mistakenly assume that it is about mathematical concepts that blossom in obscurity and bear hidden fruit. However, the term “discrete” is actually based on the narrow sense of the verb *discernere*, Latin for “distinguish” or “separate”. Discrete mathematics thus deals with separate, distinct structures – as opposed to continuous ones such as differentials, integrals, curves, surfaces, processes or movements.

Christian Krattenthaler loves playing with expectations and rousing people’s curiosity about his highly challenging discipline. Those who hope he might divulge information on his latest findings are bound to be disappointed. And those who attend one of his famous lectures are bound to be rewarded with a very memorable experience. Krattenthaler composes each lecture with the power and precision of a professional musician, which he actually is. An accomplished concert pianist, Krattenthaler has played in ensembles with members of the Vienna Philharmonic Orchestra, and during his lectures he may even sit down at a piano and demonstrate firsthand that some musical figures by well-known composers can be reflected in analogies to mathematics.

His science comes from the heart: “I enjoy doing mathematics, and I enjoy playing the piano,” says the Viennese-born professor. “What attracts me about both is the adventure you experience while working on a proof, while mastering a piece of music. At the beginning, you have no idea how you’re supposed to go about it. If things go well, inspiration strikes, and in the end the whole thing takes on a coherent shape, a certain meaning – whether it’s a mathematical result or a successful performance.”

In line with the “garden of wonders” metaphor, those who ask Krattenthaler about the uses of mathematics have completely missed the point: “That’s very short-sighted thinking! Many mathematical discoveries were originally driven by pure curiosity and inquiry, long before we realised that they are actually just what we need in order to solve a problem in practice.” For example, at the start of the 20th century the famed British mathematician Godfrey Hardy credited himself with working in a discipline – number theory – which, he believed, was “guaranteed not to have any practical applications”. He would indeed be surprised to learn that number theory now forms the basis for modern cryptography. The same applies to enumeration problems, one of the core elements of Krattenthaler’s work. As abstract as they may seem at first sight, they show up in nearly all areas of mathematics: in probability calculations as well as statistical physics and data processing – for example in runtime analyses of computer algorithms, data compression, or sorting, search and retrieval functions for databases.

Krattenthaler’s group has earned international renown by developing powerful methods in combinatorial mathematics for lattice paths, and they plan to continue building their reputation. “With the funds from the Wittgenstein Award, I’ve pre-financed a professorship in algebra,” Krattenthaler reveals. Russian mathematician Goulmara Arzhantseva was chosen for the job, and she is the first female professor ever in the University of Vienna’s Faculty of Mathematics.

BIOGRAPHY

CAREER AS A PIANIST

Univ. of Music & Performing Arts, Vienna:
1977–1986 Studies of piano performance

1986 Concert diploma (piano)

1988–1989 Lecturer

1985–1991 Piano recitals in Austria, Great Britain, Czechoslovakia, Yugoslavia, Turkey, chamber music with members of the Vienna Philharmonic Orchestra and Vienna Symphony Orchestra

CAREER AS A MATHEMATICIAN

1977–1984 Studies of mathematics at University of Vienna (UoV)

1984 *Dr. phil.*

1986–1988 Research supported by the Austrian Ministry of Research

1986–1989 Lecturer, UoV

1989 *Habilitation* in mathematics

1989–1993 Assistant Professor at the Institute for Mathematics, UoV

1993–2002 Assistant Professor (tenured) at the Institute for Mathematics, UoV

2002–2005 Professor, Institut Girard Desargues, Université Claude Bernard Lyon-I
Coordinator, “Algebraic Combinatorics in Europe” Research Training Network

2004–present Corresponding Member of the Austrian Academy of Sciences

2005–present Full Professor at the Faculty of Mathematics, UoV

2007 Wittgenstein Award



Wittgenstein 2007 Biochemistry **Rudolf Zechner**

RESEARCHER PROFILE

Name

Rudolf Zechner

Born

1954 in Graz, Austria

Contact

**Institute of Molecular Biosciences
University of Graz
Heinrichstraße 31/II, A-8010 Graz
rudolf.zechner@uni-graz.at
<http://www.uni-graz.at>**

IM UNIVERSUM DER LIPIDE

Rudolf Zechner lebt mit offenen Sinnen: „Beim Fliegenfischen, wenn ich im Fluss stehe, spüre ich den Druck des Wassers, höre das Strudeln und sehe die Insekten über die Oberfläche schwirren.“ Mit offenem Geist betreibt er seine Wissenschaft: 1998 stellte er etabliertes Lehrbuchwissen auf den Kopf. Seit Anfang der Sechziger-Jahre hatte nämlich das Enzym HSL (hormonsensitive Lipase) als allein verantwortlich für den Fettabbau – die Lipolyse – beim Menschen gegolten. Doch als Zechners Team bei Mäusen das für die HSL-Produktion verantwortliche Gen ausschaltete, geschah etwas völlig Unerwartetes. Statt dass die Mäuse aufgrund fehlenden Fettabbaus übermäßig dick wurden, gerieten sie sogar besonders schlank. „Wir haben uns systematisch auf die Suche nach Alternativen zur HSL gemacht und entdeckten das Enzym Adipose Tri-glyceride Lipase, ATGL. 2004 konnten wir zeigen, dass tatsächlich ATGL die Lipolyse in Gang setzt.“ Damit begann eine völlige Neudefinition des Fettabbaus bei Säugetieren. 2007 gab es dafür den Wittgenstein-Preis.

Humangenetiker stellten inzwischen fest, dass Mutationen an dem Gen, das die ATGL reguliert, verantwortlich für die seltene Neutral Lipid Storage Disease (NLSD) sind, eine potenziell tödliche Erkrankung mit unerwünschter Fettakkumulation in Körperzellen. Als Zechner sich Anfang der Achtziger-Jahre für den Fettstoffwechsel zu interessieren begann, galt dieses Gebiet als langweilig. Zu Unrecht, denn seither hat sich ein ganzes „Universum der Lipide“ aufgetan. Allmählich wird klar, wie fein abgestimmt und allgegenwärtig das Lipidsystem im Organismus wirkt. Die Fettsäuren sind nicht nur essenziell für die Energieproduktion und bei der Bildung von Zellmembranen; sie spielen auch eine wichtige Rolle bei der Herstellung von Botenstoffen und in der Signalübertragung von Zellen. Der Wittgenstein-Preis erlaubte es Zechner und seiner Gruppe, in völliges Neuland vorzudringen. Im Vordergrund steht dabei die Rolle der Lipide und des Fettstoffwechsels in zellulären Signaltransduktionsprozessen und bei der Genregulation. Neueste, teilweise noch unveröffentlichte Ergebnisse zeigen, dass Störungen im Fettstoffwechsel nicht nur klassische Stoffwechselerkrankungen wie Fettleibigkeit, Diabetes und Atherosklerose hervorrufen können, sondern auch direkt das Wachstum von Krebszellen beeinflussen.

Sogar im Immunsystem sind Lipide aktiv: „Könnte ich einen zweiten Wittgenstein-Preis gewinnen, dann würde ich mir noch die Rolle des Lipidstoffwechsels im Immunsystem anschauen, denn auch da tut sich Entscheidendes“, meint Zechner. Ein Indiz dafür ist nicht zuletzt die Fettakkumulation in weißen Blutzellen bei der ATGL-Mangelkrankheit NLSD: „In den Leukozyten bilden sich plötzlich kleine Fettkügelchen. Da diese Kügelchen leicht nachzuweisen sind, wird die Krankheit über sie diagnostiziert. Doch die physiologische Funktion von ATGL und Fett in Immunzellen ist völlig ungeklärt.“

Der Wittgenstein-Preis ermöglichte es Zechner, neue Projekte und methodische Zugänge zu entwickeln, die die Attraktivität des Forschungsstandorts Graz im Bereich Lipidbiologie enorm gesteigert haben. Zusammen mit Forschungsnetzwerken wie dem Spezialforschungsbereich (SFB) LIPOTOX oder dem GEN-AU-Projekt GOLD (Genomics Of Lipid-associated Disorders) wurde Graz zu einem internationalen Zentrum der Lipidforschung. Dies schlug sich auch in einer massiven Verbesserung und Erneuerung der Infrastruktur – von modernen Gebäuden bis zu Hightech-Großgeräten nieder. „Und bei den Lipiden ist noch viel drin – wir sind erst am Anfang dieser Entdeckungsreise!“

“If I could win another Wittgenstein Award, I would take a closer look at the role of lipid metabolism in the immune system.”

IN THE UNIVERSE OF LIPIDS

Rudolf Zechner keeps his senses open to new stimuli at all times: “When I’m standing in the river fly-fishing, I can feel the pressure of the water, I can hear the water rippling, and I can see the insects gliding over the water’s surface.” Similarly, he practises science with an open mind: In 1998, Zechner turned conventional textbook knowledge upside down in his field. Since the early 1960s, people had believed that the enzyme HSL (hormone-sensitive lipase) alone was responsible for lipolysis, the breakdown of fats. But when Zechner’s team deactivated the gene responsible for HSL production in mice, the result was completely unexpected: Instead of becoming excessively fat due to their inability to break down fats, the mice actually lost a significant amount of weight. “We then started to search systematically for alternatives to HSL, and that’s how we came upon the enzyme adipose triglyceride lipase, or ATGL. In 2004, we were able to show that ATGL does, in fact, trigger lipolysis.” Zechner’s research brought about a completely new definition of lipolysis in mammals, and he received the Wittgenstein Award for these efforts in 2007.

In the meantime, human geneticists have established that mutations in the gene which controls ATGL are responsible for neutral lipid storage disease (NLSD), a rare but potentially fatal affliction involving the undesired accumulation of fat in body cells.

In the 1980s, when Zechner first took an interest in lipid metabolism, the field was considered rather boring. This was, of course, not an accurate assessment, as an entire ‘universe of lipids’ has been discovered since that time. Slowly but surely, it is becoming clear how fine-tuned and pervasive the lipid system actually is in the body. Fatty acids are not only essential to energy production and the formation of cell membranes; they also play an important role in the production of semiochemicals and in the transmission of cell signals. The Wittgenstein Award has allowed Zechner and his group to venture into completely new territory in their research. Their work primarily focuses on the role of lipids and lipid metabolism in cellular signal transduction processes and in gene regulation. The latest (and in some cases yet unpublished) findings show that disruptions in lipid metabolism may not only trigger classic metabolic diseases such as obesity, diabetes and atherosclerosis, but may also have a direct influence on the growth of cancer cells.

Lipids even play a role in the immune system: “If I could win another Wittgenstein Award, I would take a closer look at the role of lipid metabolism in the immune system, because decisive processes occur there,” Zechner comments. One major indication to that effect is the accumulation of fat in white blood cells in NLSD, which arises due to ATGL deficiency: “Suddenly, little balls of fat begin to form in the leukocytes. As those balls are easy to identify, they are used to diagnose the disease. But the physiological functions of ATGL and fat in the cells of the immune system are largely unknown.”

The Wittgenstein Award allowed Zechner to develop new projects and methodological approaches which have helped make Graz a very attractive location for lipid biology research. Together with research networks like the Special Research Programme (SFB) LIPOTOX or the GEN-AU project GOLD (Genomics of Lipid-associated Disorders), Zechner’s work has helped turn Graz into an international hotspot for lipid research. This has also manifested itself in major infrastructure improvements, including modern buildings and high-tech equipment. “And we still have a lot to learn about lipids – our journey has only just begun!”

BIOGRAPHY

1972–1980 Studies of general chemistry, University of Graz, Austria, Ph.D.

1980–1984, 1987–1990 University Assistant, Institute of Medical Biochemistry, University of Graz

1985–1987 Research Associate, Laboratory of Biochemical Genetics and Metabolism, The Rockefeller University, New York, USA

1990–1998 Associate Professor, Institute of Medical Biochemistry, University of Graz

1994–1998 Head of Molecular Biology Section, Institute of Medical Biochemistry, University of Graz

1998–1999 Professor of biochemistry, Chair of the Institute of Biochemistry, University of Graz

1999–present Vice President, Austrian Atherosclerosis Society

2000–present Professor of biochemistry, Institute of Molecular Biosciences, University of Graz

2007 Wittgenstein Award

2008–present Member, Austrian Academy of Sciences



START 2007 Chemistry

Kathrin Breuker

RESEARCHER PROFILE

Name

Kathrin Breuker

Born

1967 in Bochum, Germany

Contact

Institute of Organic Chemistry and
Center for Molecular Biosciences
Innsbruck (CMBI)
University of Innsbruck
Innrain 52a, A-6020 Innsbruck
kathrin.breuker@uibk.ac.at
<http://www.bioms-breuker.at>

„NACKTE“ MOLEKÜLE IM VISIER

Das Gerät füllt einen kleinen Raum und hat einen komplizierten Namen: Fourier-Transform-Ionen-Cyclotron-Resonanz-Massenspektrometer, kurz FT-ICR-MS. Mit diesem hochpräzisen Instrument untersucht die Physikerin Kathrin Breuker am Institut für Organische Chemie der Universität Innsbruck biologische Makromoleküle. Solche Moleküle sind als Nukleinsäuren wie DNA und RNA, Proteine und Kohlenhydrate in die grundlegendsten Vorgänge des Lebens eingebunden. Breukers Ansatz ist ungewöhnlich: Anstatt die Biomoleküle in ihrer natürlichen Umgebung, dem lebenden Organismus, zu studieren, überführt sie sie in die Gasphase, wo sie sich im Gegensatz zur kondensierten Phase ohne Beeinflussung durch externe Faktoren strukturieren können. Schon kleine Änderungen, etwa beim pH-Wert oder Salzgehalt der umgebenden Flüssigkeit, vermögen nämlich die Struktur der Moleküle zu verändern. In der Gasphase schaltet Breuker diese externen Faktoren aus und untersucht die Moleküle sozusagen in ihrem „nackten Zustand“.

Dafür werden die Proteine oder Nukleinsäuren aus einer Lösung versprüht, ionisiert und dann in der „Penning-Ionenfalle“, dem Kernstück des FT-ICR-MS-Instruments, eingefangen. Ein starkes Magnetfeld und ein schwaches elektrisches Feld im Bereich der Falle verhindern das Entweichen der Ionen. Dadurch lassen sich Ionen für Minuten bis Stunden speichern, manipulieren und untersuchen.

Mehr über die Strukturen der Makromoleküle zu erfahren, ist das zentrale Ziel ihrer Forschung. Wie reagieren sie auf externe Faktoren? Wie lässt sich ihre Struktur gezielt verändern? Zugleich versucht die Forscherin, Methoden zu finden, um noch größere Moleküle zu charakterisieren. „Für basische Proteine stehen uns dazu schon einige Methoden zur Verfügung; neue Techniken für saure Proteine und Nukleinsäuren entwickeln wir gerade“, beschreibt sie den Stand der Forschung.

Bereits in ihrer Schulzeit in Deutschland war die Forscherin fasziniert von Mathematik und Physik. In Physik war sie das einzige Mädchen ihrer Leistungsgruppe, in Mathematik eine von drei. Nach ihrer Dissertation an der ETH Zürich verbrachte sie ein Postdoc-Jahr in der Arbeitsgruppe von Fred McLafferty an der Cornell University, Ithaca, USA, wo sie von 2002 bis 2008 auch als „visiting scientist“ tätig war. Besonders gut gefiel ihr an der amerikanischen Eliteuni die offene Struktur. Es gibt dort keine Institute, sondern Forschungsgruppen mit einem Chefwissenschaftler. „Das erleichtert interdisziplinäres Arbeiten und fördert die Kommunikation“, resümiert Breuker, die selbst immer schon interdisziplinär gearbeitet hat.

Seit 2002 forscht sie an der Universität Innsbruck. Damals gab es dort noch kein FT-ICR-Massenspektrometer. Mit den eigenen FWF-Projekten war sie aber unabhängig und konnte alle vier bis sechs Wochen in die USA fliegen, um ihre Experimente an der Cornell University durchzuführen. Das START-Programm hat ihre Forschung „grundlegend verändert“, denn mit dem Geld konnte sie das Gerät kaufen und in Innsbruck eine Arbeitsgruppe aufbauen.

An der Massenspektrometrie gefällt Breuker besonders die Vielseitigkeit. Der Instrumentierung liegen physikalische Konzepte zugrunde, die Prozesse Desorption und Ionisation fallen in den Bereich der physikalischen Chemie, die Dissoziation der Ionen kann mit chemischen Mechanismen beschrieben werden, und die Anwendungsmöglichkeiten der Massenspektrometrie reichen bis in die Biologie und Medizin. Die Verknüpfung von physikalisch-chemischer Grundlagenforschung mit den Lebenswissenschaften macht die Massenspektrometrie für sie „zu einem besonders spannenden Forschungsgebiet“.

“The START grant brought about fundamental changes in my research, as I was able to use the funds to buy the equipment I needed to establish a research group in Innsbruck.”

TAKING AIM AT ‘NAKED’ MOLECULES

The device fills up a small room and has a complicated name: the Fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometer, or FT-ICR-MS for short. Physicist Kathrin Breuker uses this high-precision instrument to examine biological macromolecules at the Institute of Organic Chemistry at the University of Innsbruck. In the form of DNA and RNA, proteins and carbohydrates, those molecules are involved in the most fundamental processes of life. Breuker’s approach is an unusual one: Instead of studying biomolecules in their natural environment, the living organism, she converts them into the gas phase so that – unlike in their condensed state – they can structure themselves without being influenced by external factors. This is because even slight changes, for example in the pH value or the salt content of the surrounding liquid, are capable of altering the structure of the molecules. Using this approach, Breuker is able to eliminate these external factors and observe the molecules in their ‘naked’ state.

To this end, the proteins or nucleic acids are sprayed from a solution and ionised, after which they are captured in the Penning trap, which lies at the ‘heart’ of the FT-ICR-MS instrument. A strong magnetic field and a weak electrical field around the trap prevent the ions from escaping. This makes it possible to store, manipulate and examine ions for periods of minutes or even hours.

The main objective of Breuker’s research is to learn more about the structure of macromolecules. How do they react to external factors? How can their structure be changed deliberately? At the same time, Breuker is working to discover methods of describing even larger molecules. “We already have a number of methods at our disposal for basic proteins, and right now we’re developing new technologies for acidic proteins and nucleic acids,” she comments on the current state of research.

Even during her school years in Germany, Breuker was fascinated by mathematics and physics. In physics, she was the only young woman to attend the advanced class, and she was one of only three young women in advanced mathematics. After completing her dissertation at ETH in Zurich, she spent a postdoctoral year in Fred McLafferty’s research team at Cornell University in Ithaca, NY, where she also worked as a visiting scientist from 2002 to 2008. She was especially taken by the open structure at Cornell, where the focus is on research groups with chief scientists rather than clearly delineated ‘institutes’. “That facilitates interdisciplinary work and encourages communication,” notes Breuker, who herself has always taken an interdisciplinary approach to her work.

She has been conducting her research at the University of Innsbruck since 2002, a time when the university did not yet have an FT-ICR mass spectrometer. With her own FWF projects, however, she enjoyed a high level of independence and was able to fly to the US every four to six weeks in order to carry out her experiments at Cornell. Receiving a START grant in 2008 brought about “fundamental changes” in her research, as she was able to use the funds to buy the FT-ICR-MS and to establish a research group in Innsbruck.

Breuker especially likes the multifaceted nature of mass spectrometry. The instrumentation is based on physics concepts, the processes of desorption and ionisation are attributed to the field of physical chemistry, and the dissociation of ions can be described using chemical mechanisms; the applications of mass spectrometry also extend far into other fields such as biology and medicine. For Breuker, the combination of basic research in physics and chemistry with the life sciences makes mass spectrometry a particularly fascinating field of research.

BIOGRAPHY

1994 Diploma in physics, University of Münster, Germany

1999 *Dr. sc. nat.* from the Swiss Federal Institute of Technology (ETH) Zurich, Switzerland

1999–2000 Postdoctoral associate, Department of Chemistry and Chemical Biology, Cornell University, Ithaca, NY, USA

2001–2002 Postdoctoral associate, Institute of Organic Chemistry, University of Innsbruck

2002–2008 Independent principal investigator at the Institute of Organic Chemistry, University of Innsbruck, and visiting scientist at the Department of Chemistry and Chemical Biology, Cornell University, Ithaca, NY, USA

2002–2004 FWF stand-alone project (independent scientist)

2004–2007 FWF Hertha Firnberg Fellowship

2006 V+G (Novartis) Prize for Chemistry

2007–2008 FWF Elise Richter Fellowship

2007 START grant: Structure, folding, and dissociation of gaseous biomolecules

2008–present Group leader, Institute of Organic Chemistry, University of Innsbruck



START 2007

Biology

Thomas Bugnyar

RESEARCHER PROFILE

Name

Thomas Bugnyar

Born

1971 in Eisenstadt, Austria

Contact

Department of Cognitive Biology
University of Vienna

Althanstraße 14, A-1090 Vienna
thomas.bugnyar@univie.ac.at
<http://www.cogbio.univie.ac.at>

RABENPOLITIK – ODER DIE KUNST, ALS INDIVIDUALIST GUTE FREUNDE ZU HABEN

Ein kräftiger Rabenbursche drangsaliert einen Artgenossen. Der flattert verstört ins Abseits. Ein Dritter kommt angefliegen, lässt sich neben dem Gezausten nieder, stubst ihn freundlich, krault ihm mit dem Schnabel das Nackengefieder.

Schauplatz des Geschehens ist eine der Volieren, die der Kognitionsbiologe Thomas Bugnyar bei der Konrad Lorenz Forschungsstelle Grünau im Almtal eingerichtet hat. Dort beobachten er und sein Team systematisch die sozialen Interaktionen von Rabenvögeln. Fad wird ihnen dabei nicht. Die „Viecher“, wie Bugnyar seine „handaufgezogenen“ Schützlinge liebevoll nennt, bieten eine TV-reife Reality Show: Es wird gestritten, gelitten, versöhnt, schlichtend eingegriffen, getröstet und beigestanden. Die Raben zeigen ihre sprichwörtliche Intelligenz und dazu hohe soziale Kompetenz. Besonders spannend wird es für die Verhaltensbiologen, wenn sich ein Dritter einmisch: „Das hat einen hohen Erklärungswert über die Qualität der Sozialbeziehungen“, verrät Bugnyar. Doch naiv wäre es zu glauben, es ginge den Vögeln dabei ums Kollektiv. „Das ist ihnen völlig wurst. Raben sind Individualisten. Sie kümmern sich nur darum, wie es denen geht, die ihnen wichtig sind – dem besten Freund, dem Bruder oder einem engen Verbündeten.“ Wenn sie etwas für jemanden tun, dann folgt das taktischen Überlegungen nach dem Motto: Was bringt mir das?

Bugnyar hörte nicht auf sich zu wundern: „Welche Arten evolutionären Drucks könnten wohl zu diesen Fähigkeiten geführt haben?“ Die Anforderungen, die das Leben an erwachsene und verpaarte Raben stellt – Brutpflege, Jagd, Territorialverteidigung – reichten dazu bei weitem nicht aus. Diese Frage stellte er in seinem START-Projekt. Den Schlüssel vermutete er in der Lebensweise während der bis dahin kaum beachteten Nichtbrüterphase der Raben. Bis zu zehn Jahre verbringen die Nichtbrüter in mobilen Gemeinschaften, ehe sie selbst Familien gründen können und dadurch „territorial“ werden. Zur Beobachtung bot sich die in Grünau natürlich vorkommende Rabenpopulation an. In dieser Gegend ziehen sich die Nichtbrüter zum Schlafen auf Bäume in einer geschützten Felsnische zurück. Untertags treffen sie sich auf Wiesen und Felsklippen zum Spielen und Kunstfliegen. Winters vergnügen sie sich mit steilen Rutschpartien im Schnee. Wie Bugnyars Team anhand markierter Vögel verfolgen konnte, herrscht bei den Aktivitäten ein reges Kommen und Gehen. Jeder Rabe frequentiert mehrere Gruppen – wie Kinder, die an unterschiedlichen Sport- und Spielaktivitäten teilnehmen. Jeder hat ein soziales Netz aus Freunden und Verwandten. Auch Liebschaften sind möglich. Die „Bündnispolitik“ der einzelnen Tiere orientiert sich nach den Vorteilen, die eine Beziehung bringt, nach der Kompatibilität der Beziehungspartner und der Stabilität der Beziehung.

Bugnyars Ergebnis stieß auf breites internationales Interesse: Raben erreichen in ihren Sozialbeziehungen ein ähnlich hohes Niveau wie Schimpansen. Trotz der großen Unterschiede zwischen den beiden Arten hat die Komplexität ihres Zusammenlebens sowohl Affen als auch Rabenvögel zu dem gemacht, was sie sind. Sogar ihre Gehirne sind im Verhältnis zur Körpergröße und im Organisationsgrad vergleichbar. Auch das eigene Biotop betrachtet Bugnyar zuweilen mit dem Blick des Verhaltensforschers. Als er das START-Projekt bekam, „merkten die Kollegen: ‚Der hat Freiheit und Geld! Er stellt jemanden ein, den ich selbst haben wollte!‘ So etwas bringt Reputation – auch international.“





"I always wanted to understand animals.
Science allows me to keep on playing."

RAVEN POLITICS, OR THE ART OF BEING AN INDIVIDUALIST WITH GOOD FRIENDS

A strong, young male raven harasses another of his kind. Agitated, the latter flits off to the side. A third raven flies over and lands next to the ruffled rival, pokes him amicably and tousles his hackles with his beak.

The backdrop to this scene is one of the aviaries set up by cognitive biologist Thomas Bugnyar at the Konrad Lorenz Research Station in Grünau im Almtal, Austria. At the station, Bugnyar and his team systematically observe the social interactions of Corvidae. And they certainly never get bored in the process. These 'critters', as Bugnyar lovingly describes his 'hand-raised' birds, act out a reality show worthy of prime-time television: They argue, suffer, make up, arbitrate, console and stand by each other. The ravens exhibit their proverbial intelligence as well as high levels of social competence. The behavioural biologists find it especially fascinating when a third raven joins the interaction: "It explains a lot about the quality of their social relationships," says Bugnyar. But it would be naïve to think that the birds cared about the collective good. "They don't care about that at all. Ravens are individualists. They only worry about those who are most important to them, like best friends, brothers or close allies." When they do something for another raven, then it is out of tactical considerations based on the question "What's in it for me?"

Bugnyar is still amazed by these creatures: "What types of evolutionary pressure could have brought about these abilities?" The demands placed on adult and paired ravens – caring for their young, hunting, defending their territory – have been far from sufficient to produce such phenomena. It was this question that Bugnyar addressed in his START project.

He conjectured that the key could lie in the raven's lifestyle in the non-breeding state, which had hardly been researched up to that time. Non-breeding ravens spend up to ten years in mobile communities before they start their own families and thus become territorial. The naturally occurring raven population in Grünau offered a convenient environment for observation. In this area, the non-breeding ravens withdraw to sleep on trees in a protected niche in the rocks. During the day, they meet on meadows and cliffs for play and acrobatic flying. In the winter, they amuse themselves by sliding down the steep, snowy slopes. As Bugnyar's team was able to show by tracking tagged birds, their activities are characterised by frequent coming and going. Like children taking part in different sports and play activities, each raven frequents multiple groups. Each one has a social network of friends and relatives, and amorous liaisons are also known to arise. The 'alliance policy' of an individual bird is based on the benefits a relationship brings about, on the compatibility of partners in the relationship, and on its stability.

Bugnyar's findings have already aroused interest at the international level: In their social relationships, ravens exhibit a level of sophistication comparable to that attained by chimpanzees. Despite the vast difference between these two species, the complexity of their interaction has made primates as well as Corvidae what they are today. Even their brains are comparable in relation to body size and in their degree of organisation.

Bugnyar even looks at his own environment through the eyes of a behavioural scientist. When he was awarded the START grant, his "fellow researchers noticed: 'He has freedom and funding! He just hired someone that I wanted on my team!' Things like that can strengthen your reputation – also at the international level."

BIOGRAPHY

1989–1995 Diploma in zoology, University of Vienna, summa cum laude

1996–*2000 Doctoral candidate, University of Vienna, and project assistant, Konrad Lorenz Research Station Grünau (*1999: military service)

2001 Doctoral examination, summa cum laude

Postdoc visiting scholar, KLI Altenberg

2002–2003 Postdoc Erwin Schrödinger Fellow, University of Vermont, VT, USA

2004–2006 Postdoc Erwin Schrödinger Follow-Up Programme Fellow, University of Vienna

2006 Niko Tinbergen Award, Ethologische Gesellschaft

2007 Lecturer, School of Psychology, University of St. Andrews, Scotland, UK

START grant: Raven politics: Understanding and use of social relations

Focus of Excellence in the Faculty of Life Sciences, University of Vienna

2008 *Habilitation* in cognitive biology, University of Vienna

Appointment as W3 Professor for animal social cognition, University of Tübingen

2009 Professor of cognitive ethology, University of Vienna

2010 Co-founder of Department of Cognitive Biology, University of Vienna

Spokesperson for DK Programme 'Cognition and Communication'



RESEARCHER PROFILE

Name

Otfried Gühne

Born

1975 in Münster, Germany

Contact

Department of Physics

University of Siegen

Walter-Flex-Straße 3, D-57068 Siegen

www.tqo.tp1.physik.uni-siegen.de

START 2007

Physics

Otfried Gühne

DIE BERECHNUNG EINES SPUKS

Als Albert Einstein in der Theorie auf sie stieß, tat er sie als „spukhafte Fernwirkung“ ab: die Quantenverschränkung. Mittlerweile verschränken Experimentalphysikerinnen und Experimentalphysiker in ihren Labors die unterschiedlichsten Teilchen, von Photonen bis zu Atomen. Dabei zwingen sie mittels einer speziellen Technik zwei oder mehrere Teilchen in ein System, in dem sie so unmittelbar interagieren – „wechselwirken“ – als wären sie eine Einheit, egal, wie weit entfernt sie voneinander sind.

Aber da ist noch immer ein Haken: Bei Experimenten mit mehreren Teilchen ist es schwierig, festzustellen, ob und auf welche Art Quanten verschränkt sind; die Mathematik dazu ist extrem kompliziert. Eine Lösung des Problems gelang dem Physikertheoretiker Otfried Gühne mit seiner START-Gruppe am Innsbrucker Institut für Quantenoptik und Quanteninformation der Akademie der Wissenschaften (IQOQI). Er entwickelte eine Methode, die es erlaubt, Experimentatorinnen und Experimentatoren binnen kurzer Zeit rückzumelden, ob ihre Messergebnisse den Verschränkungszustand bestätigen. Dazu verwendet er eine Dichtematrix – eine Menge „von Zahlen, die etwas über die Wahrscheinlichkeitsverteilung von Zuständen in einem Quantensystem aussagen“. Früher waren wochenlange Computerrechnungen erforderlich.

Gühne stieß 2004 von der Universität Hannover zur IQOQI-Gruppe von Hans Briegel. Von da an lieferte er theoretische Unterstützung für die zukunftsweisenden Quantenexperimente der Gruppe um Christian Roos und Rainer Blatt. Unter anderem bei der Herstellung des ersten Quantenbytes.

Die Verschränkung ist ein Schlüsselement der Quanteninformationstheorie. Am Wiener Institut für Experimentalphysik entwickelte Anton Zeilinger auf ihrer Grundlage bereits Prototypen für leistungsfähige quantenkryptographische Systeme. Die langfristige Vision ist ein Superrechner – der Quantencomputer. Dazu wäre ein System von „mindestens 100 verschränkten Teilchen erforderlich“, schätzt Gühne. „Zurzeit liegen wir bei 14 Ionen.“ Gühne lieferte schon das Konzept für die in China durchgeführte erste Sechsfachverschränkung von Photonen.

Die Teilchen eines Quantensystems existieren in Überlagerungen vielfältiger Zustände. Erst durch Messung wird ein Teilchen mitsamt seinen wechselwirkenden „Geschwistern“ auf einen Zustand festgelegt. Verglichen mit dem „klassischen“ Computer, der nur mit zwei Zuständen, nämlich null und eins, operiert, ist klar, dass ein Quantenbit ein Vielfaches der Information eines elektronischen Bits speichern kann. Allerdings steigt mit der Anzahl der Teilchen auch die Schwierigkeit, sie in den Verschränkungszustand zu bringen. „Das ist wie beim Würfeln“, erläutert Gühne. „Um bei zwei Würfeln zwei Sechser zu bekommen, braucht es statistisch gesehen 36 Würfe. Bei sechs Würfeln müsste man für lauter Sechser ziemlich oft werfen.“

Verschränkungseffekte wirken aus der Quantenwelt in die „normale“ Alltagswelt hinein. Gühne will seine Methoden deshalb auch auf Festkörper anwenden – etwa in Bezug auf den Magnetismus, der auf eine Wechselwirkung von Atomen, die „über ein kleines magnetisches Moment verfügen“, zurückzuführen ist.

2010 trat Otfried Gühne eine Professur für theoretische Quantenoptik an der Universität Siegen an. Der Auftrag: „Eine Quantengruppe aufzubauen.“ Seine Doktoranden aus dem START-Projekt, „das mir sicher geholfen hat, mich für die Professur zu qualifizieren“, betreut er weiter. Dazu fährt er oft nach Innsbruck, „sehr gerne“, wie er sagt, „denn Innsbruck ist schon ziemlich singulär – eine Riesenmenge von Quantenphysikern und internationalen Gästen und Kollaborationsmöglichkeiten ohne Ende.“



"This is the first book I read on theoretical physics; it helped me understand a great deal at the beginning of my studies."

CALCULATIONS ON SPOOKY ACTION

When Albert Einstein encountered it in theory, he dismissed it as "spooky action at a distance": Quantum entanglement. In their laboratories, experimental physicists now entangle a wide variety of particles, from photons to entire atoms. In this process, a special technique is used to force two or more particles into a system in which they interact directly as if they were a single unit, regardless of their spatial separation. But there's still one catch: In experiments with multiple particles, it is difficult to determine whether and how quanta are entangled, and the mathematical formulas used for this purpose are extremely complicated. Together with his START research group, theoretical physicist Otfried Ghne succeeded in solving this problem at the Institute for Quantum Optics and Quantum Information (IQOQI) of the Austrian Academy of Sciences in Innsbruck. Ghne developed a method which allows physicists to establish very quickly whether their measurement results confirm a state of entanglement. To this end, he uses a density matrix – a set of "numbers which provide information on the probability distribution of states in a quantum system." This procedure used to take up weeks of computer processing time.

In 2004, Ghne left the University of Hannover to join Hans Briegel's group at IQOQI. From that time onward, he provided theoretical support for the groundbreaking quantum experiments of the group surrounding Christian Roos and Rainer Blatt. Among other things, he contributed to the creation of the first quantum byte.

Entanglement is a key element of quantum information theory. At the Vienna Institute for Experimental Physics, Anton Zeilinger has used entanglement as a basis for prototypes of high-performance quantum cryptographic systems. The long-term vision is a supercomputer known as the quantum computer, which would require a system of "at least 100 entangled particles," Ghne estimates. "At the moment, we are up to 14 ions." Ghne already provided the conceptual work underlying the first entanglement of six photons, which was carried out in China.

The particles in a quantum system exist in various overlapping states. A particle can be identified in a certain state along with its interacting 'siblings' only once it is measured. Compared to a conventional computer, which operates on the basis of only two states (zero and one), a quantum bit can clearly store far more information than an electronic bit. However, the difficulty of entangling particles increases along with the number of particles involved. "It's like rolling dice," Ghne explains. "Statistically speaking, you would need to roll two dice 36 times in order to get sixes on both of them. In order to get all sixes on six dice, you'd have to roll them a lot more." Entanglement effects from the quantum world also influence our 'normal' everyday world. For this reason, Ghne also aims to apply his methods to solid matter, for example in order to examine the magnetism attributable to the interaction of atoms which "have a slight magnetic moment."

In 2010, Ghne took up a professorship for theoretical quantum optics at the University of Siegen. His agenda: "To build up a quantum research group." He continues to supervise the doctoral candidates from his START project, which he says "certainly helped me qualify for this professorship." To this end, he travels to Innsbruck often and "very gladly," as he says, "because Innsbruck is a pretty unique place – a huge number of quantum physicists and international visitors, and infinite opportunities for collaboration."

BIOGRAPHY

1995–2001 Studies of physics and mathematics at the University of Münster

2001 Diploma

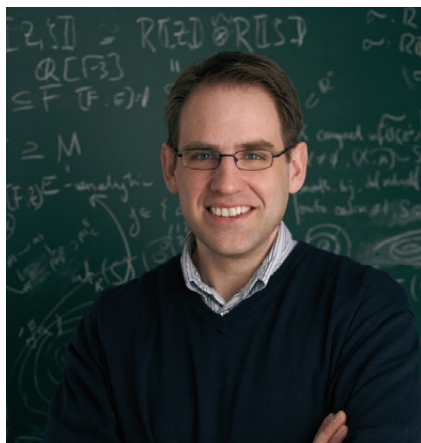
2001–2004 University of Hannover, group of Prof. Maciej Lewenstein

2004 Ph.D., thesis on the characterisation of quantum entanglement

2004–2010 Institute for Quantum Optics and Quantum Information of the Austrian Academy of Sciences Innsbruck. Post-doctoral position in the group of Prof. Hans Briegel

2007 START grant: Multiparticle Entanglement; establishment of junior research group

2010 Full Professor for theoretical physics, University of Siegen, Germany



START 2007 Mathematics

Bernhard Lamel

RESEARCHER PROFILE

Name

Bernhard Lamel

Born

1971 in Vienna, Austria

Contact

Faculty of Mathematics

University of Vienna

Nordbergstraße 15, A-1090 Vienna

bernhard.lamel@univie.ac.at

<http://homepage.univie.ac.at>

LEBEN IN VIER DIMENSIONEN

Das Rechnen war für Bernhard Lamel eine Qual. Er erinnert sich: „Ich löste die Aufgaben immer anders als die Klasse, oft auf verschlungenen Wegen.“ Einem verständnisvollen Mathematikprofessor verdankt er, dass er unbeschadet die Oberstufe überstand. Zunächst studierte er Germanistik und Musik. Als er dann einmal zufällig in die Mathematik hineinschnupperte, da war's um ihn geschehen. Fortan tat er, zumindest beruflich, nichts anderes mehr und gelangte in ein Gebiet, das so speziell und schwierig ist, dass sich weltweit darin nur eine kleine Schar betätigt: die Cauchy-Riemann-Geometrie – ein Bereich an der Schnittstelle von mehreren komplexen Veränderlichen, Geometrie und partiellen Differentialgleichungen. Lamels Fokus liegt auf so genannten Abbildungsproblemen, das heißt auf der Frage, „wann und wie reelle Teilmannigfaltigkeiten komplexer Räume mittels holomorpher Abbildungen ineinander übergeführt werden können“.

Wer damit nicht gleich etwas anfangen kann, befindet sich in guter Gesellschaft. „Als ich meinem Doktorvater die Bewerbungsschreiben zeigte, die ich für eine Postdoc-Stelle in Amerika aufgesetzt hatte, warnte er: Das schreibst du aber nicht hinein, dass du Cauchy-Riemann-Geometrie machst. Niemand versteht, was das heißen soll! Du sagst, du machst ‚mehrere komplexe Veränderliche‘.“ Dank oder trotz dieses Rates schaffte Lamel es an die University of Illinois, Urbana-Champaign.

Vereinfacht gesagt geht es darum, festzustellen, ob zwei Objekte gleich sind – analog zu den aus der Schule bekannten kongruenten Dreiecken. Nur dass Lamels Objekte – er spricht von „Gebieten“ – sich in vier Dimensionen räkel, in komplexen Räumen, deren Wirklichkeit nicht von reellen, sondern von komplexen Parametern abhängt. Besonders interessant sind die Ränder dieser Gebiete, „weil sie Aussagen über die holomorphen Funktionen ermöglichen, die auf den Gebieten ‚leben‘“.

Damit bewegt Lamel sich im Bereich der komplexen Analysis. In deren Zentrum steht im eindimensionalen Fall der Riemann'sche Abbildungssatz, dem zufolge jedes noch so ausgefrante Gebiet, solange es keine Löcher hat, durch eine holomorphe Funktion in einen Kreis umgewandelt werden kann, der sich einfach beschreiben lässt. Allerdings gilt der Riemann'sche Satz nicht in den (reell zumindest) vierdimensionalen Räumen, in denen Lamel sich bewegt. Und so beantragte er ein START-Projekt, um herauszufinden, wie „zwei reell-analytische Hyperflächen durch eine biholomorphe Abbildung ineinander übergeführt werden können“.

Die Zwischenbilanz ist erfreulich: „Wir hatten eigentlich vor, für das Problem eine aufwändige Umgehung zu bauen, doch 2008 fanden wir einen ganz anderen Weg, der sehr schön und direkt ist.“ Als Nebeneffekt führten die START-Forschenden in ihrem Beweis ein Verfahren ein, mit dem sich die Lösungen gewisser analytischer Gleichungssysteme bestimmen lassen. „Damit haben wir den Schlusspunkt für eine relativ lange Entwicklung gesetzt und zugleich ein Werkzeug konstruiert, für das wir gerade spannende, neue Anwendungen erkunden.“

Während Lamel von Natur aus nicht zu den Gesprächigsten zählt, muss er seit dem START-Projekt vor allem eines: reden. Eine multinationale Truppe aus fünf MathematikerInnen, „individuelle Menschen“ wie er selbst, war auf eine gemeinsame Linie zu bringen und dabei in ihren eigenen Ideen zu bestärken. Gewohnt, „vor einem Stück Papier zu sitzen und nachzudenken“, ist Lamel jetzt Dirigent, Dolmetsch und Moderator zugleich. Rechnen, übrigens, hat er inzwischen gelernt – obwohl: „Bei meinen Kindern ist es noch immer ein running gag, dass der Papa ja nicht rechnen kann.“



“Jakob and Christoph are what counts most for me, and they always remind me to remain constantly curious about the world; that is why I do what I do.”

LIVING IN FOUR DIMENSIONS

Doing arithmetic was torture for Bernhard Lamel, who remembers it like this: “I always solved the problems differently from the rest of the class, often in very roundabout ways.” Thanks to an understanding math teacher, however, he made it through school unscathed. At first, he studied German literature and music. But then he came upon a mathematics class by coincidence, and everything changed at once: From that time onward, he wanted to do nothing else in his academic and professional life, and he ended up working in a field which is so highly specialised and challenging that only a handful of people in the world have decided to tackle it: Cauchy-Riemann geometry, a discipline at the interface between several complex variables, geometry and partial differential equations. Lamel focuses on ‘mapping problems’, that is, “determining when and how real submanifolds of complex spaces can be mapped into one another by means of holomorphic mapping.”

Those who don’t immediately know what he is talking about are in good company. “When I showed my doctoral supervisor my application letters for a postdoc position in the US, he warned, ‘You can’t write that you want to work in Cauchy-Riemann geometry. Nobody understands what that’s supposed to mean! Say you’re going to do several complex variables.’” Thanks to – or in spite of – this advice, Lamel managed to get a position at the University of Illinois at Urbana-Champaign.

In simplified terms, his work involves determining whether two objects are the same, analogous to the congruent triangles we learned about in school. Only Lamel’s objects – which he refers to as ‘areas’ – extend into four dimensions, occupying complex spaces where reality depends not on real parameters, but complex ones. What he finds especially interesting is the edges of these areas, “because they enable us to draw conclusions about the holomorphic functions that ‘live’ in those areas”

Therefore, Lamel’s work also concerns the field of complex analysis, which (in its one-dimensional form) centres around the Riemann mapping theorem. This theorem states that as long as an area does not have ‘holes’ – regardless of how jagged and frayed its shape may be – it can be transformed into an easily describable circle using a holomorphic function. However, the Riemann theorem does not apply to the spaces Lamel examines, which in real terms are at least four-dimensional. As a result, he applied for a START project in order to find out how “two real-analytical hypersurfaces can be mapped to one another through biholomorphic mapping”.

His results so far have been highly encouraging: “We had originally planned to build a complicated workaround for the problem, but in 2008 we found a completely different solution which is very elegant and direct.” As an additional benefit, the START researchers’ proof introduced a new method for finding solutions to certain analytical equation systems. “In that way, we brought a relatively long development process to an end, and at the same time we built a tool for which we’re exploring some exciting new applications.”

Although Lamel is not much of a conversationalist by nature, working on his START project has prompted him to do one thing in particular: talk. In his project, he has had to coordinate the work of a multinational crew of five mathematicians, “individuals” like Lamel himself, and encourage them to develop their own ideas. Accustomed to “looking at a blank piece of paper and thinking,” Lamel now has to orchestrate, interpret and moderate at the same time. And in the meantime he has also learned to do arithmetic, although he notes: “For my kids, it’s still a kind of running gag that Dad can’t do math.”

BIOGRAPHY

1997 *Mag. rer. nat.*, University of Vienna

2000 Ph.D., University of California, San Diego

2000–2001 Postdoc, KTH Stockholm

2001–2002 J.L. Doob Research Assistant Professor, University of Illinois at Urbana-Champaign

2002–2004 Assistant Professor, University of Vienna

2004–2008 Principal Investigator in FWF projects P17111 and P19667

2006 *Habilitation*

2007 START grant: Biholomorphic Equivalence: Analysis, Algebra, and Geometry

Visiting Professor, Masaryk University Brno, Innolec Lectureship for CR geometry

2008 Visiting Professor at Université de Rouen, Laboratoire de Mathématiques Raphaël Salem

2008–present Assistant, University of Vienna



START 2007 Chemistry

Thomas Lörting

RESEARCHER PROFILE

Name

Thomas Lörting

Born

1973 in Innsbruck, Austria

Contact

Institute of Physical Chemistry
University of Innsbruck
Innrain 52a, A-6020 Innsbruck
thomas.loerting@uibk.ac.at
<http://homepage.uibk.ac.at>

WASSERSPIELE – MIT EIS

Nach aktuellem Stand sind 67 Anomalien des Wassers bekannt. Manche von ihnen machen das Leben auf der Erde, so wie wir es kennen, überhaupt erst möglich. Trotzdem stellen sie die Wissenschaft noch immer vor Rätsel. „Das Geheimnis des Wassers zu lüften“ hat sich Thomas Lörting, Leiter einer Forschergruppe am Innsbrucker Institut für Physikalische Chemie, vorgenommen. Um das flüssige Objekt „dingfest“ zu machen, holt er es ins Eislabor.

Im Gegensatz zu den allermeisten Flüssigkeiten, die aus einer einzigen Komponente bestehen, gab Wasser zu der Vermutung Anlass, dass es eigentlich nicht aus einer einzigen, sondern aus zwei Komponenten besteht, die trotz gleicher chemischer Zusammensetzung, H_2O , von unterschiedlicher Dichte sind. Allerdings ist dieses „leichtere“ und „schwerere“ Wasser bei Raumtemperatur so durchmischt, dass es unmöglich ist, beide Arten getrennt zu beobachten. Eine Entmischung der „nieder- und hochdichten Strukturen des Wassers“ ist nur bei tiefen Temperaturen möglich. Dazu stellt Lörting durch Abkühlen auf $-196^\circ C$ unter Vermeidung von Kristallbildung amorphes Eis, auch „glasiges Wasser“ genannt, her. Indem er auf diese Substanz sehr hohen, unterschiedlichen Druck ausübt, gelingt es, nicht nur zwei, sondern sogar drei Dichtezustände herzustellen: low, high und very high density. Spannenderweise zeigte sich, dass die Phasenübergänge sprunghaft erfolgen.

Unter seinem START-Projekt – und in weiterer Folge unter einem Starting Grant des Europäischen Forschungsrates – ging Lörting daran, die drei Phasen auch im flüssigen Zustand zu untersuchen: Wie sind die Moleküle jeweils gepackt? Wie sieht die flüssige Struktur aus? Was ist ihr Ordnungsprinzip? Dazu gelang es ihm, die drei isolierten Arten „glasigen Wassers“ durch behutsames Anheizen auf $-138^\circ C$ in einen dickflüssigen Zustand zu versetzen – das ist der Weltrekord für die tiefste Temperatur von flüssigem H_2O – und sie sodann mittels Isotopen-Substitution-Neutronenbeugung untersuchen zu lassen. Lörting und sein Team versprechen sich von diesen Untersuchungen auch Aufschluss darüber, „worin sich Flüssigkeiten von Festkörpern allgemein unterscheiden“ – eine grundlegende Frage für Physik und Chemie.

In einem anderen Punkt sorgte Lörting dafür, dass Schulbücher umgeschrieben werden müssen: Er konnte erstmals zeigen, dass Kohlensäure als Gas stabil sein kann und nicht – wie bis dahin behauptet – sofort nach der Herstellung in CO_2 zerfallen und verblubbern müsse. Mittels einer neu entwickelten Tieftemperaturtechnik gelang es, die Kohlensäure als reinen Feststoff herzustellen und anschließend in die Gasform zu überführen. Damit wurde es erstmals möglich, Kohlensäuredampf zu untersuchen. Das dabei gewonnene Wissen ist wichtig, um Prozesse wie das Sauerwerden der Meere zu verstehen.

In Fortführung seiner Arbeit am MIT, wo er der Gruppe des Nobelpreisträgers Mario J. Molina angehörte, machte Lörting eine weitere Entdeckung von großer ökologischer Tragweite: „Wir bemerkten, dass verunreinigtes Wasser nicht ganz durchfriert, sondern im Kern reines Eis bildet. Darüber legt sich ein flüssiges Konzentrat der Verunreinigungen, das hochreaktiv ist.“ Dies erklärt, weshalb gerade die Wolken in stratosphärischer Kälte wahre Ozonfresser sind. Es macht auch den Treibhauseffekt besser verständlich, denn die Flüssigkeit in den Wolken lenkt weniger Sonneneinstrahlung von der Erde ab als reine Eiskristalle.

Lörtings nächste Ziele? „Schwer zu sagen. Jedes Experiment wirft neue, spannende Fragen auf. Ich lasse mich vom Forschungsobjekt treiben.“ Ein Arbeiten im flow also – im Fluss des Wassers.



“Every scientist needs to have the curiosity and enthusiasm of a child!”

ICE AS A FOUNTAIN OF KNOWLEDGE

At last count, there were 67 known anomalies associated with water. Some of them are even responsible for enabling life on Earth as we know it. But scientists are still confronted with new mysteries again and again. Thomas Lörting, head of a research group at the Institute of Physical Chemistry in Innsbruck, has set his sights on “uncovering the mysteries of water”. In order to make this fluid research object easier to ‘grasp’, he takes it to the ice laboratory.

In contrast to the vast majority of single-component liquids, water has prompted the conjecture that it does not actually consist of a single component, but of two components which – despite their identical chemical composition (H_2O) – have different densities. However, at room temperature the ‘lighter’ and ‘heavier’ forms of water are so well mixed that it is impossible to examine them separately. Indeed, it is only possible to separate the low and high-density structures of water at very low temperatures. To this end, Lörting cools water to -196°C and at the same time prevents crystallisation in order to produce amorphous ice, also known as ‘glassy water’. By exerting various degrees of pressure on this substance, he is able to produce not just two, but even three density states: low, high and very high density. What is fascinating is that the transitions from one phase to another are not smooth, but rather abrupt.

In his START project, and later with an ERC Starting Grant, Lörting set out to examine these three phases in the liquid state as well: How are the molecules packed in each case? What does the liquid structure look like? What ordering principle underlies this structure? By carefully warming them to -138°C , he succeeded in transforming the three isolated types of ‘glassy water’ to a viscous state – the world record for the lowest temperature reached by liquid H_2O – and then examining them by means of isotopic substitution neutron scattering. Through their observations, Lörting and his team hope to gain insight into “what distinguishes liquids from solids in general” – a fundamental question in physics and chemistry.

In a different area of research, Lörting prompted a revision of school textbooks all over the world: He was the first to demonstrate that carbonic acid can be stable in its gaseous state and does not decompose into CO_2 immediately after production, as previously claimed. Using a newly developed low-temperature method, he succeeded in producing carbonic acid as a solid and then transforming it into a gas. His discovery made it possible to study carbonic acid vapour for the first time. The knowledge arising from his work is important for understanding processes such as ocean acidification.

In continuing his work from his time at MIT, where he belonged to the research group headed by Nobel laureate Mario J. Molina, Lörting made another discovery with vast ecological implications: “We noticed that impure water does not freeze completely, but forms pure ice at its core. This core is surrounded by a highly reactive liquid concentrate containing the impurities.” This explains why clouds in the cold of the stratosphere destroy so much ozone. It also helps us understand the greenhouse effect more clearly, as the liquid in the clouds diverts less sunlight from the Earth than pure ice crystals.

Lörting’s next goals? “Hard to say. Every experiment raises new and exciting questions. I’ll just let the subject guide my way.” In other words, Lörting plans to go with the flow – of water.

BIOGRAPHY

1997 M.Sc. (*Mag. rer. nat.*) in chemistry with distinction, University of Innsbruck

1998 Guest Lecturer, Gadjah Madah University (Yogyakarta, Indonesia) and Chulalongkorn University (Bangkok, Thailand)

1999 Compulsory military service as medical assistant, Military Hospital 2, Innsbruck

2000 Ph.D. (*Dr. rer. nat.*) in chemistry with distinction, University of Innsbruck

2001–2003 Research Fellow under Prof. Mario J. Molina, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, USA

2004–2008 Assistant Professor, Institute of Physical Chemistry, University of Innsbruck

2005 Nernst Haber Bodenstein Prize (German Bunsen Society)

2006 Novartis Award

2007 START grant: Deeply supercooled liquid water

2008 ERC Starting Grant

Habilitation and Associate Professor at the Institute of Physical Chemistry, University of Innsbruck

2009 Elected member of Austrian Academy of Sciences (Young Academy)



RESEARCHER PROFILE

Name

Paul Mayrhofer

Born

1972 in Oberpullendorf, Austria

Contact

Department of Physical Metallurgy and
Materials Testing

Franz-Josef-Straße 18, A-8700 Leoben
paul.mayrhofer@unileoben.ac.at

START 2007 Material Sciences

Paul Mayrhofer

THEORETIKER UND EXPERIMENTATOR MIT HANG ZUR MUSIK

„Immer schon haben die Werkstoffe die technischen Möglichkeiten einer Zeit bestimmt“, ist Paul Mayrhofer überzeugt. In der Bronze- und Eisenzeit wie im Informationszeitalter: Kein Touchscreen ohne das Wundermaterial Indiumzinnoxid, das durchsichtig, kratzfest und hinreichend leitfähig ist, um die Eingabe per Fingerstups zu ermöglichen. Kein Hochleistungschip ohne winzigste Leiterbahnen im Nano-Maßstab. „Nano“ ist auch ein Stichwort für Mayrhofer's Forschungsarbeit im Department für Metallkunde und Werkstoffprüfung an der Montanuniversität Leoben: In einer Größenordnung von einem bis zehn Nanometern – ein Nanometer ist ein Millionstel Millimeter – baut er mit seiner START-Gruppe einzelne Atome so zusammen, dass die aus ihnen gebildeten Stoffe Eigenschaften in sich vereinen, die in der Natur kaum in diesen Kombinationen vorkommen. Die Industrie wartet ungeduldig auf solche Supermaterialien, um neueste Entwicklungen im großen Maßstab umzusetzen.

Wozu es früher zahllose Experimente brauchte, gelingt heute viel effizienter unter Miteinbeziehung von Computern. Dazu verwendet Mayrhofer neben anderen Tools das vom START-Projektleiter Georg Kresse in den Neunziger-Jahren entwickelte und seither weltweit verbreitete VASP-Programm zur Berechnung atomistischer Systeme. Sein besonderes Interesse gilt dabei den so genannten metastabilen Zuständen, die bei extremen Herstellbedingungen von Materialien entstehen können, etwa so, wie Kohlenstoff unter extremer Hitze und Druck zu Diamant wird. Wer diese Prozesse versteht, kann Werkstoffe auf ein bestimmtes Anforderungsprofil hin maßschneidern und damit die Lebensdauer und Widerstandsfähigkeit der Beschichtungen von Bauteilen für Motoren, Turbinen oder Werkzeugen steigern.

Zum Beispiel das leuchtend goldfarbene Titanitrid, das sich auf Bohrern und Fräsen ebenso findet wie auf hochwertigem Modeschmuck: Mithilfe von Supercomputern lässt sich berechnen, wie sich das primär aus Titan und Stickstoff bestehende Material durch Hinzugabe von anderen Elementen verändert und verhält. So vermag ein einziges Zusatzatom unter hundert anderen Atomen die Eigenschaften des Titanitrids völlig zu verändern. Im Experiment zeigt sich schließlich, ob das Werkstoffdesign gelungen ist. Falls nicht, dann helfen neuerliche Computermodelle, das Problem noch besser zu erfassen.

Bei dieser Art des Forschens kommt Paul Mayrhofer zugute, dass er sowohl Experimentator als auch Theoretiker ist – eine Seltenheit in seiner Disziplin. Deshalb ist seine START-Projektgruppe auch begehrt für internationale Kooperationen.

So ernst wie das Zusammenwirken der Atome in seinen Materialstrukturen nimmt Mayrhofer das Zusammenspiel der Mitglieder seines Teams. Sein Vorbild dazu findet er in der Musik, beim Singen im Chor und Musizieren im Orchester (Trompete, Flügelhorn) im heimatlichen Neckenmarkt. „Da muss man sich auch an den Mitmusikanten orientieren. Mir gefällt es, wenn man in einer Gruppe gut interagiert und zusammenhält.“

Trotzdem schätzt Mayrhofer seine wissenschaftliche Selbstständigkeit und ist dem START-Programm dankbar, dass es ihm die Forschungsfreiheit bewahrt hat. „Ich wäre sonst wohl zu stark von der Industrie abhängig geworden.“ Als nächsten Schritt peilt er ein internationales Trainingsnetwork an. Dabei wird es hauptsächlich darum gehen,

neue LEDs – Licht aussendende Dioden – zu entwickeln. Ein Projekt mit großem Wirkungspotenzial, bedenkt man, dass LEDs die Art, wie Menschen künstliches Licht erleben, in der Zukunft völlig verändern werden.



“Good teamwork among the members of my research group is one of the cornerstones of our work.”

A THEORETICIAN AND EXPERIMENTER WITH A PASSION FOR MUSIC

“Materials have always determined the technical possibilities of the time,” Paul Mayrhofer says with conviction. This is just as true now in the Information Age as it was during the Bronze and Iron Ages: There would be no touch screens without the wonder material indium tin oxide, which is transparent, scratch-resistant and conductive enough to allow people to operate devices with the tap of a finger. And there would be no high-performance computer chips without nano-scale conductor paths.

“Nano” is also a fitting word to describe Mayrhofer’s research at the Department of Physical Metallurgy and Materials Testing at the University of Leoben: At sizes in the range of one to ten nanometres (where a nanometre equals one millionth of a millimetre) Mayrhofer and his START team are assembling individual atoms in such a way that the materials formed show combinations of properties which hardly occur in nature. Manufacturers are waiting impatiently for these ‘supermaterials’ in order to implement state-of-the-art developments on a mass scale.

Computer models have now made it easier to carry out processes which used to require countless experiments. The tools Mayrhofer uses for this purpose include the VASP simulation package for atomic systems, which was developed by START recipient Georg Kresse in the 1990s and is now widely used all over the world. In this context, Mayrhofer is especially interested in what are known as ‘metastable’ states, which can arise under extreme production conditions, something like the way carbon can be transformed into diamond by applying extreme heat and pressure. Understanding these processes makes it possible to tailor materials to meet specific requirements and thus to increase the longevity and resistance of coatings for components of motors, turbines or tools.

One example is the luminescent gold-coloured material titanium nitride, which can be found on drill and router bits as well as high-quality costume jewellery. Using supercomputers, it is possible to predict how this material – which mainly consists of titanium and nitrogen – will change and behave when other elements are added. For example, a single additional atom among hundreds of others can completely change the properties of titanium nitride. The ensuing experiments then show whether the material’s design lives up to expectations. If not, then new computer models are used to depict the problem more effectively.

In this type of research, Paul Mayrhofer benefits from being an experimenter as well as a theoretician – which is a rarity in his discipline. That is also the reason why his START project group is in high demand when it comes to international cooperation. Mayrhofer is just as serious about the cooperation among his team members as he is about the interaction of atoms in his material structures. To this end, he uses music as a model, as Mayrhofer sings in the choir and plays trumpet and flugelhorn in the orchestra in his hometown of Neckenmarkt. “You have to stay in synch with the other musicians. I like it when people interact well and stick together as a group.”

At the same time, Mayrhofer values his scientific independence and is very grateful that the START grant has helped him sustain his freedom in research. “I probably would have become too dependent on industry.” As his next step, Mayrhofer plans to set up an international training network which will primarily focus on developing new light-emitting diodes (LEDs) – a project with vast potential impact, especially considering the fact that LEDs will completely change the way humans experience artificial light in the future.

BIOGRAPHY

1991–1997 Studies of materials science at University of Leoben (MUL)

2001 Doctoral thesis on nanocrystalline hard coatings, in cooperation with University of West Bohemia, Plzen, CZ

2003–2006 University Assistant, MUL; Researcher at Center for Microanalysis of Materials, University of Illinois at Urbana-Champaign, USA
Erwin Schrödinger Fellow, Materials Chemistry, RWTH Aachen University, Germany, and Institute of Physics, Linköping University, Sweden

2005 *Habilitation*: Nanostructural design of hard thin films

2005–present Head of Nanostructured Materials Group, MUL. Field of research includes synthesis-chemistry-structure-properties relations in nanoscale and functional materials, with the aid of experimental and computational studies. Around 100 scientific publications in SCI-listed journals (h-index = 22, 910 citations without self-citations) and 50 invited lectures

2007 START grant: Atomistic study of meta-stable phases

2010–present Associate Professor for nanostructured materials, MUL



START 2007 History Sigrid Wadauer

RESEARCHER PROFILE

Name

Sigrid Wadauer

Born

1968 in Linz, Austria

Contact

Institute for Economic and Social History
University of Vienna

Maria-Theresien-Straße 9/4, A-1090

Vienna

sigrid.wadauer@univie.ac.at

<http://pow.univie.ac.at>

<http://wirtschaftsgeschichte.univie.ac.at>

DIE ERFINDUNG DER ARBEIT

Was ist Arbeit? – Die Frage ist alles andere als müßig. An ihr hängt nicht weniger als die Struktur einer Gesellschaft sowie die Identität und der Wohlstand der Menschen, aus denen sie sich zusammensetzt.

Sigrid Wadauer vom Institut für Wirtschafts- und Sozialgeschichte der Universität Wien geht der Frage im Rahmen eines Projektes nach, das mit einem START-Programm und dann mit einem Starting Grant des Europäischen Forschungsrates ERC ausgezeichnet wurde.

„Die Erzeugung von Arbeit. Wohlfahrt, Arbeitsmarkt und die umstrittenen Grenzen von Lohnarbeit (1880–1930)“ lautet der Titel. Er impliziert, dass Arbeit gegen Ende des 19. Jahrhunderts systematisch ins Verwaltungsregime des Staates aufgenommen und dadurch in der heute gültigen Form neu „erfunden“ wurde: „Arbeit wurde seither zunehmend als offizielle, das heißt auch normierte und regulierte Erwerbs- und Berufsarbeit verstanden“, erläutert Wadauer. Daraus ergab sich, dass mittlerweile „mit dem Kürzel Arbeit unglaublich viele Rechte verbunden sind“ – festes Einkommen, Versicherungsleistungen bei Krankheit, Invalidität und Arbeitslosigkeit oder eine Pension. In diesem Prozess fielen viele Tätigkeiten aus dem Rahmen dessen heraus, was als „Arbeit“ anerkannt ist. Gleichzeitig wurden sie um- und abgewertet: die Arbeit im Haushalt und in der Familie, gegenseitige Hilfsleistungen, Dienstbotenarbeit und informelle Handwerkserei in Haus und Hof, Schrebergärtnerei und landwirtschaftliche Selbstversorgung. Über mittellose Wanderer entbrannte eine Debatte: Welche Praktiken waren der legitimen Arbeitssuche, welche der Landstreicherei oder Bettellei zuzuordnen? Wer wurde als Teil des Arbeitsmarktes betrachtet, wer der Wohlfahrt zugeordnet oder als kriminell und arbeitsscheu gesehen? Ungelernte und temporäre Lohnarbeit geriet dabei in Verdacht und Misskredit.

Wadauers Projekt versteht die Geschichte der Arbeit als die Geschichte der Auseinandersetzungen darüber, was Arbeit ist und sein soll – es wird die „Erzeugung von Arbeit“ untersucht. Bisher wurden die Veränderungen von Arbeit und die Entstehung staatlicher Wohlfahrtspolitik zumeist aus der Perspektive von Staat und Politik beschrieben. Wadauer und ihre sieben Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter berücksichtigen hingegen gleichermaßen den Standpunkt jener, die sich auf verschiedenste Arten einen Unterhalt suchen. Anhand von Briefen, Tagebüchern, amtlichen Protokollen oder Gerichtsakten konstruieren sie einen systematischen Vergleich, auf welch unterschiedliche Arten Menschen sich Ende des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts in Österreich und Deutschland ihren Lebensunterhalt organisierten. Über Sekundärliteratur und Tagungen wird dieser Vergleich auch auf andere Länder ausgedehnt.

In Anbetracht der Umbrüche, die derzeit die Arbeitswelt erschüttern, ließe dies Antworten für aktuelle Probleme erhoffen. Doch Sigrid Wadauer wehrt ab: „Das ist nicht der Output von Grundlagenforschung. Wir produzieren selbst neue Fragen und Probleme und entwickeln mit der Forschung zugleich auch unsere Werkzeuge weiter, die wiederum für andere Forschungen verwendet werden können. Die historische Untersuchung von Arbeit ist aber für das Verständnis aktueller Entwicklungen relevant.“ Das renommierte START-Programm und das darauf folgende ERC-Grant bedeuten für Wadauer eine wichtige Anerkennung. Die Förderung erlaubt ihr zu forschen und selbstständig ihre Arbeitszusammenhänge zu gestalten: „Im Team können wir arbeitsteiliger tätig sein und mit verschiedenen Gegenstandskonstruktionen experimentieren. Im Sinne von Gaston Bachelard: Das Erkennen muss sich mit dem Erkannten entwickeln.“



“As a team, we can divide tasks more effectively and experiment with various constructs. As Gaston Bachelard put it, ‘The knowing has to evolve with the known.’”

THE INVENTION OF WORK

What is work? This question is anything but pointless, especially as it helps to shape the structure of a society as well as the identity and wealth of the people who make up that society.

At the Institute for Economic and Social History at the University of Vienna, Sigrid Wadauer is now investigating this question in her START project, which has also been approved for an ERC Starting Grant.

The project is entitled “The production of work. Welfare, labour market and the disputed boundaries of labour (1880–1930).” The title implies that work was systematically included in the government’s administrative regime in the late 19th century and was thus ‘reinvented’ to take the form we know today: “Since that time, work has increasingly been understood as ‘official work’, that is, standardised and regulated commercial and professional work,” Wadauer explains. As a result, “the term ‘work’ is now linked to an incredible number of rights” – such as the right to a fixed income and insurance benefits in the case of illness, disability, unemployment or retirement. In this process, many activities have been eliminated from the recognised definition of work. At the same time, they were reassessed and in some cases stripped of value: work in the household and family, forms of mutual support, domestic work and informal repair and maintenance work around the house and farm, the cultivation of small gardens and self-sufficient agricultural activities. A debate broke out over penniless wanderers: What practices were to be considered a legitimate search for work, and which ones should be regarded as vagrancy or mendicancy? Who was to be classified as part of the labour market, as a ‘welfare case’, or as a criminal or person unwilling to work? In this context, unskilled and temporary wage labour was suddenly treated with suspicion and discredit.

In her project, Wadauer sees the history of work as a process of coming to terms with what work is and what it should be; she is therefore investigating the ‘production’ of work. Up to now, changes in the definition of work and the origins of government welfare policy have generally been described from the perspective of government and politics. In contrast, Wadauer and her seven-person research team attribute equal weight to the perspective of those who try to make a living in a wide variety of alternative ways. On the basis of letters, diaries and official log documents or court files, the researchers are assembling a systematic comparison of the various ways in which people made a living in Austria in the late 19th and early 20th centuries. Through secondary literature and conferences, this comparison will also be extended to include other countries.

Given the upheavals which have affected the world of work today, her research efforts appear promising with regard to current problems. However, Wadauer rejects this idea: “That is not the point of basic research. Our objective is to produce new questions and problems and continue developing our tools, which in turn can be used for further research. However, a historical examination of the concept of work is certainly relevant to our understanding of current developments in the field.”

For Wadauer, receiving the prestigious START grant and later the ERC Starting Grant was an important form of recognition. This support will allow her to conduct her research and to design her work context independently: “As a team, we can divide tasks more effectively and experiment with various constructs. As Gaston Bachelard put it, ‘The knowing has to evolve with the known.’”

BIOGRAPHY

1986–1994 Studies of history at the University of Vienna

1995–present Research and teaching at the Universities of Salzburg and Vienna, grants and fellowships in Austria, Germany and the US

2001 Ph.D., University of Vienna

2002 Visiting Scholar, Department of History, University of Illinois at Urbana-Champaign

2004 Hertha Firnberg Fellowship

2007 Elise Richter Fellowship

START grant: The Production of Work. Welfare, Labour-Market und the Disputed Boundaries of Labour (1880–1938)

2008–present Senior Postdoc and principal investigator in an ERC Starting Grant project (The Production of Work; see above) at the Department of Economic and Social History, University of Vienna

2010 Visiting Scholar, SFB 600 “Strangers and poor people”, University of Trier, Germany

Research interests: work/livelihood and mobility, autobiographical accounts and courses of life, history of crafts and trades



RESEARCHER PROFILE

Name

Thomas Wallnig

Born

1975 in Bolzano, Italy

Contact

“Monastic Enlightenment and the Benedictine Republic of Letters” Project
Maria-Theresien-Straße 9/4, A-1090 Vienna
thomas.wallnig@univie.ac.at
<http://www.univie.ac.at>

START 2007 History

Thomas Wallnig

BAROCKE MONASTISCHE GELEHRSAMKEIT

Sie waren hervorragend vernetzt: um die 300 Korrespondenzpartner, meist Intellektuelle, aus ganz Europa; 1000 noch erhaltene Briefe, hauptsächlich in lateinischer Sprache, damals internationale Verkehrssprache und Wissenschaftsidiom. Sie waren Benediktinermönche und Bibliothekare im Kloster zu Melk, Philologen, Historiker, kirchliche Reformgeister und vielleicht sogar Aufklärer, Papstkritiker, Jesuitengegner, befreundet und zerstritten mit einflussreichen Beamten am Hof Kaiser Karls VI. und Gegenspieler ihres Chefs, des berühmten Melker Bauabtes Berthold Dietmayr, gegen den sie sogar eine Revolte anzettelten.

Die Rede ist von Bernhard und Hieronymus Pez aus Ybbs an der Donau, aufgewachsen als Wirtssöhne im florierenden Gasthof zur Goldenen Sonne, „besseres“ Kleinstadtbürgertum, acht Kinder, eine vermutlich sehr tüchtige Mutter. Das Haus steht noch heute. Darin ein „Kaisersaal“ (heute „Mozart-Saal“), ständig in Bereitschaft gehalten, denn der Souverän konnte ja einmal in Ybbs Station machen.

Bernhard Pez, der ältere und tonangebende der beiden Brüder (1683–1735), startete ein Mammut-Projekt: ein Lexikon sämtlicher benediktinischer Schriftsteller aller Länder und Zeiten. Seine Absicht: in einer Epoche, in der weder architektonisch noch geistig ein Stein auf dem anderen blieb, den Machtanspruch seines Ordens zu untermauern. Sowohl die jesuitische Konkurrenz als auch Kaiser Karl VI. sollten 1.200 Jahre benediktinische Geschichte und geistige Tradition vor Augen geführt bekommen. Damit allerdings begab sich der als Bibliothekar und Quellenforscher bewusst kritische Pater Bernhard, dem eine gute Quelle mehr wog als eine päpstliche Bulle, in einen inneren Konflikt: Sein Projekt, so der Historiker Thomas Wallnig, war der Versuch, „eine Kontinuität zu konstruieren, wo keine war“. In der Tat erschienen statt der umfassenden Enzyklopädie lediglich drei, wenn auch vielbändige Sammelwerke.

Bei ihrer Arbeit traten die Brüder Pez mit weltlichen und geistlichen Forschern, Katholiken und Protestanten in ganz Europa in Kontakt. Die daraus resultierenden 1000 Briefe bergen einen unschätzbaren Fundus an Informationen und Hinweisen – sowohl zur Kultur der Mönchsgelehrsamkeit als auch zur noch kaum untersuchten süddeutsch-österreichischen Geistesgeschichte des 17. und 18. Jahrhunderts. Bislang waren die Brüder Pez nur in Expertenkreisen, aufgrund ihrer Kataloge und ihrer Kopien heute verlorener mittelalterlicher Handschriften, bekannt. Ihre Wirkung ging weit darüber hinaus. Bernhard Pez setzte sich ein für die Reform des Studienwesens und die Gründung einer Akademie der Wissenschaften. Mit spitzer Feder vertrat er gegenüber den papsttreuen Jesuiten den benediktinischen Standpunkt.

Thomas Wallnig erschließt seit einem Jahrzehnt den Pez'schen Nachlass. In Detektivarbeit verfolgt er einen dicken Strang roter Fäden. So etwa will er die „Rückprojektionen der Geschichtsschreibung des 19. Jahrhunderts“ auflösen und der „vermeintlichen geistesgeschichtlichen Erfolgsstory der katholischen Aufklärung die Selbstwahrnehmung der gelehrten Mönche des 18. Jahrhunderts“ gegenüberstellen. Auch geht er den Vorläufern der heutigen scientific community in der benediktinischen res publica literaria nach.

Ein Hauch „monastischer Geist“ durchweht auch Wallnigs START-Projekt, in dem die Korrespondenz der Brüder Pez in vier großen Bänden ediert und ihr Nachlass der Öffentlichkeit im Internet zugänglich gemacht wird: Man arbeitet mit Recycling Papier, legt Wert auf eine Kultur von Konflikt und Konsens und lebt corporate social responsibility: Die Digitalisierungsarbeit macht ein Flüchtling, früherer TV-Journalist, aus Tschetschenien.

“Six colours of quince juice from my garden. My work is situated at the threshold between perception and concept. It requires patience, knowledge of oneself and respect for the unexpected.”

MONASTIC SCHOLARSHIP IN THE BAROQUE ERA

They had an outstanding network: Some 300 correspondents, most of them intellectuals, from all over Europe; 1,000 surviving letters, largely written in Latin, the language of international relations and commerce at the time.

They were Benedictine monks and librarians at the monastery in Melk: philologists, historians, religious reformers, and possibly even Enlightenment figures; critics of the pope, opponents of the Jesuits, friends and enemies of influential officials in the court of Emperor Charles VI; and opponents of their own boss, the famous Abbot of Melk Berthold Dietmayr, against whom they even launched a revolt. Who were these monks? Bernhard and Hieronymus Pez from the town of Ybbs an der Donau, sons of an innkeeper who grew up in a family of eight children at the flourishing inn ‘Gasthof zur Goldenen Sonne’, members of the ‘better’ small-town bourgeoisie, probably with a very diligent mother. The inn still stands today. Within its walls is the Emperor’s Salon (now known as the Mozart Salon), which was kept in constant readiness in case the emperor decided to stop in Ybbs. The elder brother, Bernhard Pez (1683–1735), who tended to set the tone for their activities, started a project of mammoth proportions: An encyclopaedia of Benedictine authors from all nations and eras. His objective: to substantiate his order’s claim to power in an era when not a stone was left standing, neither in architectural nor in intellectual terms. His efforts were designed to parade a full 1,200 years of Benedictine history and intellectual tradition before their Jesuit competitors as well as Emperor Charles VI. However, this confronted Bernhard – a consciously critical librarian and investigator of historical sources who considered a good source far more significant than a papal bull – with an inner dilemma: His project, according to historian Thomas Wallnig, was an attempt “to create a continuity that did not exist”. In the end, what he published was not a comprehensive encyclopaedia, but three collections (albeit with many volumes).

In their work, the Pez brothers came into contact with secular and religious researchers, Catholics and Protestants all over Europe. The 1,000 letters resulting from their efforts represent an invaluable source of information and clues – both on the culture of monastic scholarship and the intellectual history of Southern Germany and Austria in the 17th and 18th centuries, a topic which now sees hardly any attention in research. Previously, the brothers were known only to expert circles from their catalogues and their copies of now-lost mediaeval manuscripts. But their impact goes far beyond those works. Bernhard Pez advocated a reform of university education and the establishment of an academy of sciences, and he wielded a sharp pen in presenting the Benedictine standpoint to the Jesuits, who remained loyal to the pope.

Wallnig has been exploring the legacy of the Pez brothers for a decade now. Working like a detective, he has followed up on a wide variety of important leads and themes. In this way, he hopes to debunk the “retrospective projections of history written in the 19th century” and compare the “supposed intellectual success story of the Catholic Enlightenment with the self-perceptions of monastic scholars in the 18th century”. In other words, he is investigating the predecessors of today’s scientific community in the Benedictine *res publica literaria*. Wallnig’s START project itself is also characterised by a touch of ‘monastic spirit’, as he plans to merge the Pez brothers’ correspondence into four large volumes and make their legacy publicly available on the Internet. In their work, Wallnig and his team use recycled paper, emphasise a culture of conflict and consensus, and exhibit corporate social responsibility: The digitisation work is being carried out by a refugee, a former television journalist from Chechnya.

BIOGRAPHY

1993–1999 Studies of history and Italian philology, Universities of Graz, Pisa and Torino

1999–2004 Ph.D. in history, University of Graz

1999–2001 MAS (Historical Research and Archival Sciences), Institute for Austrian Historical Research, Vienna

2003 Fellowship at the Herzog August Bibliothek, Wolfenbüttel, Germany

2004–2008 Principal Researcher, FWF Project “The learned correspondence of B. and H. Pez”

2005 Franz Stephan Prize (Austrian Society for 18th Century Studies); Science Achievement Award (Province of Lower Austria)

2006 Fellowship at the German Historical Institute, Paris, France

2007 START grant: Monastic Enlightenment and the Benedictine Republic of Letters

2008–present Principal Investigator, FWF START project: Monastic Enlightenment and the Benedictine Republic of Letters

2009–present Instructor, Universities of Salzburg and Vienna

2010 Member of Advisory Board, Austrian Society for 18th Century Studies



Wittgenstein 2008 Physics

Markus Arndt

RESEARCHER PROFILE

Name

Markus Arndt

Born

1965 in Unkel am Rhein, Germany

Contact

Quantum Optics, Quantum Nanophysics
and Quantum Information

Vienna Center for Quantum Science and
Technology (VCQ)

Faculty of Physics

University of Vienna

Boltzmannngasse 5, A-1090 Vienna

arndt-office@univie.ac.at

<http://www.quantumnano.at>

WELTMEISTER IM GRENZBEREICH

„Unser ‚Schrödinger-Oktopus‘!“ strahlt Markus Arndt und hält das prachtvolle, aus zahllosen bunten Kugeln zusammengesetzte, vielarmige Gebilde in die Höhe. Es ist das millionenfach vergrößerte Modell eines künstlichen, perfluoroalkylierten Moleküls. Am Ende jedes Armes steckt eine kleine grüne Kugel „Fluor-Atome“, bemerkt Arndt. „Die haben uns befreundete Chemiker um Professor Mayor in Basel hinzugefügt, um die Polarisierbarkeit klein zu bekommen – sodass die Arme nicht aneinander binden, wenn wir das Teilchen fliegen lassen.“

Im Original etwas massiver als Insulin und, wie dieses, ein organisches Molekül, hält der „Oktopus“ den Weltrekord als größtes Objekt, das je aus der „klassischen“ Alltagsrealität heraus in die verblüffende Welt der Quanteninterferenz geschossen wurde.

Zum ersten Mal wies Arndt 1999 an den fußballförmigen Fullerenen C60 und C70 nach, dass sich auch komplexere Moleküle – und nicht nur Elektronen oder Atome – in den quantenspezifischen Welle-Teilchen-Dualismus versetzen lassen. Seither ist der geborene Rheinländer, heute Professor für Quantennanophysik und Molekulare Quantenoptik an der Universität Wien, unangefochtener Weltmeister im „Teilchenschießen“.

Für den Nachweis von Quantenphänomenen an immer komplexeren Objekten wurde Markus Arndt 2008 der Wittgenstein-Preis verliehen – als einem der jüngsten Forscher in der Geschichte des Auszeichnung. 2001 war er bereits mit dem START-Projekt ausgezeichnet worden und hatte mit dem Geld seine Gruppe „Quantennanophysik und Molekulare Quantenoptik“ auf Erfolgskurs gebracht. Der Wittgenstein-Preis war für Arndt „eine wichtige Hilfe, um diese Gruppe trotz der bekannten Grenzen der universitären Basisfinanzierung in Wien zu erhalten und auszubauen“.

Arndts Ziel: „Die Grenzen der Quantenphysik zu entdecken“ – also im Experiment herauszufinden, ab welcher Größe Objekte keine Quantenwirkungen mehr entfalten können. Je größer die Masse eines Teilchens, desto größer nämlich seine Neigung zur Dekohärenz, das heißt, mit der „klassischen“ Umgebung in Interaktion zu treten und dabei die Quanteneigenschaften zu verlieren.

Die derzeitigen Testmoleküle sind bereits zehn Mal massiver als die Fullerene. Ein, zwei Größenordnungen sollten sich noch ausgehen, dann aber, so Arndt, „ist auf der Erde vielleicht Schluss. Deshalb planen wir auch schon Experimente in der Schwerelosigkeit“. Große Teilchen müssen das Beugungsgitter des Interferenzmessgerätes langsamer passieren als kleine und fallen wegen der stärker wirkenden Erdanziehung leicht aus dem Experiment heraus.

Der kostspielige Sprung in die Schwerelosigkeit des Alls liegt noch in weiter Ferne. Jetzt einmal denkt Arndt über Experimente mithilfe des 100 Meter hohen Fallturms des Bremer Zentrums für angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitation nach. Während des freien Falls wird die Gravitation außer Kraft gesetzt. Allerdings müsste dafür eine völlig neue, kompakte Experimentieranordnung entwickelt werden. Derzeit sind die Experimente auf mehreren Quadratmetern aufgebaut; der Labortisch wiegt eineinhalb Tonnen.

Auf der Anwendungsseite verspricht sich Arndt von seiner Forschungsarbeit Anregungen, um die Eigenschaften neuer Nanoteilchen und von Biomolekülen zu messen. Ein weiterer Spin-off wären quantenphysikalische Verfahren, um molekulare Strukturen, etwa für die Nanoelektronik, zu erzeugen.

Derzeit lässt die „Arndt-Gruppe“ bereits dichte Metallcluster durch die aus Lichtfeldern bestehenden Beugungsgitter im ehrwürdigen k.u.k. Gebäude der Fakultät für Physik fliegen: Auch sie sollen gezwungen werden, ihre Quantennatur zu enthüllen.

“The Wittgenstein Award was an important source of support for maintaining and expanding this group in Vienna despite the well-known limits of basic university funding.”

A WORLD CHAMPION IN TESTING LIMITS

“Our Schrödinger octopus!” beams Markus Arndt, holding up a magnificent structure with countless arms and coloured balls. It is a model of an artificial perfluoroalkyl-functionalised molecule magnified one million times. At the end of each arm is a small green ball. “Fluorine atoms,” Arndt notes. “Our friends in Professor Mayor’s chemistry group in Basel added them in order to reduce polarisability – so that the arms don’t bond to each other when we let the molecule fly.”

The organic molecule itself is a bit larger in mass than insulin. Arndt’s ‘octopus’ holds the world record as the largest object ever to be launched out of our ‘classic’ everyday reality into the intriguing world of quantum interference. In 1999, Arndt used the soccer ball-shaped fullerenes C₆₀ and C₇₀ to demonstrate for the first time that more complex molecules – not just electrons and atoms – can also exhibit the wave-particle duality observed in quantum particles. A native of the Rhineland in Germany and now a professor of quantum nanophysics and molecular quantum optics at the University of Vienna, Arndt has since been considered the world champion in ‘particle shooting’. For his work demonstrating that quantum phenomena also occur in increasingly complex objects, Arndt received the Wittgenstein Award in 2008 – and was one of the youngest recipients in the history of the prize. He had already received a START grant in 2001, and he used those funds to put his Quantum Nanophysics and Molecular Quantum Optics research group on the road to success. For Arndt, the Wittgenstein Award represented “an important source of support for maintaining and expanding this group in Vienna despite the well-known limits of basic university funding.”

Arndt’s goal: “To discover the limits of quantum physics,” that is, to conduct experiments in order to identify the size above which objects can no longer exhibit quantum effects. The larger the mass of a particle, the larger its tendency towards decoherence, meaning that it begins to interact with the ‘conventional’ environment and loses its quantum properties in the process.

In terms of mass, his current test molecules are already ten times larger than fullerenes. It should be possible to increase their size by one, maybe two orders of magnitude, but then Arndt believes “that may be the limit here on Earth. That’s why we’re already planning experiments in zero-gravity conditions.” Large particles cannot pass through the diffraction grating of the interferometer as quickly as smaller particles, and the former drop out of experiments easily due to the increasing effect of gravity. However, the costly transition to the weightlessness of space is still in the distant future. For the moment, Arndt is considering experiments using the 100-meter drop tower at the Center of Applied Space Technology and Microgravity in Bremen, Germany, as gravity would be suspended during a free fall in this tower. However, such a step would require a completely new and far more compact experimental design. At present, the equipment used in the experiments takes up several square meters, and the lab table weighs 1½ metric tons.

As for applications, Arndt is convinced that his work will yield new insights for measuring the properties of new nanoparticles and of biomolecules. Another benefit would come in the form of quantum methods to generate molecular structures for applications such as nanoelectronics.

At present, Arndt’s group is already shooting dense clusters of metal through the diffraction grating at the historical Faculty of Physics building in Vienna: The team hopes to force the clusters to reveal their quantum nature as well.

BIOGRAPHY

1990–1991 Diploma, Ludwig Maximilian University (LMU) Munich, with H. Walther

1991–1994 Ph.D., LMU Munich & MPQ Garching, with T. W. Hänsch & A.R. Weis

1994–1995 Postdoc, MPQ Garching

1995–1996 Feodor Lynen Research Fellowship (A. v. Humboldt Foundation)

1995–1997 Postdoc, ENS Paris, with J. Dalibard; AvH host: C. Cohen-Tannoudji

1996–1997 DFG Research Fellowship

1997–1998 Postdoc, University of Innsbruck, with A. Zeilinger

1999–2002 Assistant Professor, University of Vienna, with A. Zeilinger

2000 Fritz Kohlrusch Prize, Austrian Physical Society (ÖPG);
Erich Schmid Prize, Austrian Academy of Sciences (ÖAW), together with G. Springholz

2001 START grant: New Methods for Quantum Optics with Clusters and Molecules

2002 Ass. Prof., University of Vienna

2004 Visiting Professor of quantum nanophysics, University of Vienna

2006 FWF Award for Science Communication (3rd prize)

2008 Elected Member of Young Academy, Austrian Academy of Sciences

Full Professor of quantum nanophysics, University of Vienna

Wittgenstein Award



START 2008
Physics

Markus Aspelmeyer

RESEARCHER PROFILE

Name

Markus Aspelmeyer

Born

1974 in Schongau, Germany

Contact

Vienna Center for Quantum Science
and Technology (VCQ)

Faculty of Physics

University of Vienna

Boltzmanngasse 5, A-1090 Vienna

aspelmeyer-office@univie.ac.at

<http://aspelmeyer.quantum.at>

<http://vcq.quantum.at>

SPRUNGBRETTEN IN DIE QUANTENWELT

Es begann damit, dass ein Gutachter eine interessante Projektidee von Markus Aspelmeyer ablehnend beurteilte. „Anton Zeilinger sagte: ‚Egal, wir machen’s trotzdem.‘ – Und übernahm die Finanzierung aus seinem Forschungsetat!“ Aspelmeyer, damals Assistent unter Professor Zeilinger, staunt noch heute über die Souveränität des früheren Chefs. Das Vertrauen hat sich ausgezahlt. Die gemeinsame Arbeit, „Selbstkühlung eines Mikrospiegels durch Strahlungsdruck“, erschien 2006 in „Nature“ und avancierte 2011 zur meistzitierten Studie in der boomenden jungen Disziplin der Quanten-Optomechanik.

Für die Experimentenreihe, die dieser Arbeit zugrunde lag, hatten Aspelmeyer und sein Team aus einem großflächigen Spiegel winzige Oszillatoren – das sind zungenförmige Gebilde, die er „Sprungbretter“ nannte – hergestellt. Diese einen halben Millimeter langen und somit für das freie Auge sichtbaren „Sprungbretter“ setzte er vor einen weiteren, konkaven Spiegel. Dann lenkte er Laserstrahlen auf die Spiegelanordnung, die nun einen Lichtresonator bildete. Wie vorhergesagt, hemmte der Druck der aufprallenden Lichtteilchen das Vibrieren der Mikrospiegel und kühlte die Systeme so weit herunter, dass sie sich dem für Quantenwirkungen erforderlichen Kältegrad näherten. Es war eine Weltpremiere.

Dramatische Verbesserungen bei den Experimenten halfen Aspelmeyer in den vergangenen fünf Jahren, die nächsten logischen Schritte zu realisieren. Schon ist es ihm gelungen, seine „Sprungbretter“ bis knapp über dem absoluten Nullpunkt abzukühlen. Schon hüpfen Laserphotonen auf den Spiegeln auf und ab und schwingen dadurch im Gleichklang mit den makroskopischen „Sprungbrettern“. Deren Wippen ist aber keine „klassische“ mechanische Bewegung mehr, sondern eine „opto-mechanische“, die keine Unterscheidung zwischen optischer und mechanischer Schwingung mehr zulässt. Damit hat begonnen, was bisher nur wenige zu denken wagten: der Brückenschlag von der Quantenwelt im Kleinen zu einer Quantenwelt im Großen. 2008 errang Aspelmeyer ein START-Projekt. Bald darauf folgte ein Starting Grant des Europäischen Forschungsrates. Die daraus resultierenden Mittel bringen ihn in seinem langfristigen Vorhaben, die „Grundlagen der Quantenphysik zu erforschen“, ein Stück weiter. 2009 folgte die Berufung auf den Lehrstuhl für Quanteninformation auf der Nano- und Mikroskala.

Nachdem der geborene Bayer in München Physik und Philosophie studiert und auf dem Gebiet der Festkörperphysik promoviert hatte, war er 2002 nach Wien gekommen. Damals wie heute bewegte ihn das Bedürfnis, die „Inkonsistenz im physikalischen Weltbild“ zu überwinden. Bei Professor Zeilinger, der „weltweit ein Vorreiter ist für das Verständnis des Wechselspiels zwischen Physik und Weltbild“, fühlte sich der junge Physiker-Philosoph am richtigen Ort: „Die experimentellen Ergebnisse der Quantenphysik stehen im Widerspruch zu unserer Realitätserfahrung. Wenn es gelingt, die Quantenphysik auf große Objekte auszudehnen, dann hätte das seltsame Konsequenzen. Schrödinger brachte es mit seiner Katze auf den Punkt: ein Lebewesen – zwei ‚gleichzeitig‘ mögliche Zustände!“

Aspelmeyer vertritt als Sprecher das neu gegründete Vienna Center for Quantum Science and Technology (VCQ). In diesem Rahmen wollen Wiens Quantenphysikerinnen und Quantenphysiker künftig gemeinsam neue Forschungsakzente setzen. „Das Zentrum wurde als strategische Initiative zwischen Universität, TU und ÖAW mit zunächst sechs Forschergruppen gegründet“, freut sich der Sprecher über die Kräftekonzentration und hofft, „in der Zukunft dadurch noch verstärkt hervorragende Jungforscher nach Wien zu bringen.“

“The START grant has helped me make significant progress towards my long-term objective, that is, to explore the fundamentals of quantum physics.”

SPRINGBOARDS TO THE QUANTUM WORLD

It all began when a reviewer wrote a negative assessment of an interesting project idea submitted by Markus Aspelmeyer. “Anton Zeilinger said, ‘It doesn’t matter, we’ll do it anyway.’ And he simply funded the project out of his own research budget.” Aspelmeyer, who was then an assistant professor under Professor Zeilinger, is still astonished at his former boss’ aplomb. And Zeilinger’s confidence in Aspelmeyer paid off. The joint paper ‘Self-cooling of a micro-mirror by radiation pressure’ appeared in the journal *Nature* in 2006, and by 2011 it had become the most-cited study in the booming new discipline of quantum optomechanics.

For the series of experiments underlying the paper, Aspelmeyer and his team had used a large mirror to create tiny oscillators – tongue-shaped structures which he referred to as ‘springboards’. He placed these springboards, which were half a millimetre long and thus visible to the naked eye, in front of a concave mirror. He then pointed laser beams at the arrangement of mirrors, thus forming a light resonator. As predicted, the pressure from the light particles’ impact inhibited vibration in the micro-mirrors and cooled the system down to a temperature approaching the level required for quantum effects. This was the first time anyone had ever generated such an effect.

In the last five years, drastic improvements in the experiments have helped Aspelmeyer carry out the next logical steps. He has already succeeded in cooling his ‘springboards’ to just above absolute zero. Laser photons already bounce up and down on the mirrors, thus resonating in harmony with the macroscopic springboards. However, their teetering is not a ‘classic’ mechanical movement, but an ‘opto-mechanical’ one which no longer permits a distinction between optical and mechanical resonance. And this has created something only few have dared to believe in: a bridge between the microscopic quantum world and a macroscopic quantum world.

In 2008, Aspelmeyer received a START grant, and soon afterwards he was awarded an ERC Starting Grant. The resulting funds have helped him advance his long-term project, namely to “explore the foundations of quantum physics.” In 2009, he was appointed to the Chair for Quantum Information on the Nano- and Microscale. Born in Bavaria, Aspelmeyer first studied physics and philosophy in Munich, then wrote his doctorate on condensed matter physics. He came to Vienna in 2002. Both then and now, he has felt a strong need to tackle a perceived “inconsistency in physicists’ conception of the world.” Under Professor Zeilinger, who Aspelmeyer describes as “a worldwide leader in understanding the interplay between physics and the way we see the world,” the young physicist felt like he was in the right place: “The experimental results of quantum physics contradict our experience of reality. If we succeed in extending quantum physics to include large objects, the consequences would be quite odd. Schrödinger summarised it aptly with his cat: One living being – two ‘simultaneously’ possible states!”

Aspelmeyer acts as the spokesperson for the newly established Vienna Center for Quantum Science and Technology (VCQ), where Vienna’s quantum physicists plan to work together to explore new avenues of research. “The Center was set up as a strategic initiative by the University of Vienna, Vienna University of Technology, and the Austrian Academy of Sciences, at first with six research groups,” Aspelmeyer notes, clearly pleased with this concentration of brainpower in one place. He hopes that the Center will “attract more outstanding young researchers to Vienna in the future.”

BIOGRAPHY

1998 Diploma in physics, Ludwig Maximilian University (LMU) Munich

2000 Bachelor’s degree in philosophy, Munich School of Philosophy

2000, 2001 Visiting Researcher, University of Houston, TX, USA

2002 Ph.D. in physics with J. Peisl, LMU Munich

2003–2006 Assistant Professor under Prof. Anton Zeilinger, University of Vienna (UoV)

2007, 2009 Visiting Researcher, University of Illinois at Urbana-Champaign, IL, USA

2007–2009 Senior Scientist, Institute for Quantum Optics and Quantum Information (IQOQI), Austrian Academy of Sciences (ÖAW), Vienna

2007 Fresnel Prize, European Physical Society

Ignaz L. Lieben Prize, ÖAW

2008 START grant: Quantum-Opto-Mechanics

Fritz Kohlrusch Prize, Austrian Physical Society

Visiting Researcher, ITAMP, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics and Harvard Physics Department, Cambridge, MA, USA

2009 ERC Starting Grant

2009–present Professor of physics, Faculty of Physics, UoV

2010 Friedrich Wilhelm Bessel Research Award, Alexander von Humboldt Foundation



START 2008 Ecology

Tom Battin

RESEARCHER PROFILE

Name

Tom Battin

Born

1966 in Esch-sur-Alzette, Luxembourg

Contact

DeLi – Department of Limnology
University of Vienna
Althanstraße 14, A-1091 Vienna
tom.battin@univie.ac.at
<http://www.univie.ac.at>

DER BLICK FÜR STRUKTUREN UND DIE ENTDECKUNG EINER GROSSEN UNBEKANNTEN

Tom Battins Erkenntnisse zeigten internationale Wirkung: Sie führten dazu, dass Binnengewässer erstmals in den Bericht der Group of Earth Observation (GEO) aufgenommen und mit diesem Bericht auch beim Weltklimagipfel 2009 in Kopenhagen diskutiert wurden. Der geborene Luxemburger, Leiter des Departments für Limnologie an der Universität Wien, hatte gezeigt, dass in den – für die Einschätzung des Treibhaus-Effektes wichtigen – Berechnungen des globalen CO₂-Haushaltes eine massiv wirksame Komponente völlig übersehen worden war: der CO₂-Ausstoß der Binnengewässer der Erde. Zusammen mit anderen internationalen Expertinnen und Experten publizierte er diese Forschungsergebnisse 2008 und 2009 in „Nature Geoscience“. Bis dahin hätte kaum jemand angenommen, dass die Binnengewässer, die nur ca. 1 % der Erdoberfläche bedecken, signifikant zum CO₂-Zyklus beitragen könnten. Sie waren vor allem aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht betrachtet worden und galten als mehr oder weniger neutrale Transportadern, die Kohlenstoff von den Kontinenten in die Meere ableiteten.

Erst Tom Battin, Zoologe, aquatischer Ökologe und mikrobieller Ökologe in einer Person, kam dank seines fachübergreifenden Wissens und geschulten Blicks für natürliche Strukturen dem Geheimnis von Flüssen, Bächen, Seen, Staubecken und Binnenmeeren auf die Spur: Während die Weltmeere, deren Oberfläche unvergleichlich größer ist als die der Binnengewässer, jährlich ca. 2,5 Gigatonnen Kohlenstoff als CO₂ aufzunehmen vermögen, geben die Binnengewässer neuesten Schätzungen zufolge bis zu 3,3 Gigatonnen Kohlenstoff als CO₂ ab! Ein weiterer Vergleich: Der vom Menschen verantwortete CO₂-Ausstoß beläuft sich auf 9 Gigatonnen Kohlenstoff. Zu der überraschenden CO₂-Produktion in den Binnengewässern tragen mikrobielle Biofilme bei, die Oberflächen in den Gewässern, etwa den Schotterkörper, besiedeln. Biofilme sind charakterisiert durch ein, wie Battin sagt, „ausgeklügeltes Wechselspiel aus Physik, Chemie und Biologie, das letztendlich zu einer großen Rückhalte- und Transformationskapazität führt.“

Die „Architektur der Kohlenstoffflüsse“ in Bächen und Flüssen zu entschlüsseln und damit die Mechanismen von Struktur und Funktion in den Gewässern aufzuklären, ist Ziel von Battins START-Projekt. Derzeit erforscht seine Gruppe anhand von Proben aus dem Gletschereis das Wesen des im Eis konservierten organischen Kohlenstoffs. 30 österreichische Gletscher sind bereits erfasst. Dabei kommen neueste Methoden zur Anwendung: Kolleginnen und Kollegen von der Fakultät für Physik an der Universität Wien ermitteln mit Hilfe ihres Teilchenbeschleunigers das Alter der Kohlenstoffverbindungen in den Proben, und ein Team in Glasgow hilft bei der Sequenzierung der darin aufgefundenen Mikroorganismen.

Tom Battins Faszination für das Leben im Wasser begann früh. Als Bub „beforschte“ er „die Lebewesen in luxemburgischen Tümpeln“. Als 16-Jähriger trat er in Korrespondenz mit einem Zoologieprofessor aus Wien, um sich mit ihm über Libellen auszutauschen, und nach der Matura zog es ihn zum Studium nach Österreich, der „Wiege der Limnologie“ (die 1905 am Lunzer See eröffnete Biologische Forschungsstation war weltweit eine der ersten Einrichtungen der Seenforschung). Seine Diplomarbeit machte Battin noch über Libellen, aber bereits mit dem Schwerpunkt Struktur und Funktion. In seiner kargen Freizeit fotografiert der Vater zweier Söhne gern – schwarz-weiß, analog und bevorzugt abstrakte Strukturen.



“Glacial ice. The high mountains have always been a source of tranquility and inspiration for me.”

AN EYE FOR STRUCTURES AND A MAJOR DISCOVERY

Tom Battin's findings have had a major international impact: They prompted the Group of Earth Observation (GEO) to include inland waters in their report, which led to a discussion of these bodies at the UN's Climate Change Conference in Copenhagen in 2009. Born in Luxembourg, Battin is Head of the Department of Limnology at the University of Vienna. His research showed that an extremely influential component had been completely overlooked in the calculation of the global CO₂ balance, which is important for estimates of the greenhouse effect: The CO₂ emissions of the Earth's inland bodies of water. Together with other international experts, Battin published these findings in *Nature Geoscience* in 2008 and 2009.

Until that time, almost no one would have assumed that inland waters, which only cover about 1% of the Earth's surface, could make a significant contribution to the CO₂ cycle. These waters had mainly been considered from an engineering perspective and were regarded as more or less neutral pipelines which shifted carbon from the continents into the oceans.

Tom Battin – a zoologist, aquatic ecologist and microbial ecologist at the same time – was the first to uncover the secret harboured by rivers, streams, lakes, reservoirs and inland seas thanks to his multidisciplinary knowledge and his trained eye for natural structures: While the world's oceans, the surface of which is far larger than that of inland waters, are capable of absorbing some 2.5 gigatons of carbon in the form of CO₂, the latest estimates indicate that inland waters release as much as 3.3 gigatons of carbon as CO₂ per year. For the sake of comparison, the CO₂ emissions caused by humans amount to 9 gigatons of carbon per year.

This surprising level of CO₂ production in inland waters is supported by microbial biofilms which populate surfaces (such as gravel layers) in those waters. As Battin puts it, biofilms are characterised by a “clever interplay of physics, chemistry and biology which ultimately brings about high retention and transformation capacity”.

The purpose of Battin's START project is to discover the ‘architecture of carbon fluxes’ in streams and rivers and thus to uncover the structural and functional mechanisms of inland bodies of water. At the moment, his group is using glacial samples to examine organic carbon preserved in ice. Samples have already been taken from a total of 30 Austrian glaciers. In its research efforts, the group is using state-of-the-art methods: Their colleagues from the Faculty of Physics at the University of Vienna are using their particle accelerator to determine the age of the carbon compounds in the samples, and a team in Glasgow is helping to sequence the microorganisms found in the samples.

Tom Battin's fascination with underwater life began at an early age. As a boy, he “explored the living things in the ponds of Luxembourg”. At 16, he began corresponding with a professor of zoology from Vienna in order to exchange ideas about dragonflies, and after graduating from school he came to study in Austria, the ‘birthplace of limnology’ (the biological research station opened on Lake Lunz was one of the world's first facilities for research on freshwater lakes). Battin wrote his thesis on dragonflies, already focusing on the aspects of structure and function. In his scarce leisure time, the father of two boys enjoys photography – black and white, analogue, and preferably abstract structures.

BIOGRAPHY

1991 M.Sc. in zoology, University of Vienna

1998 Ph.D., University of Vienna, aquatic microbial ecology

1998–2000 Postdoctoral investigator, University of Vienna / University of Innsbruck

1999 Erwin Schrödinger Postdoctoral Fellow (FWF)

2000–2001 Postdoctoral investigator, Stroud Water Research Center, USA

2001–2003 Postdoctoral investigator, University of Vienna

2004 *Habilitation* in aquatic ecology, University of Vienna

Ramon y Cajal Postdoctoral Fellow (Spanish Ministry of Science and Technology)

2004–2005 Postdoctoral investigator, University of Barcelona

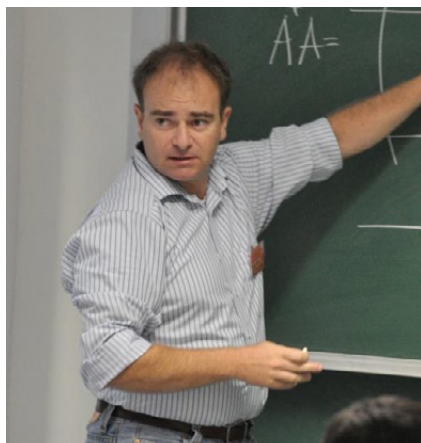
2005–present Head, Biofilm and Ecosystem Research Group (BERG), WasserCluster Lunz GmbH, Interuniversity Center for Freshwater Ecosystem Research

2007 Associate Professor, Department of Limnology, University of Vienna

2008 START grant: Architecture of carbon fluxes in fluvial networks

2009 Visiting Professor of Limnology, Department of Ecology and Evolution, Uppsala University

Chair of Limnology, University of Vienna



START 2008 Mathematics

Massimo Fornasier

RESEARCHER PROFILE

Name

Massimo Fornasier

Born

1975 in Feltre (BL), Italy

Contact

Faculty of Mathematics
Technical University of Munich
Boltzmannstraße 3, D-85748 Garching

Scientific Advisor

Johann Radon Institute for Computational
and Applied Mathematics (RICAM)
Altenbergerstraße 69, A-4040 Linz
massimo.fornasier@oeaw.ac.at
<http://www.ricam.oeaw.ac.at>

LEBENSLOSUNGEN

Massimo Fornasier bekennt: „Ich liebe Wien – total und bedingungslos.“ In Wien kann der aus dem venetischen Dolomitenstädtchen Belluno stammende Wissenschaftler fast allem frönen, was ihm im Leben wichtig ist: seiner Sportbegeisterung, der Liebe zur Musik und einem geradezu physischen Vergnügen an der Mathematik.

Fornasiers Beziehung zu Wien dauert nun schon eine geraume Weile – genau genommen seit 1999, als er, damals noch Doktoratsstudent in numerischer Mathematik an der Universität Padua, der Stadt als Mathematiker und Privatmann regelmäßige Besuche abzustatten begann. Von 2004 bis 2011 hatte er seinen Wohnsitz in Wien. Zunächst arbeitete er – mit einigen Unterbrechungen durch Tätigkeiten im Ausland – an der Fakultät für Mathematik der Universität Wien und ab 2006 am RICAM (Radon Institute for Computational Applied Mathematics) in Linz. Für die folgenden Jahre nahm er gern das Leben eines Pendlers in Kauf, um zumindest an den Wochenenden in der Stadt seiner Träume zu sein.

Im Jahr 2008 erhielt Massimo Fornasier das START-Projekt „Approximation und Optimierung in höheren Dimensionen“ und stellte in weiterer Folge seine START-Gruppe auf. In Dankbarkeit erinnert er sich an die Unterstützung und Förderung, die ihm in Wien und Linz insbesondere durch seine Mentoren und Chefs, die führenden Mathematiker Peter A. Markowich, Hans Georg Feichtinger und Heinz W. Engl, zuteil wurde. 2010 erreichte Fornasier ein Angebot: eine so genannte „Leuchtturm-Professur“ der TU München. Trotz beglückender Arbeit und großer Publikationserfolge im START-Projekt war dieses Angebot unwiderstehlich. Fornasier nahm an, geehrt und erfreut über die „hervorragende Infrastruktur und attraktive Schule“, die ihm „in einer der besten Institutionen Europas“ zur Verfügung stehen würde. Sogar die Benennung des Lehrstuhles war ihm überlassen, und er entschied sich für „angewandte mathematische Analyse“ und meint damit die Entwicklung einer Technologie zur Datenanalyse mittels numerischer Simulationen, die den gigantischen Anforderungen der modernen Gesellschaft gewachsen ist.

Solche Methoden lassen sich auf biologische Phänomene – etwa die Bewegung von Fisch- und Vogelschwärmen oder die Aggregation von Zellen – ebenso anwenden wie auf die Bewegungen der Akteure auf den Finanzmärkten; auf Wettervorhersagen ebenso wie auf die Kundenpräferenzen großer Internethandelsunternehmen. Je mehr Parameter zur Charakterisierung der Einzelelemente ins Spiel kommen, desto schwieriger und spannender wird die Aufgabe. „Die USA haben in dieser Technologie einen großen Vorsprung, was den Erfolg von Facebook, Twitter, Amazon und Co. erklärt“, weiß Fornasier.

Seinen Namen als junger Mathematiker hatte er sich bei der Wiederherstellung des berühmten Freskos des Andrea Mantegna in der Chiesa degli Eremitani in Padua gemacht. Die Kirche war bei einem Bombenangriff im Zweiten Weltkrieg zerstört worden. Er lieferte die mathematischen Instrumente, um die mehr als 100.000 Einzelteile des Freskos zusammenzusetzen. „Alle Teile wurden fotografiert, digitalisiert und digital zusammengepasst. Als Ergebnis kamen Anweisungen an die Restauratoren heraus, wo welches Fragment hingehörte.“

Das START-Projekt will der so vielseitige Mathematiker auch nach Antritt seiner Professur in München fortführen: „In Europa zwingt man junge Mathematiker gerade in der Zeit ihrer höchsten Produktivität dazu, von einem Job zum nächsten zu wandern. Meinem START-Team will ich eine andere Erfahrung bieten, und ich hoffe, ihnen bis 2012 einen Schaffensraum zu erhalten.“

“The Summer School on Theoretical Foundations and Numerical Methods for Sparse Recovery, which I organised in Linz in 2009, was a great success. In total, there were 80 participants from 18 different countries.”

SOLUTIONS FOR LIFE

Massimo Fornasier makes one thing perfectly clear: “I love Vienna – completely and unconditionally.” For Fornasier – who grew up in Belluno, a small town amidst the Dolomites in the Veneto region of Italy – Vienna satisfies many of his passions in life: his enthusiasm for sports, his love of music, and his downright physical enjoyment of mathematics.

Fornasier’s ties to Vienna began to form quite a while ago – in 1999, to be precise, when he was a doctoral student at the University of Padua and began to visit the Austrian capital regularly for academic and leisure purposes. From 2004 to 2011, he made Vienna his home. He began at the University of Vienna’s Faculty of Mathematics (with several interruptions for activities abroad), and from 2006 onward he worked at the Radon Institute for Computational Applied Mathematics (RICAM) in Linz. In the years that followed, he had no problem accepting the life of a commuter in order to spend at least weekends in the city of his dreams.

In 2008, Fornasier received a START grant for his project ‘Approximation and Optimization in Higher Dimensions’, after which he established his own START group. He gratefully remembers the support and encouragement he received, especially from the leading mathematicians Peter A. Markowich, Hans Georg Feichtinger and Heinz W. Engl, his mentors and bosses in Vienna and Linz.

In 2010, Fornasier received an offer for a ‘flagship position’ as a professor at the Technical University of Munich (TUM). Despite enjoying his work as well as major publishing success in his START project, Fornasier found the offer too good to resist. Honoured and very pleased with the “outstanding infrastructure and attractive school” he would have at his disposal “at one of the best institutions in Europe,” Fornasier accepted. TUM even left it up to him to name the chair he would fill, and he decided for ‘Applied Numerical Analysis’, referring to the development of data analysis technology which is based on numerical simulations and can meet the enormous demands of modern society.

These methods can be applied to biological phenomena such as the movement of schools of fish and flocks of birds or the aggregation of cells just as easily as they can apply to the movements of players on financial markets; they are as applicable to weather forecasts as they are to customer preferences in large e-commerce companies. The more parameters come into play in characterising the individual elements, the more challenging and exciting the task becomes. “The US has a great lead over us in this area of technology, which explains the success of Facebook, Twitter, Amazon and the like,” Fornasier comments.

In his early years as a mathematician, he made a name for himself by assisting in the restoration of the famous fresco by Andrea Mantegna in the Chiesa degli Eremitani in Padua. The church had been destroyed by bombs during World War II. Fornasier provided the mathematical tools necessary to reassemble the fresco from more than 100,000 individual parts. “Every part was photographed, digitised and fit together digitally. The result was a set of instructions for the restorers indicating where each fragment belonged.”

Even after taking up his professorship in Munich, this very versatile mathematician also wishes to continue his START project: “In Europe, young mathematicians are forced to move from one job to another – during their most productive years, of all times. I want to ensure that my START team has a different experience, and I hope I can maintain this creative space for them until 2012.”

BIOGRAPHY

1999 *Laurea* in mathematics, *summa cum laude*, University of Padua (UdP), Italy; Science Award, UdP

2003 Doctorate in numerical mathematics, UdP

2002–2003 Research Assistant, Center for Technomathematics, Bremen University and Philipps-Universität Marburg, Germany

2002–2004 Research Assistant, Faculty of Mathematics, University of Vienna (FoM UoV)

2003–2006 Assegno di Ricerca, Sapienza University of Rome, Italy

2004–2006 Individual Marie Curie Fellow (MCF), FoM UoV

2006–2011 Research scientist, RICAM, Austrian Academy of Sciences

2006–2007 MCF, PACM, Princeton University, NJ, USA

2008 *Habilitation (venia docendi)*, FoM UoV

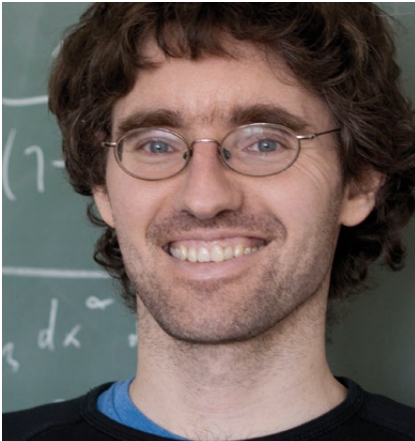
START grant: Approximation and Optimization in Higher Dimensions

2009 Prix de Boelpaepe of the Académie royale de Belgique

2010 Best Paper Award, Jubiläumsfonds der Stadt Wien for the Austrian Academy of Sciences; Visiting Professor, FoM UoV

Heisenberg Professorship, DFG (declined)

Full W3 Professorship in Applied Numerical Analysis at the Technical University of Munich



RESEARCHER PROFILE

Name

Daniel Grumiller

Born

1973 in Vienna, Austria

Contact

Institute for Theoretical Physics
Vienna University of Technology
Wiedner Hauptstraße 8–10/136,
A-1040 Vienna
grumil@hep.itp.tuwien.ac.at
<http://quark.itp.tuwien.ac.at>

START 2008

Physics

Daniel Grumiller

HERR DER SCHWARZEN LÖCHER

Sie gehören zum Unheimlichsten und Faszinierendsten im ganzen Universum. Eine ihrer Wirkungen besteht darin, dass sie die Information dreidimensionaler Objekte, die in ihren Sog geraten sind, auf ihrer zweidimensionalen Oberfläche abbilden. Denn obwohl sie „Schwarze Löcher“ heißen, sind sie, wie Stephen Hawking schon in den 1970er-Jahren herausfand, nicht völlig schwarz, sondern geben Strahlung und damit auch ein Abbild des Verschluckten ab. Dieser Effekt führte in den 1990er-Jahren zur Formulierung des „holographischen Prinzips“ – in Analogie zum landläufigen 2D-Hologramm, das auf den Betrachter so wirkt, als wäre es 3D. Im holographischen Prinzip begründet ist die Idee, dass sich die vierdimensionale Quantentheorie der Gravitation – der „Heilige Gral“ der theoretischen Physik – eine Dimension tiefer ansiedeln und dann in Korrespondenz zur gewöhnlichen Quantentheorie ohne Gravitation beschreiben ließe.

Auf dieser Gralssuche ganz vorne mit dabei ist Daniel Grumiller mit seiner START-Gruppe am Institut für theoretische Physik der TU Wien – in Partnerschaft mit dem MIT, der ETH Zürich und der Ludwig-Maximilians-Universität München, und in freundschaftlicher Konkurrenz zu den Kollegen in Harvard und Princeton. Der Weg führt über die theoretische Erforschung der Schwarzen Löcher und ihre „Anwendung“ zu Fragestellungen in Kosmologie, Physik, Stringtheorie und Mathematik.

Vereinfacht gesagt: Man schickt ein Problem quasi in ein Schwarzes Loch, bricht es dadurch eine Dimension herunter und kann es dann leichter lösen. Oft aber, so Daniel Grumiller, ist auch der umgekehrte Sprung in die höhere Dimension hilfreich, etwa „für Probleme in gewöhnlicher Quantentheorie, die stark gekoppelte Systeme betreffen, wenn es sehr starke Wechselwirkungen gibt“. Zum Beispiel, wenn es darum geht, die Viskosität des extrem heißen, dichten Quark-Gluon-Plasmas zu berechnen, das im Large Hadron Collider (LHC) am CERN durch Kollisionen von Schwerionen aus einfachem Blei entsteht.

Grumiller bringt diese Methode zur Lösung eines Problems ins Spiel, das sich der Formulierung der Quantengravitationstheorie in drei Dimensionen in den Weg stellt:

„Man rechnet da gemeinhin so, als gäbe es keinen Energieverlust, keine Reibung. Aber Quantensysteme verhalten sich in der Natur oft, als hätten sie Reibung.“

Grumiller gelang es zusammen mit seinem Mitarbeiter Niklas Johansson erstmalig, „ein korrespondierendes Modell auf der Gravitationsebene zu finden, bei dem es so etwas wie Reibung gibt und das wir beschreiben können“.

Ende 2010 machte der junge Forscher Schlagzeilen. Er schlug eine neue Form der Schwerkraft vor, um zu erklären, weshalb Bewegungen im interstellaren Raum mit Hilfe der Relativitätstheorie bislang nicht korrekt berechnet werden konnten. Tatsächlich stimmten die Berechnungen der Sternbewegungen um das Zentrum der Milchstraße nicht mit der beobachteten Realität überein. Grumiller benannte diese Kraft nach dem US-Physiker Wolfgang Rindler, der 1938 vor den Nazis aus Wien geflüchtet war. Die Rindler-Kraft ist konstant, von der Masse eines Körpers unabhängig und so klein, dass ihre Wirkung erst mit zunehmender Entfernung, dann allerdings massiv, zum Tragen kommt.

Wäre das START-Projekt im Jahr 2008 ausgeblieben, dann hätte Grumiller mit seiner damals vierköpfigen Familie vielleicht wieder ins Ausland gehen müssen. Aber inzwischen sind alle gut in Wien verwurzelt, und ein Nesthäkchen hat sich eingestellt: „Vielleicht“, überlegt der stolze Vater, „wäre mein Töchterchen Leah ohne das START-Projekt gar nicht auf die Welt gekommen.“



“The most important tool of a theoretical physicist is the bin, where 99% of our ideas end up. Thanks to awards like the START grant, the remaining 1% have a chance of realization.”

LORD OF THE BLACK HOLES

They are among the most uncanny and fascinating phenomena in the entire universe. One of their unique effects is that information on three-dimensional objects drawn into a black hole is depicted on its two-dimensional surface. Although they are referred to as ‘black holes’, they are – as Stephen Hawking already discovered in the 1970s – not completely black; they actually emit radiation and thus also project an image of the objects they swallow up. This effect led to the articulation of the ‘holographic principle’ in the 1990s, in an analogy to the commonly known two-dimensional hologram, which looks as if it were a three-dimensional image. The holographic principle forms the basis for the idea that the four-dimensional quantum theory of gravitation – the ‘Holy Grail’ of theoretical physics – could be anchored one dimension lower and then described in accordance with general quantum theory without gravitation.

One of the forerunners in this quest is Daniel Grumiller and his START research group at the Institute for Theoretical Physics at Vienna University of Technology – in partnership with MIT, ETH Zurich and the Ludwig Maximilian University (LMU) in Munich, and in friendly competition with their colleagues at Harvard and Princeton. Their path leads through theoretical research on black holes and its ‘application’ to questions in cosmology, physics, string theory and mathematics.

In simplified terms, the idea is to send a problem into a ‘black hole’ of sorts, thus eliminating one dimension and making the problem easier to solve. However, as Grumiller notes, it is also often helpful to reverse this approach and move into the higher dimension, for example “for problems in general quantum theory which relate to strongly coupled systems where there are very strong interactions.” This is useful for problems such as calculating the viscosity of the extremely hot and dense quark-gluon plasma, which is created in CERN’s Large Hadron Collider (LHC) by colliding heavy lead ions.

Grumiller himself is using this method to solve a problem which stands in the way of articulating quantum gravitation theory in three dimensions: “In general, we do the calculations as if there were no loss of energy, no friction. But in nature, quantum systems often behave as if they did involve friction.” Together with his colleague Niklas Johansson, Grumiller succeeded for the first time in “finding a corresponding gravitation-level model in which there is something like friction and which we are able to describe.”

The young researcher also made headlines in late 2010, when he proposed a new form of gravity in order to explain why it has not been possible to accurately calculate movements in interstellar space using relativity theory. Previously, calculations of the movement of stars around the centre of the Milky Way actually did not match observations in reality. Grumiller named this force after the US physicist Wolfgang Rindler, who fled Vienna to escape the Nazis in 1938. Rindler acceleration is constant, independent of the mass of an object, and so slight that its effect only becomes noticeable at increasing distance (but then its presence becomes quite clear).

If Grumiller had not received the START grant in 2008, then he may have had to move his (then four-member) family abroad once again. But now they have put down roots in Vienna, and the family has grown as well: “It’s possible,” the proud father muses, “that my little daughter Leah might not have been born if I hadn’t received the START grant.”

BIOGRAPHY

1998–2003 Ph.D. and Research Assistant (Ph.D. defense: 2001), ITP, VUT, Austria

2003 Victor Hess Prize, Austrian Physical Society

2004–2006 Postdoc, ITP, University of Leipzig, Germany

2004 Erwin Schrödinger Fellowship, FWF

2005 Erich Schmid Award, Austrian Academy of Sciences

2006–2008 Postdoc, Center for Theoretical Physics, Massachusetts Institute of Technology, USA

2006 Marie Curie Outgoing International Fellowship, European Commission

2008 START grant: Black Holes in AdS, the Universe and Analog Systems

2008–2009 Scientific Coordinator, European Space Agency, Advanced Concepts Team, Netherlands

2006–present Scientific staff member (*Habilitation*: 2010), ITP, VUT, Austria

Total amount of grants and awards since 2003: EUR 1.8 million

50 publications in peer-reviewed international journals

17 invited talks at international conferences

Research interests: gravitational physics, quantum gravity, cosmology, gauge/gravity duality



RESEARCHER PROFILE

Name

Alexander Kendl

Born

1971 in Schrobenhausen, Germany

Contact

Institute for Ion Physics and Applied Physics

University of Innsbruck

Technikerstraße 25, A-6020 Innsbruck

alexander.kendl@uibk.ac.at

<http://www.uibk.ac.at>



START 2008

Physics

Alexander Kendl

TURBULENTE WISSENSCHAFT

An Tagen der Offenen Tür an der Universität Innsbruck ist Alexander Kendls Station „Plasma & Chaos“ ein Publikumsmagnet. Da blitzt es leuchtend in riesigen Glas-kugeln, in einer Ecke wirbelt ein Tornado, einer Trommel entsteigen geheimnisvolle Rauchfiguren, im Modell eines Tokamaks, eines Fusionsreaktors, schwebt Plasma, festgehalten von einem Magnetfeld. Ein Chaos-Pendel zeigt, dass sogar für das Chaos Regeln gelten.

In vergleichbarer Weise ist seine Forschungsrichtung zu einem Magneten für Studentinnen und Studenten geworden: die Physik komplexer dynamischer Systeme. Da geht es vor allem um theoretische Plasmaphysik: Welche Gesetze beherrschen den eigenartigen Materiezustand zwischen Flüssigkeit und Gas, der ultrakalt sein kann, aber auch viele Millionen Grad Celsius heiß; der im Laborversuch, im irdischen Alltag (als Blitz und in der Füllung von Leuchtstoffröhren und Energiesparlampen) und als Ehrfurcht gebietendes kosmisches Phänomen auftritt? Wie verhält sich Fusionsplasma – ob in dem allgegenwärtigen Fusionskraftwerk Sonne oder in einem möglichen Reaktor für Kernfusion, die vielleicht einmal als relativ sichere Energiequelle der Menschheit dienen wird? Dazu wird auch das Werkzeug vermittelt: Computerphysik und Hochleistungsrechnen.

Als Kendl, der dem verträumten oberbayerischen Städtchen Schrobenhausen entstammt, 2003 in Innsbruck Fuß fasste, sah die Zukunft nicht ganz so dynamisch-bunt aus. Ein Stipendium sicherte kurzfristig die wissenschaftliche Existenz. Eine zweite Stelle ergab sich, nicht als Forscher, sondern als Referent in der Forschungsplattform Scientific Computing. Ein Umweg, der geradewegs zum Ziel führen sollte: Der Zweitjob eröffnete dem jungen Plasmaphysiker eine neue Welt voll ungeahnter Synergien, aus denen er noch heute mit vollen Händen schöpft. Sowohl die Hochleistungsrechen-schiene als auch das im Vorjahr mit FWF-Finanzierung aufgestellte Doktoratskolleg Computational Interdisciplinary Modelling sind wichtige Faktoren in seinem universitären Arbeiten, das besonderes Gewicht auf Interdisziplinarität legt. Kendls Gruppe kooperiert mit Innsbrucks Astro- und Teilchenphysikern, aber auch mit Bauingenieuren, Mathematikern und Informatikern: „Da gibt es interessante Querverbindungen, und wir lernen voneinander.“

In seinem START-Projekt, das treffend TEMP:EST heißt, geht es um jene stürmischen Turbulenzen, die – zum Teil ähnlichen Gesetzen gehorchend wie ihre meteorologischen Verwandten – insbesondere am Rand von Plasmen auftreten. Sie müssen beherrscht werden, wenn es gelingen soll, Fusionsplasma für Energieerzeugung zu nützen. Denn zum einen würde der Kontakt mit den gewaltigen Dynamiken und Temperaturen im Millionen-Grad-Celsius-Bereich jede Wandstruktur eines Containers hoffnungslos überbeanspruchen und zum anderen ginge dadurch wertvolle Energie verloren. Diese Energieflüsse in geordnete Bahnen zu lenken – und zwar unter Nutzung der natürlichen Strukturen, die chaotischen Turbulenzen innewohnen –, ist die Herausforderung, die sich Alexander Kendl gestellt hat. Mit seiner START-Gruppe kann er „viele Ideen, auch in ganz neue Richtungen, untersuchen und entwickeln – was mir als ‚wissenschaftlicher Einzelkämpfer‘ so nie möglich war“

Alexander Kendls Interesse gilt besonders der numerischen Simulation von Turbulenzen in quasi-zweidimensionalen Fluiden, wie magnetisierten Plasmen. Ein vertrautes Modell solcher Systeme sind Seifenfilme mit ihren schillernden Schlieren, wie sie sich in Ringen zum Erzeugen von Seifenblasen bilden. Die schönsten Experimente dazu veranstaltet Kendl aber erst nach Feierabend – mit seinem fünfjährigen Sohn Felix.

“My main research interest is the simulation of turbulence in quasi-two-dimensional fluids, like magnetised plasmas. An easily accessible model for such systems is a soap film or bubble – but the best experiments on those are conducted after work with my five-year-old son ...”

TURBULENT SCIENCE

During open-house days at the University of Innsbruck, Alexander Kendl's "Plasma & Chaos" exhibit always draws a large crowd. Flashes of lightning appear in giant glass spheres, a tornado twists in one corner, a drum emits smoke in curious shapes, and plasma floats within a magnetic field in a model of a tokamak fusion reactor. And a chaos pendulum shows that even chaos is subject to certain rules.

Similarly, his research facility has become a magnet for students interested in the physics of complex dynamic systems, which mainly deals with theoretical plasma physics. What laws govern this unique state of matter between liquid and gas? It is a state which may be ultracold but can also be extremely hot, to the tune of millions of degrees Celsius, and which arises in laboratory experiments, in our everyday lives on Earth (in the form of lightning and the material used to fill fluorescent tubes and energy-saving light bulbs), and as an awesome cosmic phenomenon. How does fusion plasma behave – be it in the sun, our omnipresent fusion reactor, or in an atomic fusion reactor which might someday serve humanity as a relatively safe source of energy? Kendl's research also deals with the tools used for this purpose, namely computational physics and high-performance computing.

When Kendl, who comes from the idyllic Bavarian village of Schrobenuhausen, came to Innsbruck in 2003, the future did not look quite so dynamic and exciting. He had received a fellowship which provided him with some short-term security in his work. He later obtained a second position, not as a researcher but as a manager for the *Scientific Computing* research platform. This 'detour' actually took him straight to his goal: Kendl's second job opened up a new world full of previously unknown synergies which he is still leveraging to the fullest even today. Kendl's efforts in high-performance computing as well as the Computational Interdisciplinary Modelling DK programme set up last year with FWF funding are important parts of his university work, which focuses heavily on interdisciplinary research. Kendl's group cooperates with Innsbruck's astrophysicists and particle physicists as well as structural engineers, mathematicians and IT experts: "There are many interesting cross-links between our disciplines, and we learn a lot from each other"

In his START project, which is aptly entitled TEMP:EST, Kendl wishes to explore the turbulence which arises specifically at the edge of plasmas and sometimes even obeys similar laws as its meteorological counterpart. This turbulence would have to be controlled in order to use fusion plasma to generate energy. This is because the wall structure of any container could never withstand contact with the powerful dynamics and temperatures as high as millions of degrees Celsius, and because valuable energy would be lost in such contact. Channelling these energy flows – by leveraging the natural structures inherent to chaotic turbulence – is the challenge Kendl has set out to tackle. With his START group, he can examine and develop "many ideas, including those which go in entirely new directions" – which he was never able to do as a 'lone wolf' scientist.

Kendl is especially interested in the numerical simulation of turbulence in quasi-two-dimensional fluids such as magnetised plasmas. An easily accessible model of these systems is soap films with opalescent streaks such as those which form in the rings used to make soap bubbles. But Kendl saves the best experiments in that area for after work – with his five-year-old son Felix.

BIOGRAPHY

1991–1996 Studies of physics, University of Augsburg, TU Munich & MPQ Garching

1997–2000 Ph.D., TU Munich & MPI for Plasma Physics, Garching

2000–2003 Postdoctoral Fellow, MPI for Plasma Physics, Garching

2003 Research assistant, Risø National Laboratory (Denmark)

2003–2005 Marie Curie (Euratom Training) Fellowship, Institute for Theoretical Physics, University of Innsbruck

2006–2008 Postdoc (FWF project PI), University of Innsbruck

2007 *Habilitation* in theoretical physics

2007–2008 Vice Manager, Platform for Scientific Computing, University of Innsbruck

2008 START grant: Turbulence in the edge of magnetized plasmas: emergent structures and transport

2008–2010 Assistant, Institute for Ion Physics and Applied Physics, University of Innsbruck

2009–present Full member, Wolfgang Pauli Institute, Vienna

2010–present Associate Professor and Faculty Member of FWF-funded DK+ Doctoral Programme "Computational Interdisciplinary Modelling", University of Innsbruck



RESEARCHER PROFILE

Name

Karel Riha

Born

1972 in Brno, Czech Republic

Contact

Austrian Academy of Sciences
Gregor Mendel Institute

Dr. Bohr-Gasse 3, A-1030 Vienna
karel.riha@gmi.oeaw.ac.at
<http://www.gmi.oeaw.ac.at>



START 2008
Biology

Karel Riha

LEBENS-VERLÄNGERUNGEN

Unsterblichkeit, Reparatur, Altern und Tod von Zellen – all das gehört zum Funktionsbereich der Telomere, jener schleifenförmigen DNA-Fortsätze, die über jedes Chromosom hinausragen.

Den Keim- und Stammzellen verhelfen die Telomere gleichsam zur Unsterblichkeit, indem sie ihnen ermöglichen, sich grenzenlos zu teilen. Dies geschieht durch die Aktivierung des Enzyms Telomerase, das den Substanzverlust, den Telomere bei jeder Teilung erleiden, ausgleicht und so dafür sorgt, dass sie ihre ursprüngliche Länge behalten. Auch Tumorzellen machen sich diesen Mechanismus zunutze.

Um den Organismus gegen Tumoren zu schützen, ist bei „normalen“ Körperzellen die Telomerase ausgeschaltet – allerdings mit der Konsequenz, dass die Telomere mit jeder Teilung kürzer werden. Sind sie aber zu kurz, dann werden sie von der Zelle fälschlich als DNA-Schaden interpretiert. Die Folge: Die Zellteilung wird eingestellt, die Körperzellen altern und sterben ab. Es ist ein „Kompromiss, den die Natur zwischen einem späten Tod durch Altern und einem frühen Tod durch Krebs geschlossen hat“, sagt Karel Riha, der 2008 für die Untersuchung von Mechanismen zum Schutz der Chromosomen-Enden ein START-Projekt erhielt. Riha ist Leiter der Gruppe Telomere und Genomstabilität am Gregor-Mendel-Institut für Molekulare Pflanzenbiologie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.

Schon als Postdoc etablierte Riha die Arabidopsis thaliana als Modellsystem für Telomerbiologie. Sie eignet sich besonders gut, weil ihre Zellen denen von Säugetieren ähnlicher sind als die anderer einfacher Modellorganismen, wie etwa Hefe. Ein großer Vorteil der Pflanzenmodelle ist auch, dass sie beim An- und Ausschalten von Genen weitaus stärker im Nehmen sind als andere Lebewesen und daher einzigartige Einblicke in die Auswirkungen solcher Eingriffe am lebenden Organismus ermöglichen. Im Mittelpunkt der Arbeit von Rihas Gruppe mit Arabidopsis-Pflanzen und anderen Modellorganismen steht eine zweite wesentliche Funktion der Telomere: Sie schützen die Enden des DNA-Doppelstrangs, wenn nach dem Bruch eines Chromosoms die DNA-Reparaturproteine ausschwärmen und nach offenen Enden suchen, um sie zusammenzuflickten. Riha „will herausfinden, wie die Telomere es schaffen, die Reparaturbrigade abzuwehren.“ Dabei konzentriert er sich auf das Reparaturprotein „Ku“, das erstaunlicherweise auch in den Telomeren vorkommt und dort für Stabilität sorgt. Da Säugetierzellen zugrunde gehen, wenn Ku bei ihnen deaktiviert wird, „versuchen wir im START-Projekt anhand der Arabidopsis herauszufinden, welche Rolle dieses Protein beim Schutz von Telomeren und von Chromosomen spielt.“

Auch beim Menschen spielt die Biologie der Telomere eine wichtige Rolle im Alternsprozess und bei der Krebsentstehung. Deshalb verbindet sich viel Hoffnung mit der Erforschung der molekularen Mechanismen, die in den Telomer-Fortsätzen an den Enden der Chromosomen wirken. Riha und seine Gruppe entwickelten bereits mehrere Labortests, um die Struktur von Telomeren zu bestimmen. Aus solchen Tests lässt sich auch ablesen, ob in menschlichen Zellen Tumormechanismen wirken.

In Wien genießt der aus Brno stammende Chromosomenforscher den interdisziplinären Austausch mit den KollegInnen von anderen Instituten des Vienna Biocenters: „Ich will mich nicht auf die ‚Telomer-Schublade‘ beschränken. Gerade in den Grenzbereichen zwischen den Disziplinen gibt es oft sehr interessante Nischen. Hier am Campus wird auf so vielen Gebieten und mit so vielen Organismen geforscht, dass sich die spannendsten Synergien ergeben.“

“Imaginative science is often about ignoring warning signs and taking the roads less travelled ...”

PROLONGATIONS OF LIFE

Cell immortality, repair, ageing and death: all of these functions are influenced by telomeres, those ribbon-shaped DNA sequences which stick out from the end of chromosomes.

Telomeres make gametes and stem cells virtually immortal by enabling them to divide infinitely. This occurs through the activation of the enzyme telomerase, which compensates for the telomeres' loss of substance each time they divide and thus ensures that they retain their original length. Tumour cells also make use of this mechanism. In order to protect the body against tumours, telomerase is deactivated in 'normal' body cells, but as a consequence, the telomeres become shorter each time they divide. When they become too short, the cell misinterprets them as damaged DNA. The result: Cell division is discontinued, and the body cells age and die. It is a "compromise that nature struck between a later death due to ageing and an early death due to cancer," says Karel Riha, who received a START grant in 2008 for his project examining the mechanisms protecting the ends of chromosomes. Riha is head of the Telomeres and Genome Stability Group at the Gregor Mendel Institute of Molecular Plant Biology at the Austrian Academy of Sciences.

Even in his post-doctoral research, Riha established *Arabidopsis thaliana* as a model system for telomere biology. This plant is especially suitable because its cells are more similar to those of mammals than the cells of other simple model organisms, such as yeast. Another major advantage is that plant models are far more resilient to the activation and deactivation of genes than other forms of life, thus affording scientists unique insights into the effects of such procedures in living organisms.

In its work with *Arabidopsis* plants and other model organisms, Riha's group is focusing on another key function of telomeres: They protect the ends of the dual helix when DNA repair proteins spread out after a chromosome break and search for loose ends in order to tie them off again. Riha "wants to find out how telomeres manage to fend off the repair brigade." In this process, he is concentrating on the repair protein 'Ku', which, astonishingly enough, also occurs in telomeres and ensures their stability. As mammal cells die off when Ku is deactivated in them, Riha comments: "In our START project, we are studying *Arabidopsis* in order to identify the role this protein plays in the protection of telomeres and chromosomes."

The biology of telomeres also plays an important role in humans, especially in the ageing process and in the development of cancer. Therefore, a great deal of hope is tied to research on the molecular mechanisms at work in telomere extensions at the end of chromosomes. Riha and his group have already developed several laboratory tests in order to identify the structure of telomeres. These tests also reveal whether tumour mechanisms are at work in human cells.

Originally from Brno in the Czech Republic, Riha enjoys the interdisciplinary exchange of ideas with his colleagues from other institutes at the Vienna Biocenter: "I don't really want to 'pigeonhole' myself as a telomere researcher. Especially at the borders between disciplines, there are often very interesting niches for research. Here on campus, people are doing research in so many areas and on so many organisms that extremely exciting synergies can arise."

BIOGRAPHY

1990–1995 MSc in molecular biology and genetics, Masaryk University, Brno, Czech Republic

1995–1998 Ph.D. in genetics, Masaryk University, Brno, Czech Republic

Ph.D. student, Institute of Biophysics, Czech Academy of Sciences, Brno, Czech Republic

1998 Award of the Institute of Biophysics, Czech Academy of Sciences

CNRS studentship (France)

1999 "Talent of the Year" Award of the Czech Minister of Education for achievements in science and technology

1999–2002 Postdoc at the Department of Biochemistry & Biophysics, Texas A&M University, College Station, TX, USA

2000 NSF-NATO Postdoctoral Fellowship in Science and Engineering

2003–2005 Senior postdoc at the Gregor Mendel Institute of Molecular Plant Biology, Austrian Academy of Sciences, Vienna

2006–present Group Leader, Gregor Mendel Institute of Molecular Plant Biology, Austrian Academy of Sciences, Vienna

2008 START grant: Mechanisms of chromosome end protection

Novartis Prize



RESEARCHER PROFILE

Name

Kristin Tessmar-Raible

Born

1977 in Görlitz, Germany

Contact

Max F. Perutz Laboratories

University of Vienna

Dr. Bohr-Gasse 9, A-1030 Vienna

kristin.tessmar@mfpl.ac.at

<http://www.mfpl.ac.at>

START 2008

Biology

Kristin Tessmar-Raible

LEBEN NACH DEM MOND

Die zweigeschlechtliche Fortpflanzung von Lebewesen im urzeitlichen Meer begann auf Distanz: Eizellen und Spermata wurden ins Meer abgegeben, wo sie einander finden sollten. Eine neue Fähigkeit war gefragt. „Die Organismen mussten die Reifung von Eiern und Spermien synchronisieren, und noch heute tun das viele Tiere mit dem Mondrhythmus“, sagt die Neurobiologin Kristin Tessmar-Raible von den Max F. Perutz Laboratories/Universität Wien. Die Fortpflanzungszyklen und andere Lebensfunktionen vieler Meerestiere orientieren sich noch immer am Wechsel von Vollmond und Neumond.

Anders als bei der Tagesuhr (circadiane Uhr), die bei allen Organismen vorkommt und von der Sonne gesteuert wird, kannte man bei der lunaren Uhr, so Tessmar, bis vor kurzem „nicht ein einziges verantwortliches Molekül“. Langsam kommt jetzt auch die Mondfraktion zu ihrem Recht. Kristin Tessmar-Raible erhielt 2008 den Zuschlag für ein START-Projekt, in dem sie herausfinden möchte, „wie die innere Uhr, die den Mondrhythmus in marinen Organismen regelt, molekular funktioniert – und wie diese Uhr durch das Mondlicht gestellt wird“.

Ihr wichtigster Modellorganismus ist der Meeresringelwurm *Platynereis dumerilii*. Der Wurm eignet sich hervorragend für Laborversuche, da er sich in Plastikschrälen einfach züchten lässt und nächtliches Lampenlicht ausreicht, um seine innere Monduhr zu stellen. Die ForscherInnen lassen also für ihre Experimente nach Bedarf den Mond aufgehen. „Unsere systematischen Untersuchungen von Genaktivitäten liefern viele Antworten, bringen aber auch neue Fragen“, erklärt Tessmar-Raible. „Momentan versuchen wir besonders die Funktionsweise der Monduhr zu verstehen. Woraus besteht sie? Muss die Tagesuhr funktionieren, damit auch die Monduhr funktioniert? Wie erhalten Tages- und Monduhr ihren Lichtinput?“ Die Gruppe konzentriert sich auf zwei Zelltypen mit dem Lichtrezeptor Rhodopsin, den es auch im menschlichen Auge gibt. „Wir stellten fest, dass diese Zellen besonders in der Nacht viel Rhodopsin aufweisen.“ Aber warum sollten die Würmer ausgerechnet in der Nacht mehr von einem Lichtrezeptor produzieren? Der Schluss liegt nahe, dass es um die Wahrnehmung von Mondlicht geht.

In weiterer Folge will Tessmar-Raible herausfinden, ob die Tiere auf bestimmte Wellenlängen von Licht zu bestimmten Zeiten besonders ansprechen. Es wäre dann denkbar, die Beleuchtung küstennaher Gebiete so anzupassen, dass die vom Licht beeinflussbaren Rhythmen der Meerestiere nicht durch „Lichtverschmutzung“ gestört werden. „Es fällt auf, dass das Schwärmen von *Platynereis* verglichen mit früheren Berichten abgenommen hat“, bemerkt Kristin Tessmar-Raible, für die das START-Projekt „eine Riesens motivation war: das Vertrauen, dass ich etwas Spannendes auf die Beine stellen kann. Und natürlich will ich zeigen, dass das eine gute Investition war!“

Dass die Mutter zweier Kinder 2008 den Forschungsstandort Heidelberg mit Wien vertauscht hat, ist dem Leiter der Max F. Perutz Laboratories, Professor Graham Warren, zu danken. Er etablierte das Junior Group Leader-Program, das vielversprechenden Jungwissenschaftlerinnen und Jungwissenschaftlern hervorragende Startbedingungen bietet, und heuerte Tessmar-Raible gleichzeitig mit ihrem Mann, dem Molekularbiologen Florian Raible, an.

Durch die Interaktionen, die Tessmar-Raible mit anderen marinen Forschungsgruppen – auch im Rahmen eines von ihr geleiteten Projektes des Human Frontier Science Programme (HFSP) – initiiert hat, konnte sich ihre Gruppe als Brennpunkt für molekulare Arbeiten an marinen Rhythmen etablieren.



“As a scientist, I am used to changing cities and countries every now and again. It is therefore important that my workplace provides me with some feeling of being at home in a ‘big family of scientists’. Luckily for me, the Vienna Biocenter Campus and the MFPL give me exactly that feeling.”

LIVING BY THE MOON

In the primordial ocean, sexual reproduction in living organisms began as a long-distance relationship: Egg and sperm cells were each released into the ocean, where they were meant to find each other on their own. This process meant that a new capability was needed: “The organisms had to synchronise the maturation of eggs and sperm, and even today many animals align these activities with the lunar cycle,” says neurobiologist Kristin Tessmar-Raible from the Max F. Perutz Laboratories at the University of Vienna. The reproductive cycles and other vital functions of many undersea creatures are still synchronised with the cycle of full moons and new moons.

In contrast to circadian rhythms, which occur in all organisms and are controlled by the sun, Tessmar-Raible explains that – until recently – “not a single molecule was known to be responsible” for lunar rhythms. But researchers from the Tessmar-Raible’s camp are slowly but surely seeing some of their theories confirmed. In her START project, which was approved in 2008, she has set out to discover “how the internal clock regulating lunar rhythms in marine organisms works – and how that clock is set by moonlight”.

Her most important model organism is *Platynereis dumerilii*, or Dumeril’s clam worm. This creature is especially well suited for laboratory experiments because it can be bred easily in plastic containers in the lab, and because it is sufficient to shine a lamp on them at night in order to set their internal lunar clocks. In their experiments, the researchers thus make the moon rise when necessary. “Our systematic observations of gene activities have provided many answers, but they have also raised new questions,” Tessmar-Raible explains. “Right now we are trying to understand in particular how the lunar clock works. What does it consist of? Does the circadian clock have to work in order for the lunar clock to function properly? How do these two clocks receive input in the form of light?” The group is concentrating on two types of cells with the light receptor rhodopsin, which is also found in the human eye. “We observed that those cells show especially high levels of rhodopsin at night.” But why would the worms produce more of a light receptor at night, of all times? This points to the conclusion that the process is driven by exposure to moonlight.

Tessmar-Raible then wishes to find out whether these organisms respond specifically to certain wavelengths of light at certain times. It would then be conceivable to adapt lighting in coastal areas in such a way that the light-induced rhythms of sea creatures are not disturbed by ‘light pollution’. “It is striking that swarms of *Platynereis* have declined in comparison to earlier reports,” notes Tessmar-Raible, who describes her START grant as “a huge motivating factor which gave me the confidence that I can really achieve something new and exciting. And of course I want to show that it was a good investment.”

Tessmar-Raible, who has two children, was able to move from Heidelberg to Vienna thanks to Professor Graham Warren, Director of the Max F. Perutz Laboratories. He established the Junior Group Leader programme, which provides promising junior scientists with outstanding conditions to launch research projects. He also hired Tessmar-Raible along with her husband, the molecular biologist Florian Raible. Through the cooperation Tessmar-Raible has initiated with other marine research groups – including those under a project she heads in the Human Frontier Science Programme (HFSP) – her group has been able to establish itself as a focal point for molecular research on marine rhythms.

BIOGRAPHY

1994 3rd prize in the nationwide Thieme BIOlogie Preis (Germany)

1996–2001 Scholarship from the German National Scholarship Foundation

1997–1998 Visiting researcher, Mass. General Hospital / Harvard Medical School, Boston, MA, USA

2000–2001 Diploma thesis, EMBL, Heidelberg; Visiting scientist, University of Cambridge, UK

2001 Diploma (with honours), University of Heidelberg, Germany

2001–2003 Ph.D. scholarship from the Boehringer Ingelheim Foundation

Visiting scientist, UCSF (USA) and EMBL (Heidelberg)

2001–2004 Ph.D. student, University of Marburg

2004 Young Investigator Stipend, GNS

Ph.D. (summa cum laude), University of Marburg, Germany

2004–2008 Postdoc, EMBL, Heidelberg, Germany

2007 NoE MGE Award

Fast Track Fellowship, Robert Bosch Stiftung

2008–present Junior Group Leader, Max F. Perutz Laboratories, Vienna

2008 START grant: A Molecular Approach to Lunar Periodicity

2010 HFSP network coordinator



START 2008
Biology

Christina Waldsich

RESEARCHER PROFILE

Name

Christina Waldsich

Born

1975 in Vienna, Austria

Contact

Department of Biochemistry and Cell
Biology

Max F. Perutz Laboratories

University of Vienna

Dr. Bohr-Gasse 9, A-1030 Vienna

christina.waldsich@univie.ac.at

<http://www.mfpl.ac.at>

DAS SCHÖNSTE MOLEKÜL DER WELT

„Wissenschaft ist kein Job“, bemerkt Christina Waldsich, „Wissenschaft ist eine Art zu leben“. Die junge Forscherin strahlt Ruhe aus. Aus ihren wohlüberlegten Worten spricht Begeisterung. Ihr Leben gehört seit eineinhalb Jahrzehnten einem Molekül: der RNA, dem „schönsten Molekül der Welt“.

Obwohl es viele Formen von RNA gibt, entsteht sie in der Zelle zunächst immer als unstrukturierte Kette von Bausteinen. Erst indem sie sich zu jeweils ganz speziellen dreidimensionalen Strukturen auffaltet, erhält sie die Fähigkeit, ihre Funktionen zu erfüllen. Für die Faltung orientiert sich die RNA an einem Repertoire vorgegebener Muster und greift auf ein Team „kleiner Helfer“, zum Beispiel Enzymproteine, zurück. Die Enzyme greifen jeweils passende Teile auf und setzen sie in einer Art 3-D-Puzzle dort ein, wo sie hingehören.

Wenn der Faltungsprozess abgeschlossen ist, zeigt die RNA, was sie kann: von der Steuerung der Genregulation und der Eiweißproduktion bis zur Prozessierung – Weiterverarbeitung – von RNA-Molekülen reicht ihr Aufgabenbereich, dessen wirkliche Vielfalt sich der Forschung erst langsam erschließt.

In Wien hat sich – insbesondere durch den FWF-Spezialforschungsbereich „Modulatoren der RNA-Faltung und -Funktion“, 2001–2011 – eine weitläufige RNA-Forschungslandschaft entwickelt. Christina Waldsich wählte ein Schlüsselgebiet aus: Nachdem schon viele Daten über die RNA-Faltung in vitro, also außerhalb der Zelle, gesammelt worden waren, nahm sie sich erstmals lebende Zellen als Modellsysteme vor. Im ersten Schritt konzentrierte sie sich mit ihrer START-Gruppe auf eine RNA in den Mitochondrien der Zellen von Bäckerhefe. Neuerdings sieht sie sich die RNA-Faltung auch schon bei menschlichen Zellen an – im Bereich der für Alterungsprozesse entscheidenden Telomerase.

Schon vor ihrem START-Projekt „RNA-Faltung in der lebenden Zelle“ hatte Waldsich ein so genanntes Faltungskontrollelement entdeckt, das hilft, die RNA von der einfachen Kette in die 3-D-Struktur überzuführen. Mittlerweile hat sie Einblicke gewonnen, wie es möglich ist, dass einzelne Enzymproteine bei unterschiedlichen RNAs unterschiedliche Funktionen erfüllen. In weiterer Folge will Waldsich durch gezielte Mutationen dieser Proteine herausfinden, wie Faltungen gelingen und misslingen. Diese Arbeit wird nicht nur dazu beitragen, grundlegende Lebensprozesse, sondern auch viele Krankheiten zu verstehen. Die RNA spielt eine Rolle bei Krebs und bei Erbkrankheiten, wie etwa dem premature aging syndrome, bei dem die Telomerase betroffen ist. Auch die Virulenz von Bakterien kommt aus deren RNA, und viele Viren schleusen eigene RNA in die ihrer Wirte ein. Waldsich ist überzeugt, dass ihre „Forschungen helfen werden, neue therapeutische Strategien gegen verschiedene Krankheiten zu entwickeln, vermutlich auch neue Antibiotika“.

Das START-Projekt ist für die in einem burgenländischen Landwirtschaftsbetrieb naturnah aufgewachsene Biochemikerin die Erfüllung ihres Lebenstraumes: „Kreativ, mit einer eigenen Forschungsgruppe an den Themen zu forschen, die mich am meisten interessieren – und nicht nur an dem, was gerade als besonders heiß oder finanziell vielversprechend gehandelt wird. Das Vertrauen, das der FWF in mich setzt, gebe ich an meine Studentinnen und Studenten weiter, und ich freue mich, wie gut sie sich dabei entwickeln.“ Von ihrer eigenen Professorin, Renée Schroeder, die sie durch Diplomarbeit und Dissertation begleitete, konnte Christina Waldsich „einiges über Motivation lernen“. Und das, „was ich bekommen habe, möchte ich auch an die nächste Generation weitergeben“.



“Art is an impossible demand given expression and form.” – Albert Camus.
 “Science is art.” – Christina Waldsich

THE MOST BEAUTIFUL MOLECULE IN THE WORLD

“Science is not a job,” says Christina Waldsich, “it is a way of life.” The young researcher has a calm air about her, yet at the same time her carefully chosen words reveal her enthusiasm. For the last decade and a half, she has dedicated her life to one molecule: RNA, the “most beautiful molecule in the world.”

Although there are many forms of RNA, it first originates in the cell as an unstructured chain of building blocks. It is only once each molecule unfolds into its very special three-dimensional structure that it can perform its functions. In the folding process, RNA uses a repertoire of predefined patterns and relies on a team of ‘little helpers’, for example enzyme proteins. The enzymes bind to the appropriate building blocks and put them where they belong in a kind of three-dimensional puzzle.

Once the folding process is completed, the RNA can show its capabilities: The tasks handled by RNA molecules range from controlling gene regulation and producing proteins to modifying RNA molecules, and science is only beginning to discover the true variety of functions this molecule performs.

In Vienna, a vast RNA research landscape has developed, in particular thanks to the Special Research Programme (SFB) entitled ‘Modulators of RNA Fate and Function’ funded by the FWF from 2001 to 2011. Waldsich has chosen a key area within this field of research: Given that large quantities of data on RNA folding had already been collected in vitro (outside the cell), she was the first to set her sights on living cells as model systems. In the first step, she and her START group focused on an RNA in the mitochondria of yeast cells. More recently, Waldsich has also been looking at RNA folding in human cells – specifically dealing with telomerase, which plays a decisive role in ageing processes.

Even before launching her START project, ‘RNA folding in the living cell’, Waldsich discovered what she refers to as a folding control element, which helps to transform RNA from a simple chain into a three-dimensional structure. Since then, she has gained new insight into how it is possible for individual enzyme proteins to perform different tasks for different RNAs. In the future, Waldsich would like to examine how folding succeeds and fails by introducing deliberate mutations of these proteins.

This work will contribute to our understanding of fundamental life processes as well as many diseases. RNA plays a role in cancer and in hereditary diseases such as premature ageing syndrome, which affects telomerase. In addition, RNA is what gives bacteria their virulence, and many viruses insert their own RNA into their hosts. Waldsich is convinced that her “research will help us develop new therapeutic strategies to combat various diseases, and probably also new antibiotics.”

Waldsich grew up close to nature in a family that ran an agricultural business in Burgenland, a province in the east of Austria. She sees her START project as the fulfilment of her dream in life: “Working with my own group, doing creative research on the topics I’m most interested in – not just on those topics which are especially ‘hot’ or financially promising at the moment. I try to pass on the confidence the FWF has placed in me to my students, and I am pleased with how well they have developed.” Waldsich was able to learn “a lot about motivation” from her own professor, Renée Schroeder, who supervised her master’s thesis and doctoral dissertation, and her goal is to “pass these things on to the next generation.”

BIOGRAPHY

1993–1999 Studies of microbiology at the University of Vienna, Austria

1997–1999 Diploma research with Dr. Renée Schroeder, University of Vienna

1999–2002 Ph.D. research with Dr. Renée Schroeder, University of Vienna

2003–2006 Postdoctoral fellow with Dr. Anna Marie Pyle, Yale University (Erwin Schrödinger Fellowship: 2003–2005)

2006–2008 Research assistant at the Department of Biochemistry, MFPL, University of Vienna

2008 START grant: RNA folding in the living cell

2008–present Group Leader, Department of Biochemistry and Cell Biology, MFPL, University of Vienna

2009 Theodor Körner Prize



Wittgenstein 2009 Biology Jürgen Knoblich

RESEARCHER PROFILE

Name

Jürgen Knoblich

Born

1963 in Memmingen, Germany

Contact

Institute of Molecular Biotechnology
of the Austrian Academy of Sciences
(IMBA)

Dr. Bohr-Gasse 3, A-1030 Vienna
juergen.knoblich@imba.oeaw.ac.at
<http://www.imba.oeaw.ac.at>



MOLEKULARBIOLOGISCHES PERPETUUM MOBILE

2008 löste Jürgen Knoblich in Wien mit seiner Gruppe eine große Frage der Biologie: Wie werden Stammzellen zu Organzellen? Es war zwar bekannt, dass Stammzellen sich „asymmetrisch“ in eine neue Stammzelle und eine potenzielle Organzelle teilen. Aber niemand wusste genau zu sagen, wie das passiert.

An Larven der Fruchtfliege *Drosophila* deckten Knoblich und sein Team den Mechanismus auf: Im ersten Schritt polarisiert sich die Zelle und schiebt dadurch bestimmte Proteine auf einer Seite zusammen. Bei der anschließenden Mitose (Teilung) treten die so genannten Par-Proteine in Aktion. Ihre Aufgabe ist zweifach: Erstens sorgen sie dafür, dass die Teilungsebene in der Stammzelle so eingestellt wird, dass die einseitig gesammelten Proteine nur an eine Tochterzelle weitergegeben werden. Zweitens lokalisieren sie so genannte segregierende Determinanten, die auf der entgegengesetzten Seite der Zelle Stellung beziehen.

Nach erfolgter Teilung gibt es eine idente Kopie der Ausgangsstammzelle (sie enthält deren Proteine) und eine zur Organregeneration bestimmte neue Körperzelle, deren weitere Entwicklung die segregierenden Determinanten steuern werden – „Fast ein biologisches Perpetuum Mobile“, beschreibt Jürgen Knoblich den Prozess. Der stellvertretende Direktor des Instituts für Molekulare Biotechnologie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (IMBA) wurde 2009 für seine Arbeiten rund um die asymmetrische Zellteilung mit dem Wittgenstein-Preis ausgezeichnet.

Ein Zufall half, den gebürtigen Bayern 1997 von der University of California nach Wien zu bringen: „Mein Chef in San Francisco bat mich, bei einem Kongress für ihn mit einem Vortrag einzuspringen.“ Bei dieser Gelegenheit wurde Professor Kim Nasmyth, von 1997 bis 2005 Direktor des Instituts für Molekulare Pathologie (IMP) in Wien, auf den jungen Postdoc aufmerksam und kam mit ihm ins Gespräch. „Bald darauf flatterte mir eine Einladung auf den Tisch, in Wien einen Vortrag zu halten“, erinnert sich Knoblich. Ein wenig verwundert, „dass ich da eigens eingeflogen werde“, folgte er der Einladung, die – wie ihm im Nachhinein klar wurde – ein „verkapptes Jobinterview“ war. Wenig später nahm er mit einer eigenen Gruppe am IMP die Arbeit auf. 2004 wechselte er ins benachbarte IMBA.

Das Verständnis der asymmetrischen Stammzellteilung bringt auch Licht in die Tumorbilogie, erklärt Knoblich: „Wenn wir bei der Fruchtfliege ein einziges Gen, das nach brain tumor ‚Brat‘ genannt wird, ausschalten, so fällt eine der segregierenden Determinanten weg.“ Das Ergebnis: Die zweite Tochterzelle bleibt auch Stammzelle. „In den folgenden Teilungsschritten entstehen vier, acht, sechzehn Stammzellen und so fort.“ Solch exponentielles Wachstum führt zur Bildung eines Tumors. Auch diese Entdeckung ist von großer Tragweite: Aus dem Ruder gelaufene Stammzellen werden von herkömmlichen Krebstherapien nicht erfasst und bilden Herde für Metastasen. Derzeit untersucht Knoblich die Kontrollfunktion des Brat-Gens bei Mäusen. In einer Kooperation mit der deutschen Max-Planck-Gesellschaft hofft er, Mechanismen zu finden, auf deren Grundlage eines Tages Stammzell-Medikamente für Menschen entstehen werden.

Die Mittel seines Wittgenstein-Preises nützt Jürgen Knoblich, um „nicht mehr nur einzelne Gene zu untersuchen, sondern im Computermodell das Gesamtsystem anzuschauen – beispielsweise wie sich alle Gene in diesen beiden Tochterzellen nach der asymmetrischen Zellteilung verändern.“ Am Ende, so die Hoffnung, sollte es möglich sein, „die Gesamtheit der regulatorischen Interaktionen im Organismus zu beobachten“.

“I find it amazing how similar biological processes are between humans and something as simple as a fruit fly. Working with the fruit fly *Drosophila* gives me the opportunity to get results while I still remember why I actually started the experiment.”

A PERPETUAL MOTION MACHINE IN MOLECULAR BIOLOGY

In 2008, Jürgen Knoblich and his research group in Vienna solved one of the great questions of biology: How do stem cells turn into organ cells? It was already known that stem cells divide ‘asymmetrically’ into a new stem cell and a potential organ cell, but nobody could say exactly how it worked.

By studying the larvae of the *Drosophila* fruit fly, Knoblich and his team discovered the underlying mechanism: In the first step, the cell polarises internally, pushing certain proteins together on one side. In the ensuing process of mitosis (cell division), ‘PAR proteins’ come into play. These proteins have two functions: First, they ensure that the stem cell divides in such a way that the proteins collected on one side are only passed on to one daughter cell. Second, they localise what are known as segregating determinants which position themselves on the opposite side of the cell. Once the cell has divided, what remains is an identical copy of the original stem cell (containing its proteins) and a new body cell intended for organ regeneration; the further development of the latter cell is guided by the segregating determinants. “Almost a biological perpetual motion machine,” comments Knoblich on the process. Knoblich, who serves as Deputy Scientific Director at the Institute of Molecular Biotechnology (IMBA) at the Austrian Academy of Sciences, received the Wittgenstein Award in 2009 for his work on asymmetric cell division.

It was a coincidence that brought Knoblich, who was born in Bavaria, from the University of California to Vienna in 1997: “My boss in San Francisco asked me to fill in for him by giving a lecture at a conference.” At the event, Professor Kim Nasmyth, Director of the Research Institute of Molecular Pathology (IMP) in Vienna from 1997 to 2005, noticed the young post-doctoral researcher and started a conversation. “Soon afterwards, I received an invitation to give a lecture in Vienna,” Knoblich remembers. A bit surprised at the fact that they offered to fly him to Vienna, he accepted the invitation, which actually turned out to be a “job interview in disguise”. Not long after his visit, he began working at the IMP with his own research group, and in 2004 he switched to the IMBA.

Understanding asymmetric stem cell division also sheds light on tumour biology, Knoblich explains: “If we switch off a single gene – named ‘Brat’ after ‘brain tumour’ – in the fruit fly, then one of the segregating determinants is eliminated.” The result: The second daughter cell also remains a stem cell. “In the ensuing steps of the cell division process, we get four, eight, sixteen stem cells and so on.” Such exponential growth leads to the formation of a tumour. This discovery also has far-reaching implications, as out-of-control stem cells are not affected by conventional cancer therapies and thus form centres for metastasis. At the moment, Knoblich is examining the control function of the ‘Brat’ gene in mice. In cooperation with the Max Planck Society in Germany, he hopes to find mechanisms which could someday form the basis for stem-cell medications for humans.

Knoblich plans to use the funds from his Wittgenstein Award in order to “switch from examining only individual genes to looking at the overall system in a computer model – for example by investigating how all of the genes in the two daughter cells change after asymmetric cell division.” In the end, he hopes, it should be possible to “observe all of the regulatory interactions in the body”.

BIOGRAPHY

1983–1989 Degree programme in biochemistry, University of Tübingen

1986–1987 Laboratory courses in molecular biology and biochemistry, University College London

1989–1990 Diploma thesis, Max Planck Institute, Tübingen

1990–1994 Ph.D. thesis with Christian Lehner, Max Planck Institute, Tübingen

1994–1997 Postdoc with Yuh Nung Jan, UCSF, San Francisco

1997–2004 Group Leader at IMP, Vienna

2001 FEBS Anniversary Award

EMBO Young Investigator Award

2002–present Member, EMBO

2003 ELSO Early Career Award

2004–present Senior Scientist at IMBA, Vienna

2005–present Deputy Director at IMBA, Vienna

2009 Wittgenstein Award

2010 ERC Advanced Research Grant

2010–present Chair of EMBO Fellowship Committee

Member of editorial board: *Current Biology*, *European Journal of Cell Biology* and *Current Opinion in Cell Biology*

Member of scientific advisory board: Cancer Stem Cell Network, Deutsche Krebshilfe e.V.



Wittgenstein 2009 Mathematics Gerhard Widmer

WENN TÖNE ZU ZAHLEN WERDEN

„Nein, ich komme aus keiner besonders musikalischen Familie.“ In die Wiege gelegt war es Gerhard Widmer nicht, dass die Musik einen großen Teil seines Lebens bestimmen wird. Aber eine gewisse Neigung war wohl sehr früh vorhanden, denn schon als Kind lernte er Klavier zu spielen und gewann als 13-Jähriger den Instrumentalwettbewerb des Landes Vorarlberg in diesem Fach. Einige Jahre später war allerdings klar, dass ihn Themen wie Künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen mehr interessierten als die Laufbahn eines Musikers. Und so kam es, dass Gerhard Widmer Informatik studierte, seine Liebe zur Musik aber nie vergaß und daraus letztlich seine bis heute zentrale Fragestellung formulieren konnte, die ihn auch international zu einem Pionier in der Erforschung von Musik mittels Computer machte: Können Maschinen Musik wahrnehmen und „verstehen“? Um Antworten auf diese Frage zu finden, bekam Gerhard Widmer 2009 den Wittgenstein-Preis.

Dass er sich getraut hat, die Musik „offiziell“ zu seinem Forschungsthema zu machen, ist laut Widmer auf einen weiteren Preis zurückzuführen: 1998 bekam der Informatiker ein START-Projekt und wagte es darin zu erforschen, ob mit Hilfe maschineller Lernmethoden die feine Kunst der ausdrucksvollen Musikinterpretation quantitativ erfasst und erklärt werden kann – „eine wirkliche Pionierleistung, denn dieses heikle Thema mit Computermethoden quantitativ-präzise zu analysieren, hatte vorher noch niemand gewagt“, so Widmer. Der Mut machte sich bezahlt, denn heute ist die Arbeit an Musik „verstehenden“ Computern kein Nischenthema mehr – Widmer und sein Team stehen weltweit in Konkurrenz zu dutzenden anderen Forschungsgruppen. Dass sie zu den besten gehören, zeigen auch die von ihnen realisierten praktischen Anwendungen: So wurde für ein großes Multimedia-Unternehmen eine Stereoanlage entwickelt, die selbst entscheidet, was sie spielt. Und der Radiosender FM4 bietet einen „Music Recommender“ an, der je nachdem, welcher Song gerade angehört wurde, automatisch drei klanglich ähnliche Lieder vorschlägt, schildert Gerhard Widmer, der heute als Professor für Computational Perception an der Johannes-Kepler-Universität Linz arbeitet und die Abteilung für Intelligent Music Processing and Machine Learning am Österreichischen Forschungsinstitut für Artificial Intelligence in Wien leitet. Der Wittgenstein-Preis wird es ihm ermöglichen, einen Schritt vorwärts in seinem Forschungsvorhaben zu machen und gemeinsam mit seinen 15 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Frage nachzugehen, ob Maschinen auch so etwas wie „Erwartungen“ an die Musik entwickeln. „Wenn wir Musik hören, entstehen unbewusst permanent Erwartungen, was als Nächstes kommen wird. Mit meinem Team frage ich mich, ob auch Maschinen in Echtzeit dazu imstande sind“, erklärt Gerhard Widmer. Seine Forschungsarbeit sei nicht nur für die Grundlagenforschung von hohem Interesse, schließlich gehe es dabei um nicht weniger als die Mechanismen der Wahrnehmung. Es gebe auch viele konkrete Anwendungen, betont Widmer und erzählt von einem computergesteuerten Umblätterer, der jedes Mal, wenn beispielsweise ein Pianist am Ende eines Notenblattes angelangt ist, die nächste Seite aufschlägt. Für Musikstudentinnen und Musikstudenten wäre es auch interessant, wenn der Computer die Orchesterrolle übernehmen könnte und sie auf ihrem Instrument begleiten würde.

Die Musik blieb also ein bestimmendes Thema in Gerhard Widmers Leben, nicht nur im Beruf, sondern auch in der Freizeit. Denn Klavier spielen und Musik hören gehört neben langen Spaziergängen mit seinem Sohn und Sport zu seinen liebsten Hobbys.

RESEARCHER PROFILE

Name

Gerhard Widmer

Born

1961 in Bildstein (Vorarlberg), Austria

Contact

Department of Computational Perception
Johannes Kepler University Linz
Altenberger Straße 69, A-4040 Linz
gerhard.widmer@jku.at
<http://www.cp.jku.at>



“My little harmonica, an indispensable aid for structuring scientific lectures. It’s even played Mozart!”

TURNING TONES INTO NUMBERS

“No, I’m not from a particularly musical family.” Gerhard Widmer was not in any way predestined to see music play a major role in his life. But he did begin to show a certain inclination at a very young age, especially as he learned to play the piano as a child. When he was 13, his talent and skill on this instrument won him the Vorarlberg Province’s prize for instrumental music. Several years later, it was also clear that he was more interested in topics such as artificial intelligence and machine learning than in a career as a musician. As a result, Widmer decided to study information science, but he never forgot his love of music; it even provided him with his main research pursuit, a question which has made him a pioneer in computer-based music research: Can machines perceive and ‘understand’ music? Widmer won the Wittgenstein Award in 2009 in order to find answers to this question.

Widmer attributes the fact that he dared to make music his ‘official’ research topic to another FWF grant: In 1998, he received a START grant, with which he ventured into research on whether the fine art of expressive music interpretation can be captured and explained in quantitative terms using machine learning methods – “a truly pioneering effort, as nobody had ever dared to analyse this difficult topic using quantitative computer methods,” says Widmer. His audacity and ambition have paid off: Today, research on computers which ‘understand’ music is no longer a niche topic. Widmer and his team are now in competition with dozens of other research groups worldwide. The practical applications they have developed show that they are among the best in the field: For a large multimedia company, they developed a stereo system which decides what to play on its own, and thanks to their work, Austrian radio station FM4 now offers a “music recommender” service which suggests three similar-sounding songs based on the song currently playing. Widmer is now Professor of computational perception at the University of Linz and also heads the Intelligent Music Processing and Machine Learning Group at the Austrian Research Institute for Artificial Intelligence in Vienna. The Wittgenstein Award will enable him to take another step forward in his research project, and together with his 15 employees, he will be able to pursue the question of whether machines can develop ‘expectations’ of music. “When we listen to music, we constantly form unconscious expectations regarding what comes next. My team and I want to know whether machines are also capable of forming these expectations in real time,” Widmer explains, noting that their efforts are not just of interest to basic research; after all, their work focuses on the very mechanisms of perception and has numerous specific applications. One example he mentions is a computer-controlled page turner which is activated whenever a musician approaches the end of a page of sheet music. For music students, it would also be useful if a computer could assume the role of the orchestra accompanying them.

Therefore, music has remained a defining element in Gerhard Widmer’s life – not just in his career, but also in his leisure time: In addition to playing sports and taking long walks with his son, playing the piano and listening to music are still among Widmer’s favourite hobbies.

BIOGRAPHY

1984 M.Sc. in computer science, Vienna University of Technology

1984–1986 Fulbright Scholar, University of Wisconsin, Madison

1986–present Head of Machine Learning and Data Mining Group at Austrian Research Institute for Artificial Intelligence

1989 Ph.D., Vienna University of Technology

1991–1995 Assistant Professor, University of Vienna

1995 *Habilitation* (professorial examinations)

1997 Associate Professor, University of Vienna

1998 START grant: Artificial intelligence models of musical expression

2004–present Professor of computational perception, Johannes Kepler University Linz; Leader of Machine Learning and Intelligent Music Processing Group, Austrian Research Institute for Artificial Intelligence (OFAI)

2006–present Fellow, European Coordinating Committee for Artificial Intelligence (ECCAI)

2008 Expressive music performance rendering system YQX wins three prizes at the 7th Contest for Performance Rendering Systems, Sapporo, Japan

2009 Wittgenstein Award



START 2009 Physics

Francesca Ferlaino

RESEARCHER PROFILE

Name

Francesca Ferlaino

Born

1977 in Naples, Italy

Contact

**Institute for Experimental Physics
University of Innsbruck
Technikerstraße 25, A-6020 Innsbruck
Francesca.Ferlaino@uibk.ac.at
<http://www.uibk.ac.at>**

PIONIERARBEIT MIT ERBIUM

Als Francesca Ferlaino 2006 als Gastwissenschaftlerin an das Institut für Experimentalphysik der Uni Innsbruck kam, war sie angezogen von der weltweiten Reputation der Gruppe von Wittgenstein-Preisträger Rudolf Grimm, die als eine der besten auf dem Gebiet der Quantenphysik gilt. Sie wollte nur ein paar Monate bleiben und ihr neu erworbenes Wissen dann nach Italien mitnehmen. Doch was sie in Innsbruck vorfand, ging weit über ihre Erwartungen hinaus. „Ich profitierte nicht nur enorm von internationalen und lokalen Kooperationen mit theoretischen und experimentellen Gruppen und der Möglichkeit, die elaboriertesten Techniken auf dem Gebiet der ultrakalten Atome und Quantengase zu lernen, anzuwenden und weiterzuentwickeln. Ich fand ein wunderbares Arbeitsumfeld und enorme Möglichkeiten, als Wissenschaftlerin zu wachsen.“ Die Neapolitanerin beschloss zu bleiben. Unterstützt wurde ihr Vorhaben vom FWF, der ihr 2007 ein Lise-Meitner-Stipendium zuerkannte.

Der FWF spielte weiterhin eine wichtige Rolle in Ferlainos wissenschaftlicher Karriere: 2009 erhielt sie ein START-Projekt. Ein Jahr später wurde die Arbeit der 33-Jährigen zweifach ausgezeichnet: Sie erhielt den Fritz-Kohlrusch-Preis und einen ERC Starting Grant. 2010 wurde sie noch mit dem Preis der Landeshauptstadt Innsbruck geehrt. „Diese Auszeichnungen“, freut sich die Physikerin, „sind nicht nur eine große Anerkennung für meine bisherige Arbeit, sondern ermöglichen mir auch, meine eigenen Ideen weiter zu entwickeln und eine eigene Arbeitsgruppe aufzubauen.“ Auch in ihrer Karriere bewegte sich einiges. Seit Anfang des Jahres ist sie Assistenzprofessorin am Innsbrucker Institut für Experimentalphysik.

Ferlaino untersucht anhand von ultrakalten Quantengasen Mehrkörperphänomene. In ihrem für fünf Jahre geförderten Projekt wird sie ein neues exotisches Element für Experimente mit quantenentarteten Gasen und stark korrelierten Systemen verwenden: Erbium, ein sehr seltenes und bisher wenig beachtetes Metall. „Ein vielversprechender Kandidat für die geplanten Experimente, weil es vergleichsweise schwer ist und einen stark magnetischen Charakter besitzt“, erläutert Ferlaino. Diese beiden Eigenschaften lassen ein extremes dipolares Verhalten solcher Quantensysteme erwarten. Überdies existieren von diesem Element zahlreiche Isotope, von denen eines fermionische Eigenschaften hat. Damit lassen sich stark wechselwirkende Fermi-Gase erzeugen. „Kein anderes Element, das bisher für Quantengas-Experimente eingesetzt wurde, bietet diese einzigartige Kombination von Eigenschaften“, ist Ferlaino überzeugt und verspricht sich „neue Erkenntnisse über die fundamentalen Eigenschaften stark korrelierter Systeme mit komplexen Wechselwirkungen.“

Ihre Liebe zur Physik hat die Italienerin früh entdeckt: Im Alter von zwölf Jahren besuchte sie auf einer Schulreise nach Frankreich ein Atomkraftwerk. Und wollte wissen, wie dieser Reaktor genau funktioniert. Nach der Matura schnupperte sie an der Universität Neapel, ihrer Heimatstadt, in Physik-Vorlesungen, verstand jedoch zunächst überhaupt nichts, wie sie lachend erzählt. Doch sie beschloss, nicht aufzugeben, sondern „wissen zu wollen.“ Zur Mitte ihres Physikstudiums entdeckte sie die Faszination für Quantenmechanik und ihr war klar: Sie wollte Wissenschaftlerin werden. Zu dem „wunderbaren Arbeitsumfeld“ zählt für sie auch die Unterstützung, die sie als berufstätige Mutter an ihrem Institut von allen Seiten bekommt. „Unterstützt“ wird sie auch von ihrem einjährigen Sohn: „Er ist ein Sonnenschein“, schwärmt sie. Und findet es aufregend, zwei Premieren zu verbinden: das Abenteuer des erstmaligen Mutterseins und das Abenteuer, ihre erste Forschungsgruppe aufzubauen. „Dank der Unterstützung meiner Leute von der Universität Innsbruck und der Arbeitsgruppe zu ultrakalten Quantengasen ist all das möglich geworden.“



“The ERBIUM team: my travelling companions in the fascinating and exotic world of magnetic dipolar quantum gases.”

PIONEERING WORK WITH ERBIUM

When Francesca Ferlaino came to the University of Innsbruck's Institute for Experimental Physics as a visiting researcher in 2006, she was attracted by the worldwide renown of the research group surrounding Wittgenstein Award winner Rudolf Grimm, who is considered one of the top quantum physicists in the world. She originally wanted to stay just a few months, after which she planned to take her newly acquired knowledge and skills back to Italy with her. But what she found in Innsbruck went far beyond her expectations. “I not only benefited enormously from international and local cooperation with theoretical and experimental groups, and the opportunity to learn, use and develop the most advanced techniques in the field of ultracold atoms and quantum gases. I also found a wonderful working environment and vast opportunities to grow as a scientist.” Originally from Naples, Italy, Ferlaino decided to stay on. Her plan was supported by the FWF, which granted her a Lise Meitner Fellowship in 2007.

And the FWF continued to play an important role in Ferlaino's scientific career, as she was awarded a START grant in 2009. One year later, the 33-year-old scientist's work was rewarded with two major achievements, namely the Fritz Kohlrausch Prize and an ERC Starting Grant. During the same year, she was also honoured with the Prize of the City of Innsbruck for her research at the university. “These awards,” says Ferlaino, “are not only a great acknowledgement of my work to date; they will also enable me to continue developing my own ideas and in my own working group.” Ferlaino has also made leaps and bounds in her career. In early 2011, she became an assistant professor at the Institute for Experimental Physics.

Ferlaino is studying multi-body phenomena on the basis of ultracold quantum gases. In her project, which received FWF funding for a total of five years, she will be using a new, exotic element for experiments with quantum-degenerate gases and strongly correlated systems: Erbium, a very rare and little-researched metal. “Erbium is a promising candidate for the planned experiments because it is relatively heavy and strongly magnetic in character,” Ferlaino explains. These two characteristics raise expectations of extreme dipolar behaviour in quantum systems. In addition, the element has numerous isotopes, one of which displays Fermionic properties. This makes possible to generate strongly interacting Fermi gases. “No other element used in quantum gas experiments to date can offer this unique combination of properties,” says a convinced Ferlaino; she expects “new insights into the fundamental properties of strongly correlated systems with complex interactions”.

Ferlaino discovered her love for physics at an early age: When she was twelve years old, she visited a nuclear power plant on a school trip to France. And she wanted to know exactly how the reactor worked. After graduating from school, Ferlaino attended physics lectures at the University of Naples (her hometown), but at first she “didn't understand a word,” she notes laughingly. But she decided not to give up, as she simply “wanted to know.” In the middle of her physics studies, she discovered her fascination with quantum mechanics; that's when she knew for sure that she wanted to become a scientist. As a working mother, Ferlaino says the “wonderful working environment” also includes the support she receives from all sides at her institute. And her one-year-old son also supports her in another way: “He is my sunshine,” she beams. She finds it exciting that she has been able to combine two firsts: the adventure of becoming a mother and that of establishing her first research group. “All this has been possible thanks to the support I've received from my people at the University of Innsbruck and in the ultracold gases research group.”

BIOGRAPHY

1996–2000 Studies of physics, Università Federico II, Naples, Italy

1999–2000 Degree Fellowship at the International School of Advanced Studies (ISAS), Trieste

2000 Diploma degree in theoretical physics, Università Federico II, Naples

2001–2004 Ph.D. in experimental physics, Università degli Studi di Firenze, Florence, Italy

2004–2006 Postdoctoral fellowship, European Laboratory for Non-Linear Spectroscopy (LENS), Florence

2006 Visiting Scientist, Institute for Experimental Physics, University of Innsbruck

2007–2009 Lise Meitner Postdoctoral Research Position, University of Innsbruck

2009 START grant: Ultracold Erbium: Exploring Exotic Quantum Gases

2010–present Assistant Professor at the Institute for Experimental Physics, University of Innsbruck

2010 ERC Starting Grant

Fritz Kohlrausch Prize, Austrian Physical Society (ÖPG)

Prize of the City of Innsbruck

AIDDA Prize for women in science, Italy



START 2009 Mathematics Ilse Fischer

RESEARCHER PROFILE

Name

Ilse Fischer

Born

1975 in Klagenfurt, Austria

Contact

Faculty of Mathematics

University of Vienna

Garnisongasse 3, A-1090 Vienna

Postal address: Nordbergstraße 15,
A-1090 Vienna

ilse.fischer@univie.ac.at

<http://www.mat.univie.ac.at>

DIE SCHÖNE KUNST DES ZÄHLENS

Mathematikerinnen und Mathematiker, so der US-Zahlentheoretiker David Bressoud, erkennen oft die Wahrheit, ohne sie beweisen zu können. Darin, und nicht nur darin, reichen sie den Künstlerinnen und Künstlern die Hand. So sieht auch Ilse Fischer, Mathematikerin in der Kombinatorikgruppe der Universität Wien, ihre Aufgabe darin, „schöne Theorien kreativ zu entwickeln.“ Damit entspricht sie einem Gesetz der naturwissenschaftlichen Erkenntnis: Eleganz hat mit Einfachheit zu tun und beides mit Wahrheit.

Um Spielraum zu haben, hat sie sich in einem Gebiet der diskreten Mathematik angesiedelt, „das wenig abgegrast ist und wo es noch keine großen Theorien gibt“: die Abzählkombinatorik. Da geht es darum, Formeln zu entwickeln, mit denen sich berechnen lässt, wie viele unterschiedliche Kombinationen von Einzelelementen in einer endlichen Menge existieren. Die Sache wird umso komplizierter, je mehr Bedingungen die Kombinationsmuster bestimmen. Ein einfacher Fall wäre ein Pferderennen, bei dem 15 Teilnehmer an den Start gehen: Wie viele Möglichkeiten gibt es für die Besetzung der ersten drei Plätze mit den verschiedenen Pferden? Ebenfalls einfach, aber zeitraubender wäre es, die verschiedenen möglichen Lottotipps bei „6 aus 45“ händisch zusammenzuzählen, es sind nämlich 8.145.060. Da ist es schon gut, eine Formel zu haben.

Die Konfigurationen – so genannte „Objekte“ – die Ilse Fischer zählt, sind jedoch weitaus komplexer und finden Anwendung in anderen Sphären, etwa Algebra oder statistische Physik. Eines ihrer Lieblingsgebiete sind „alternierende Vorzeichenmatrizen“. Gemeint sind, so Fischer, „rechteckige Anordnungen von Nullen und Einsern und Minuseinsern. Stellt man da die Bedingung, dass, wenn alle Nullen entfernt werden, sich in jeder Zeile und Spalte Einser und ein Minuseinser abwechseln, dann entspricht dieses Objekt einem Modell aus der statistischen Physik für Eis.“ Durch eine Formel der geborenen Klagenfurterin lassen sich die möglichen Verbindungen zwischen Atomen im Molekülgitter abzählen und die Eigenschaften des Eises besser verstehen. Das Paradoxe an der Beschäftigung mit Abzählproblemen ist, zu wissen, dass es für die meisten keine Formel gibt. Doch falls es eine gibt, so lässt sich das schnell erkennen, wenngleich, so Fischer, der Beweis unendlich kompliziert sein kann. „Das zeigt, dass auf diesem Gebiet der Mathematik die Methoden dem Problem noch nicht angemessen sind.“

Fischer hält die Zeit für reif, um eine „möglichst einfache Theorie der Abzählprobleme“ in Angriff zu nehmen. Schon ist es ihr gelungen, eine 1990 vielbeachtete Lösung des Abzählproblems alternierender Vorzeichenmatrizen, die allerdings sehr kompliziert war, von anderer Seite anzugehen und dafür einen kompakten, elementaren Beweis zu liefern, nachzulesen in „Advances in Mathematics“.

Auf ihr Ziel voll konzentrieren kann sie sich nun unter dem START-Projekt „Kompakte Abzählformen für verallgemeinerte Partitionen“ und ist dankbar „für den Freiraum, den ich durch START bekommen habe. Ich muss nicht mehr um Anerkennung als Frau, die Mathematik macht, kämpfen. Das hat die internationale Begutachtung für mich geregelt!“ Für die Freizeitmalerin und Tochter eines Mathematikers – „als Kind löste ich statt Rätsel mathematische Probleme“ – bedeutet das auch Freiraum für ihren ganz speziellen Ansatz: die geometrischen Abbildungen der numerischen Objekte, die „oft sehr schön sind“, nach ästhetischen Gesichtspunkten umzugestalten und so zu originellen Lösungen zu kommen. „Denn bei Abzählproblemen kann man sicher sein, dass eine Formel, die besonders schön ist, stimmt.“



“Doing mathematics is like preparing a meal, painting a picture, composing a piece of music – an act of creativity. Under the influence of the cultural climate of our era, it also has the facet of a worldwide competition. I have the impression that men enjoy this aspect more than women.”

THE FINE ART OF COUNTING

According to US number theorist David Bressoud, mathematicians often recognise the truth without being able to prove it. This is just one of the traits they share with artists. Similarly, Ilse Fischer, a mathematician in the Combinatorics Group at the University of Vienna, sees it as her calling to “be creative in developing beautiful theories.” In this way, she follows a law of knowledge in natural science: Elegance goes hand in hand with simplicity, and both are linked to truth.

In order to enjoy some latitude in her work, she has devoted her efforts to a field of discrete mathematics “which hasn’t been exhausted and in which great theories have not yet emerged”: enumerative combinatorics. In this field, mathematicians develop formulas with which they can calculate how many different combinations of individual elements exist in a finite set. This task becomes all the more complicated when more conditions determine the combination patterns. A simple case would be a horse race involving 15 horses: How many different combinations of horses are possible in the top three places? It would also be simple – but far more time-consuming – to manually count the number of possible combinations of lottery bets in a “6 out of 45” lottery, that is, 8,145,060. This is where formulas start to come in handy.

However, the configurations – known as “objects” – which Ilse Fischer counts are far more complex and have applications in other fields such as algebra or statistical physics. One of her favourite fields is that of ‘alternating sign matrices’. According to Fischer, these refer to “rectangular arrangements of zeroes, ones and negative ones. If we impose the condition that if all zeroes are removed, the positive and negative ones have to alternate in each line, then the object corresponds to a model of ice from statistical physics.” Born in Klagenfurt, Austria, Fischer developed a formula to enumerate the possible bonds between atoms in molecular structures and to better understand the properties of ice.

What is paradoxical about working on enumeration problems is knowing that there is no formula for most of them. But if there is one, then it can be recognised quickly – even if, as Fischer notes, the proof can be infinitely complicated. “What it means is that the methods are not yet in line with the problems in this field of mathematics.” Fischer believes the time is ripe to develop “as simple a theory as possible for enumeration problems.” She has already succeeded in applying a new approach to a well-known yet highly complicated solution from the year 1990 which deals with the enumeration of alternating sign matrices; in her work, Fischer managed to provide a compact, elementary proof which was published in *Advances in Mathematics*. She can now focus all of her energy on her goal in the START project “Compact enumeration formulas for generalized partitions” and comments, “I am grateful for the freedom the START grant has afforded me. I no longer have to fight for recognition as a woman in mathematics. The international peer review took care of that for me.” Fischer, who enjoys painting in her leisure time, grew up as the daughter of a mathematician: “When I was a child, I worked on math problems instead of the usual puzzles.” The START grant has also given her the freedom she needs for her very special approach: She takes geometrical depictions of numerical objects, which are “often very beautiful,” and redesigns them on the basis of aesthetic criteria, which sometimes yields highly original solutions. “Because with enumeration problems, you can be sure that a formula that is especially beautiful will also be correct.”

BIOGRAPHY

1993–2000 Studies of mathematics, University of Vienna (UoV)

1995–1998 Teaching Assistant, Faculty of Mathematics, UoV

1998 Degree: *Magistra* with a diploma thesis in number theory under the direction of Johann Cigler

Research Fellow, Faculty of Mathematics, UoV

1999 Assistant Professor, Operations Research Group, University of Klagenfurt

2000 Doctorate with a thesis in combinatorics under the direction of Christian Krattenthaler and Franz Rendl

2001 Visiting scholar at several universities in the US

2004–present Research and teaching position, Faculty of Mathematics, UoV

2006 *Habilitation* in mathematics with the thesis “A polynomial method for the enumeration of plane partitions and alternating sign matrices”

2007 Visiting professor, University of Klagenfurt

2008 Conversion to permanent contractual status at UoV

2009 Visiting professor, University of Klagenfurt

START grant: Compact enumeration formulas for generalized partitions

Current research interests: enumerative and algebraic combinatorics and their relations to statistical physics



RESEARCHER PROFILE

Name

Arthur Kaser

Born

1973 in Linz, Austria

Contact

Division of Gastroenterology and
Hepatology

Department of Medicine
University of Cambridge
Addenbrooke's Hospital, Level 5, Box 157
Hills Road, Cambridge CB2 0QQ, UK
ak729@cam.ac.uk
arthur.kaser@i-med.ac.at

START 2009 Medicine

Arthur Kaser

FOLGENREICHER ZELLSTRESS

Die Gesundheit sitzt im Darm. Die alte Volksweisheit ist in der Wissenschaft brandaktuell. Im Fokus steht die Darmflora. Bis vor kurzem noch eine große Unbekannte, weil im Labor kaum kultivierbar, lüftet sich langsam ihr Geheimnis, dank neuester Sequenzieretechnik, die es ermöglicht, Mikroben allein anhand ihres Erbguts zu identifizieren. „Früher war das wie ein Elefant“, erinnert sich der Gastroenterologe Arthur Kaser, „von dem wir zwar wussten, dass er da ist, den wir aber in unsere Studien nicht einbeziehen konnten.“ Der Elefantenvergleich passt: Die Darmflora hat 100-mal so viele Bakterien wie ein Mensch Zellen, und diese Bakterien enthalten 150-mal so viele Gene wie das menschliche Genom. Ihr Biotop, die Darmschleimhaut, ist größer als alle sonstigen äußeren und inneren Oberflächen des Organismus zusammengerechnet.

Schon seit dem Studium befasst sich Arthur Kaser mit immunologischen Vorgängen in Verdauungsorganen. Zusammen mit seinem Doktorvater an der Medizinischen Universität Innsbruck, Professor Herbert Tilg, half er, den Immunaspekt der Gastroenterologie zu entwickeln. 2005 wurde Kaser dafür zum „Rising Star der europäischen Gastroenterologie“ gekürt.

Kasers roter Faden sind Entzündungsprozesse im Gastrointestinaltrakt. Über die Immunfunktionen der Schleimhaut gelangte er zum Epithel – jener Zellschicht, die wie ein Isolationsverputz den Darm und die Gänge in Galle und Leber auskleidet. Das Epithel, so Kaser, ist „ein riesiges sekretorisches Organ, das Unmengen von Eiweiß produziert und wieder abgibt. Je mehr Proteine erzeugt werden, desto höher die Wahrscheinlichkeit, dass dabei Fehlfaltungen auftreten.“ Durch die Faltung erhalten Proteine ihre dreidimensionale Struktur und Funktionsfähigkeit. Bei Faltungsfehlern reagiert die Proteinfabrik der Zelle, das endoplasmatische Retikulum (ER), mit einem Reparaturmechanismus, dem so genannten ER stress response.

Wie Kaser in einer 2008 im Journal „Cell“ veröffentlichten Studie gemeinsam mit Rick Blumberg, Laurie Glimcher und anderen KollegInnen von der Harvard Medical School in Boston sowie aus Kiel, Rotterdam und Innsbruck zeigte, kann sich die ER Stress-Antwort durch den Ausfall des Schlüssels XBP1 ins Pathologische wenden und eine chronische Entzündungsreaktion wie bei Morbus Crohn und Colitis ulcerosa auslösen. Es stellte sich auch heraus, dass angeborene Varianten des Gens XBP1 für diese Krankheiten anfällig machen. Für diese Forschung erhielt der geborene Linzer 2009 ein START-Projekt – als zweiter klinisch tätiger Mediziner in der Geschichte dieser Auszeichnung.

Ausfälle bei XBP1 könnten auch an Darmkrebs und der lebensbedrohlichen Lebererkrankung primäre sklerosierende Cholangitis beteiligt sein. Kaser hofft, die natürliche Antwort des Organismus auf pathologischen ER-Stress gezielt zu nützen. Dabei setzt er chemische „Chaperone“ ein, das sind zumeist kleine Moleküle, die die richtige Faltung von Eiweiß unterstützen. Solche Verbindungen von der Grundlagenforschung zum Krankenbett sind dem Arzt Arthur Kaser sehr wichtig.

Der Wechselwirkung zwischen Epithel und Darmkeimen könnte, wie er vermutet, bei Immunerkrankheiten wie multipler Sklerose, Rheuma oder Asthma eine große Bedeutung zukommen. Schon ist bekannt, dass die Keime im Darm bei Typ-1-Diabetes eine wichtige Rolle spielen.

Kasers START-Projekt ging inzwischen in einen Starting Grant des Europäischen Forschungsrates (ERC) über, „Ein Vorteil dieser langfristigen Projekte ist, dass man eine stimulierende Umgebung schaffen kann, in der junge Menschen Freude am Forschen entwickeln und fundamentale Fragen angehen können.“



“As a physician and scientist, one ultimately aspires to make a difference in patients’ lives ... children have this wonderful way of bringing grand visions into real perspective and pointing to the most important things in life.”

CELLULAR STRESS WITH WEIGHTY CONSEQUENCES

According to an old saying in German, our health is in our intestines. This bit of wisdom has become very topical in science today. Research has begun to focus on the flora in the digestive tract, which until recently was only poorly understood because it could hardly be cultivated in the laboratory. However, the mystery is slowly being unravelled thanks to state-of-the-art sequencing technology which makes it possible to identify microbes on the basis of their DNA. “It used to be like an elephant,” gastroenterologist Arthur Kaser remembers, “we knew it was there, but we couldn’t really include it in our studies.” The elephant simile is very appropriate: The flora in the digestive tract has 100 times as many bacteria as a human has cells, and those bacteria contain 150 times as many genes as the human genome. Their habitat, the mucous membranes of the digestive tract, has a larger area than all other internal or external surfaces of the human body combined. Arthur Kaser has been researching immunological processes in the digestive organs since his undergraduate years. Together with his doctoral supervisor at Innsbruck Medical University, Professor Herbert Tilg, Kaser has helped develop the immunological side of gastroenterology. In recognition of those efforts, he was named the ‘rising star’ of European gastroenterology in 2005.

The central theme of Kaser’s research efforts is inflammation processes in the gastrointestinal tract. In studying the immune functions of the mucous membrane, he came upon the epithelium – the layer of cells which lines the intestines as well as the ducts in the gall bladder and liver. According to Kaser, the epithelium is “a giant secretory organ which produces and releases huge quantities of protein. The more proteins it generates, the greater the probability that misfolding will occur.” The folding process is how proteins develop their three-dimensional structure and functions. When proteins fold incorrectly, the endoplasmic reticulum (ER), the cell’s protein factory, responds by activating a repair mechanism known as the ER stress response.

As Kaser and Rick Blumberg, Laurie Glimcher and colleagues from Harvard Medical School and from Kiel, Rotterdam and Innsbruck demonstrated in a paper published in the journal *Cell* in 2008, if the key gene XBP1 is missing, the ER stress response can turn pathological and trigger chronic inflammations such as those observed in Crohn’s disease and ulcerative colitis. The scientists also found that innate variants of the XBP1 gene make people susceptible to those diseases. Kaser, who is originally from Linz, Austria, received a START grant in 2009 for this research; he was the second clinical physician in FWF history to be awarded this grant.

Anomalies in the XBP1 gene may also be involved in colorectal cancer and primary sclerosing cholangitis, a fatal disease of the liver. Kaser hopes to leverage the body’s natural response to pathological ER stress by using chemical ‘chaperones’, usually small molecules which assist proteins in folding properly. Such connections between basic research and the bedside are very important to Kaser.

The interaction between the epithelium and intestinal germs could, he conjectures, be a very significant factor in immune disorders such as multiple sclerosis, rheumatism or asthma. It has already been established that intestinal germs play an important role in Type 1 diabetes.

Kaser’s START grant was followed by an ERC Starting Grant. As Kaser notes, “One advantage of these long-term projects is that you can create a stimulating environment in which young people learn to enjoy research and pursue fundamental questions.”

BIOGRAPHY

1991–1996 Studies of medicine, University of Innsbruck

1995–1996 Thesis on immune functions of type I interferons

1996–1998 Research Fellow, Gastroenterological Research Lab, Department of Medicine, University Hospital Innsbruck

1998–2003 University Assistant, Department of Medicine, University Hospital Innsbruck

2002 Specialist in internal medicine

2003 Postdoctoral lecture qualification for internal medicine, Innsbruck Medical University

2003–present Associate Professor, Department of Medicine II – Gastroenterology and Hepatology, Innsbruck Medical University

2003–2006 Max Kade (later Schrödinger) Fellow, Mucosal Immunology Lab, Division of Gastroenterology, Department of Medicine, Brigham and Women’s Hospital, Harvard Medical School, Boston, MA

2008 Specialist in gastroenterology & hepatology

2009 START grant: XBP1 and Endoplasmic Reticulum Stress in Mucosal Homeostasis

2009–2012 Visiting Professor (part time), University of Oslo, Department of Medicine, Division of Gastroenterology and Hepatology (Norwegian PSC Research Center, ‘NoPSC’)

2010 ERC Starting Grant



START 2009 Mathematics Manuel Kauers

RESEARCHER PROFILE

Name

Manuel Kauers

Born

1979 in Lahnstein, Germany

Contact

Research Institute for Symbolic
Computation (RISC)
Johannes Kepler University (JKU)
Altenbergerstraße 69, A-4040 Linz
manuel@kauers.de
mkauers@risc.jku.at
<http://www.kauers.de>

DIE ZÄHMUNG DES COMPUTERS

Dass moderne Computerprogramme mehr sind als dumbe Rechenhilfen, haben sie spätestens um die Jahrtausendwende bewiesen, als sie einen Schachweltmeister nach dem anderen an die Wand spielten. Mittlerweile mischen sie in der Liga der hohen Mathematik mit: Wie Manuel Kauers kürzlich gemeinsam mit Doron Zeilberger und Christoph Koutschan anhand der 1983 aufgestellten Andrews-Robbins-Vermutung zeigen konnte, „vermögen Computer mathematische Probleme zu knacken, an denen sich traditionelle Mathematiker und Mathematikerinnen jahrzehntelang die Zähne ausgebissen haben.“ Was dem Computer an menschlicher Kreativität und Intuition abgeht, das kann er nämlich durch seine Fähigkeit, gigantische Formeln zu verdauen, wettmachen.

Solche computergenerierten Beweise gehören zum Bereich des Symbolischen Rechnens, einem Zweig der Computer-Mathematik, in dem man nicht mit Zahlen, sondern direkt mit Formeln und Variablen rechnet, mit Symbolen eben. Im Mekka dieser Disziplin, dem 1989 von Pionier Bruno Buchberger in Hagenberg, Oberösterreich, eingerichteten Research Institute for Symbolic Computation (RISC), entwickelt der Computermathematiker Manuel Kauers mit den Mitteln des START-Programms Lösungswege zum automatisierten Beweisen bisher unbeweisbarer Formeln. Viele Formeln sind einfach zu kompliziert, als dass man sie von Hand beweisen könnte. Mit dem Computer aber lassen sich komplizierte Formeln auf einfache Hilfsformeln zurückführen. Allerdings können diese Hilfsformeln gigantische Längen erreichen. Deshalb ist es nötig, den Computer, wie Kauers sagt, „zu zähmen“ und die erforderliche Rechenzeit von Jahrtausenden auf einige Wochen zu verkürzen. Im Fall des von Kauers und Kollegen erbrachten Beweises der Andrews-Robbins-Vermutung über die Struktur total symmetrischer planarer Partitionen (das sind Funktionen, die sich in Türmen gedachter „Bauklötze“ auf schachbrettartigen Grundflächen darstellen lassen) wäre die Druckversion der Hilfsgleichung rund eine Million A4-Seiten lang. Es ist die vielleicht längste Gleichung, die je in einem mathematischen Beweis verwendet wurde. Das Ergebnis dieser Arbeit wurde im Jänner 2011 in den renommierten Proceedings der National Academy of Sciences, USA, veröffentlicht.

Bauklötze fand Manuel Kauers schon als Bub faszinierend, besonders dann, wenn sie in bestimmten Formen zusammenpassten. Etwas später packte ihn das Computer-Virus. Doch während seine Altersgenossen am Computer spielten, fand er Spaß daran, Programme zu schreiben. Als sich für ihn am Ende des Studiums in Karlsruhe die Frage stellte, wo er sein Doktorat in Computermathematik machen sollte, empfahl ihm einer seiner Professoren nicht etwa San Francisco, sondern Hagenberg im österreichischen Mühlviertel.

Dort arbeitet und lebt er nun schon seit bald zehn Jahren, völlig in der Forschung aufgehend. Dem START-Programm verdankt er ein Team hoch spezialisierter Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die selbst bei weltweiter Suche nicht einfach zu finden waren. Die bereits sichtbaren und noch zu erwartenden Erfolge machen ihm Hoffnung auf eine Professur. Sein Hobby? „Reden von John F. Kennedy auswendig lernen. Mir gefällt die Virtuosität und das rhetorische Talent Kennedys.“ Aber wie sich herausstellt, geht es auch hier um den Beruf: „Bei Mathematiker-Kongressen kümmern sich die Vortragenden oft nicht darum, ob sie jemand versteht. Ich will aber so reden, dass auch die anderen etwas davon haben.“



“Together let us explore the stars, conquer the deserts, eradicate disease, tap the ocean depths, and encourage the arts and commerce.” – John F. Kennedy

TAMING THE COMPUTER

Modern computer programmes are far more than “dumb” calculation aids, a fact which became inescapably clear around the turn of the century, when a computer boggled one chess champion after another. Computers have also become a common tool in higher mathematics: As Manuel Kauers, Doron Zeilberger and Christoph Koutschan recently succeeded in showing on the basis of the Andrews-Robbins conjecture proposed in 1983, “computers are capable of cracking mathematical problems which have daunted traditional mathematicians for decades.” What computers lack in human creativity and intuition is compensated for by their ability to digest gigantic formulas.

Such computer-generated proofs have also found applications in the field of symbolic computation, a branch of computational mathematics which involves calculations not with numbers, but with formulas and variables (i.e. symbols). At the mecca of this discipline – the Research Institute for Symbolic Computation (RISC) established by pioneer Bruno Buchberger in Hagenberg, Upper Austria, in 1989 – Kauers is using the funds from his START grant to develop solutions to previously unproven formulas. Many of these proofs are simply too complicated to be done by hand. However, computers make it possible to transform complicated formulas into simpler auxiliary formulas, which can run to enormous lengths. For this reason, it is necessary to ‘tame’ the computer, as Kauers puts it, in order to shorten the necessary computation time from centuries to just a few weeks. As for the proof of the Andrews-Robbins conjecture on the structure of totally symmetric plane partitions (i.e. functions which can be depicted as towers of abstract “building blocks” on base surfaces resembling chess boards), a printout of the entire auxiliary equation would be approximately one million A4 pages long. This may be the longest equation ever used in a mathematical proof. The results of their work were published in the renowned *Proceedings of the National Academy of Sciences* (USA) in January 2011.

Even as a boy, Manuel Kauers was fascinated with building blocks, especially when they fit together to create certain shapes. A bit later, he developed a keen interest in computers. But while his peers were playing games on their computers, Kauers had more fun writing programmes. When he finished his studies in Karlsruhe and faced the question of where to do his doctorate in computer mathematics, one of his professors made an odd recommendation: not San Francisco or another faraway place, but Hagenberg, a town in the Mühlviertel region of Austria.

He has now been living and working there for nearly ten years, dedicating all of his time to research. He received a START grant thanks to a team of specialist colleagues which would not be easy to assemble even if one searched worldwide. On the basis of his past and potential future achievements, Kauers hopes to become a professor at the RISC. His hobby? “Memorising speeches by John F. Kennedy. „I like Kennedy’s incredible skill and rhetorical talent.” But as it turns out, this hobby also relates to his profession: “At mathematics conventions, many speakers don’t seem to care whether anyone understands what they’re trying to say. But I want to speak in such a way that others can benefit as well.”

BIOGRAPHY

2002 *Dipl.-Inform.* degree in computer science, University of Karlsruhe

2002–2003 Fellowship, Government of Upper Austria

2004–2005 Fellowship, German Academic Exchange Service (DAAD)

2004–present (Co-) Author of more than 30 refereed publications in high-ranking scientific journals or at international scientific conferences

2005 Doctoral degree (*Dr. techn.*) in symbolic computation, University of Linz, with distinction. Thesis: Algorithms for Non-linear Higher Order Difference Equations, supervised by Peter Paule

2005–2007 Postdoc under P. Paule

2006–present Faculty member, Research Institute for Symbolic Computation (RISC), Hagenberg

2007–present Leader and co-leader of several FWF projects

2008 Postdoc in the group of P. Flajolet at INRIA Rocquencourt

Habilitation in mathematics, University of Linz. Committee: G.E. Andrews (USA), Hoon Hong (USA), V.H. Moll (USA), P. Paule (Austria), M. Petkovšek (Slovenia), D. Zeilberger (USA)

2009 START grant: Fast Computer Algebra for Special Functions



RESEARCHER PROFILE

Name

Thorsten Schumm

Born

1975 in Berlin, Germany

Contact

Institute of Atomic and Subatomic
Physics

Vienna University of Technology
Stadionallee 2, A-1020 Vienna
schumm@thorium.at
<http://www.thorium.at>

START 2009

Physics

Thorsten Schumm

DIE SUCHE NACH DER KERNUHR

Eines wusste Thorsten Schumm nach dem Abitur in Berlin genau: Er wollte etwas studieren, das „an die Grundlagen geht“. Darüber hinaus war er sich aber sehr unsicher, welches Fach es an der Universität denn nun werden sollte. Und so probierte er Maschinenbau an der TU Berlin, merkte aber schnell, dass dabei „zu wenige fundamentale Fragen“ gestellt werden. Deshalb wechselte er zu Physik und Philosophie an der Freien Universität Berlin. Dass er sich dann letztlich auf die Physik spezialisierte, sei wohl auch auf die Familie zurückzuführen, so Schumm: „Ich komme aus einem technischen Haushalt, die Physik lag mir einfach mehr.“

Innerhalb der Physik bewegte sich Thorsten Schumm inhaltlich zwischen zwei Extremen: Zum einen fand er jene Forschung spannend, die bei extrem hohen Energien arbeitet. Am CERN in Genf etwa, wo große Forscherteams versuchen, mit Hilfe riesiger Geräte Teilchen zu beschleunigen. Zum anderen faszinierte Thorsten Schumm aber auch – salopp ausgedrückt – das Gegenteil der rasenden Teilchen, nämlich die Arbeit mit ultrakalten Atomen. Konzentriert hat er sich dann letztlich auf die niedrigen Energien, dabei die Atomkerne aber nie ganz aus den Augen verloren. In seiner gegenwärtigen Forschung versucht er, beide Themen zu verbinden: Eine entscheidende Rolle spielt dabei das Element Thorium, welches über einen Anregungszustand des Atomkerns bei derart niedriger Energie verfügt, dass sogar ein Laser – normalerweise nur bei der Arbeit an der Elektronenhülle im Einsatz – verwendet werden kann. Das brachte Schumm auf die nächste Idee: Man könnte doch versuchen, statt der üblichen Atomuhren eine „Kernuhr“ zu entwickeln. Und genau zur Unterstützung dieser Idee hat Thorsten Schumm 2009 ein START-Projekt bekommen.

Im Grunde geht es um Folgendes: Unsere „Sekunde“ ist derzeit definiert als 9.192.631.770 Schwingungen einer Lichtwelle, die die Elektronenhülle des Cäsium-Atoms anregt. Solche Anregungen der Elektronenhülle reagieren aber sehr empfindlich auf magnetische und elektrische Felder, sodass die Atome in den Atomuhren aufwändig abgeschirmt werden müssen. Zusätzlich muss im freien Fall gemessen werden. Würde man stattdessen lasergestützte Anregungszustände des Thorium-Kerns zur Grundlage der Messung machen, würde zum einen die Genauigkeit des Zeitstandards Sekunde deutlich steigen, zum anderen der Aufwand sinken, denn weder Abschirmung noch ballistische Messungen wären nötig.

Wissenschaftlich sei diese Forschungsarbeit ein „high risk, high gain“-Projekt, wie es Thorsten Schumm ausdrückt. Er habe eine Anschubfinanzierung gebraucht, um langfristig arbeiten zu können – und das habe das START-Projekt geleistet. Nun könne er drei Mitarbeiter beschäftigen und die notwendigen Apparate kaufen, beschreibt Schumm. Er selbst drehe immer weniger an den Schraubchen der Messgeräte, sondern werde zunehmend zum „Forschungsmanager“: Logistik und vor allem auch interdisziplinäre Kommunikation nehme viel Zeit in Anspruch, mache ihm aber auch viel Spaß. Überhaupt nimmt der in seiner Freizeit passionierte Bergsteiger und seit kurzem auch Schifahrer das Reden über seine Forschung wichtig, nicht zuletzt deshalb rief er den Blog <http://www.thorium.at> ins Leben. Einer breiteren Öffentlichkeit zu erklären, woran man arbeitet, sei nicht nur Pflicht („Schließlich bekommen wir ja unser Geld von der Gesellschaft“), sondern für ihn auch Kür. Thorsten Schumm: „Oft hilft einem der Versuch, etwas einfacher auszudrücken, dabei, selbst mehr Klarheit über das eigene Tun zu erlangen.“ Hier klingt die Philosophie noch immer durch.



“The precise measurement of time has always been closely connected to a century’s scientific state of knowledge. From sailing the oceans to satellite-based navigation, new clocks might tackle our current understanding of the universe.”

THE QUEST FOR A NUCLEAR ATOMIC CLOCK

Thorsten Schumm knew one thing for sure when he finished school in Berlin: He wanted to study something that “gets down to the fundamentals.” At the same time, however, he was not at all sure which subject area he should choose at university. He first tried out mechanical engineering at TU Berlin, but he soon noticed that “too few fundamental questions” are dealt with in that field. So he switched to physics and philosophy at the Free University of Berlin. The fact that he ultimately specialised in physics was probably due to his family, says Schumm: “I grew up in a technically orientated household, so physics was just a better fit for me.”

In this field, the focus of Schumm’s interest moved between two extremes: On the one hand, he was fascinated by research at extremely high levels of energy, such as the work going on at CERN in Geneva, where large teams of researchers accelerate particles using gigantic pieces of equipment. On the other hand, Schumm was also interested in – roughly speaking – the ‘opposite’ of particle acceleration, that is, research on ultracold atoms. In the end, he focused his efforts on the lower levels of energy, but at the same time he never entirely lost sight of high energy physics. His current research represents an attempt to combine these two subject areas. In his work, a decisive role is played by the element thorium, the nucleus of which reaches an excited state at such low levels of energy that even a laser – which is usually only suited for work on the electron shell – can be used. This gave Schumm his next idea: He could try to develop a ‘nuclear clock’ instead of the usual atomic clocks. It was precisely for this idea that Schumm received a START grant in 2009.

Basically, his research deals with the following: Our “second” in time is currently defined as 9,192,631,770 oscillations of a wave of light stimulating the electron shell of the caesium atom. However, these stimulations of the electron shell are highly sensitive to magnetic and electric fields, meaning that scientists have to go to great lengths to shield the atoms in an atomic clock. In addition, it is necessary to take these measurements in a free-falling state. If the laser-induced states of excitement in the thorium nucleus were taken as the basis for measurement instead, this would significantly improve the accuracy of the standard second and at the same time reduce the effort required, as neither shielding nor ballistic measurements would be necessary.

In scientific terms, this research is regarded as a “high risk, high gain” project, as Schumm puts it, noting that he needed start-up funding in order to carry out his work on a long-term basis – and that is precisely what the START Programme has given him. He can now employ three scientists and purchase the necessary equipment, he adds. Schumm himself is no longer working directly with the measurement equipment as much as he used to; instead, he has become more and more of a “research manager”: Logistics and especially interdisciplinary communication take up a lot of his time, but he also finds those activities enjoyable. An avid mountain climber and now also a skier in his leisure time, Schumm considers it very important to communicate about his research, which is one of the reasons why he set up the blog www.thorium.at. In Schumm’s eyes, explaining his work to a broader audience is not only an obligation (“After all, it is society that funds our work”) but also a pleasure. As Schumm puts it, “Attempting to explain something in simpler terms is often a good way to gain clarity about what you are doing.” And with that, he also shows that he has not forgotten his background in philosophy.

BIOGRAPHY

1996–2000 Studies of physics at the Free University of Berlin

2000–2002 Diploma in physics, University of Innsbruck / University of Heidelberg

2003–2006 Ph.D. in atom optics, Université Paris Sud, France, and University of Heidelberg, Germany; dissertation on Bose-Einstein condensates in magnetic double well potentials

2006 Postdoctoral fellow, McLennan Physical Laboratories, Toronto, Canada

2006–2010 Assistant Professor, Group Leader, Institute of Atomic and Subatomic Physics, Vienna University of Technology

2009 START grant: Nuclear Physics with a Laser: Thorium-229

2010 ERC Starting Grant

2011–present Assistant Professor, faculty member at Institute for Atomic and Subatomic Physics, Vienna University of Technology, Austria



START 2009 Biology

David Teis

RESEARCHER PROFILE

Name

David Teis

Born

1975 in Graz, Austria

Contact

Membrane Traffic and Signaling
Laboratory, Biocenter
Innsbruck Medical University
Fritz-Pregl-Straße 3, A-6020 Innsbruck
david.teis@i-med.ac.at
<http://www.i-med.ac.at>

MÄCHTIGER ZELLULÄRER ESKORT-SERVICE

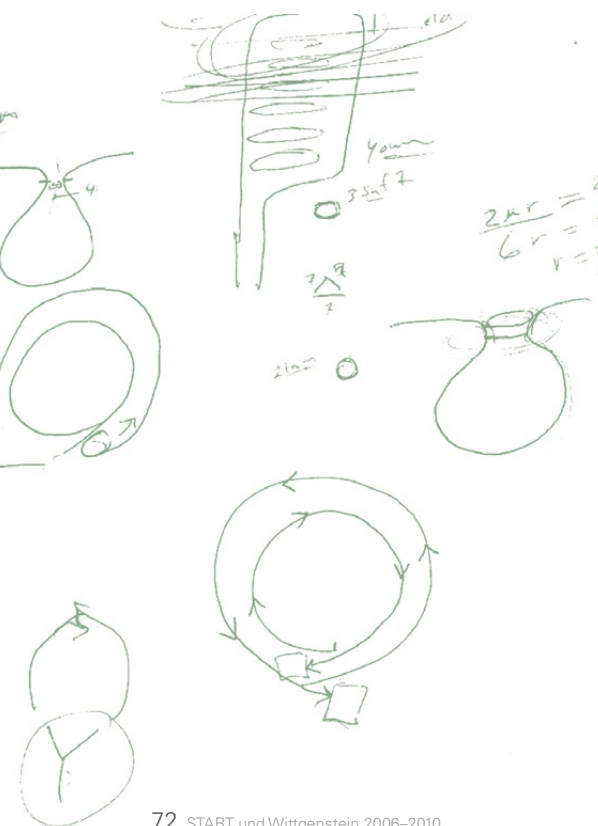
„Die Grundlagen des Lebens erforschen“ – das hat David Teis schon immer interessiert. Wie sich zeigen sollte, wies ihm die Neigung die richtigen Wege: Am Institut für Molekulare Pathologie in Wien, unter Doktorvater Lukas Huber, begann er, sich mit Endosomen zu befassen. Das sind winzige Vesikel (Transportbehälter) aus zellulären Membranen, die als Vehikel für Proteintransport dienen. Dabei entdeckte Teis einige, wie er sagt, „wahrscheinlich wichtige Proteinkomplexe“ zur Weiterleitung von Information von der Oberfläche einer Zelle in ihr Inneres.

Als Lukas Huber die Leitung des neugegründeten Biozentrums in Innsbruck antrat, nahm er den vielversprechenden jungen Doktor mit. David Teis hatte sich jedoch ausbedungen, für den Postdoc in die USA gehen zu dürfen, was er auch bald über einen Forschungsjob im renommierten Labor von Scott Emr an der Cornell University, Ithaca, realisierte. Professor Emrs Gruppe hatte sich jene molekularen Mechanismen vorgenommen, die die Bildung von Endosomen steuern – die so genannten ESCRT-Proteinkomplexe.

Die Abkürzung – sie steht für endosomal sorting complex required for transport – trifft den Punkt: ESCRT (ausgesprochen „Eskort“) ist eine molekulare Transportmaschinerie, die allen Zellen höherer Lebewesen zu eigen ist. Ihre Aufgabe besteht darin, mithilfe der Endosome ausgediente oder defekte Signalrezeptorproteine an der Oberfläche von Zellen zu identifizieren, einzupacken und zur Entsorgung ins Lysosom (den Abfall-eimer der Zelle) zu „escortieren“. Versagt dieses System, so kann das schwerwiegende Konsequenzen haben – nicht nur für die einzelne Zelle, sondern für den ganzen Organismus: „Wenn Signale falsch weitergeleitet werden und die Zellen sich dadurch nicht mehr an ihre Umgebung anpassen können, asozial werden und sich in der Folge nicht mehr in ihrem Gewebeverband halten, so kann das später eventuell zu Krebserkrankungen führen“, erklärt Teis, heute wieder im Innsbrucker Biozentrum und Leiter einer Forschungsgruppe an der Abteilung für Zellbiologie.

Der geborene Grazer hat offenbar eine gute Hand in der Wahl seiner Vorgesetzten: Scott Emr erlaubte Teis, seine Forschungsarbeit von Cornell mitzunehmen, und Lukas Huber ermöglichte ihm, sie in Innsbruck fortzusetzen – beides keine Selbstverständlichkeit. Allzu oft müssen junge Forscher bei einem Standortwechsel ihre Projekte aufgeben und kommen dadurch um die Früchte jahrelanger Arbeit. Bestimmt kein Nachteil für Teis war, dass er quasi im Transit die START-Auszeichnung des FWF an Land zog, die ihm nicht nur „ein Qualitätssiegel“ aufdrückte, sondern auch „als Türöffner zu anderen Forschungsprogrammen“ wirkte. So wurde der in Innsbruck koordinierte Sonderforschungsbereich (SFB) „Zellproliferation und Zelltod in Tumoren“ auf Teis aufmerksam und regte ihn an, seine bis dahin auf das Modellsystem des Hefepilzes beschränkten Studien auf mögliche Zusammenhänge zwischen ESCRT und der Entstehung von Krebs auszudehnen.

Auch die Kooperation mit der Cornell University gedeiht, und in diesem befruchtenden Gesamtkontext liegt die Gruppe von Teis gut im Rennen um die Erhellung der Backup-Mechanismen in Zellen bei Verlust der primären ESCRT-Funktion. Das Verständnis dieser Prozesse und der Stressreaktionen von Zellen nach dem Zusammenbruch der ESCRT-Maschinerie könnte neue Erkenntnisse bringen, die nicht nur die Entstehung von Krebs aufklären helfen, sondern auch die Ursachen von neurodegenerativen Erkrankungen oder Aids.



“If we knew what we were doing, it wouldn't be called research, would it?” – Albert Einstein

A POWERFUL CELLULAR ESCORT SERVICE

David Teis has always been interested in “researching the fundamentals of life.” As it turns out, this inclination has pointed him in the right directions: Under his doctoral supervisor Lukas Huber at the Research Institute of Molecular Pathology in Vienna, he began researching endosomes, which are tiny vesicles made of cellular membranes and serve as pathways for protein transport. In the process, Teis discovered several “probably important protein complexes” for the transmission of information from a cell's surface to its interior.

When Lukas Huber took over as head of the newly established Biocenter in Innsbruck, he took this promising young Ph.D. along with him. However, Teis wanted to go to the US for his post-doctoral research, and soon thereafter he landed a position at the renowned laboratories of Scott Emr at Cornell University. Professor Emr's group had set its sights on those molecular mechanisms (known as ESCRT protein complexes) which control the formation of endosomes.

The abbreviation, which stands for ‘endosomal sorting complex required for transport’, hits the nail right on the head: ESCRT (pronounced ‘escort’) refers to a molecular transport machine found in the cells of all higher forms of life. This protein complex is responsible for identifying exhausted or faulty signal receptor proteins on the cell's surface, packing them up and ‘escorting’ them for disposal in the lysosome (the cell's rubbish container). If this system fails, it can have severe consequences – not just for individual cells, but for the entire organism: “When signals are transmitted incorrectly and the cells are unable to adapt to their surroundings, becoming ‘asocial’ and subsequently unable to remain in their tissue, it may lead to cancer later on,” explains Teis, who is now back at the Biocenter in Innsbruck heading a research group in the Division of Cell Biology.

The Graz-born researcher apparently has a talent for choosing the right bosses: Scott Emr allowed Teis to take his research work with him when he left Cornell, and Lukas Huber enabled him to continue his work in Innsbruck; neither of these privileges can be taken for granted. All too often, young researchers have to abandon their projects when they move from one location to another, thus sacrificing the fruits of many years of work. It was certainly not a disadvantage for Teis that he received a START grant from the FWF almost ‘in transit’; for him, this grant not only represented a “seal of approval”, but also “opened doors to other research programmes.” In this way, Teis caught the attention of scientists working in the FWF Special Research Programme (SFB) ‘Cell Proliferation and Cell Death in Tumors’, and they encouraged him to expand his studies, which had previously been confined to yeast fungus as a model system, to include possible connections between ESCRT and the origins of cancer. His cooperation with Cornell University is also still very productive, and in this highly fertile research environment, Teis' group is well on its way to elucidating the cell's backup mechanisms when the primary ESCRT function is lost. Understanding these processes and the stress responses of cells when the ESCRT mechanism fails could generate new insights which may help uncover the origins of cancer as well as the causes of neurodegenerative diseases or AIDS.

BIOGRAPHY

1993–1999 Studies of microbiology at the University of Graz

1999 Graduation (M.Sc.) in microbiology, with honours

1999–2002 International Ph.D. programme, Institute of Molecular Pathology (IMP), Vienna

Ph.D. at IMP; supervisor: Prof. Lukas A. Huber

2002 Graduation (Ph.D.) in genetics, with honours

2003–2005 Research Assistant, Department of Cell Biology, Innsbruck Medical University

2006 EMBO Long-Term Fellowship

2006–2009 Postdoctoral Fellow with Prof. Scott D. Emr, WICMB at Cornell University and CMM at UCSD

2007–2009 HFSP Long-Term Fellowship

2009 Young Investigator, SFB021

START grant: Regulation of ESCRT mediated cell surface remodeling

2009–present Group Leader/Assistant Professor, Division of Cell Biology, Biocenter, Innsbruck Medical University

2010 HFSP Career Development Award

2011–2013 Full member, SFB021

HFSP Career Development Award



Wittgenstein 2010 Social Sciences

Wolfgang Lutz

RESEARCHER PROFILE

Name

Wolfgang Lutz

Born

1956 in Rome, Italy

Contact

International Institute of Applied
Systems Analysis (IIASA)
World Population Program
Schlossplatz 1, A-2361 Laxenburg
lutz@iiasa.ac.at
<http://www.iiasa.ac.at>

Austrian Academy of Sciences, Vienna
(ÖAW)
Vienna Institute of Demography (VID)
Wohllebengasse 12-14, A-1040 Vienna
wolfgang.lutz@oeaw.ac.at
<http://www.oeaw.ac.at/vid>

Vienna University of Economics and
Business Administration (WU)
Research Institute Human Capital and
Development
Department of Socioeconomics /
Demography Group
Nordbergstraße 15/6/A, A-1090 Vienna
wolfgang.lutz@wu.ac.at
<http://www.wu.ac.at>

DIE MENSCHEN IM MITTELPUNKT

Wie werden sich Geburtenraten in den nächsten Jahren und Jahrzehnten entwickeln? In welche Modelle kann man Voraussagen zur Bevölkerungsentwicklung gießen? In welcher Beziehung stehen Bevölkerungs- und Umweltentwicklungen? Fragen wie diese beschäftigen Wolfgang Lutz schon seit vielen Jahren und haben ihm großes nationales und internationales Renommee gebracht. Die Demographie, die Wissenschaft von der Entwicklung von Bevölkerungen und ihren Strukturen, beschäftigt den in Rom geborenen und in Österreich und Deutschland aufgewachsenen Wolfgang Lutz spätestens, seitdem er nach dem Abschluss seines Philosophie-, Mathematik- und Theologiestudiums an den Universitäten München und Wien an die University of Pennsylvania ging. Auf einen dortigen Master in Demographie folgte ein Ph.D.-Programm, das er in der Rekordzeit von nur einem Jahr mit ausgezeichnetem Erfolg abschloss. 1983 entschloss sich Wolfgang Lutz, die USA zu verlassen und am International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) in Laxenburg bei Wien tätig zu werden. Unter anderem durch das IIASA, wo er seit 1994 das „World Population Program“ leitet, ist Lutz bis heute in Österreich institutionell verankert. „Daneben“ steht er seit 2002 dem „Vienna Institute of Demography“ (VID) der Akademie der Wissenschaften als Direktor vor und hat seit 2008 eine Professur für Sozialstatistik an der Wirtschaftsuniversität Wien inne. Inhaltlich verschob sich sein Fokus hin zur Frage, inwiefern Humankapital, also der Ausbildungsgrad einer Bevölkerung, mit wirtschaftlicher Entwicklung zusammenhängt. Erwähnenswert in diesem Zusammenhang scheint ein empirischer Vergleich von 120 Ländern, der gezeigt hat, dass nicht die Bildung einer kleinen, gut situierten Elite den zentralen Motor für den Wohlstand einer Gesellschaft bildet, sondern die Ausbildung breiter Teile der Bevölkerung.

Der Wittgenstein-Preis, den der zweifache Vater 2010 erhalten hat, ermöglichte es Wolfgang Lutz, der Frage nach Bevölkerungsentwicklung und Prosperität – wohl eine der großen Fragen der Zukunft – mit einem neuen Institut auf den Grund zu gehen: Unter dem Dach des Anfang 2011 gegründeten „Wittgenstein Centre for Demography and Global Human Capital“ sollen die weit gefächerten Aktivitäten zusammengeführt werden. Für das neue Zentrum wurden neben den bereits zu den Themen globale Demografie und Bildungsforschung arbeitenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern 15 neue Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus elf Nationen angeworben. Die Mittel für das Centre stammen unter anderem aus dem mit 1,5 Mio. Euro dotierten Wittgenstein-Preis, dem von Lutz 2008 gewonnenen ERC Advanced Grant und von zwei Zentrumsmitarbeitern, die 2009 und 2010 mit dem ERC Starting Grant ausgezeichnet wurden.

Das Wittgenstein-Centre hat einen globalen Fokus. Bis 2013 sollen dort unter Mitarbeit der Universität Oxford erstmals wissenschaftsbasierte Bevölkerungsprojektionen für alle Länder der Welt erstellt werden, in denen nicht nur Alter und Geschlecht, sondern auch Bildungs-, Erwerbs- und Gesundheitsstatus ersichtlich sind. „Daraus sollen wichtige Erkenntnisse für die Prioritätensetzung der nationalen Sozial- und Wirtschaftspolitik sowie globaler Entwicklungs- und Umweltpolitik abgeleitet werden“, betont Lutz. Am Wittgenstein-Centre werden Forschungsteams zu den Themen Bevölkerungsentwicklung, Gesundheit, Bildungspolitik, Alter, Migration und Bildung arbeiten – große Vorhaben, die durch ein noch größeres getoppt werden: Das neue Zentrum hat sich vorgenommen, innerhalb weniger Jahre zur weltweit führenden Forschungseinrichtung in diesem Bereich zu werden.



“Sitting on the granite rocks of an island in Finland, looking into the distance to see what might appear ...”

FOCUSING ON PEOPLE

How will birth rates develop in the coming years and decades? What models can be developed to predict population developments? How are developments in population and the environment linked? Wolfgang Lutz has been dealing with questions like these for many years, and his work in these fields has earned him great renown at the national and international level. Born in Rome and raised in Germany and Austria, Lutz has been interested in demography, or the study of the development of populations and their structures, at least since he left for the University of Pennsylvania after completing his studies of philosophy, mathematics and theology in Munich and Vienna. Once he completed his master's in demography, he joined the Ph.D. programme, which he completed with high honours in the record time of only one year. In 1983, Lutz decided to leave the US and to start work at the International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) in Laxenburg (near Vienna), Austria.

In addition to other activities, Lutz's work at the IIASA – where he heads the World Population Program – has helped him put down institutional roots in Austria to this day. In addition to his position at the IIASA, Lutz has been Director of the Vienna Institute of Demography (VID) within the Austrian Academy of Sciences since 2002, and he has held a professorship for social statistics at the Vienna University of Economics and Business since 2008. In terms of content, his focus has shifted to the question of how human capital, or the degree of educational attainment in a given population, is related to economic development. In this context, it is worth mentioning his empirical comparison of 120 countries which showed that it is not the education of a small, well-to-do elite that acts as the main driver of wealth in a society, but education for broader parts of the population.

Lutz, who has two children, was presented with the Wittgenstein Award in 2010. The funds have enabled him to establish a new research institution and further examine the question of population development and prosperity – probably one of the greatest questions in the future. The Wittgenstein Centre for Demography and Global Human Capital founded by Lutz in 2011 will bring these broad-based research efforts together under one roof. In addition to the scientists already working in the fields of global demography and education research, Lutz was able to hire 15 new employees from 11 nations for this new research centre. Among other sources, funding for the centre has come from the EUR 1.5 million endowment of the Wittgenstein Award, the ERC Advanced Grant awarded to Lutz in 2008, and the ERC Starting Grants acquired by two of the centre's employees in 2009 and 2010.

The Wittgenstein Centre focuses on research at the global level. In cooperation with their colleagues at Oxford University, researchers at the centre plan to achieve a major goal by 2013: For all of the countries in the world, they plan to generate population projections which not only include age and gender, but also people's educational, employment and health status. “These efforts should produce important insights for setting priorities in national and economic policy as well as global development and environmental policies,” Lutz comments emphatically. At the Wittgenstein Centre, research teams will work on the topics of population development, health, education policy, age, migration and education – all major projects with an even greater over-arching objective: The new centre has set itself the goal of becoming the world's leading research institution in this field in just a few years' time.

BIOGRAPHY

1980 MA in social and economic statistics, University of Vienna

1982 MA in demography, University of Pennsylvania

1983 Ph.D. in demography, University of Pennsylvania

1988 *Habilitation* (professorial examinations) in demography and social statistics, University of Vienna

1984–present Employed at IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis), Laxenburg, Austria

1994–present Leader, IIASA World Population Program

2002–present Director, Vienna Institute of Demography (VID) of the Austrian Academy of Sciences, Vienna

2009–present Professor of social statistics, Vienna University of Economics and Business Administration

2010 Wittgenstein Award

2010–present Professorial Research Fellow, Oxford University

2011–present Director, Wittgenstein Centre for Demography and Global Human Capital



START 2010 Genetics

Julius Brennecke

RESEARCHER PROFILE

Name

Julius Brennecke

Born

1975 in Munich, Germany

Contact

Institute of Molecular Biology of the
Austrian Academy of Sciences (IMBA)
Dr. Bohr-Gasse 3, A-1030 Vienna
julius.brennecke@imba.oeaw.ac.at
<http://www.imba.oeaw.ac.at>

DER KAMPF GEGEN DIE „SPRINGENDEN GENE“

Dass Julius Brennecke Biologie studiert hat, ist einem Zufall zu verdanken: Denn eigentlich wollte er Biochemie inskribieren, wofür es in Deutschland aber einen Numerus Clausus gibt. Und den geforderten Notendurchschnitt konnte er mit seinem Abschlusszeugnis nicht erbringen. „Letztlich hat sich Biologie dann aber doch als das spannendere Studium herausgestellt, weil man einfach eine lebendigere und breitere Ausbildung bekommt“, erzählt der geborene Münchner. Während des Studiums schnupperte er in viele Richtungen: Die Botanik hatte es ihm nach dem Vordiplom angetan, auf den Galapagos-Inseln beobachtete er eine Seevogelkolonie und beschäftigte sich mit Evolutionsbiologie.

Zurück in Deutschland sorgte wieder ein Zufall dafür, dass Brennecke die Botanik sein ließ und sich der Molekularbiologie widmete: „Ich hatte einen WG-Kollegen, der Molekularbiologie studierte und ständig interessantere Sachen machte als ich – so zumindest meine Wahrnehmung.“ Also folgte gleich ein zweifacher Wechsel: des Studienfachs und des Instituts, denn Brennecke ging an das European Molecular Biology Laboratory (EMBL), wo er sich sofort zu Hause fühlte, weil dort „eine ganz andere Atmosphäre herrscht.“ Nach seiner Dissertation am EMBL wechselte er in die USA, und dort begann Julius Brennecke an jenem Thema zu arbeiten, das ihn auch heute noch beschäftigt: der Schutz des Genoms durch RNA-Interferenz (RNAi). Generell verhindert die RNAi, dass Proteine gebildet werden, obwohl die Bauanleitung für eben diese Proteine von der DNA schon abgelesen wurde. „Das ist ein evolutionär gesehen sehr alter Prozess, RNAi kann man schon bei Einzellern wie Hefepilzen beobachten“, erklärt Brennecke. Dennoch hat er nichts von seiner Bedeutung verloren, denn RNAi reguliert auch im Menschen die Proteinsynthese und garantiert damit eine robuste Entwicklung. Schon in der Dissertation ist es Brennecke gelungen, Mikro-RNAs in der Fruchtfliege (*Drosophila*) funktionell zu beschreiben. Im Postdoc in den USA und nun am IMBA in Wien konzentriert er sich auf einen weiteren Aspekt von RNAi, nämlich den Schutz des Erbguts vor so genannten springenden Genen. Diese Transposons abzuwehren, ist die Aufgabe eines besonderen RNAi-Prozesses. Und um am Beispiel der *Drosophila* aufzuklären, wie genau es funktioniert, dass die springenden Gene abgewehrt werden, das eigene Genprogramm aber nicht blockiert wird, hat Julius Brennecke 2010 eine START-Auszeichnung und danach auch den Starting Grant des Europäischen Forschungsrats bekommen. Die Preise haben es ihm ermöglicht, insgesamt acht Forscherinnen und Forscher anzustellen und die Arbeit am Thema weiter voranzutreiben, beschreibt er. Trotz der organisatorischen Arbeiten, die als Gruppenleiter mehr werden, versucht Julius Brennecke, weiterhin viel Zeit im Labor zu verbringen – „einfach, weil es mir viel Spaß macht.“

Das Labor war nicht immer sein Hauptaugenmerk. Während des Studiums wollte Brennecke auch einmal das Arbeiten in der „freien Wildbahn“ ausprobieren, weshalb er Forschungsaufenthalte in der Serengeti (Tansania) und auf den Galapagos-Inseln einlegte. „Das waren unglaubliche Erfahrungen“, so Brennecke. Vom Forschungsansatz her fand er dann aber doch die Arbeit im Labor interessanter, weil man dort Fragen schneller und genauer klären könne. „Und so wurde ich zum Neonröhrenbiologen, wie mich ein Freund mal genannt hat“, erzählt er mit einem Lachen. Die Liebe zur Natur habe er sich aber erhalten, und er hofft sie wieder aufleben lassen zu können, sobald sein nun zweieinhalbjähriger Sohn ihr auch etwas abgewinnen kann.

“My two trips to the Galapagos Islands changed the way I think: ‘Nothing in biology makes sense except in the light of evolution.’ (Theodosius Dobzhansky, 1973).”

BATTLING THE ‘JUMPING GENES’

Julius Brennecke chose to study biology by coincidence: He actually wanted to enrol as a biochemistry major, but that field of study was subject to a *numerus clausus* in Germany, and he had not achieved the required grade point average in secondary school. “In the end, biology actually turned out to be the more fascinating field, because you get a livelier and broader education,” says Brennecke, who was born in Munich. During his studies, he explored a wide variety of disciplines: After completing the first two years of his studies, he took an interest in botany; on a trip to the Galapagos Islands, he observed a seabird colony and studied evolutionary biology.

On his return to Germany, another coincidence prompted Brennecke to abandon botany and turn to molecular biology: “I had a flatmate who studied molecular biology and was always working on more interesting things than I was – at least it seemed that way to me.” He therefore changed his field of study and his institution at the same time, moving to the European Molecular Biology Laboratory (EMBL), where the “completely different atmosphere” immediately made him feel right at home. After finishing his dissertation at the EMBL, Brennecke moved to the US, where he began to work on the topic that has fascinated him to this day: the protection of the genome by RNA interference (RNAi). In general, RNAi prevents the formation of proteins even when their blueprints have already been read from the DNA. “From an evolutionary standpoint, it’s a very old process. RNAi can even be observed in unicellular organisms such as yeasts,” Brennecke explains. Despite its age, this process has lost none of its importance, as RNAi also regulates protein synthesis in humans and thus ensures robust development. In his dissertation, Brennecke already succeeded in providing a functional description of microRNAs in the fruit fly (*Drosophila*). In his postdoctoral work in the US and at his current institution, the IMBA in Vienna, he has focused on another aspect of RNAi, that is, the protection of genomes from transposons, or ‘jumping genes’. A special RNAi process is responsible for silencing transposons. Brennecke received a START grant from the FWF in 2010 and then an ERC Starting Grant in order to describe – using *Drosophila* as an example – exactly how those jumping genes are suppressed without blocking the organism’s own genetic programme. These awards have enabled him to hire a total of eight researchers and to advance his work on this subject even further, Brennecke notes. Despite the increasing number of organisational tasks he has had to take on as head of the group, Brennecke still tries to spend as much time in the lab as possible – “just because I find it fun and enjoyable,” he says.

But the lab wasn’t always the main focus of his work. During his studies, Brennecke also wanted to try working “in the wild,” which is why he took research trips to the Serengeti (Tanzania) and to the Galapagos Islands, which he describes as “incredible experiences.” However, in the end he found the laboratory research approach more interesting, as he believes he can resolve questions more quickly and precisely than in the field. “And that’s how I became a ‘fluorescent-light biologist’, as a friend once called me,” he says with a grin. At the same time, Brennecke comments that he has not lost his love of nature, and he hopes to rekindle that love once his son, now 2½ years old, is old enough to appreciate it with him.

BIOGRAPHY

1995–2000 Studies of biology at the University of Heidelberg, Germany

2000 Diploma thesis under the supervision of Dirk Bohmann at EMBL Heidelberg

2000–2001 Continuation of diploma thesis project in Dirk Bohmann’s laboratory (University of Rochester, NY, USA)

2001–2004 Ph.D. thesis in the laboratory of Stephen Cohen at EMBL Heidelberg on “microRNAs in *Drosophila*”

2005–2006 Postdoctoral studies with Stephen Cohen, EMBL Heidelberg (miRNA targeting in *Drosophila*)

2006–2008 Postdoctoral studies in Gregory Hannon’s laboratory at Cold Spring Harbor Laboratories, NY, USA (piRNA pathway in the *Drosophila* germline)

2009–present Group Leader, Institute for Molecular Biotechnology of the Austrian Academy of Sciences, Vienna

2010 START grant: The piRNA pathway in the *Drosophila* germline

ERC Starting Grant



START 2010 Prehistory

Barbara Horejs

DENKEN ÜBER GRENZEN HINWEG

RESEARCHER PROFILE

Name

Barbara Horejs

Born

1976 in Vienna, Austria

Contact

Austrian Archaeological Institute
Franz-Klein-Gasse 1, A-1190 Vienna
<http://www.oeai.at>
barbara.horejs@oeai.at
<http://www.barbarahorejs.at>

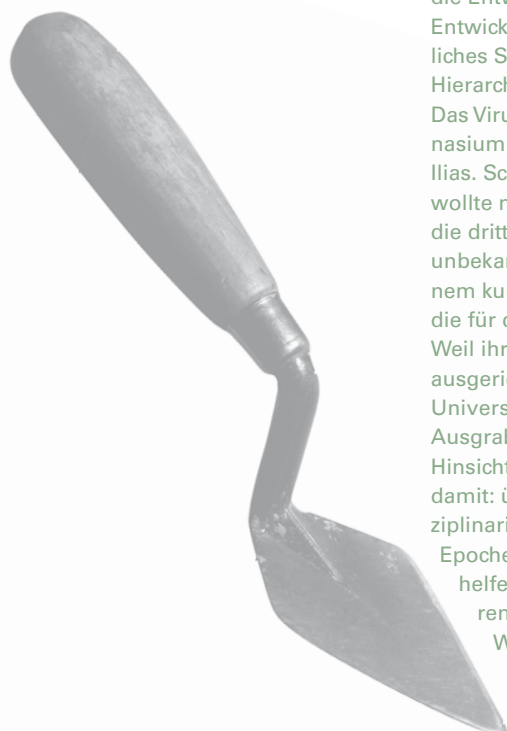
„Diese Auszeichnung ist ein wichtiges Feedback. Es zeigt, dass ich auf dem richtigen Weg bin. Für mich bedeutet es die erste längerfristige Absicherung nach Monaten existenzieller Unsicherheit“, freut sich Barbara Horejs über die Zuerkennung der START-Auszeichnung 2010. Kurz darauf wurde ihre Arbeit vom Europäischen Forschungsrat mit einem ERC Starting Grant ausgezeichnet.

2007 ließ die selbstständige Archäologin in der Fachwelt aufhorchen, als sie erstmals in Westanatolien in der Ausgrabungsstätte Ephesos Spuren des Neolithikums gefunden hatte. Diese menschheitsgeschichtliche Epoche ist geprägt vom gesellschaftlichen Wandel vom Jäger und Sammler zum sesshaften Bauern. Archäologen hatten bis dahin Spuren dieser Zeit in Ostanatolien und Griechenland nachgewiesen. Das dazwischen liegende Westanatolien war hingegen ein terra incognita für die meisten Perioden der Menschheitsgeschichte. In Fachkreisen sprach man daher von einer Sensation.

Der ERC Grant ermöglicht es der Wienerin nun, ihre Forschung in einem größeren Team fortzusetzen. Unter anderem, Kolleginnen und Kollegen aus der Anthropologie, Mineralogie, Botanik und Chemie werden sie interdisziplinär unterstützen. Die Ausgrabungsstätten liegen in Westanatolien bei Pergamon und Ephesos. Die Erwartungen in die sechsjährige Arbeit hat sich Barbara Horejs hoch gesteckt: Die 35-Jährige will Reste einer neolithischen Siedlung und damit den bislang ältesten Nachweis von Sesshaftigkeit an der türkischen Küste finden. Aus den Funden sollen sich Fragen zur Ernährungsweise und Siedlungsform, zum Zusammenleben und Kontakt mit anderen Regionen dieser ältesten Besiedlung beantworten lassen. Handelt es sich doch um entscheidende Entwicklungsphasen menschlicher Gesellschaften: die Sesshaftwerdung, den elementaren Prozess von Tier- und Pflanzendomestikation und schließlich die Entwicklung zu protourbanen Gesellschaftsstrukturen. Verbunden damit war die Entwicklung von Gesellschaftsstrukturen, die sich durch dauerhaftes gemeinschaftliches Siedeln ergeben, wie zum Beispiel die Fähigkeit zu Arbeitsteilung bis hin zu Hierarchisierung und Elitenbildung.

Das Virus der Archäologie packte sie bereits als Teenager. Am humanistischen Gymnasium in Wiener Neustadt war sie fasziniert von Altgriechisch und der homerischen Ilias. Schon damals wollte sie die bei Homer beschriebenen Bauwerke selbst sehen, wollte noch unbekannte finden und ausgraben. Bis heute wirkt diese Faszination auf die drittmittelfinanzierte Mitarbeiterin des Österreichischen Archäologischen Institutes: unbekanntes Terrain der Menschheitsgeschichte zu erkunden, den Menschen in seinem kulturellen Kontext zu studieren, „losgelöst von nationalen rezenten Territorien, die für die längste Zeit der Menschheit keinerlei Bedeutung hatten“

Weil ihr die Ur- und Frühgeschichte an der Wiener Uni zu sehr auf den Alpenraum ausgerichtet war, entschied sie sich deshalb auch für ein Studium an der Freien Universität Berlin, dessen international geführtes prähistorisches Institut sie bei einer Ausgrabung in Griechenland kennengelernt hat. So bezeichnet sie sich als „in jeder Hinsicht akademische Schülerin der archäologischen Berliner Schule“ und verbindet damit: überregionale Fragestellungen zur prähistorischen Kulturgeschichte, Interdisziplinarität, Kontextualität und breite Materialkenntnisse in großen Räumen und über Epochen- und Nationalgrenzen hinweg. Der ERC Grant, so hofft Horejs, sollte ihr auch helfen, die prähistorische ägäisch-anatolische Forschung in Österreich zu etablieren. Vorlesungen, die sie im vergangenen Semester mit einer Kollegin an der Uni Wien gehalten hat, sollen dazu beitragen.



“... ἤτοι ἐγὼ Τρώεσσι πόλιν πέρι τεῖχος ἔδειμα ...”
 “I built the Trojans the wall about their city...”
 (Homer, The Iliad, XXI 446)

THINKING BEYOND BORDERS

“This grant is an important kind of feedback. It shows that I’m on the right track. For me, it is the first sign of longer-term job security after months of uncertainty,” comments Barbara Horejs on receiving a START grant in 2010. Shortly thereafter, the European Research Council recognised the value of her work with an ERC Starting Grant. Horejs, an independent archaeologist, caught the attention of the scientific community in 2007 when she was the first to find traces of the Neolithic Age in Western Anatolia. This era of human history was marked by the transformation of society from hunters and gatherers to sedentary farmers. Up to that point, archaeologists had only proven that there were remains from that age in Eastern Anatolia and Greece. As the area between those regions, Western Anatolia was considered *terra incognita* with regard to most periods of human history. Horejs’ find caused a sensation in archaeological circles.

The ERC grant will now enable this Vienna-born scientist to continue her research with a larger team. Horejs will be supported by colleagues from the fields of anthropology, mineralogy, botany and chemistry, among others. The dig locations are near Pergamon and Ephesos in Western Anatolia. Horejs, 35, has very high expectations of her six-year project: She hopes to find the remains of a Neolithic settlement and thus the oldest evidence to date of sedentary lifestyles on the coast of Turkey. She expects the finds to answer questions about the diet, form of settlement, cohabitation and contact with other regions in the oldest settlement in the area. Her research is especially important because it addresses decisive phases of development in human societies: the transition to sedentary living, the elementary process of animal and plant domestication, and finally the development of proto-urban social structures. This is also linked to the development of social structures which arise from permanent communal settlement, including the division of labour and even social stratification and the development of elites.

Horejs discovered her fascination with archaeology as a teenager. At a secondary school focusing on the classics in the town of Wiener Neustadt, she was fascinated by Ancient Greek and Homer’s *Iliad*. Even then, she knew that she wanted to someday see the buildings and structures Homer described and to locate and dig out unknown structures. Today this fascination remains strong in Horejs, who is employed through third-party funding at the Austrian Archaeological Institute: Exploring uncharted territory in human history, studying humans in their cultural context, “removed from more recently developed national territories which for ages meant nothing at all to humans.”

As the University of Vienna’s Department of Prehistoric and Early Mediaeval Archaeology focused too heavily on the Alpine region for her taste, Horejs decided to study at the Free University of Berlin; she had previously gotten to know people from the Institute for Prehistoric Archaeology at a dig in Greece. Horejs thus refers to herself as “an academic scholar of the Berlin school of archaeology in every respect”, associating this description with supraregional research questions on prehistoric cultural studies, interdisciplinarity, contextuality and broad material knowledge across large regions and across the boundaries of eras and nations. Horejs hopes that the ERC grant will also help her establish prehistoric Aegean-Anatolian research in Austria. The lectures she held with a colleague last semester will certainly also contribute to these efforts.

BIOGRAPHY

1994–2000 Studies of classical and prehistoric archaeology, University of Vienna

1997 Studies of classical and prehistoric archaeology, University of Athens (Greece)

2002 Graduation (*Magister Artium*) in classical archaeology and prehistoric archaeology, Free University of Berlin

2003–present Instructor, Free University of Berlin and Universities of Bratislava and Vienna

2003–2005 Scholarship for Ph.D. studies under the NaFÖG-Programme of the federal government

2005 Ph.D. (summa cum laude) in prehistoric archaeology at the Free University of Berlin

“Award for Best Dissertation in the Department of Historical und Cultural Science”, Free University of Berlin

2005–2006 Travel Grant from the German Archaeological Institute

2006–2007 Project co-operation with University of Bratislava (Dr. P. Pavúk) on “Cross-Border Archaeological Phenomena”, funded by ASO (Austrian Science and Research Liaison Office)

2006–2010 Chairperson, Bronze Age Working Group, German Association of Archaeology (Deutscher Archäologenverband)

2007–2010 FWF stand-alone project

2010 START grant: From Sedentism to Proto-Urban Societies in Western Anatolia

ERC Starting Grant



START 2010 Physics

Barbara Kraus

AUS BIT MACH QUBIT

Barbara Kraus gehört nicht zu dem Typ Menschen, bei denen es nur gut oder schlecht, „gefällt mir“ oder „mag ich nicht“ gibt. Sie lässt den Dingen durchaus ihre Zeit, und wie sich zeigte, ist das gut so. Denn ohne ein bisschen abzuwarten, hätte sie die Physik nie so in ihren Bann ziehen können: „Eigentlich war es meine Schwester, die mir beim Inskribieren von Mathematik riet, Physik dazuzunehmen. Ich wäre nicht auf die Idee gekommen, schließlich war Physik in der Schule ein rotes Tuch für mich – und das, obwohl ich Mathematik liebte und in beiden Fächern den gleichen Lehrer hatte“, beschreibt sie. Das analytische Denken der Mathematik habe ihr von Anfang an gut gefallen, weshalb das Studium eine klare Sache war. Am Anfang habe ihr die Mathematik auch viel besser gefallen als die Physik, aber dann kamen die ersten Vorlesungen zu theoretischer Physik. Kraus: „Ich habe erkannt, dass die Physik die Möglichkeit bietet, die Natur mit mathematischen Methoden zu beschreiben.“ Von da an musste das Mathematik-Studium den ersten Platz in der Beliebtheitsskala räumen, was sich auch beim Abschluss zeigte: Im Februar 2003 beendete Barbara Kraus schon ihr Doktoratsstudium in Physik, im Oktober folgte das Diplom in der Mathematik. Schon in der Dissertation konzentrierte sich die Tirolerin auf das junge Feld der Quanteninformationstheorie. Im Zuge ihrer Postdoc-Studien am Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching und der Universität Genf vertiefte sie noch ihre Kenntnisse dieser Welt der kleinsten Teilchen. Die Quantenphysik habe sie besonders angezogen, weil sie immer interessanter werde, je mehr man sich darin vertiefe, erzählt Kraus. Grundlegendes über die Quantenwelt wisse man, etwa über die Verschränkung von zwei Teilchen: „Ich erkläre das gerne so: Man hat zwei Schachteln, in einer ist ein roter, in der anderen ein blauer Ball. Macht man eine Schachtel auf und findet darin den blauen Ball, dann weiß man sofort, dass in der anderen der rote sein muss.“ Auch bei den Quantenteilchen könne man von einem Teilchen auf das andere schließen, nur noch viel stärker als in der klassischen Welt: Denn auch wenn man den Zustand des einen Teilchens verändert, „überträgt“ sich das auf das andere. So weit, so klar – aber wie verhält es sich in Systemen mit mehreren Teilchen? „Darüber wissen wir nur sehr wenig“, so Kraus. Um nach Antworten suchen zu können, hat die Physikerin ein START-Projekt bekommen.

Schließlich birgt die Quantenwelt viele Chancen für reale Anwendungen: So hoffen Forscher, irgendwann die kleinste Speichereinheit des Computers, das Bit, durch ein Qubit ersetzen zu können. Das Bit verhält sich „wie ein Lichtschalter“, bemüht Barbara Kraus wieder einen bildhaften Vergleich: „Es kennt nur zwei Zustände, ein oder aus. Das Quantenbit hingegen kann beides gleichzeitig sein, was natürlich ganz neue Möglichkeiten in der Informationsverarbeitung bietet.“ Oder auch Festkörper können als Quantensystem nachgebaut und besser analysiert werden.

So spektakulär diese Überlegungen klingen, so unspektakulär beschreibt Barbara Kraus ihren Arbeitsalltag: Sie sei eben Theoretikerin, das bedeutet, die meiste Arbeit besteht im Analysieren und Durchrechnen. Das passiert aber nicht alleine, sondern in ihrer eigenen Arbeitsgruppe, deren Aufbau das START-Projekt ermöglicht hat, gemeinsam mit Kolleginnen und Kollegen. Innsbruck sei ein idealer Platz für Quantenphysikerinnen und Quantenphysiker, weil hier weltweit anerkannte Experimental- und theoretische Physiker arbeiten.

Kraft für die intensive Denkarbeit gibt ihr hauptsächlich der Sport, erzählt Kraus: Im Schifahren, Tourengehen, Mountainbiken, Rodeln findet sie ihren Ausgleich, auch wenn die kleinen Teilchen der Quantenwelt auch dann noch oft in ihrem Kopf herumspuken.

RESEARCHER PROFILE

Name

Barbara Kraus

Born

1975 in Innsbruck, Austria

Contact

Institute of Theoretical Physics

University of Innsbruck

Technikerstraße 25, A-6020 Innsbruck

Barbara.Kraus@uibk.ac.at

<http://www.uibk.ac.at>

"Science is passion."

FROM BITS TO QUBITS

Barbara Kraus is not the type of person who sees only good or bad, or "like" or "don't like". She certainly takes her time assessing things, and her approach has proven to be an excellent one. In fact, if she hadn't managed to wait, she might never have discovered her love of physics: "Actually, it was my sister who advised me to add physics when I was registering for mathematics at university. I never would have thought of it; after all, physics was certainly not one of my favourite subjects at school, even though I loved mathematics and had the same teacher for both subjects," she remembers.

From the very beginning, she liked the analytical thinking involved in mathematics, which is why her choice of subjects seemed clear-cut. At the beginning, she also liked mathematics far more than physics, but then she attended her first lectures on theoretical physics. Kraus reminisces, "I recognised that physics enables us to describe nature using mathematical methods." From that time onward, mathematics was no longer her favourite, and her progress at university revealed her preferences quite clearly: In February 2003, she completed her doctoral studies in physics, and in October of the same year she earned her diploma in mathematics.

Even in her dissertation, the Tyrolean-born researcher focused her energy on the young discipline of quantum information theory. In the course of her postdoctoral work at the Max Planck Institute of Quantum Optics in Garching (Germany) and at the University of Geneva, she continued to expand her knowledge about this world of tiny particles. Kraus notes that she found quantum physics especially attractive because the deeper she delved into it, the more interesting it became. She adds that we know the fundamentals of the quantum world, such as the entanglement of two particles: "I like to explain it this way: You have two boxes. One contains a red ball, the other a blue ball. If you open one of the boxes and find the blue ball in there, then you know right away that the red one must be in the other box." Similarly, it is also possible to draw conclusions about one quantum particle based on information from another – even more so than in the classic physical world: Even if the state of a particle is changed, the change is 'transposed' onto the other particle. So far, so good. But how does it work in systems with multiple particles? "That's something we know very little about," says Kraus, who received a START grant in order to look for answers to this question. After all, the quantum world harbours many opportunities for real-world applications: Researchers hope to someday replace the smallest unit of storage on a computer – the bit – with a qubit. Bits behave "like light switches," says Kraus with another illustrative comparison: "They only have two states: on or off. The quantum bit, on the other hand, can be both on and off at the same time, which of course opens up entirely new possibilities in information processing." Solid matter might also be modelled as a quantum system and thus analysed more effectively.

As spectacular as these ideas may sound, Kraus describes her day-to-day work in far less exciting terms: She is a theoretician, which means that most of her work consists of analysis and calculation. However, she does not work alone. Thanks to her START grant, she has been able to establish her own research group, and she frequently collaborates with other colleagues as well. She considers Innsbruck an ideal place for quantum physics research because it is home to many of the world's leading experimental and theoretical physicists.

She mainly draws her strength for this intensive brainwork from sports, she says: She is able to balance it out with skiing, ski mountaineering, mountain biking or sledding, even if the tiny particles of the quantum world often stay on her mind.

BIOGRAPHY

1994–1998 Studies of physics and mathematics at the University of Innsbruck, Austria

1998–1999 Master's thesis: "Separability and Entanglement"

1999 Start of Ph.D. studies in physics at the Institute of Theoretical Physics, University of Innsbruck, Austria

2003 Ph.D. in physics, thesis: Entanglement Properties of Quantum States and Quantum Operations, Institute of Theoretical Physics, University of Innsbruck, Austria

2003–2006 Several postdoc positions (Max Planck Institute for Quantum Optics, Garching, Germany; Group of Applied Physics, University of Geneva, Switzerland; Institute for Quantum Optics and Quantum Information of the Austrian Academy of Sciences, Innsbruck, Austria)

Aug. 2006–Aug. 2010 Senior Postdoc at the Institute of Theoretical Physics, University of Innsbruck, Austria (Elise Richter Position funded by the FWF)

Aug. 2010–present Regular position at the Institute of Theoretical Physics, University of Innsbruck

2010 START grant: Novel theoretical tools for quantum many-body systems



START 2010 Linguistics

Melanie Malzahn

RESEARCHER PROFILE

Name

Melanie Malzahn

Born

1973 in Hamburg, Germany

Contact

Department of Linguistics/
Indo-European Studies
University of Vienna
Sensengasse 3a, A-1090 Vienna
melanie.malzahn@univie.ac.at
www.univie.ac.at

SCHRIFTEN AUS DER WÜSTE

Über 2,5 Milliarden Menschen sprechen heute weltweit eine Sprache, die der indogermanischen Sprachfamilie zugeordnet werden kann. Zu ihr gehören unter anderem die baltischen, germanischen, indoiranischen, keltischen, slawischen und romanischen Sprachen. „All die genannten Sprachen können“, erklärt die Sprachwissenschaftlerin Melanie Malzahn, „auf eine indogermanische Grundsprache zurückgeführt werden. Je mehr unterschiedliche Sprachzweige wir kennen und je besser diese erforscht sind, umso genauere Aussagen können wir über diese indogermanische Grundsprache treffen.“ Noch im späten 19. Jahrhundert waren in der damals noch jungen Disziplin der historisch-vergleichenden Sprachwissenschaft Altgriechisch, Altiranisch und insbesondere Altindisch die Leitsprachen. Erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurden zwei neue indogermanische Sprachzweige entdeckt: das Anatolische in der Türkei und eben das Tocharische im Westen Chinas. „Diese beiden Sprachzweige“, so erklärt Malzahn, „haben das Bild von der indogermanischen Grundsprache sehr verändert.“ Tocharisch wurde bis in die zweite Hälfte des 1. Jahrtausends n. Chr. im äußersten Nordwesten Chinas entlang der Seidenstraße gesprochen. Das trockene Klima der Taklamakan-Wüste, in deren Höhlen die Schriften zu Ende des 19. Jahrhunderts entdeckt wurden, haben die über 1500 Jahre alten Dokumente vor dem Verfall bewahrt. Dass man diese Texte überhaupt übersetzen kann, ist dem Fund von zweisprachigen Dokumenten zu verdanken: Übersetzungen ins Sanskrit, damals die in Klöstern gelehrt religiöse Sprache. Nach dem Fund wurden die Handschriften in europäische Museen verschickt. Sie sind daher heute in Berlin, Paris, London, St. Petersburg, China und Japan verstreut. Einen umfassenden Überblick über die Funde gibt es nicht. Nur ganz wenigen Spezialistinnen und Spezialisten sind die Schriften zugänglich: ein großes Defizit, das die Erforschung des Tocharischen behindert.

„Genau hier“, so die Wissenschaftlerin „wird mein Projekt Abhilfe schaffen.“ Melanie Malzahn hat mit ihrem START-Projekt Pionierarbeit vor: Mit einer fünfköpfigen Arbeitsgruppe will sie sämtliche erhaltenen Schriftstücke des Tocharischen im Internet publizieren, übersetzen, kommentieren und in einer Datenbank zugänglich machen. Damit schafft sie ein Forschungstool, das SprachwissenschaftlerInnen weltweit erstmals einfachen Zugang zu den tocharischen Schriften verschaffen wird. „Viele Fragen, für die es heute keine oder nur sehr umstrittene Antworten gibt, werden sich lösen lassen“, fasst die leidenschaftliche Sprachwissenschaftlerin zusammen.

Sprache und deren Wandel faszinieren die 37-Jährige seit ihrer Kindheit. Das Studium der Sprachwissenschaften begann Malzahn an der Universität Hamburg, sie wechselte aber bald an die Universität Wien, „damals das Zentrum der vergleichenden Sprachwissenschaft in Europa.“ Inspiriert von einem weltweit führenden Spezialisten, der einige Male zu Gast war, entdeckte sie die Faszination für das Tocharische. Forschungsaufenthalte am Institut de France in Paris, an der University of California in Los Angeles und in Harvard nutzte die Wissenschaftlerin in den vergangenen Jahren, um Kontakte zu knüpfen und neue Forschungsansätze kennen zu lernen. Sie beherrscht unterschiedlich gut sieben lebende Sprachen – neben rund einem Dutzend ausgestorbener Sprachen und Dialekte, die sie nicht nur lesen, sondern auch verstehen und interpretieren kann.

Besonders zu schätzen gelernt hat die bekennende „Leseratte“ in Los Angeles auch das wunderbare Wetter. Kein Wunder also, dass ihr Traumjob eine Professur in Kalifornien ist. „Wenn ich erfolgreich mit meinem START-Projekt bin, werde ich das auch erreichen“, ist sich die zielstrebige Wissenschaftlerin sicher.



“Doing research in the field you love is a privilege; teaching and kindling the love for research in the next generation of students is an even greater privilege.”

MANUSCRIPTS FROM THE DESERT

Today, over 2.5 billion people worldwide speak a language that can be attributed to the Indo-European language family, which includes the Baltic, Germanic, Indo-Iranian, Celtic, Slavic and Romance languages. “All of those languages can be traced back to an Indo-European proto-language,” Melanie Malzahn explains. “The larger the number of different branches we know and the more thoroughly they are researched, the more precise the statements we can make on this proto-language.” Even in the late 19th century, Ancient Greek, Old Iranian and especially Ancient Indian were the leading languages in the then-young discipline of historical-comparative linguistics. It was not until the start of the 20th century that two new Indo-European languages were discovered: Anatolian in Turkey and Tocharian in western China. “These two branches,” Malzahn explains, “have radically changed our idea of the Indo-European proto-language.”

Tocharian was spoken along the Silk Route in the far northwest of China until the second half of the first millennium A.D. The dry climate of the Taklamakan Desert, where scrolls were discovered toward the end of the 19th century, saved those 1,500-year-old documents from degradation. The reason why these texts can be translated at all is that bilingual documents were found: Translations into Sanskrit, the religious language taught in monasteries at that time. After the find, the manuscripts were shipped off to museums in Europe, which is why they are now scattered about – in Berlin, Paris, London, St. Petersburg, China and Japan. There is no comprehensive overview of the scrolls in the find, and only a handful of specialists have access to them. This is a major problem obstructing research on the Tocharian language.

“And that is precisely where my project will help,” says the ambitious linguist. Malzahn plans to conduct pioneering research in her START project: With a five-person research team, she plans to publish and translate all surviving Tocharian writings and make them accessible in a database on the Internet. In this way, they will create a research tool that provides linguists all over the world with easy access to Tocharian writings for the first time ever. “We then hope that we can resolve many questions which have not yet been answered or are still hotly debated,” she says passionately.

Malzahn, now 37 years old, has been fascinated with languages and their development since she was a child. She began studying linguistics at the University of Hamburg, but soon switched to the University of Vienna, which was “the mecca of comparative linguistics in Europe at the time.” Inspired by one of the world’s leading specialists who had visited in Vienna several times, she discovered her fascination with the Tocharian language. In recent years, Malzahn has used her research visits at the Institut de France in Paris, at UCLA and at Harvard to establish contacts and to learn new research approaches. She speaks seven different living languages at various levels of proficiency – in addition to about a dozen extinct languages and dialects which she can not only read, but also understand and interpret.

A self-described bookworm, Malzahn especially appreciated the wonderful weather in Los Angeles. No wonder her dream job is a professorship in California. “If my START project is successful, I’ll be able to achieve that goal as well,” she comments with ambitious optimism.

BIOGRAPHY

1992–1999 Studies of linguistics and Ancient Oriental studies at the Universities of Hamburg and Vienna

1999 M.A. in linguistics, University of Vienna

2000–2008 Assistant Professor, Department of Linguistics, University of Vienna

2002 Ph.D. in linguistics, University of Vienna

2007 APART Grant of the Austrian Academy of Sciences: A historical grammar of Tocharian

2009 *Habilitation* in Indo-European linguistics, University of Vienna

Visiting scholar at the Program in Indo-European Studies, University of California, Los Angeles

2010 Visiting scholar at the Dept. of Linguistics, Harvard University

START grant: A comprehensive edition of Tocharian manuscripts



START 2010 Physics

Florian Schreck

RESEARCHER PROFILE

Name

Florian Schreck

Born

1972 in Constance, Germany

Contact

Institute for Quantum Optics and
Quantum Information

Austrian Academy of Sciences

Technikerstraße 21a, A-6020 Innsbruck

florian.schreck@oeaw.ac.at

<http://iqoqi.at>

„BASTELN“ AN ULTRAKALTEM STRONTIUM

Florian Schreck merkt man sofort an, dass ihn seine Arbeit ganz in Anspruch nimmt. Schon auf die Frage, warum er das Studium der Physik gewählt habe, beginnen seine Augen zu leuchten: Er sei schon als Junge von technischen Basteleien fasziniert gewesen. Teleskope und Fotoapparate etwa habe er schon während seiner Schulzeit zusammengebaut, und gab es Neues aus dem Kosmos, habe es ihm schon damals Schauer über den Rücken gejagt.

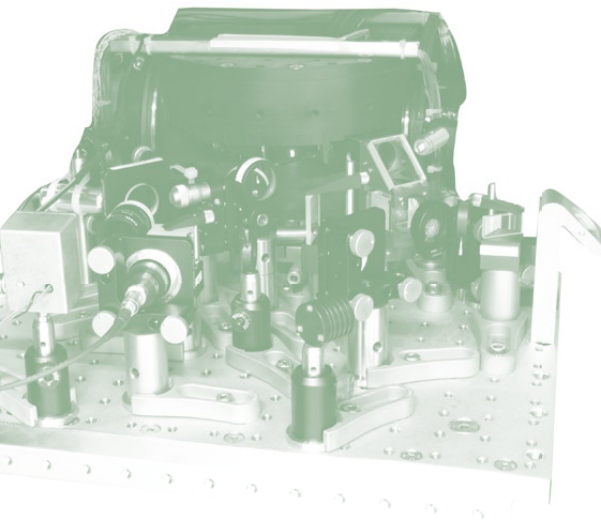
Es war also praktisch vorgezeichnet, dass Schreck sich der Physik widmete und schon 1997 bei der Diplomarbeit an einem „coolen Projekt“ beteiligt war: an der Herstellung des ersten Bose-Einstein-Kondensats (BEC) außerhalb der USA. Bei einem BEC kühlt man Atome auf nahezu den absoluten Nullpunkt bei 0 Kelvin (-273,15 ° Celsius) ab und erreicht, dass sie kurzzeitig ihre Eigenständigkeit aufgeben. Alle haben dieselben physikalischen Eigenschaften. Ein solches Kondensat erlaubt eine neuartige Kontrolle über die Atome, was es für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler so extrem interessant macht.

Das Diplomprojekt brachte Florian Schreck eine Einladung nach Paris, um dort in einem Spitzenteam an vorderster Front der Forschung mitzuarbeiten und wegweisende Ergebnisse zu erzielen. Dreieinhalb Jahre arbeitete er an seiner Doktorarbeit, bei der es ihm gemeinsam mit Kollegen gelang, zum ersten Mal ein Bose-Einstein Kondensat und ein entartetes Fermi-Gas gleichzeitig herzustellen.

2004 erreichte ihn die Einladung nach Innsbruck: Der Experimentalphysiker Rudolf Grimm fragte Schreck, ob er am Aufbau einer neuen Forschungsgruppe zu ultrakalten Atomen mitwirken möchte. Florian Schreck sagte zu und konzentrierte sich in Innsbruck ab 2008 auf die Arbeit mit einem Zwei-Elektronen-Element – würde es auch damit möglich sein, ein BEC herzustellen? Das fragte nicht nur er sich, sondern auch andere Forschergruppen rund um den Erdball. Strontium schien geeignet, aber welches Isotop? Während andere Forscher sich auf das häufigere Strontium 86 und 88 konzentrierten, fiel Schrecks Auge auf das viel seltener vorkommende Strontium 84. Er bat einen theoretischen Physiker in Polen, mit dem es immer wieder Kollaborationen gibt, die Streuungseigenschaften dieses speziellen Elements auszurechnen. Und siehe da: Sie schienen ideal geeignet zur Herstellung eines BEC. „Wir wussten, dass die Kollegen in den USA ungefähr am selben Stand waren wie wir. Zum Schluss haben wir Tag und Nacht durchgearbeitet“, beschreibt Schreck die letzten Tage, bevor es dann letztlich gelang: die Herstellung des ersten BEC mit Strontiumatomen.

Die Erkenntnisse sollen nun mit Hilfe des START-Projektes weiter bearbeitet werden: So könne man exotische Quantenzustände herstellen, an denen theoretische Physikerinnen und Physiker interessiert seien, erklärt Schreck. Eventuell werde es einmal möglich, einen Supraleiter zu designen: „Vielleicht werden wir dazu beitragen können, Hochtemperatursupraleiter zu verstehen und zu verbessern.“

Das START-Projekt habe es ihm ermöglicht, das Labor so auszubauen, dass die Arbeit nahtlos weitergehen kann, und gute Leute anzustellen. „Derzeit sind sogar noch Stellen frei, und um die Besten zu bekommen, muss ich ihnen die besten Voraussetzungen bieten“, so Florian Schreck. Neben seiner Arbeit gibt es noch ein Thema, bei dem die Augen von Florian Schreck zu leuchten beginnen: Improvisationstheater. Das sei sein liebstes Hobby, erzählt der Physiker und zeigt Bilder von sich in bunten Kostümen. Diesen Ausstieg aus dem Laboralltag brauche er dringend: Denn die Forschungsarbeit empfinde er als so faszinierend, dass sie für ihn sogar Suchtpotenzial habe.



“I really enjoy setting up complex experiments in order to explore the fascinating world of ultracold quantum gases.”

“TINKERING” WITH ULTRACOLD STRONTIUM

One of the first things you notice about Florian Schreck is that his work consumes him completely. His eyes already begin to shine when you ask why he chose to study physics: Even as a boy, he was fascinated by ‘technical tinkering’. For example, he started building things like telescopes and cameras when he was in school, and he got goose bumps whenever a new discovery about the cosmos was made.

As a result, Schreck was practically predetermined to devote his energy to physics, and while writing his master’s thesis in 1997, he was already involved in a “cool” project: the production of the first Bose-Einstein condensate (BEC) outside the United States. In a BEC, atoms are cooled to a temperature close to absolute zero at 0 K (−273.15° Celsius), which makes them lose their independence temporarily. All of them have the same physical properties. These condensates make it possible to control the atoms in novel ways, which is what makes them so fascinating to scientists.

Schreck’s thesis project earned him an invitation to Paris, where he was able to generate groundbreaking results with a top-notch team at the cutting edge of research. For three and a half years, he worked on his doctoral dissertation, in which he and his colleagues succeeded in producing a Bose-Einstein condensate and a degenerate Fermi gas at the same time.

In 2004, he received an invitation to come to Innsbruck: The experimental physicist Rudolf Grimm asked Schreck if he wanted to work with him in establishing a new research group for ultracold atoms. Schreck accepted, and from 2008 onward he worked in Innsbruck, focusing on an element with two electrons: Would it also be possible to produce a BEC with such an element? He was certainly not the only one to ask himself that question, which was tackled by many other research groups around the globe as well. Strontium seemed suitable, but which isotope? While other researchers concentrated on strontium 86 and 88, the far less common strontium 84 caught Schreck’s attention. He asked a theoretical physicist in Poland with whom he had collaborated in the past to calculate the radiation properties of this special isotope. Indeed, the isotope’s properties seemed ideal for the production of a BEC. “We knew that our colleagues in the US had gotten just about as far as we had. Towards the end, we worked day and night,” Schreck says of the final days before they succeeded in producing the world’s first BEC with strontium atoms.

With the help of the START grant, they plan to conduct further research on their findings: For example, it is possible to produce exotic quantum states which are especially interesting to theoretical physicists, Schreck explains. It may someday even be possible to design a superconductor: “We may be able to make a contribution to understanding and improving high-temperature superconductors.”

Schreck notes that his START project has enabled him to expand his laboratory in such a way that this work can continue seamlessly, not to mention the fact that he has been able to hire good scientists. “At the moment, we even still have vacancies, and in order to attract the best, I need to offer them the best working environment possible,” says Schreck. In addition to his work, another topic also makes Florian Schreck’s eyes light up: improvisation acting, which he describes as his favourite hobby, showing photos of himself in colourful costumes. And, as he notes, he certainly needs this break from day-to-day laboratory work, as he finds his research so fascinating that it may even be addictive.

BIOGRAPHY

1992–1997 Studies of physics, University of Constance

1997–1998 Thesis on Bose-Einstein condensation in the group headed by Gerhard Rempe

1998–2002 Ph.D. thesis on “Mixtures of ultracold gases: Fermi sea and Bose-Einstein condensate of lithium isotopes” under the supervision of Christophe Salomon at the Laboratoire Kastler-Brossel, École Normale Supérieure, Paris

2002–2004 Postdoc in the lab of Mark Raizen at the University of Texas at Austin

2004–present Senior scientist at the Institute for Quantum Optics and Quantum Information of the Austrian Academy of Sciences, Innsbruck (group: Rudolf Grimm)

2010 START grant: Quantum-Degenerate Strontium: Mixtures, Molecules and Many-Body Physics



START 2010 Biophysics Bojan Zagrovic

DEM LEBEN AUF DER SPUR

„Dort fängt das Leben an.“ Bojan Zagrovic beschreibt sein Forschungsgebiet mit einem kurzen, aber bedeutungsvollen Satz. Und er bringt damit auf den Punkt, was ihn an seiner Arbeit so fasziniert. Er bewegt sich in der Welt der kleinen und kleinsten Teile, aber im Unterschied zu Atomen, Molekülen und Quarks tut sich in seinen Untersuchungsobjekten etwas: „Proteine sind die Grundlage allen Lebens, sie sind in allen Zellen vorhanden und übernehmen wichtige Aufgaben“, beschreibt Zagrovic, der sich selbst am ehesten als Biophysiker bezeichnen würde.

Tatsächlich sind Proteine an fast allen biologischen Prozessen beteiligt: Sie lesen und übersetzen den Inhalt der Gene, leiten den Stoffwechsel der Zellen und schützen uns vor Viren und Bakterien. Sie seien wie kleine Maschinen, beschreibt Zagrovic, man könne sie etwa mit einem Rechner vergleichen: „Proteine erhalten einen Input, wandeln das Eingeegebene um und liefern einen Output.“ Um ihre Funktionen aber richtig erfüllen zu können, müssen sie ständig miteinander wechselwirken: Sie verfügen über Bindungsflächen, mit denen sie aneinander „andocken“ können. Wie sich die Partner in der Zelle überhaupt finden und welche Mechanismen zuerst die „Partnersuche“ und dann die Erkennung der Bindungsflächen leiten, sind wissenschaftlich ungelöste Fragen. Um darauf Antworten zu finden, hat Bojan Zagrovic 2010 ein START-Projekt bekommen.

Die Arbeit an den Antworten sei schnell erklärt, aber aufwändig in der Umsetzung, schildert der gebürtige Kroat. Im Grunde versucht Zagrovic mit seiner Forschungsgruppe, deren Einrichtung das START-Projekt ermöglicht hat, Proteinbewegungen am Computer durch Simulationen nachzubauen. Diese Simulationen sind aber so datenintensiv, dass sie extrem viel Rechnerkapazität brauchen. Deshalb hat Zagrovic mit seinen Kolleginnen und Kollegen den Weg des „Distributed Computing“ beschritten: „Tausende Freiwillige weltweit schenken uns Zeit auf ihren Rechnern, damit wir unsere Simulationen durchspielen können“, beschreibt Zagrovic das Prinzip. Auf mehr als 300.000 Computer könne er zu Simulationszwecken zugreifen. Dass es so viele geworden sind, verdankt er der öffentlichen Aufmerksamkeit, die das Projekt besonders in den USA bekommen hat. Im Bio-Zentrum in Wien wird nun – unter anderem auch mit Unterstützung des START-Projektes – ein Kontrollzentrum für dieses weltweit verteilte Rechnen aufgebaut, das die Aufgaben an die einzelnen Computer verteilt, die Ergebnisse einholt und sie auswertet.

Dass Bojan Zagrovic nun als international renommierter Forscher – 2008 wurde er vom „Genome Technology“-Magazin unter die 30 vielversprechendsten jungen Molekularbiologen weltweit gewählt – an dieser Schnittstelle zwischen Biologie, Physik, Mathematik und Informatik arbeitet, sei einem Zufall zu verdanken, erzählt er: „Eigentlich wollte ich Mathematik studieren. Ich habe dann aber ein Stipendium für ein College in Pittsburgh in den USA bekommen, und als ich dort ankam, merkte ich, dass man Mathematik nur im Zweifach studieren kann.“ Also wählte er Biologie und Chemie als Hauptfächer. Erst bei der Doktorarbeit an der Universität Stanford konnte er alle seine Interessen unter einen Hut bringen und als Biophysiker „biologische Fragen mit mathematischen Methoden“ untersuchen. Damals begann er auch schon mit dem „Distributed Computing“. Dieser „Mischung“ ist er bis heute treu geblieben – und wenn ihn die Proteine loslassen, wendet er sich in seiner Freizeit neuerdings einer besonderen Form von Leben zu: seinem Sohn, der vor Kurzem geboren wurde.

RESEARCHER PROFILE

Name

Bojan Zagrovic

Born

1974 in Zagreb, Croatia

Contact

Max F. Perutz Laboratories

University of Vienna

Dr. Bohr-Gasse 9, A-1030 Vienna

bojan.zagrovic@univie.ac.at

<http://www.mfpl.ac.at>



“In addition to my START project, I recently launched another major project. Code name: Jan.”

IN PURSUIT OF LIFE

“That is where life begins.” Bojan Zagrovic describes his field of research with a brief but significant statement. And in just a few words, he tells us what he finds so fascinating about his work. His research deals with the world of small and tiny particles, but in contrast to atoms, molecules and quarks, a lot goes on inside his research objects: “Proteins form the foundation of all life; they occur in all cells and perform important functions,” explains Zagrovic, who tends to refer to himself as a biophysicist.

Proteins are, in fact, involved in nearly all biological processes: They read and translate the content of genes, manage cell metabolism and protect us from viruses and bacteria. Zagrovic describes them as tiny machines comparable to computers: “Proteins receive input and transform it into output.” However, in order to perform their functions properly, they have to interact with each other constantly: They have binding surfaces with which they can latch on to one another. Scientists still do not know how these partners find each other in the first place, or what mechanisms guide this search in the cell and the recognition of binding surfaces. In order to find answers to those questions, Zagrovic received a START grant in 2010.

Working on these answers is easy to explain, but carrying out the research involves high effort, notes Zagrovic, who was born in Croatia. Basically, he and his research group, which was set up using the START grant, are trying to generate computer simulations of protein movements. However, such simulations are so data-intensive that they require extremely high levels of processing capacity. For this reason, Zagrovic and his colleagues decided to use distributed computing: “Thousands of volunteers have provided us with processing time on their computers so that we can run our simulations,” Zagrovic comments. He can thus access more than 300,000 computers for his simulations. The number of computers available has grown so large thanks to the public attention his project has received, especially in the US. At the Biocenter in Vienna, Zagrovic and his team are setting up a control centre (also with the support of the START grant) for this worldwide distributed computing project. The control centre will be responsible for delegating tasks to each computer as well as retrieving and analysing the results.

Zagrovic is now an internationally renowned figure in his field, which lies at the intersection of biology, physics, mathematics and information science. In fact, *Genome Technology* magazine chose him as one of 30 most promising young molecular researchers in the world in 2008. Ironically, Zagrovic originally came upon this field by chance: “I actually wanted to major in mathematics. But then I got a scholarship to study at a college in Pittsburgh, Pennsylvania, and when I got there I found out that mathematics was only offered as a minor.” In the end, he majored in biology and chemistry. While writing his doctoral dissertation at Stanford, he was finally able to unite all of his interests; as a biophysicist, he was able to investigate “questions in biology using methods from mathematics.” Back then, he already began working with distributed computing, and he has stuck to this combination until today. Whenever he gets away from his work on proteins, he spends his time with another very special form of life: his recently born son.

BIOGRAPHY

1993–1995 La Roche College,
Pittsburgh, PA, USA
Chemistry and biology major

1995–1997 Harvard University,
Cambridge, MA, USA
AB in biochemical sciences; thesis:
“Analysis of the enzymatic activity of
the brain adenylyl cyclase”

1997–2004 Stanford University,
Stanford, CA, USA
Ph.D. in biophysics; thesis: “Studying
protein folding and dynamics using
worldwide distributed computing”

2004–2007 EMBO Postdoctoral Fellow,
Swiss Federal Institute of Technology
(ETH), Zurich

2007–2008 Group Leader in computa-
tional biophysics, then Scientific Director
of the Mediterranean Institute for Life
Sciences, Split, Croatia

2010–present Group Leader, Max F.
Perutz Laboratories

2010 START grant: Protein-protein inter-
actions: from specific to global



Die Internationale START- und Wittgenstein-Jury

Eine international zusammengesetzte Jury von 14 anerkannten Forschungspersönlichkeiten garantiert die Einhaltung objektiver und äußerst anspruchsvoller Vergabekriterien. Zwischen 1996 und 2010 hat diese Jury rund 122 Mio. Euro an die Preisträgerinnen und Preisträger vergeben. Zur aktuellen Zusammensetzung dieser Jury siehe Seite 90.

The International START and Wittgenstein Jury

The jury, which comprises 14 renowned researchers from all over the world, is responsible for ensuring that the recipients of all grants and awards meet extremely high objective standards. Between 1996 and 2010, the jury awarded some EUR 122 million to START grantees and Wittgenstein Award recipients. For a list of current members, see page 90.

Das Kuratorium des FWF

Das Kuratorium des FWF, das sich aus dem Präsidium, den Referentinnen und Referenten sowie deren Stellvertreterinnen und Stellvertretern zusammensetzt, hat die Aufgabe, gemeinsam mit der internationalen Jury Gutachterinnen und Gutachter für die Vergabe der START-Projekte und Wittgenstein-Preise zu nominieren.

The FWF Board

The FWF Board, which consists of the Executive Board as well as the reporters and their alternates, works together with the International Jury to nominate reviewers for the START Programme and Wittgenstein Award.

the jury 2011

DIE INTERNATIONALE START- UND WITTGENSTEIN-JURY 2011

Eine international zusammengesetzte Jury von 14 anerkannten Forschungspersönlichkeiten garantiert die Einhaltung objektiver und äußerst anspruchsvoller Vergabekriterien.

THE INTERNATIONAL START AND WITTGENSTEIN JURY 2011

The jury, which comprises 14 renowned researchers from all over the world, is responsible for ensuring that the recipients of all grants and awards meet extremely high objective standards.

	<i>Name</i>	<i>Address</i>	<i>Scientific Discipline</i>
Biologie und Medizin Biology and Medical Sciences	FEARON, Douglas T.	<i>University of Cambridge School of Clinical Medicine, MRC Centre Wellcome Trust Immunology Unit Cambridge, UK</i>	Clinical medicine, immunology
	RAPP, Ulf R. (Vice-chair)	<i>Max Planck Institute of Biochemistry Max Planck Fellow Martinsried, Germany</i>	Biochemistry, molecular biology
	SCHACHNER CAMARTIN, Melitta	<i>University of Hamburg Faculty of Medicine Center for Molecular Neurobiology Institute for Biosynthesis of Neural Structures Hamburg, Germany</i>	Neurosciences
	SOLTIS, Pamela	<i>Florida Museum of Natural History Laboratory of Molecular Systematic and Evolutionary Genetics Gainesville, FL, USA</i>	Evolutionary biology, theoretical biology
Geistes- und Sozialwissenschaften Humanities and Social Sciences	JASANOFF, Sheila (Chair)	<i>Harvard University John F. Kennedy School of Government Cambridge, MA, USA</i>	Science and public policy
	NIJKAMP, Peter	<i>De Vrije Universiteit Faculty of Economics and Business Administration Department of Spatial Economics Amsterdam, Netherlands</i>	Economics
	ZIOLKOWSKI, Jan	<i>Dumbarton Oaks Research Library and Collection Washington, DC, USA</i>	Comparative litera- ture and linguistics/ history
		<i>Harvard University Department of the Classics, Cambridge, MA, USA</i>	

<i>Name</i>	<i>Address</i>	<i>Scientific Discipline</i>	Naturwissenschaft und Technik Natural and Technical Sciences
CROCE, Carlo	<i>Ohio State University Human Cancer Genetics Program Columbus, OH, USA</i>	Biochemistry, molecular biology, molecular virology, immunology and medical genetics	
HACKBUSCH, Wolfgang	<i>Max Planck Institute for Mathematics in the Sciences Leipzig, Germany</i>	Mathematics	
JARLSKOG, Cecilia	<i>Lund University Department of Mathematical Physics Lund Institute of Technology Lund, Sweden</i>	Theoretical physics	
KLITZING, Klaus von	<i>Max Planck Society Max Planck Institute for Solid State Research Stuttgart, Germany</i>	Experimental physics	
NAYFEH, Ali H.	<i>Virginia Tech Department of Engineering Science and Mechanics Blacksburg, VA, USA</i>	Engineering, mechanics	
REBEK JR, Julius	<i>The Scripps Research Institute Skaggs Institute for Chemical Biology and Department of Chemistry La Jolla, CA, USA</i>	Chemistry	
ROLLAND, Colette	<i>University of Paris 1 Centre for Informatics Research Panthéon Sorbonne Paris, France</i>	Computer science	

DAS FWF-KURATORIUM 2011

Das Kuratorium des FWF, das sich aus dem Präsidium, den Referentinnen und Referenten sowie deren Stellvertreterinnen und Stellvertretern zusammensetzt, hat die Aufgabe, gemeinsam mit der Internationalen Jury Gutachterinnen und Gutachter für die Vergabe der START-Projekte und Wittgenstein-Preise zu nominieren.

THE FWF BOARD 2011

The FWF Board, which consists of the Executive Board as well as the reporters and their alternates, works together with the international jury to nominate reviewers for the START Programme and Wittgenstein Award.

Mitglieder des FWF-Präsidiums / Members of the FWF Executive Board**Christoph KRATKY****Christine MANNHALTER****Johann EDER****Herbert GOTTWEIS****FWF-Referentinnen und -Referenten und deren Stellvertreterinnen und Stellvertreter 2011 / FWF reporters and alternates in 2011**

	<i>Discipline</i>	<i>Reporter</i>	<i>Alternate</i>
Biologie und Medizin Biology and Medical Sciences	General biology	Christian STURMBAUER	Ruben SOMMARUGA
	Environmental sciences	Marianne POPP	Ortrun MITTELSTEN SCHEID
	Biochemistry – genetics, microbiology, biotechnology	Günther DAUM	Fátima FERREIRA
	Cell biology	Mathias MÜLLER	J. Victor SMALL
	Biochemistry	Bernhard-Michael MAYER	Iain B. H. WILSON
	Neurosciences	Christine BANDTLOW	Reinhold SCHMIDT
	Clinical medicine	Markus MÜLLER	W. Wolfgang FLEISCHHACKER
	Theoretical medicine I	Gerald HÖFLER	Hannes STOCKINGER
	Theoretical medicine II	Reinhold G. ERBEN	Maria SIBILIA

<i>Discipline</i>	<i>Reporter</i>	<i>Alternate</i>	Geistes- und Sozialwissenschaften Humanities and Social Sciences
Business and economics	Engelbert J. DOCKNER	Alexia FÜRNKRANZ-PRSKAWETZ	
Social sciences I	Wolfgang C. MÜLLER	Kirsten SCHMALENBACH	
Social sciences II	Alan SCOTT	Erich KIRCHLER	
Philosophy / theology	Friedrich STADLER	Sigrid MÜLLER	
History studies	Josef EHMER	Gabriele HAUG-MORITZ	
Classical studies	Bernhard PALME	Carola METZNER-NEBELSIECK	
Linguistics and literature	Werner WOLF	Gerlinde MAUTNER	
Art history and cultural studies	Renate PROCHNO	Andreas DORSCHER	
<i>Discipline</i>	<i>Reporter</i>	<i>Alternate</i>	Naturwissenschaft und Technik Natural and Technical Sciences
Mathematics I	Klaus SCHMIDT	Robert TICHY	
Mathematics II	Ulrich LANGER	Manfred DEISTLER	
Computer science	Hermann HELLWAGNER	Thomas EITER	
Experimental physics	Karl UNTERRAINER	Rudolf GRIMM	
Theoretical physics and astrophysics	Eckhard KROTSCHER	Claudia AMBROSCH-DRAXL	
Inorganic chemistry	Ulrich SCHUBERT	Nadia C. MÖSCH-ZANETTI	
Organic chemistry	Johann MULZER	Ronald MICURA	
Geosciences	Christian KOEBERL	Helmut ROTT	
Engineering	Wolfgang PRIBYL	Hans IRSCHIK	

AUSZEICHNUNGEN UND PREISE NACH WISSENSCHAFTSGEBIET

GRANTS AND AWARDS BY SCIENTIFIC DISCIPLINE

Discipline	Name	Grant/Award	Year	Institution ¹⁾	EStG ²⁾	EAdG ³⁾
Biochemistry	Rudolf Zechner	Wittgenstein	2007	University of Graz		
Biology	Norbert Polacek	START	2006	Innsbruck Medical University		
	Thomas Bugnyar	START	2007	University of Vienna		
	Christina Waldsich	START	2008	University of Vienna		
	Kristin Tessmar-Raible	START	2008	University of Vienna		
	Karel Riha	START	2008	Austrian Academy of Sciences		
	David Teis	START	2009	Innsbruck Medical University		
	Jürgen Knoblich	Wittgenstein	2009	IMBA, Austrian Academy of Sciences, Vienna		●
Biophysics	Bojan Zagrovic	START	2010	University of Vienna		
Chemistry	Kathrin Breuker	START	2007	University of Innsbruck		
	Thomas Lörting	START	2007	University of Innsbruck	●	
Ecology	Tom Battin	START	2008	University of Vienna		
Genetics	Julius Brennecke	START	2010	Austrian Academy of Sciences, Vienna	●	
History	Sigrid Wadauer	START	2007	University of Vienna	●	
	Thomas Wallnig	START	2007	Private institute, Vienna		
Linguistics	Melanie Malzahn	START	2010	University of Vienna		
Material sciences	Paul Mayrhofer	START	2007	University of Leoben		
Mathematics	Gerald Teschl	START	2006	University of Vienna		
	Josef Teichmann	START	2006	Vienna University of Technology		
	Bernhard Lamel	START	2007	University of Vienna		
	Christian Krattenthaler	Wittgenstein	2007	University of Vienna		
	Massimo Fornasier	START	2008	Austrian Academy of Sciences, Linz		
	Ilse Fischer	START	2009	University of Vienna		
	Manuel Kauers	START	2009	University of Linz		
	Gerhard Widmer	Wittgenstein	2009	University of Linz		
Medicine	Arthur Kaser	START	2009	Innsbruck Medical University	●	
Physics	Hartmut Häffner	START	2006	Austrian Academy of Sciences, Innsbruck		
	Piet Oliver Schmidt	START	2006	University of Innsbruck		
	Hannes-Jörg Schmiedmayer	Wittgenstein	2006	Vienna University of Technology		
	Otfried Gühne	START	2007	Austrian Academy of Sciences, Innsbruck		
	Alexander Kendl	START	2008	University of Innsbruck		
	Markus Aspelmeyer	START	2008	Austrian Academy of Sciences, Vienna	●	
	Daniel Grumiller	START	2008	Vienna University of Technology		
	Markus Arndt	Wittgenstein	2008	University of Vienna		
	Francesca Ferlaino	START	2009	University of Innsbruck	●	
	Thorsten Schumm	START	2009	Vienna University of Technology	●	
	Florian Schreck	START	2010	Austrian Academy of Sciences, Innsbruck		
	Barbara Kraus	START	2010	University of Innsbruck		
Prehistory	Barbara Horejs	START	2010	Austrian Archaeological Institute, Vienna	●	
Social sciences	Wolfgang Lutz	Wittgenstein	2010	Austrian Academy of Sciences, Vienna		●

1) Zum Zeitpunkt der Preisverleihung / At time of award

2) ERC Starting Grant

3) ERC Advanced Grant

AUSZEICHNUNGEN UND PREISE NACH BUNDESLAND UND INSTITUTION

GRANTS AND AWARDS BY FEDERAL PROVINCE AND INSTITUTION

Fed. province	Name	Grant/Award	Year	Institution ¹⁾	Discipline	EStG ²⁾	EAdG ³⁾
Vienna (23)	Gerald Teschl	START	2006	University of Vienna	Mathematics		
	Josef Teichmann	START	2006	Vienna University of Technology	Mathematics		
	Hannes-Jörg Schmiedmayer	Wittgenstein	2006	Vienna University of Technology	Physics		
	Thomas Bugnyar	START	2007	University of Vienna	Biology		
	Sigrid Wadauer	START	2007	University of Vienna	History	●	
	Bernhard Lamel	START	2007	University of Vienna	Mathematics		
	Christian Krattenthaler	Wittgenstein	2007	University of Vienna	Mathematics		
	Thomas Wallnig	START	2007	Private institute, Vienna	History		
	Karel Riha	START	2008	Austrian Academy of Sciences, Vienna	Biology		
	Markus Aspelmeyer	START	2008	Austrian Academy of Sciences, Vienna	Physics	●	
	Christina Waldsich	START	2008	University of Vienna	Biology		
	Kristin Tessmar-Raible	START	2008	University of Vienna	Biology		
	Markus Arndt	Wittgenstein	2008	University of Vienna	Physics		
	Tom Battin	START	2008	University of Vienna	Ecology		
	Daniel Grumiller	START	2008	Vienna University of Technology	Physics		
	Ilse Fischer	START	2009	University of Vienna	Mathematics		
	Jürgen Knoblich	Wittgenstein	2009	IMBA, Austrian Academy of Sciences Vienna	Biology		●
	Thorsten Schumm	START	2009	Vienna University of Technology	Physics	●	
	Julius Brennecke	START	2010	Austrian Academy of Sciences, Vienna	Genetics	●	
	Bojan Zagrovic	START	2010	University of Vienna	Biophysics		
	Melanie Malzahn	START	2010	University of Vienna	Linguistics		
	Wolfgang Lutz	Wittgenstein	2010	Austrian Academy of Sciences, Vienna	Social sciences		●
	Barbara Horejs	START	2010	Austrian Archaeological Institute Vienna	Prehistory	●	
Tyrol (12)	Piet Oliver Schmidt	START	2006	University of Innsbruck	Physics		
	Norbert Polacek	START	2006	Innsbruck Medical University	Biology		
	Hartmut Häffner	START	2006	Austrian Academy of Sciences, Innsbruck	Physics		
	Kathrin Breuker	START	2007	University of Innsbruck	Chemistry		
	Thomas Lörting	START	2007	University of Innsbruck	Chemistry	●	
	Otfried Gühne	START	2007	Austrian Academy of Sciences, Innsbruck	Physics		
	Alexander Kendl	START	2008	University of Innsbruck	Physics		
	Francesca Ferlaino	START	2009	University of Innsbruck	Physics	●	
	David Teis	START	2009	Innsbruck Medical University	Biology		
	Arthur Kaser	START	2009	Innsbruck Medical University	Medicine	●	
	Barbara Kraus	START	2010	University of Innsbruck	Physics		
	Florian Schreck	START	2010	Austrian Academy of Sciences Innsbruck	Physics		
Upper Austria (3)	Massimo Fornasier	START	2008	Austrian Academy of Sciences, Linz	Mathematics		
	Manuel Kauers	START	2009	University of Linz	Mathematics		
	Gerhard Widmer	Wittgenstein	2009	University of Linz	Mathematics		
Styria (2)	Paul Mayrhofer	START	2007	University of Leoben	Material sciences		
	Rudolf Zechner	Wittgenstein	2007	University of Graz	Biochemistry		

1) Zum Zeitpunkt der Preisverleihung / At time of award

2) ERC Starting Grant

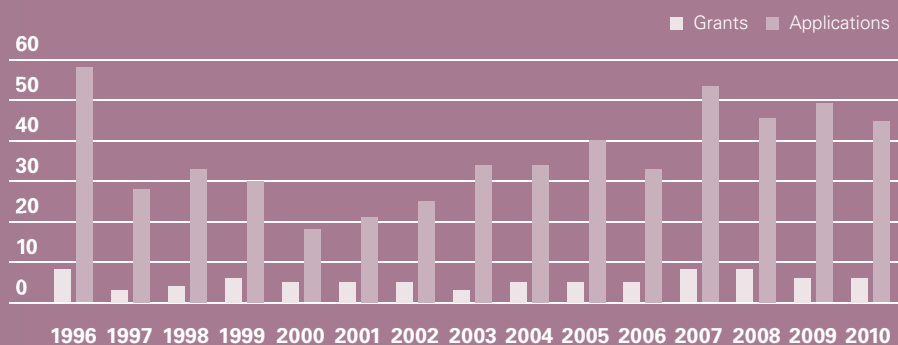
3) ERC Advanced Grant

ANZAHL DER KANDIDATINNEN UND KANDIDATEN UND PREISE 1996–2010

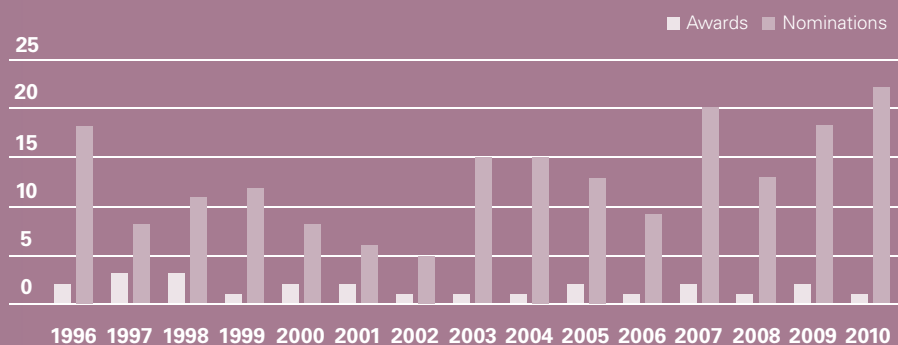
NUMBERS OF CANDIDATES AND GRANTS/AWARDS, 1996–2010

Year	START		Wittgenstein	
	Applications	Grants	Nominations	Awards
1996	58	8	18	2
1997	28	3	8	2
1998	33	4	11	3
1999	30	6	12	1
2000	18	5	8	2
2001	21	5	6	2
2002	25	5	5	1
2003	34	3	15	1
2004	34	5	15	1
2005	40	5	13	2
2006	33	5	9	1
2007	53	8	20	2
2008	46	8	13	1
2009	49	6	18	2
2010	45	6	22	1
sum	547	82	193	24

START PROGRAMME, 1996–2010



WITTGENSTEIN AWARD, 1996–2010



**Anfragen zu START- Programm und Wittgenstein-Preis:
Further information about the START Programme and Wittgenstein Award:**

Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung
Austrian Science Fund (FWF)

1090 Wien, Sensengasse 1

Mario Mandl (FWF), mandl@fwf.ac.at

<http://www.fwf.ac.at>

