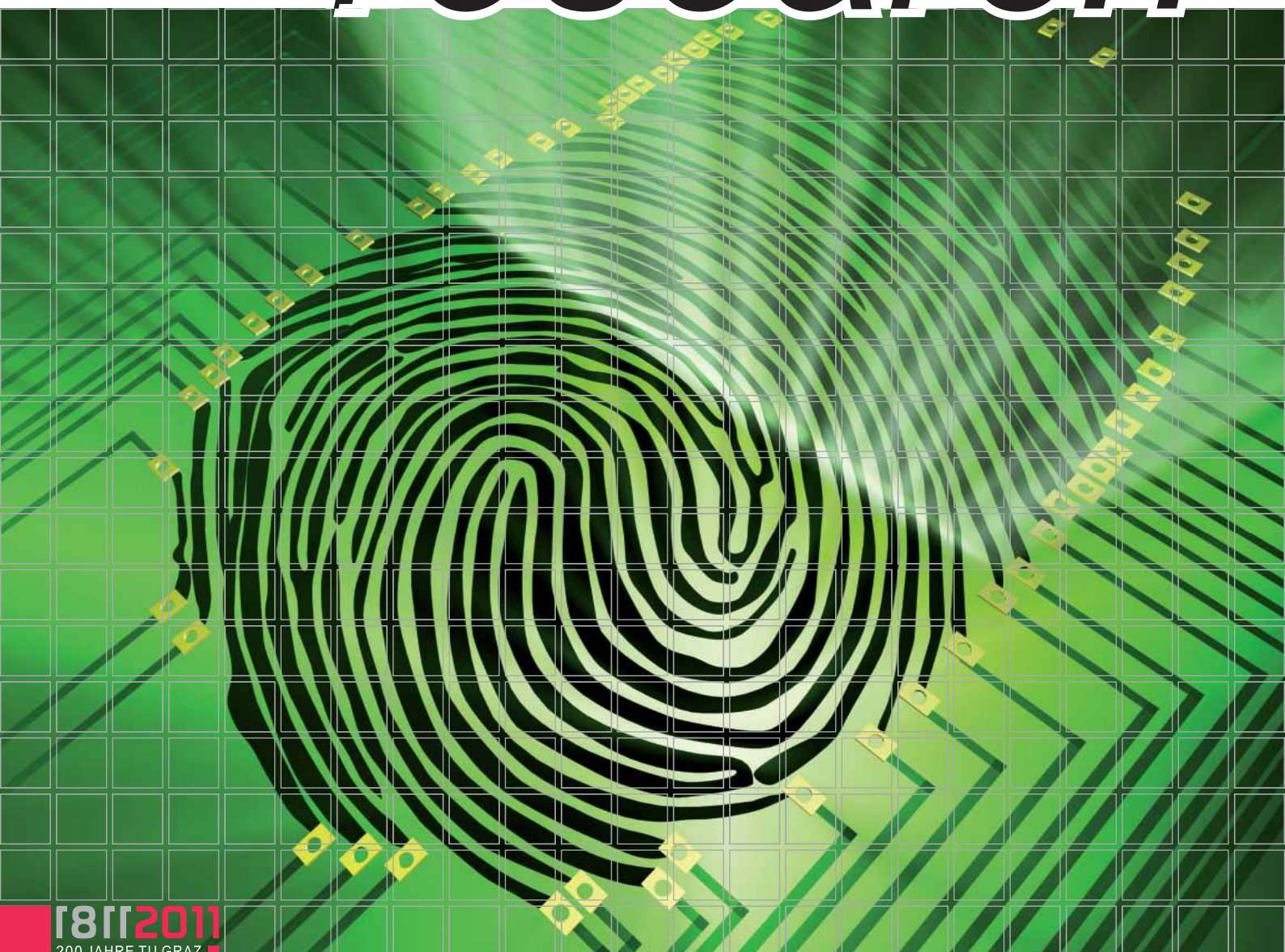


TU GRAZ research



18112011
200 JAHRE TU GRAZ

Der Mensch im Mittelpunkt:
Human- and Biotechnology an der TU Graz

The focus is on people: Human- and
Biotechnology at Graz University of Technology



Content

Preface	p. 4
----------------	------

■ Face to Face

We ask well-known experts for a statement on our main topic

“Creating synergies and using them purposefully!”	p. 6
An interview with Irmgard Theresia Lippe, Vice-Rector for research at the Medical University of Graz	

■ Focus: Human- and Biotechnology

Gene Off – Fat Gone? <i>Juliane Bogner-Strauß</i>	p. 10
Molecular Imaging using Magnetic Resonance Imaging and Fluoroptical Tomography <i>Rudolf Stollberger, Hermann Scharfetter</i>	p. 14
We Make Tomorrow's Drugs Possible – live from Graz <i>Johannes Khinast, Thomas K. Klein</i>	p. 18
The Virtual Human: Experiments on Computer-Modelled Humans <i>Norbert Leitgeb</i>	p. 22

■ Life

Research and technology in everyday life – how results of research affect our life and can improve it

On the Tracks of Standby Power Consumption: EU project SELINA tests 6,000 appliances <i>René Braunstein, Christian Elbe, Martin Lindinger, Ernst Schmautzer</i>	p. 26
--	-------

■ Cooperations

Conducting research & development together – how interdisciplinary co-operation between experts leads to success and further development

Five Years of NAWI Graz – Co-operation instead of Competition <i>Frank Uhlig</i>	p. 30
New K-Projects at Graz University of Technology	p. 34

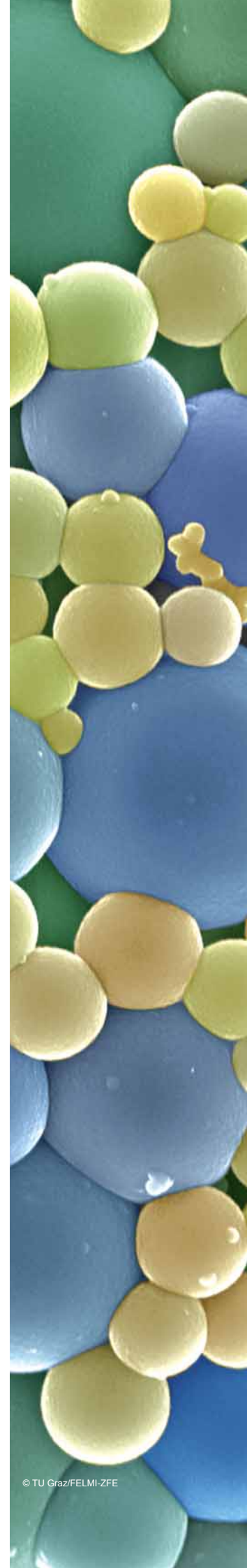
■ Innovation in teaching & research

What's new in teaching and research – how TU Graz is proving and distinguishing itself as a hotbed of ideas

Glucosylglycerol: Graz University of Technology Biotechnology harnesses the Potential of a functional Sugar Molecule from Nature for Application in Cosmetics <i>Bernd Nidetzky</i>	p. 36
--	-------

Inhalt

Vorwort	S. 4
<hr/>	
■ Face to Face <i>Wir bitten namhafte Expertinnen und Experten um ein Statement zum Schwerpunktthema „Synergien schaffen und bewusst nutzen!“</i> Ein Interview mit Irmgard Theresia Lippe, Vizerektorin der Medizinischen Universität Graz	S. 6
<hr/>	
■ Fokus: Human- and Biotechnology Gen aus – Fett weg? <i>Juliane Bogner-Strauß</i> Molekulare Bildgebung mittels Magnetresonanz-Imaging und Fluoroptischer Tomografie <i>Rudolf Stollberger, Hermann Scharfetter</i> Wir machen die Medikamente der Zukunft möglich – direkt aus Graz <i>Johannes Khinast, Thomas K. Klein</i> Der virtuelle Mensch: Humanexperimente im Computer <i>Norbert Leitgeb</i>	S. 10 S. 14 S. 18 S. 22
<hr/>	
■ Life <i>Forschung und Technik im Alltäglichen – wie Forschungsergebnisse auf unser Leben wirken und es verbessern können</i> Dem Stand-by-Verbrauch auf der Spur: Im EU-Projekt SELINA werden 6.000 Elektrogeräte untersucht <i>René Braunstein, Christian Elbe, Martin Lindinger, Ernst Schmutzner</i>	S. 26
<hr/>	
■ Cooperations <i>Gemeinsam forschen und entwickeln – wie die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Spezialisten in Erfolg und Weiterentwicklung resultiert</i> Fünf Jahre NAWI Graz – Kooperation statt Konkurrenz <i>Frank Uhlig</i> Neue K-Projekte an der TU Graz	S. 30 S. 34
<hr/>	
■ Innovation in teaching & research <i>Neues aus dem Bereich Lehre und Forschung – wie sich die TU Graz als erfolgreiche „Ideenschmiede“ bewährt und auszeichnet</i> Glucosylglycerin: Biotechnologie der TU Graz erschließt ein Zuckermolekül aus der Natur für den Einsatz in Kosmetika <i>Bernd Nidetzky</i>	S. 36



Liebe Kolleginnen und Kollegen,
sehr geehrte Forschungspartner und
an unserer Forschung Interessierte!

Dear colleagues,
research partners and others
interested in our research,



*Franz Stelzer, Vizerektor für
Forschung und Technologie*

*Franz Stelzer, Vice President
Research & Technology*

„Forschung“ ist ein zunehmend intensives Thema in den Medien. Das ist grundsätzlich erfreulich! Insbesondere die Diskussion um die Finanzierung von Forschung, ihre Bedeutung für einzelne Gruppen, für die Gesellschaft im Allgemeinen, ihre „Zuordnung“ im Sinne von „wer darf forschen, wie viel, wo soll geforscht werden etc.“ wird in den Medien geführt. Auch die Fragen, wie viel Bildung, wie viel „Ausbildung“ braucht man, um zu forschen, tauchen immer wieder auf und auch wo diese „Ausbildung zur Forschung“ erfolgen soll. An den Mittelschulen? An den Fachhochschulen? Oder nur an den Universitäten? Eine Frage, die so nicht zu beantworten ist.

Grundvoraussetzungen für gute Forschung gibt es viele, zwei möchte ich jedenfalls herausheben: die forschersische Neugierde und die Freiheit der Forschung.

Erstere muss schon von Kindheit an entwickelt und gepflegt werden. Somit muss das Interesse für Neues, Unbekanntes, Spannendes bereits in allen Schulstufen und Themenbereichen im Vordergrund stehen. Reproduktion von Wissen ist hier zu wenig! Inwieweit unser Schul- und Ausbildungssystem dieser Forderung entspricht, überlasse ich der Bewertung der Leserin bzw. des Lesers.

Die Freiheit der Forschung bezieht sich auf die freie Themenwahl, die Wahl der Methoden, die Wahl der Partner etc. All das erfordert einen sehr hohen Mitteleinsatz, der in Zeiten wie diesen mit „Staatspleiten“, „Krisenbewältigung“ zu Recht oft hinterfragt wird. Natürlich muss Forschung auch die Bedürfnisse der Gesellschaft berücksichtigen – aber wer definiert diese? Zunächst wohl wieder die Forscherinnen und Forscher bzw. die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, zum Beispiel die sogenannten „Zukunftsforscher und -forscherinnen“, „Wirtschaftsforscher und

the topic of research is becoming the subject of increasingly scrutiny in the media. That is reason to rejoice! In particular, the discussion about funding research, its significance for specific groups and for society in general, and its “allocation” in terms of “who is allowed to carry out research, how much and where”, etc. is being debated in the media. Also, the question of how much education and how much “training” is needed for research is being repeatedly asked, as is the question where this “training for research” should take place. Should it take place at secondary schools? At universities of applied science? Or only at universities? A question that cannot be answered in this form.

There are many basic requirements for good research, but I'd like to highlight two of them: curiosity for research and freedom of research. The first has to be developed and nurtured from childhood on. Thus, an interest for the new, the unknown and the exciting must be at the forefront in all school levels and subjects. Reproduction of knowledge is not enough here. The extent to which our school and educational system fulfils these requirements I leave up to the reader to decide.

The freedom of research relates to the free choice of topics, the choice of methods, the choice of partner, etc. All this requires a considerable injection of funds, which in these times of national bankruptcies and crisis management is quite rightly questioned. Of course research must take into account the needs of society – but who is to define these? It is the researchers and scientists themselves. For instance, the so-called “futurologists”, “economics researchers” and “social scientists”, and so on. The word “research” is commonly un-

-forscherinnen“, „Sozialwissenschaftler und Sozialwissenschaftlerinnen“ etc. Landläufig werden mit Forschung meist die Themen rund um Naturwissenschaften und Technologieentwicklung verstanden, doch ist auch das eine unzulässige Vereinfachung.

Eine Herausforderung, die insbesondere auch mit der Freiheit der Forschung zusammenhängt, ist deren Finanzierung – denn „Freiheit“ ist immer teuer, Forschung ist das auch. Insbesondere in den technisch-naturwissenschaftlichen Bereichen ist Forschung unmittelbar mit technischen Ressourcen und Humanressourcen verbunden, sowohl in quantitativer als auch in qualitativer Hinsicht. „Freiheit“ der Forschung bedeutet aber nicht, dass alles jedem Einzelnen und jederzeit und nur ihm/ihr zur Verfügung steht. Freiheit heißt auch lokale, internationale und interdisziplinäre Zusammenarbeit.

Und damit sind wir bei der Verdichtung von Forschung, der „Fokussierung“, angelangt, wie die TU Graz sie bei der Konzeption ihrer Kompetenzfelder, der „Fields of Expertise“ (FoE), verfolgt, deren Interpretation sich auch in unserem Logo widerspiegelt. Ein solches Kompetenzfeld steht wieder im Zentrum unserer heutigen Ausgabe von TU Graz *research*: Human- and Biotechnology. Ich hoffe, dass wir Ihnen wieder einige interessante und spannende Neuigkeiten aus unserer „Forschungsküche“, auch über das Hauptthema hinaus, anbieten können.

In diesem Sinne wünsche ich Ihnen bei der Lektüre viel Freude und Begeisterung, und wenn Sie die forschende Neugierde gepackt hat, treten Sie doch in Kontakt mit uns. Wir freuen uns darüber!

Ihr Franz Stelzer

derstood to mean topics dealing with natural sciences and technological development, but even that is an unwarranted simplification.

One challenge particularly related to the freedom of research is its funding – for freedom always has its price – as does research. Research is directly associated with technical and human resources, in particular in the fields of technology and science, both quantitatively and qualitatively. But freedom in research does not mean that everything is available to each and every person at all times and to him alone. Freedom also means co-operating locally, internationally and in an interdisciplinary way. And now we've come to the concentration of research – to its focus, and how Graz University of Technology pursues this in terms of its fields of expertise (FoE), whose interpretation is mirrored in our logo. And one such field of expertise is once again at the centre of interest in this edition of TU Graz *research*: human and biotechnology. I hope that we can provide you with some interesting and exciting novelties cooked up through our research activities – and also going beyond the main theme.

In this spirit, I wish you many hours of reading pleasure and enthusiasm, and when your curiosity for research has been kindled, please contact us. We're looking forward to hearing from you!

Franz Stelzer

„Synergien schaffen und bewusst nutzen!“

“Creating synergies and using them purposefully!”

Ines Hopfer

Irmgard Theresia Lippe, Universitätsprofessorin am Institut für Experimentelle und Klinische Pharmakologie, ist seit Mai 2008 Vizerektorin für Forschung an der Medizinischen Universität Graz.

Irmgard Theresia Lippe, Professor at the Institute of Experimental and Clinical Pharmacology, has been vice-rector for research at the Medical University of Graz since May 2008.

„Gemeinsam forschen und entwickeln“ ist das „Motto“ der Grazer Universitäten. Nun wird eine neue Kooperation aus der Taufe gehoben: BIOTECHMED bündelt die Kompetenzen im Bereich der Human- und Biotechnologie von TU Graz, Medizinischer Universität Graz und der Karl-Franzens-Universität. Irmgard Theresia Lippe, Vizerektorin für Forschung der Medizinischen Universität Graz, sprach mit TU Graz research über die Aufgaben und Ziele dieser neuen Plattform.

Seit Jahren existiert eine enge Partnerschaft zwischen TU Graz und der Medizinischen Universität Graz (MUG). Gegenwärtig sind Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler beider Universitäten an zwei SFB-Projekten beteiligt, die Zusammenarbeit am Ludwig Boltzmann Institut für Klinisch-Forensische Bildgebung, die gemeinsame Nutzung des 3-Tesla-MR-Gerätes oder ein Laura-Bassi-Zentrum sind weitere Beispiele dafür. Wo liegen Ihrer Meinung nach die Vorteile dieser Strategie des Miteinanders?

Ein „Miteinander“ bringt immer mehr Vorteile als ein „Gegeneinander“: Es ist immens wichtig, ähnliche Forschungsinteressen synergetisch zusammenzuführen. Technische und medizinische Wissenschaften sind in der Praxis nicht wirklich trennbar. Wie soll denn Medizin ohne Technik funktionieren, was meinen Sie? Andererseits können medizinisch relevante Technologien nicht ohne den wissenschaftlichen Input aus der Medizin entwickelt bzw. weiterentwickelt werden. Und von dieser Synergie profitiert letztlich auch der Wissenschaftsstandort Graz.

Wo sehen Sie jeweils die Stärken beider Partner?

Die Medizinische Universität Graz bietet eine sehr gute Grundlagenforschung in den biomedizinischen Wissenschaften an, eine außerordentlich moderne Technologie im Zentrum für Medizinische Grundlagenforschung sowie eine Biobank. Unsere Universität verfügt über nationale und internationale Kooperationspartner, mit der TU Graz

“Research and development together” is the catch phrase of the Graz universities. And now a new co-operation is being launched: BIOTECHMED. It combines expertise in the field of human and biotechnology at Graz University of Technology, the Medical University of Graz and Karl-Franzens University. Irmgard Theresia Lippe, vice-rector for research at the Medical University of Graz, spoke with TU Graz research about the tasks and objectives of this new platform.

A close partnership has existed for years between Graz University of Technology and the Medical University of Graz (MUG). Scientists from both universities are currently involved in two SFB projects, and co-operation at the Ludwig Boltzmann Institute for Clinical-Forensic Imaging Techniques, the shared use of the 3-Tesla MRI scanner and a Laura Bassi Centre constitute further examples. What are the advantages of this co-operation strategy in your opinion?

This kind of “synergy” always brings more advantages than “rivalry”. It is of immense importance to bring together similar research interests in a synergistic way. After all, technical and medical sciences are not really separable in practice. How would medicine work without technology? On the other hand, medicine-relevant technologies could not be developed or further developed without scientific input from medicine. And lastly, the science location Graz profits from this synergy.

Where do you see the respective strengths of each partner?

The Medical University of Graz provides very good basic research in the biomedical sciences, exceptional modern technology in the Centre for Medical Research (ZMF), and a biobank. Our university has national and international co-operation partners, and we have always enjoyed a good connection with Graz University of Technology, for example, due to our very good collabora-



© TU Graz

beispielsweise verbindet uns seit jeher eine gute Zusammenarbeit in den Neurowissenschaften. Die TU Graz weist eine exzellente Forschung im Bereich der biomedizinischen Technik auf, hat beste Industriekontakte und auch viele nationale wie internationale Partnerschaften, hier verweise ich auf das NAWI Graz-Projekt mit der KFU, die erfolgreiche Zusammenarbeit im Bereich der Naturwissenschaften.

Wie beurteilen Sie das Potenzial dieser Verbindung des Know-hows aus Medizin und Technik?

Wie bereits anfangs erwähnt, Medizin ohne Technik ist doch für jedermann und jederfrau unvorstellbar, hier ist sehr viel intellektuelles, innovatives, zum Teil auch visionäres Potenzial vorhanden: Wichtig dabei ist nur, Berührungsängste abzubauen, die gemeinsamen Stärken zu erkennen und zu entwickeln – dann kann die gemeinsame Forschung fokussierter erfolgen.

Werfen wir einen visionären Blick in die Zukunft: Es ist doch ein universitätsübergreifendes Center namens BIOTECHMED geplant. Wer ist alles daran beteiligt?

An BIOTECHMED sind die drei Grazer Universitäten, die Medizinische Universität, die Karl-Franzens-Universität sowie die TU Graz, beteiligt. Zwischen den einzelnen Universitäten hat es bis jetzt ja schon Kooperationen gegeben, mit BIOTECHMED haben wir nun das erste Mal alle drei Unis an Bord geholt. Im Moment befinden wir uns noch im Aufbau, und in Zukunft werden sicherlich auch Partner aus Wirtschaft und Industrie bei BIOTECHMED beteiligt sein.

tion in the neurosciences. Graz University of Technology has excellent research in the field of biomedical technology, has first-class contacts in industry and many national and international partnerships – here I'd like to refer to the NAWI Graz project with the Karl Franzens University, the successful collaboration in the field of natural sciences (NAturWissenschaften = natural sciences ed.).

How do you assess the potential – this combination of know-how from medicine and technology?

As I mentioned at the beginning, medicine is unimaginable without technology. It contains very much intellectual, innovative and – up to a point – visionary potential. But it is important to get rid of anxieties regarding new contact, to recognize and develop collective strengths – then shared research can be carried out in a more focused way.

Let's look at visions for the future: is an inter-university centre with the name of BIOTECHMED in the planning stage? Who is involved?

The three Graz universities – the Medical University of Graz, Karl-Franzens University and Graz University of Technology are all involved. There have been co-operations between the individual universities but BIOTECHMED will be the first one to get all three universities on board. At the moment we're still in the development stage, and partners from industry and commerce will definitely be involved in BIOTECHMED.



Was bringt diese Kooperation konkret für alle Seiten?

Die Medizin, die Humantechnologie, die Psychologie, die Pharmazie u.v.m. bündeln ihre Kompetenzen in einer gemeinsamen kooperativen Plattform. Mittels BIOTECHMED soll zu den schon bestehenden Bereichen nachhaltig ein international wichtiges Zentrum im Bereich biomedizinischer Forschung entstehen, das durch die Interaktion von Wissenschaft, Wirtschaft und Industrie gemeinsame Forschungsprojekte an Land ziehen kann.

Welche Ziele und Erwartungen hat die MUG dabei?

Die Medizinische Universität erwartet sich durch diese Bündelung der wissenschaftlichen Kompetenzen am Standort Graz, und auch in der Steiermark, eine verstärkte Wahrnehmbarkeit im Überschneidungsbereich der unterschiedlichen Disziplinen bzw. Universitäten. Der Wachstumsmarkt „Gesundheit“ ist ein gemeinsamer und kann in einer derartigen Kooperation zielgerichteter und effizienter bespielt werden.

Welche Aufgaben und Ziele setzt sich dieser Cluster?

Unser Stichwort hier lautet: Synergien schaffen und nutzen. Wir entwickeln gemeinsame Doctoral Schools, eine gegenseitige Beteiligung an PhD-Programmen, ein gemeinsames DK, gemeinsame Calls für Postdocs und vieles mehr. Daneben möchten wir gemeinsame Großforschungsprojekte entwickeln, Innovationen mit hoher interdisziplinärer Qualität fördern, multiperspektivische Forschungsansätze aufzeigen. Weiters sollte auch die gemeinsame Infrastruktur, wie beispielsweise Laborgeräte, genutzt werden.

Wie spüren das die Mitarbeitenden, die Studierenden, die Partner, der Wissenschaftsstandort Steiermark?

BIOTECHMED bietet eine kritische Masse, das spiegelt sich in der Breite der Plattform wider. Der Cluster setzt in vielen Bereichen auf Synergien

What are the specific advantages for all parties?

Medicine, human technology, psychology, pharmacy and other disciplines will combine their fields of competence in one common co-operative platform. BIOTECHMED should give rise in a sustainable way to an important centre in the field of biomedical research among the already existing areas. It should attract shared research projects through the interaction of science, commerce and industry.

What objectives and expectations has the Medical University of Graz got in this?

By means of this concentration of scientific expertise in Graz and Styria, MUG expects a strengthened perceptibility of the overlapping area of the different disciplines and universities. The “health” growth market is a shared one and can be benefited from more purposefully and efficiently in such a co-operation.

What tasks and objectives does this cluster have?

Our watchword here is “creating and using synergies.” We are developing doctoral schools together, mutual participation in PhD programmes, a shared FWF-funded Doctoral Programme, shared calls for post-docs and many other things. In addition, we would like to develop large-scale research projects, promote innovations with higher interdisciplinary quality and establish multiperspective approaches to research. Moreover, shared infrastructure, such as laboratory devices, should be used.

How will this be noticeable for staff, students, partners and, lastly, the science location Graz?

BIOTECHMED offers a critical mass, and this is reflected in the size of the platform. In many areas the cluster stresses synergies rather than addition. For our students and staff this creates better availability of resources, a more diverse access to more innovative methods and a broad scientific range.



© TU Graz

statt auf Addition, das schafft für unsere Studierenden und für unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bessere Zugänge zu Ressourcen, einen vielfältigen Zugang zu innovativen Methoden und ein breites Wissenschaftsspektrum.

Der Start des Clusters ist mit 2010 geplant, wie soll es danach weitergehen?

Wie bereits gesagt, steckt BIOTECHMED in der Entwicklungsphase. Die Verträge müssen noch aufgesetzt werden, die Entwicklung konkreter Projekte mit nachfolgender Umsetzung ist in den nächsten zwei bis drei Jahren geplant. Ich möchte betonen, dass wir unser Ziel mit Konsequenz verfolgen werden: die Plattform mit Leben zu erfüllen, konkrete Forschungsprojekte zu entwickeln und gemeinsame Drittmittel zu lukrieren.

Gibt es vergleichbare Initiativen zu BIOTECHMED international, regional?

In dieser konkreten Form nicht, wiewohl es international und national gerade zwischen Medizinischen Universitäten und Technischen Universitäten natürlich Zusammenarbeitsvereinbarungen unterschiedlicher Natur gibt.

In der Steiermark gibt es auch den Human-Technology-Cluster. Wie grenzt sich BIOTECHMED davon ab bzw. sind Synergien angedacht?

Im Bezug auf die Abgrenzung zum Humantechnologiecluster ist zu sagen, dass dieser Cluster eine wirtschaftspolitische Initiative ist, der vom Land Steiermark über die SFG bzw. Innofinanz (als Hauptgesellschafter) ins Leben gerufen wurde und auch maßgeblich gefördert und finanziert wird. Zur Zielgruppe zählen in erster Linie Unternehmen, deren Wachstum und Ansiedlung gefördert werden sollen, und der Fokus liegt nicht auf dem wissenschaftlichen Output wie es bei BIOTECHMED der Fall ist. Als Synergie ist jedoch ganz klar die Stärkung der Kooperation mit Unternehmen zu nennen, wovon letztendlich der wirtschaftliche und der wissenschaftliche Part profitieren und der Standort Steiermark/Graz gestärkt wird.

The cluster is to be launched in 2010. How will it go on from there?

As I've said, BIOTECHMED is still in the development stage. Contracts still have to be drafted, and the development of specific projects with subsequent implementation is planned in the next two to three years. I want to emphasise that we will pursue this objective single-mindedly. To bring the platform to life, develop specific research projects and secure third-party funding.

Are there international or regional initiatives comparable to BIOTECHMED?

Not in this concrete form. But there are different kinds of co-operation agreements between medical and technical universities at national and international levels.

In Styria there is the Human Technology Styria cluster. How does BIOTECHMED differentiate itself from that, and has any thought been given to possible synergies?

With regard to the Human Technology cluster, it needs to be said that this cluster is an economic policy initiative which was set up by the State of Styria through the SFG and Innofinanz (as main partners) and is also largely subsidized and financed by them. Their target group includes first and foremost companies whose growth and settlement in a location is subsidized, and the focus is not on scientific output as is the case with BIOTECHMED. Synergy here is quite clearly strengthening co-operation with companies in such a way that both business and science profit, and Styria and Graz is made stronger.

Gen aus – Fett weg?

Gene Off – Fat Gone?

Juliane Bogner-Strauß



Juliane Bogner-Strauß ist Associate Professorin am Institut für Genomik und Bioinformatik an der TU Graz. Gemeinsam mit ihrer Arbeitsgruppe erforscht sie die Charakterisierung von Genen, die im Fettstoffwechsel eine Rolle spielen. Zurzeit leitet sie Subprojekte im Rahmen des österreichischen Genomforschungsprogramms „GEN-AU Genomforschung in Österreich“ und beim DK-plus: „Metabolic & Cardiovascular Disease“.

Juliane Bogner-Strauß is Associate Professor at the Institute for Genomics and Bioinformatics. Her research interest is focused on the identification and characterization of genes that play a role in fat cell development. At the moment she is PI of two subprojects: one of the Austrian Genome Research Program “GEN-AU Genomforschung in Österreich”, and one of the Doctoral Program “Metabolic and Cardiovascular Disease.”

Die Fettleibigkeit ist in den letzten Jahrzehnten weltweit rasant angestiegen und stellt inzwischen nicht nur ein gesundheitliches Risiko, sondern auch ein wirtschaftliches Problem dar. Wir sind daran interessiert, Gene zu identifizieren und zu charakterisieren, die im Fettstoffwechsel eine wichtige Rolle spielen. Dafür verwenden wir in erster Linie Zellkulturmodelle, in denen wir diese Gene nach Bedarf ein- und ausschalten können und die uns sehr schnell Antwort auf die Frage, ob diese Gene eine Rolle bei der Einlagerung von Fetten in Zellen spielen, geben. Das Interesse der pharmazeutischen Industrie, solche Gene im Rahmen therapeutischer Anwendungen zu beeinflussen, ist stark im Steigen.

Die Fettleibigkeit (Adipositas) hat in den letzten Jahrzehnten enorme Ausmaße angenommen und ist damit nicht nur ein gesundheitliches Risiko, sondern auch ein beträchtliches wirtschaftliches Problem geworden. Heute leiden weltweit gleich viele Menschen an Unterernährung wie an Adipositas (nämlich etwa je eine Milliarde). Fettleibigkeit führt zu vielen Folgeerkrankungen wie Type 2 Diabetes, erhöhte Blutfettwerte, Bluthochdruck, Atherosklerose, Herzinfarkt, Schlaganfall, Krebs, Infertilität, Arthritis und viele mehr. In Österreich sind bereits an die 50 Prozent der Bevölkerung übergewichtig und 15 Prozent von Fettleibigkeit betroffen. Als Übergewicht bezeichnet man einen Body Mass Index (BMI) von > 25 , als Fettleibigkeit einen BMI von über 30. Der BMI wird wie folgt berechnet:

$$\frac{\text{Gewicht in kg}}{(\text{Größe in m})^2}$$

Der prozentuelle Anteil an fettleibigen Personen in Österreich hat in den letzten Jahren stark zugenommen: Waren es vor 20 Jahren noch acht Prozent, so sind es heute beinahe doppelt so

Today, obesity and malnutrition are equally prevalent problems with 1 billion people suffering from extreme poverty and malnourishment and close to 1 billion being affected by significant overweight. Thus, obesity is not only an individual clinical condition but is increasingly becoming viewed as a serious public health and economic problem.

Obesity in humans and mammals starts to develop when the intake of substrates repeatedly exceeds energy expenditure. Obesity can be defined as a condition where the accumulation of fat in various tissues is increased to a level at which it can be associated with specific health disorders and increased mortality. Excessive body weight has been shown to predispose individuals to various diseases, particularly cardiovascular diseases, such as atherosclerosis, diabetes mellitus type 2, stroke, cancer, heart attack, sleep apnea, osteoarthritis, reduced fertility and many more. In Austria, more than 50% of the population suffers from overweight and around 15% from obesity. By the means of the Body Mass Index [BMI: $\text{weight in kg}/(\text{height in m})^2$] overweight is defined with a BMI > 25 and obesity with a BMI > 30 . In Austria, the percentage of obese people has nearly doubled during the last two decades reaching 15% nowadays. Worldwide, around 15 million people yearly die due to obesity or obesity-related disorders. Obesity is mainly caused by environmental factors like over nutrition and life style but also by inheritance. Obesity and the concomitant occurring disorders are amongst others caused by disturbances of the lipid metabolism, which leads to massive accumulation of lipids in various tissues like adipose tissue, but also skeletal muscle, cardiac muscle and liver. Our work deals with the challenge to identify genes which play a role in lipid homeostasis and



© TU Graz/Bogner-Strauß

viele. Auch unter den sechs bis 14-jährigen Österreicherinnen und Österreichern leiden bereits elf Prozent an Fettleibigkeit. Österreich liegt damit in Europa im Mittelfeld und wird global gesehen vor allem von Ländern wie den USA, Alaska und dem Iran bei Weitem übertroffen. In diesen Ländern sind bereits über 30 Prozent der Bevölkerung von Adipositas betroffen. Weltweit sterben pro Jahr etwa 15 Millionen Menschen an Herz-Kreislauf-Erkrankungen, wie Herzinfarkt und Gehirnschlag, die aufgrund oder als Folge von Fettleibigkeit auftreten. Bei der Entstehung der Fettleibigkeit spielt die (falsche) Ernährung sicherlich die Hauptrolle. Das Problem ist „einfach“: Der Körper nimmt mehr Energie zu sich, als er verbrennen kann. Somit wird sofort ein Fettdepot angelegt – aus gutem Grund: Unser Körper ist seit Anbeginn der Menschheit nämlich darauf programmiert vorzusorgen, und zwar für „schlechte Zeiten“, in denen das Essen Mangelware sein könnte. Aber auch unsere bewegungsarmen Lebensgewohnheiten spielen bei der Entstehung von Fettleibigkeit eine überaus „gewichtige“ Rolle.

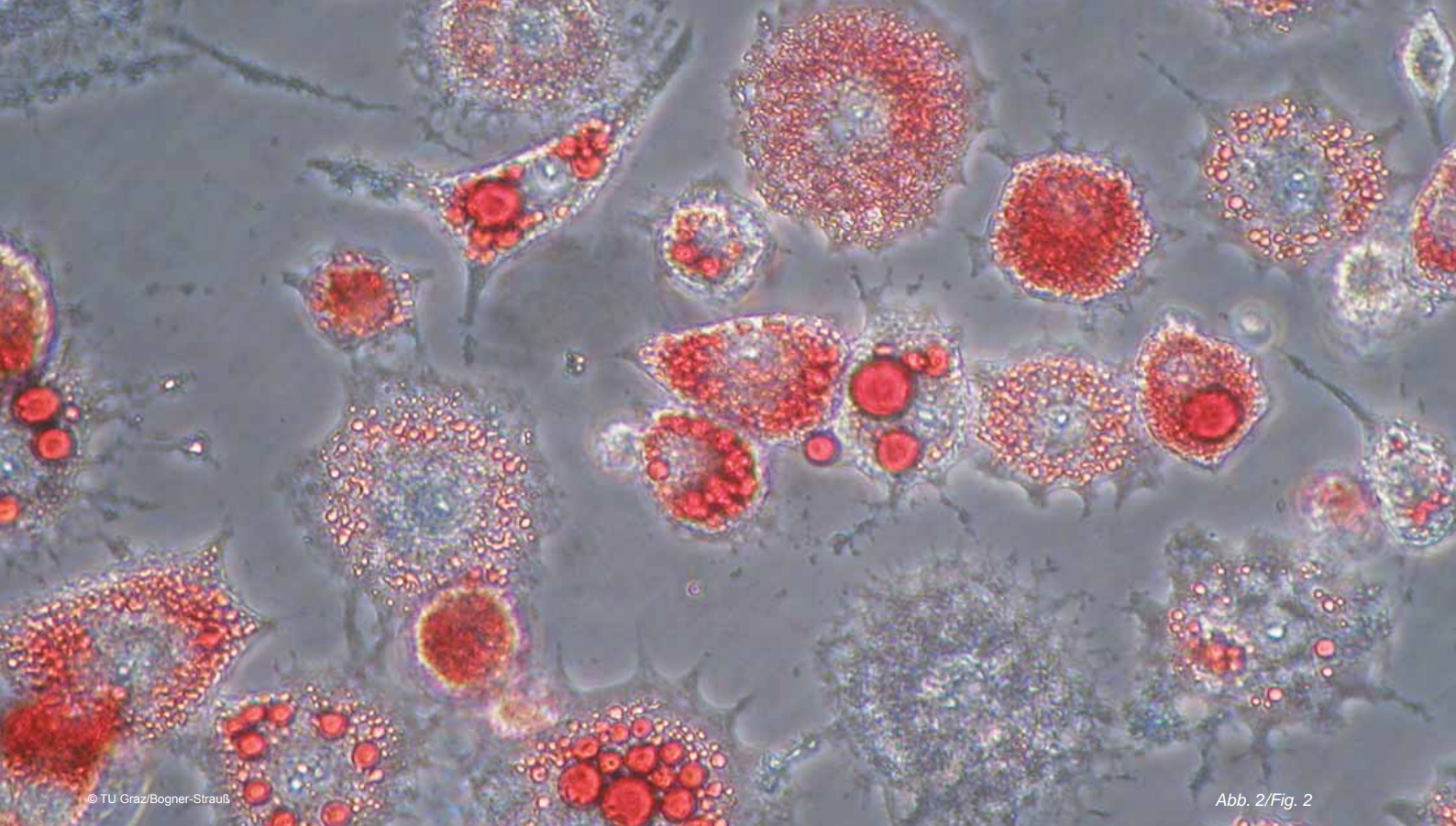
Natürlich gibt es auch genetische Veranlagungen für die Entwicklung der Fettleibigkeit, dazu zählen sowohl monogenetische als auch polygenetische Prädispositionen (Ausbildung eines Merkmals wie Fettleibigkeit durch ein einziges oder durch mehrere Gene). Diese sind aber wesent-

the development of fat cells (adipogenesis). The genes we are interested in have not yet been functionally characterized. Today, although the whole human genome has been sequenced, the function of only 50% of the genes is known.

We use transcriptome analysis to find functionally uncharacterized genes important for fat cell development. For that purpose, we compare preadipocytes and adipocytes (fat cells), grown in cell culture, on the level of gene expression by the means of transcriptome analysis. In preadipocytes and adipocytes the same genes can be found, but to become an adipocyte, several genes of the preadipocyte must either be up or down regulated. Using transcriptome analysis, we can compare the regulation of 15,000 genes in one experiment and thereby find the genes that are up or down regulated when a fat cell develops from a preadipocyte. These experiments generate a lot of data that must be narrowed down to statistically relevant genes by our bioinformaticians. Many of the relevant genes found by the use of this method are already functionally characterized. Our work now focuses on the investigation of not yet characterized genes that might play a role in lipid metabolism. We pick out these genes and either over-produce or silence them in cell culture models that can be used to study fat cell development. However, many of these genes have no obvious effect on fat cell development

Abb. 1: Arbeiten in der Zellkultur.

Fig 1: Shows cell culture experiments.



© TU Graz/Bogner-Strauß

Abb. 2/ Fig. 2

Abb. 2: Zeigt Fettzellen, deren Fetttröpfchen mit Oil Red O eingefärbt wurden.

Fig 2: Shows the lipid staining of fat cells using Oil Red O.

Abb. 3/ Fig 3:

Arbeitsgruppe/Team:

Claudia Neuhold, Juliane Bogner-Strauß, Evelyn Walenta, Ariane Klatzer, Florian Stöger.

lich weniger relevant als der Überkonsum von Lebensmitteln und der bewegungsarme Lebensstil. Der Fettleibigkeit und den oben erwähnten Erkrankungen, die damit in Zusammenhang stehen, liegen unter anderem Fettstoffwechselstörungen zugrunde, die zur massiven Einlagerung von Lipiden (Fetten) ins Fettgewebe und in andere Gewebe wie Herzmuskel, Skelettmuskel und Leber führen.

Meine Arbeitsgruppe hat sich nun der Herausforderung verschrieben, Gene zu identifizieren, die in der Fettzellentwicklung (Adipogenese) eine Rolle spielen, und diese Gene funktionell zu beschreiben. Man kennt heute zwar das gesamte menschliche Genom, aber nur 50 Prozent der Gene sind in ihrer Funktion aufgeklärt. Zur Auffindung von funktionell uncharakterisierten Genen, die im Fettstoffwechsel bzw. bei der Entstehung von Fettzellen eine Rolle spielen könnten, nutzen wir als ersten Schritt die Transkriptomanalyse. Mithilfe dieser Technik werden Vorläuferfettzellen (Präadipozyten) und Fettzellen (Adipozyten), die in Kultur gezüchtet werden, auf genetischer Ebene verglichen. Präadipozyten und Adipozyten besitzen zwar die gleichen Gene, damit aber aus einer Vorläuferfettzelle eine Fettzelle wird, müssen bestimmte Gene hoch-, andere hinunterreguliert werden. Diese regulierten Gene können mithilfe der Transkriptomanalyse untersucht werden. Bei diesen Experimenten sind wir in der Lage,

but others repress the formation of lipid droplets in these cells or lead to an acceleration of lipid droplet accumulation. As soon as we see any influence of our gene of interest on fat cell development, we investigate this gene in more detail. At the moment, we are working on a gene that is required for lipid droplet accumulation in cells. The next step will be the generation of the knock-out mouse to unravel the question whether this gene also plays a role in the formation of adipose tissues in mammals.

The identification and functional characterization of genes that play a role in fat cell development is of deep interest for a clearer understanding of lipid homeostasis. In addition, insofar as obesity seems to be pandemic, the pharmaceutical industry is also highly interested in using these genes as targets for therapeutic approaches/interventions.

etwa 15.000 Gene zugleich auf ihre Regulation hin zu untersuchen. An diesem Punkt angelangt, kommt nun die Bioinformatik ins Spiel. Eine Auswertung eines solchen Experiments von Hand würde wohl Monate in Anspruch nehmen, mithilfe der Bioinformatik gelingt das, je nach Umfang des Experiments, innerhalb weniger Stunden bzw. Tage. Das Ergebnis ist eine Liste von funktionell charakterisierten und – für uns noch interessanter – funktionell nicht charakterisierten Genen, die bei der Entstehung der Fettzelle reguliert sind. In einem nächsten Schritt werden diese Gene einzeln in Zellen in Kultur überproduziert oder ausgeschaltet. Die Konsequenzen können nun weitreichend sein, zum Beispiel kann die Überproduktion oder eben das Ausschalten eines Gens in Vorläuferfettzellen dazu führen, dass aus diesen Präadipozyten keine Fettzellen mehr werden. Natürlich ist auch das umgekehrte Szenario möglich, d. h., das Ausschalten oder die Überproduktion eines Gens führt dazu, dass Präadipozyten noch effizienter Fett einlagern.

Zurzeit arbeiten wir an einem Gen, dessen Produktion notwendig ist, um aus Vorläuferfettzellen Fettzellen zu machen. Schalten wir das Gen in Zellen in Kultur aus, sind diese nicht mehr in der Lage, Lipide einzulagern. Der nächste Arbeitsschritt in unserem Labor ist, dieses Gen in Mäusen auszuschalten, um zu erforschen, ob diese Mäuse auch nicht mehr in der Lage sind, Fettgewebe aufzubauen.

Die Identifizierung solcher Gene und deren funktionelle Charakterisierung haben natürlich immense Auswirkungen auf das Verständnis der Regulation des Fettstoffwechsels. Dementsprechend groß ist in Zeiten der zunehmenden Fettleibigkeit und den damit in Zusammenhang stehenden Erkrankungen das Interesse der pharmazeutischen Industrie, solche Gene als Ziele in der therapeutischen Anwendung zu beeinflussen.



Abb. 3/Fig. 3

© TU Graz/Bogner-Strauß

Molekulare Bildgebung

mittels Magnetresonanz-Imaging und Fluoroptischer Tomografie

Molecular Imaging

using Magnetic Resonance Imaging and Fluoroptical Tomography

Rudolf Stollberger, Hermann Scharfetter



Rudolf Stollberger ist Leiter des Instituts für Medizintechnik. Seine Forschungsinteressen liegen im Bereich der Entwicklung und Verbesserung medizinischer Bildgebungsverfahren für die Gewinnung von funktioneller, molekularer und biophysikalischer Information, insbesondere mithilfe der Magnetresonanz.

Rudolf Stollberger is head of the Institute of Medical Engineering. His research interests are in the area of development and improvement of medical imaging methods for the determination of functional, molecular, and biophysical information, in particular using magnetic resonance.

Am Institut für Medizintechnik wird an neuen Bildgebungstechniken gearbeitet, die es erlauben, biologische Prozesse auf zellulärer und molekularer Ebene in vivo sichtbar zu machen, zu charakterisieren und zu quantifizieren. Dieses junge Feld der biomedizinischen Bildgebung, auch „Molekulares Imaging“ genannt, wird als wesentliches Zukunftsfeld für die Entwicklung einer individualisierten oder zumindest stratifizierten Medizin gesehen. Die Herausforderungen ergeben sich aus der Inter- und Multidisziplinarität, die durch die Überschneidung medizinischer Fragestellungen und Anwendungen mit der Erforschung der zugrunde liegenden biologischen Prozesse, der Entwicklung von molekularen Sensoren und von neuen Bildgebungstechnologien und Auswerteverfahren bedingt ist.

Molekulares Imaging beruht in den meisten Fällen auf der Verwendung von Zielfindungsmolekülen, die spezifisch an einen molekularen Marker im Gewebe ankoppeln oder an einem biologischen Prozess teilnehmen. Diese Moleküle sind inhärent mit einer Komponente verknüpft, die mit bildgebenden Verfahren detektiert werden kann. Solche selektiv bindenden Strukturen können z. B. pegylierte Liposomen (PEG-Liposoms) sein, die mit Targeting-Molekülen wie z. B. globular Adiponektin selektiv an endothelialen Zellen in entzündeten Bereichen anhaften und diese markieren. Der In-vivo-Nachweis der gebundenen Partikel mithilfe der MR-Tomografie (MRT) kann nun z. B. über in die Liposomen eingebrachte paramagnetische Eisenoxide erfolgen. Wie sich diese Moleküle an unterschiedlichen Stellen im Körper auf die MR-Bildgebung auswirken, ist von einer Vielzahl von Faktoren, den verwendeten Untersuchungssequenzen und der Gerätekonfiguration abhängig. Um sowohl die Bildgebung als auch die verwendeten Sensormoleküle zu

Research at the Institute of Medical Engineering is dedicated to novel imaging techniques which render possible the in-vivo visualization, characterization and quantification of biological processes at the cellular and molecular level. This emerging field of biomedical imaging, also called “molecular imaging” is considered as a highly relevant future area for the development of an individualized or at least stratified medicine. Challenges arise from the inter- and multidisciplinary nature which is the consequence of the interference between medical problems and applications, the investigation of the underlying biological processes, the development of molecular sensors and new imaging technologies as well as processing methods.

Molecular imaging is in most cases based on the use of targeting molecules which bind specifically to molecular markers in the tissue or which participate in a biological process.

These molecules are inherently linked with a component which is detectable with an imaging method. Examples for such selectively binding structures are, for instance, polyethyleneglycol-coated liposomes (PEG liposomes) which, together with targeting molecules such as globular adiponectin, attach to endothelial cells in regions of inflammation. The bound particles (MRI) can be confirmed in-vivo with magnetic resonance imaging with the aid of paramagnetic iron particles which are introduced via liposomes. The effect of these molecules on the MR image in different parts of the body depends on a great variety of factors, the used MR sequences, and the device configuration. To optimize both imaging procedures and sensor molecules, it is essential to understand and investigate the physical basics of the NMR signal generation for these applications in detail. These goals as well as a quantitative as possible



© Institut für Medizintechnik/
Institute of Medical Engineering

optimieren, ist es essenziell, die physikalischen Grundlagen der NMR-Signalentstehung für diese Anwendungen genau zu verstehen und zu untersuchen. Dies und das Erreichen einer möglichst quantitativen Darstellung der räumlich-zeitlichen Verteilung der Nanopartikel ist Ziel der Forschungstätigkeit am Institut für Medizintechnik. Im Rahmen des Verbundprojekts Nano-Health der FFG werden zurzeit zwei Anwendungen der molekularen/zellulären Bildgebung bearbeitet. Die Kooperationspartner in diesem Projekt sind Ruth Prassel von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Harald Mangge und Dirk Strunk von der Medizinischen Universität Graz und Andreas Zimmer von der Karl-Franzens-Universität Graz.

Gefäßwand

Die Charakterisierung der Morphologie arteriosklerotischer Veränderungen und die daraus resultierenden Gefäßverengungen ist eine wichtige Aufgabe für die vaskuläre Bildgebung und beschreibt den vorläufigen Endzustand einer Arteriosklerose. Für ein tieferes Verständnis des Krankheitsstatus und für das Monitoring des Verlaufes ist es von eminenter Bedeutung, Informationen über zugrunde liegende Prozesse und Parameter zu bekommen, zu denen u. a. der Entzündungsstatus der Gefäßwand gehört. Mittels fluoroptisch markierter Nanopartikel an operierten Aorten von ApoE defizienten Mäusen konnten

evaluation of the spatio-temporal distribution of the nanoparticles are important research topics at the Institute of Medical Engineering.

In the framework of the joint project Nano-Health of the FFG two applications of molecular/cellular imaging are currently being pursued. The cooperation partners in these projects are Ruth Prassel (Austrian Academy of Sciences), Harald Mangge and Dirk Strunk (Medical University Graz) and Andreas Zimmer (Karl-Franzens-University Graz).

Vascular wall

The characterization of the morphology of arteriosclerotic alterations and the resulting vascular stenoses is an important task for vascular imaging and describes the preliminary end state of arteriosclerosis. Harvesting information about the underlying processes and parameters is pivotal for a deeper understanding of the state of the disease and for the monitoring of its evolution. One such parameter, for example, is the state of inflammation of the vessel wall. Inflammation parameters could be traced successfully with fluoroptically tagged nanoparticles in operated aortas of ApoE deficient mice. Currently the feasibility of the in-vivo detection of inflammation parameters by MRI in a Watanabe rabbit model is being investigated (Figure 1). Following this, the detectability (contrast/noise ratio) shall be further improved by specifically tailored RF receiver coils and the quantification of the nanoparticles shall



*Hermann Scharfetter ist
ao. Universitätsprofessor am
Institut für Medizintechnik.
Sein Arbeitsgebiet umfasst die
Entwicklung von Hardware sowie
Bildrekonstruktionsalgorithmen
für verschiedene diffuse Nah-
feldmethoden wie magnetische
Induktionstomografie und diffuse
Fluoreszenztomografie.*

*Hermann Scharfetter is associate
professor at the Institute of
Medical Engineering. His
research field covers the
development of hardware solu-
tions and image reconstruction
algorithms for different diffuse
near-field imaging methods,
such as magnetic induction
tomography and diffuse fluores-
cent tomography.*

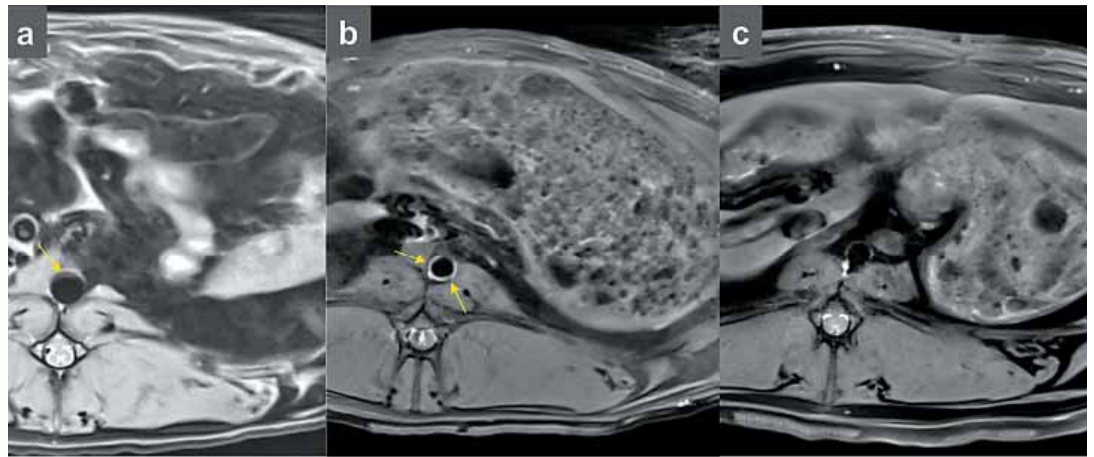


Abb. 1/ Fig. 1

© Institut für Medizintechnik/
Institute of Medical Engineering

- Abb. 1: In-vivo-MR-Bilder der Gefäßwand eines Tiermodells.
- (a) Erste strukturelle Änderungen in der Aorta eines Watanabe-Hasen (Protonendichte gewichtet TSE-Sequenz).
- (b) Darstellung von entzündlichen Prozessen in einer Gefäßwand ohne dedizierte Plaques durch selektive Anlagerung von Gadofluorin (24 h post Gadofluorin, T1-gewichtet TSE Sequenz).
- (c) Kontrolluntersuchung mit Gadofluorin mit einem gesunden New-Zealand-Hasen (24 h post Gadofluorin, T1-gewichtet TSE Sequenz).

- Fig 1: In-vivo MR-images of a vessel wall of an animal model
- (a) First structural changes within the aorta of a Watanabe rabbit (Proton density weighted TSE-sequence).
- (b) Demonstration of inflammation related changes within a vessel wall without dedicated plaques by selective accumulation of Gadofluorin (24h post Gadofluorin, T1-weighted TSE sequence).
- (c) Control examination of a healthy New Zealand rabbit model (24h post Gadofluorin, T1- weighted TSE Sequence).

Entzündungsparameter bereits erfolgreich nachgewiesen werden. Gegenwärtig wird die Anwendbarkeit von MR-Bildgebung für den In-vivo-Nachweis von Entzündungsparametern in einem Watanabe-Hasenmodell untersucht (Abb. 1). In weiterer Folge soll durch spezifisch entwickelte HF-Empfangsspulen die Erkennbarkeit (Kontrast-Rausch-Verhältnis) weiter verbessert werden und eine Quantifizierung der Bindung der Nanopartikel mittels neuer biophysikalischer Modelle erfolgen. Herausforderungen für die Medizintechnik ergeben sich also sowohl in der Scannethodik als auch in der Hardware und der Signalanalyse mittels geeigneter mathematischer Methoden.

Stem Cell

Eine andere höchst spannende Anwendung ist die Verfolgung von transplantierten Stammzellen. Es wird generell angenommen, dass Stammzellen in bestimmte Gewebe wandern und sich dort in vorhersehbarer und erwünschter Weise weiterentwickeln. Diese Annahmen müssen aber für verschiedene therapeutische Ansätze in vivo überprüft und validiert werden. Eine besondere Herausforderung besteht darin, dass die sensitivste Markierung der Stammzelle mittels superparamagnetischer Eisenoxyde bislang zu negativem Kontrast der Zellen führt. Im Rahmen unserer Arbeiten konnte nun gezeigt werden, dass mittels einer „Ultra Short Echo Time“-Sequenz (UTE) bei primär positivem Kontrast höchst aufgelöste Bilder von markierten Stammzellen erzielt werden können. In anderen In-vivo-Untersuchungen konnte mit konventioneller Scantechnik gezeigt werden, dass endotheliale Vorläuferzellen tatsächlich Gefäße bilden (Abb. 2).

be rendered possible with the aid of novel biophysical models. Challenges for medical engineering arise in the scanning technology as well as in the hardware development and the analysis of the signals with appropriate mathematical methods.

Stem cell

Another very exciting application is the tracking of transplanted stem cells. It is generally assumed that stem cells migrate towards determined tissues and specialize there in a predictable and desired manner. This assumption, however, has to be confirmed and validated in vivo for any therapeutic approach. A particular challenge arises from the fact that, so far, the most sensitive labeling of the stem cells with superparamagnetic iron oxides has led to a negative contrast of the loaded cells. Recently, our research group could demonstrate that highly resolved images of labelled stem cells with positive contrast can be obtained with a special “ultra short echo time” sequence (UTE). In other in-vivo investigations, it could be demonstrated with conventional scanning technologies that endothelial precursor cells indeed can form vessels (Figure 2).

Further directions of development (Integrated Dual Modality Imaging)

One basic problem of molecular imaging is that the available modalities typically exhibit only either a high sensitivity to the sensor molecules

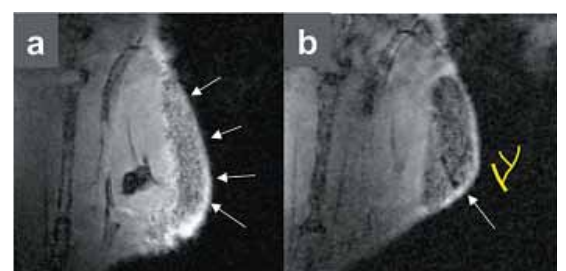


Abb. 2/ Fig. 2 © Institut für Medizintechnik/Institute of Medical Engineering

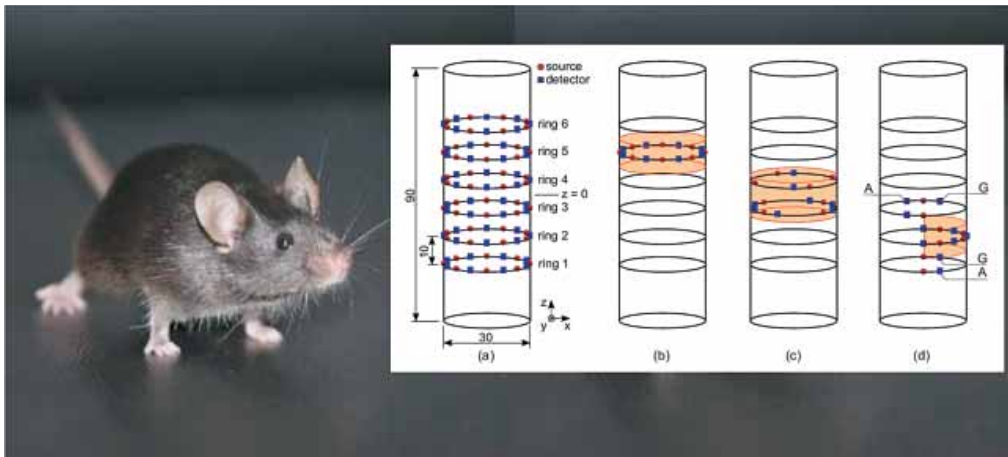


Abb. 3/ Fig. 3

© Institut für Medizintechnik/
Institute of Medical Engineering

Weitere Entwicklungsrichtungen (Integrated Dual Modality Imaging)

Ein essenzielles Grundproblem der molekularen Bildgebung besteht darin, dass die verfügbaren Modalitäten typischerweise nur entweder eine hohe Sensitivität für Sensormoleküle oder eine gute morphologische Darstellung ermöglichen. Dies hat in der Humanmedizin zur Entwicklung hybrider Systeme, wie PET-CT, und zur Forschung im Bereich PET-MR geführt. In der präklinischen Forschung wird mit Kleintiermodellen gearbeitet. Diese ermöglichen auch die Verwendung einer Vielzahl etablierter fluoro-optischer Marker. Um die Defizite des konventionellen (2-D) In-vivo-Fluoreszenzimagings zu überwinden, wird an fluoro-optischen Tomografieverfahren (FDOT) gearbeitet. Diese Verfahren können noch wesentlich verbessert werden, wenn morphologische Information zur Rekonstruktion der Fluoreszenzbilder herangezogen wird, was hervorragend durch die Kombination von FDOT und MRT erreicht werden kann. An einer solchen Kombination wird intensiv in der Arbeitsgruppe „Near Field Imaging“ gearbeitet. Diese Modalität kombiniert moderne Lasertechnologie, hochsensitive optische Detektoren und MR-Spulenbau mit der Entwicklung komplexer mathematischer Algorithmen aus dem Bereich der inversen Probleme sowie aufwendigen Registrierungs- und Bildverarbeitungsmethoden (Abb. 3). Die Arbeitsgruppe hat bereits im Rahmen des SFB „Mathematical Optimization and Applications in Biomedical Sciences“ ein Verfahren zur Optimierung der Sensor-Detektor-Positionen hinsichtlich des Signal-Rausch-Verhältnisses sowie Verbesserungen bisheriger fluoro-optischer 3-D-Bildrekonstruktionsalgorithmen entwickelt und treibt nun die Entwicklung eines Systems voran, das die Rekonstruktion biochemischer Information aus der Fluoreszenzlebensdauer ermöglichen soll.

or a good morphological resolution. In human medicine this fact has led to the development of hybrid systems, e. g. PET-CT, and research towards PET-MR. In preclinical research, small animal models are predominant which allow the use of a large variety of well-established fluoro-optical markers. In order to overcome the deficiencies of conventional 2-D fluorescence imaging, true 3-D fluoro-optical tomography (FDOT) has been developed. This method can be improved considerably if highly resolved morphological information is used for the reconstruction of the fluoro-optical images. This can be achieved in an excellent manner by the combination of MRI and FDOT. The working group on near-field imaging is working intensively in the realization of such a hybrid modality which combines modern laser technology, highly sensitive optical detectors and RF coil design for MRI with the development of complex mathematical algorithms in the field of inverse problems as well as intricate registration and image processing methods (see Figure 3). In the framework of the joint project “Mathematical Optimization and Applications in Biomedical Sciences” the working group has already developed a method for the optimization of the sensor/detector positioning with respect to maximum signal/noise ratio as well as improvements of established 3-D image reconstruction algorithms. Current activities focus on the implementation of a system which enables the reconstruction of biochemical information from fluorescence lifetime measurements.

Abb. 2: In-vivo-Darstellung von subkutan in ein Mausmodell injizierte endotheliale Vorläuferzellen, die mit superparamagnetischen Eisenoxiden markiert wurden. (a) Verteilung der Zellen nach Injektion (Pfeile), (b) Entwicklung von Gefäßstrukturen nach zwei Wochen (siehe auch Zeichnung daneben).

Abb. 3: Optimale Optoden-Subsets für die Fokussierung auf drei ausgewählte Zielregionen (b,c und d) in einem Gewebezylinder mit 3 cm Durchmesser. Die optimalen Sets wurden aus einem Grundpool von 48 Sender-Empfänger-Paaren ausgewählt, die auf 6 Ringen mit je 1 cm Ebenenabstand äquidistant verteilt waren.

Fig 2: In-vivo imaging of a mouse model with subcutan injected endothelial progenitor cells. Cells were marked using superparamagnetic iron oxide. (a) Distribution of the cells after injection (arrows), (b) Development of first vessel structures after two weeks (see also drawing).

Fig 3: Optimal subsets of optode positioning for focusing to three selected target regions (b,c and d) within a tissue cylinder of 3 cm diameter. The optimal positions were selected from a pool of 48 transmitter receiver pairs, on six rings with equidistant distribution. The distance of the planes are 1 cm.

Wir machen die Medikamente der Zukunft möglich – direkt aus Graz

We Make Tomorrow's Drugs Possible – Live From Graz

Johannes Khinast, Thomas K. Klein



Johannes Khinast studierte Chemical Engineering an der TU Graz und arbeitete als Postdoc und als Professor an der University of Houston (TX, USA). Heute ist er als Professor an der TU Graz angestellt, wo er Leiter des Instituts für Prozess- und Partikeltechnik ist, und fungiert als Scientific Director des Research Center Pharmaceutical Engineering.

Johannes Khinast studied Chemical Engineering at Graz University of Technology and held a postdoc position and later on a professorship at the University of Houston (TX, USA). Today he is a professor at Graz University of Technology, where he is director of the Institute of Process and Particle Engineering and scientific director of the Research Center Pharmaceutical Engineering.

Die Entwicklung neuer Medikamente ist derzeit vor allem durch zwei Dinge gekennzeichnet: einer Entwicklungsdauer von zehn bis zwölf Jahren und daraus resultierend Kosten in Höhe von ein bis zwei Milliarden pro neues Medikament. Dadurch ergeben sich auch die oftmals hohen Preise für einzelne Medikamente. Und genau hier setzt das Research Center Pharmaceutical Engineering (RCPE, www.rcpe.at) an. Als K1-Kompetenzzentrum der TU Graz, die 65 Prozent der Anteile hält, der Joanneum Research GmbH (15 Prozent) und der Karl-Franzens-Universität Graz (20 Prozent) im Bereich der pharmazeutischen Prozess- und Produktentwicklung führt das RCPE mit den weltweit führenden Pharmaunternehmen Projekte zur Prozess- und Produktoptimierung durch.

Bereits im Jahr 2006 wurde die Idee des RCPE am Lehrstuhl für Prozess- und Partikeltechnik der TU Graz geboren. Im September 2007 wurde das Zentrum dann offiziell als COMET K1-Kompetenzzentrum genehmigt. Das Ziel war bereits damals ein sehr ambitioniertes: Das RCPE soll Österreich bzw. die Steiermark zu DER europäischen Region der pharmazeutischen Prozess- und Produktentwicklung machen. Heute, nur knapp zweieinhalb Jahre später, ist das RCPE auf dem besten Wege, dieses Ziel zu erreichen.

Durch die Nähe des RCPE zu den lokalen Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen am Standort Graz kann sowohl auf universitäre Forschung am State-of-the-Art als auch auf die Erfahrung kompetenter Key Researcher in diesen Bereichen zurückgegriffen werden. Zudem stehen dem RCPE dadurch weitere Laborräumlichkeiten inklusive ihrer instrumentellen Ausstattung zur Verfügung. Das RCPE ist in vier Unternehmensbereiche unter-

Currently, the development of new drugs and their formulation is dominated by two facts: a period of 10-12 years to develop a new drug and consequently the costs of € 1-2 billion to take a new drug to market. For this reason most drugs are very expensive. This is where the Research Center Pharmaceutical Engineering (RCPE, www.rcpe.at) comes into play. The RCPE is a K1 competence center of Graz University of Technology, which holds 65 percent of the shares, the Joanneum Research GmbH (15 percent) and Karl-Franzens-University Graz (20 percent). The main focus of research is directed towards pharmaceutical process and product development. Process and product optimization projects are carried out in close cooperation with globally leading pharmaceutical companies.

In the year 2006 the Institute for Process and Particle Engineering of Graz University of Technology came up with the idea of the RCPE. By September 2007 the center had been officially accredited as a COMET K1 Competence Center. Right from the beginning the goal of the RCPE has been very ambitious: to establish Austria and Styria as THE European region of pharmaceutical process and product development. Today, only 2½ years later, the RCPE is well on the way to reach that goal.

Due to the close relationship to the local universities and non-university research facilities in Graz, the RCPE has access to state-of-the-art university research as well as to the experience and expertise of key researchers in all relevant areas of science. Additionally these universities provide laboratories, including their instrumentation and know-how for the use of the RCPE. The RCPE is divided into four business units. Scientific research is divided into three areas, each concentrating on a distinct field of research and development.



teilt. Die drei wissenschaftlichen Areas des RCPE agieren in unterschiedlichen Forschungsbereichen.

In der Area I wird das Hauptaugenmerk auf die Simulation neuer Medikamente und der assoziierten Produktionsprozesse gelegt. Hierbei geht es nicht nur um die computergestützte Auslegung, Scale-up und Optimierung der Produktionstechnologien von Arzneistoffen, sondern auch um die Vorwegnahme des Entwicklungsprozesses. Dadurch werden teure Experimente zur Erprobung des optimalen Prozesses/Produktes überflüssig, wodurch sowohl Zeit als auch Kosten eingespart werden können.

Der Fokus in der Area II liegt auf dem Verständnis und der Optimierung von Produktqualität und Produkteigenschaften. Einer der Forschungsschwerpunkte liegt im Bereich der pharmazeutischen Proteine, wobei hierbei die Proteinstabilität, Formulierungsentwicklung und Protein-Protein- bzw. Protein-Oberflächen-Wechselwirkungen im Vordergrund stehen. Ein weiterer Schwerpunkt liegt im Bereich der Herstellung und des Einsatzes von Nanopartikeln als Wirkstoffträger.

Die Area III ist thematisch im Bereich der pharmazeutischen Prozesstechnik angesiedelt und hat die Entwicklung und die experimentelle Erprobung innovativer prozesstechnischer Konzepte zum Ziel. Themenschwerpunkte sind kontinuierliche Produktionsprozesse, prozessanalytische Technologien sowie Quality-by-Design.

Zusätzlich zu diesen wissenschaftlichen Areas wurde vor Kurzem auch ein Servicebereich ins Leben gerufen, der Unternehmen bei Fragen im regulatorischen Bereich unterstützt. Dieser Unternehmensbereich – das Research Center Pharmaceutical Services (RCPS) – befasst sich mit der Beantwortung von Fragestellungen zu den Themen nationaler und europäischer Arzneimittelzulassung und Dokumentation.

In Area I the attention is focused on the simulation of new drugs and their associated production processes. Emphasis is not only put on computer-aided interpretation, scale-up and optimization of production technologies of drugs but also on the prediction of processes. Thus expensive and time consuming experiments along the lines of trial and error become unnecessary, saving time and reducing costs.

Area II focuses on the comprehension and the optimization of product quality and product attributes. The main area of interest lies in pharmaceutical proteins, whereas the emphasis is on protein stability, formulation development as well as protein-protein and protein-surface interactions. Moreover the production and application of nanoparticles as API carriers is investigated.

Area III deals with pharmaceutical process engineering wherein the aim is the development and experimental trial of innovative process concepts. Thematic priorities are continuous production processes, process analytical technologies and quality-by-design.

In addition to the scientific areas, a new service area supporting companies regarding regulatory affairs has recently been set up. This business unit – the Research Center Pharmaceutical Services (RCPS) – addresses the topics of national and European marketing authorization of pharmaceuticals and documentation.

Concurrently the RCPE cooperates with 32 business partners as well as seven scientific research partners. The number of partners is growing steadily, leading to an ever increasing number of projects. Thus, the RCPE is constantly looking for qualified, committed employees who would like to be part of a very young and innovative team. Furthermore ongoing and future projects have great potential for diploma theses as well as dissertations. A women's quota of 40 percent is evidence



Thomas K. Klein absolvierte die Studien der Technischen Chemie an der TU Graz sowie der Umweltsystemwissenschaften an der KF Universität Graz. Nach seiner Dissertation an der TU Graz arbeitete er am Kompetenzzentrum – Das virtuelle Fahrzeug-Forschungsgesellschaft mbH, bevor er die kaufmännische Leitung des Research Center Pharmaceutical Engineering übernahm.

Thomas K. Klein completed his studies of chemical engineering at Graz University of Technology, as well as environmental system sciences at Karl-Franzens-University Graz. After his dissertation at Graz University of Technology he worked at the Virtual Vehicle Competence Center before he assumed the business management of the Research Center Pharmaceutical Engineering.

Abb. 1/ Fig. 1: Johannes Khinast, Michaela Cibulka, Simone Gritzner, Simon D. Fraser, Thomas K. Klein (v.l.n.r./from left to right).



Abb. 2/Fig. 2

© RCPE

Abb. 2: Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen im Labor des RCPE.

Fig. 2: Employees in the laboratory of the RCPE.

Derzeit kooperiert das RCPE mit 32 Unternehmenspartnern sowie sieben Partnern aus Wissenschaft und Forschung. Die Anzahl der Partner in beiden Bereichen steigt jedoch stetig an, was sich natürlich auch in einer höheren Anzahl an Projekten widerspiegelt. Daher ist das RCPE ständig auf der Suche nach qualifizierten, engagierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die gerne Teil eines sehr jungen und innovativen Teams werden möchten. Diese Projekte bieten auch große Potenziale für Diplomarbeiten bzw. Dissertationen. Mit einer Frauenquote von etwa 40 Prozent nimmt das Unternehmen seinen selbst auferlegten Auftrag im Bereich Gender Mainstreaming sehr ernst.

Neben zahlreichen Publikationen und Fachvorträgen auf internationalen Kongressen konnten bereits drei Patente angemeldet werden, wovon sich zwei im Eigentum des RCPE befinden. Im Bereich Reinraumtechnik wurde eine Methode entwickelt, um mittels Einsatzes antimikrobieller Stoffe mikrobielles Wachstum auf Reinraumkleidung und -equipment zu kontrollieren. Zur Herstellung personalisierter Medikamente wurde ein Dosierverfahren zum Patent angemeldet, mit dem individuelle Wirkstoffmengen auf Papierträger exakt aufgebracht werden können. Im Bereich SWAXS-Analytik wurde eine Methode zur Untersuchung von pharmazeutischen Granulaten entwickelt, mit der Aussagen über Kompressibilität, Auflöseverhalten und Polymorphie der Granulate getroffen werden

that the RCPE takes on its self-appointed obligations within the area of gender mainstreaming seriously.

Besides numerous publications and keynote talks in the course of international congresses, three patents have been registered, two of which are in the possession of the RCPE. In the field of clean-room technology a method has been designed to achieve control over microbial growth on clean-room clothing and equipment by implementing antimicrobial fabric. For the production of personalized drugs, a dosing method allowing the application of individual API carriers made of paper has been designed. In the field of SWAXS analytics, a technique for the prediction of compressibility, dissolution and polymorphism of granules has been developed. Furthermore, an existing patent for a production method of solid artificial nucleic acid particles with high transfection efficacy as well as for the production of drugs with repository effect has been acquired from one of our partners. The management of the RCPE is confident that further patents will follow in the near future.

To summarize, the RCPE is well on the way to become a model company in Graz, contributing to the establishment of Styria as THE region in the area of pharmaceutical process and product development. Beyond that, more than 70 jobs have been created since the start of activities in

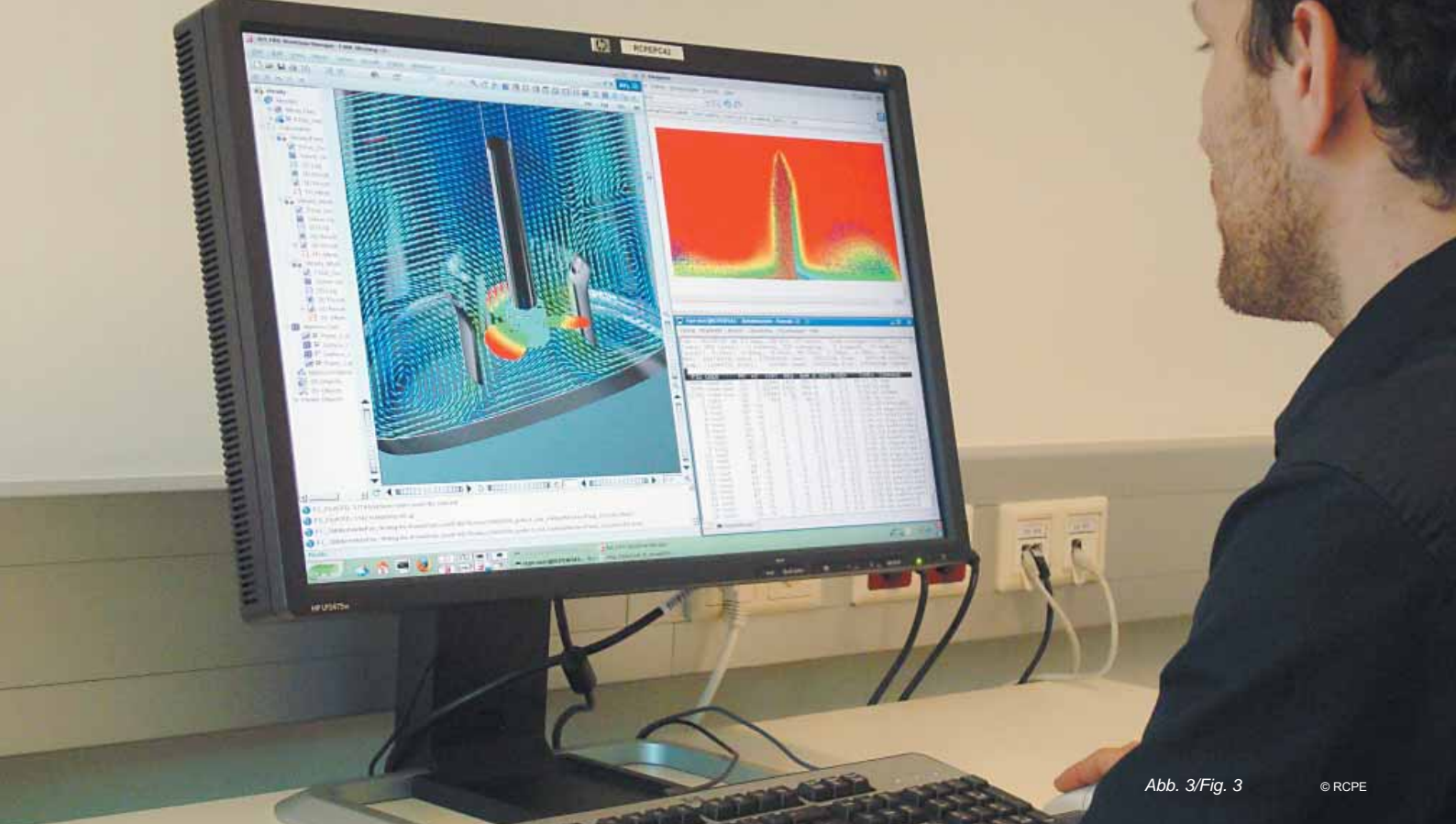


Abb. 3/Fig. 3

© RCPE

können. Weiters wurde von einem unserer Partner ein bestehendes Patent für das Herstellungsverfahren eines stabilen synthetischen Nukleinsäure-Partikels, das eine hohe Transfektionseffektivität ermöglicht und auch zur Herstellung von Arzneimitteln mit Depotwirkung geeignet ist, übernommen. Die Geschäftsführung des RCPE ist zuversichtlich, dass weitere Patente in Zukunft folgen werden.

Dies unterstreicht, dass das RCPE auf dem besten Wege ist, zu einem Vorzeigeunternehmen in Graz zu werden und die Steiermark als DIE Region im Bereich der pharmazeutischen Prozess- und Produktentwicklung zu etablieren. Darüber hinaus konnten seit Zentrumsstart im Jahr 2008 mehr als 70 neue Arbeitsplätze geschaffen werden. In den kommenden Jahren soll die Zahl der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen auf 80 bis 100 gesteigert werden. Somit ist das RCPE bereits heute eines der aufstrebendsten Unternehmen im Großraum Graz.

Ein weiterer Meilenstein in der noch jungen Unternehmensgeschichte wird der vom RCPE mitorganisierte 4th International Congress on Pharmaceutical Engineering. Dieser wird vom 16. bis 18. September 2010 im Rahmen des 8th Central European Symposium on Pharmaceutical Technology (CESPT) in Graz stattfinden. Nähere Informationen zur Teilnahme, zu Themen sowie zur Einreichung von Papers finden Sie unter www.cespt2010.org.

2008. In the years to come, the number of employees should be increased to 80-100. Hence, the RCPE is one of the most aspiring companies in the Greater Graz area.

Another milestone in the young company's history will be the 4th International Congress on Pharmaceutical Engineering, which is co-organized by the RCPE. The congress will take place on September 16-18, 2010 in the course of the 8th Central European Symposium on Pharmaceutical Technology (CESPT) in Graz. For further information regarding participation, topics, and submission of papers, please visit www.cespt2010.org.

Abb. 3: Computergestützte Simulation eines Bioreaktors.

Fig. 3: Computer-aided simulation of a bioreactor.



Der virtuelle Mensch

Humanexperimente im Computer

The Virtual Human

Experiments on Computer-Modelled Humans

Norbert Leitgeb



Norbert Leitgeb ist Leiter des Instituts für Health Care Engineering und der Europaprüfstelle für Medizinprodukte und Mitglied zahlreicher internationaler Gremien. Er beschäftigt sich mit der Entwicklung und Bewertung neuer Methoden zur Gesundheitsversorgung, Patientensicherheit, mit biologischen Wirkungen elektromagnetischer Einflussfaktoren und Risikomanagement sowie mit der Konformitätsbewertung und Marktzulassung von Medizinprodukten. Er schrieb bisher über 260 Fachartikel und mehrere Fachbücher.

Norbert Leitgeb Head of the Institute of Health Care Engineering and the European Notified Body of Medical Devices, and member of numerous international committees. His working fields include the development and assessment of new health care technologies, patient safety, biologic effects of electromagnetic factors, risk management, and the conformity assessment and market approval of medical devices. He has written over 260 scientific papers and several textbooks.

Leistungsfähige Rechenverfahren und detailgetreue numerisch-anatomische Humanmodelle können die aus ethischen und methodischen Gründen problematischen Experimente an lebenden Menschen nicht nur ersetzen, sondern bieten heute zusätzlich faszinierende neue und schmerzfreie Forschungsmöglichkeiten zu Gesundheitsrisiken.

In der medizinischen Diagnostik und Therapie, aber auch im Alltag werden Menschen immer häufiger und immer stärkeren elektrischen und elektromagnetischen Einflussfaktoren ausgesetzt: Elektrische Ströme fließen unbeabsichtigt durch den Körper, wenn während Operationen oder auf Intensivstationen immer mehr Medizingeräte am Patienten angeschlossen sind. In der Chirurgie ermöglichen Hochfrequenzströme blutungsarme Schnitte, niederfrequente elektrische Ströme werden zur Therapie, zur Rehabilitation und in Form tragbarer Geräte zur Langzeitbehandlung chronischer Schmerzen eingesetzt. Elektrische Ströme werden aber auch im privaten Bereich verwendet, z. B. zum Muskelaufbau in Fitness-Centern oder für kosmetische Zwecke zur Körperformung und Reduktion von Fettgewebe. Hochspannungselektroschocks beenden Herzkammerflimmern oder behandeln psychiatrische Erkrankungen, hochfrequente elektromagnetische Felder dienen zur Wärmetherapie und zur Abtötung von Tumorzellen durch lokale Überwärmung, „superstarke“ Magnetfelder, Magnetfeldgradienten und Hochfrequenzimpulse ermöglichen die Abbildung des Körperinneren mit faszinierender Gewebsdifferenzierung und räumlicher Auflösung. Elektromagnetische Wellen werden mithilfe von am Körper getragenen Sendern zur Übertragung akustischer Daten an Hörgeräte oder im Rahmen von Telemedizin, Telemonitoring, Telehomecare und pHealth zur

Powerful computational methods and realistic numerical-anatomical human models not only allow for substituting experiments on living human beings, but also offer additional fascinating new and pain-free possibilities for research on health risks.

In medical diagnostics and therapy as well as in daily life, people are exposed to electric, magnetic and electromagnetic factors with increasing strength and frequency. During surgery or in intensive care units, more and more electromedical devices are simultaneously attached to the body, thus increasing the unintentional flow of electric currents across the body. Radio-frequency electric currents permit bloodless cutting in surgery, and low-frequency electric currents are applied in therapy, rehabilitation and in long-term treatment of chronic pain using devices worn on the body. Electric currents are also used for body building in fitness centres or for cosmetic body-shaping and fat reduction. High-tension electric shocks are used in terminating cardiac fibrillation and in the treatment of psychiatric disorders. Radio-frequency electromagnetic fields are used in thermo therapy and to kill tumour cells by overheating. Super-strong magnetic fields, magnetic gradients and radio-frequency pulses allow imaging of the body with fascinating tissue differentiation and spatial resolution. Emerging technologies apply electromagnetic waves emitted by body-worn transmitters to transmit acoustic signals to hearing aids or in telemedicine to transmit biosignals for telemonitoring, tele-homecare and pHealth. In daily life, technical equipment such as transformers, high-tension power lines, mobile phones, mobile telecommunication base stations and emerging technologies, such as systems for wireless power transmission, radio frequency identification (RFID), WLAN networks, PLAN applica-

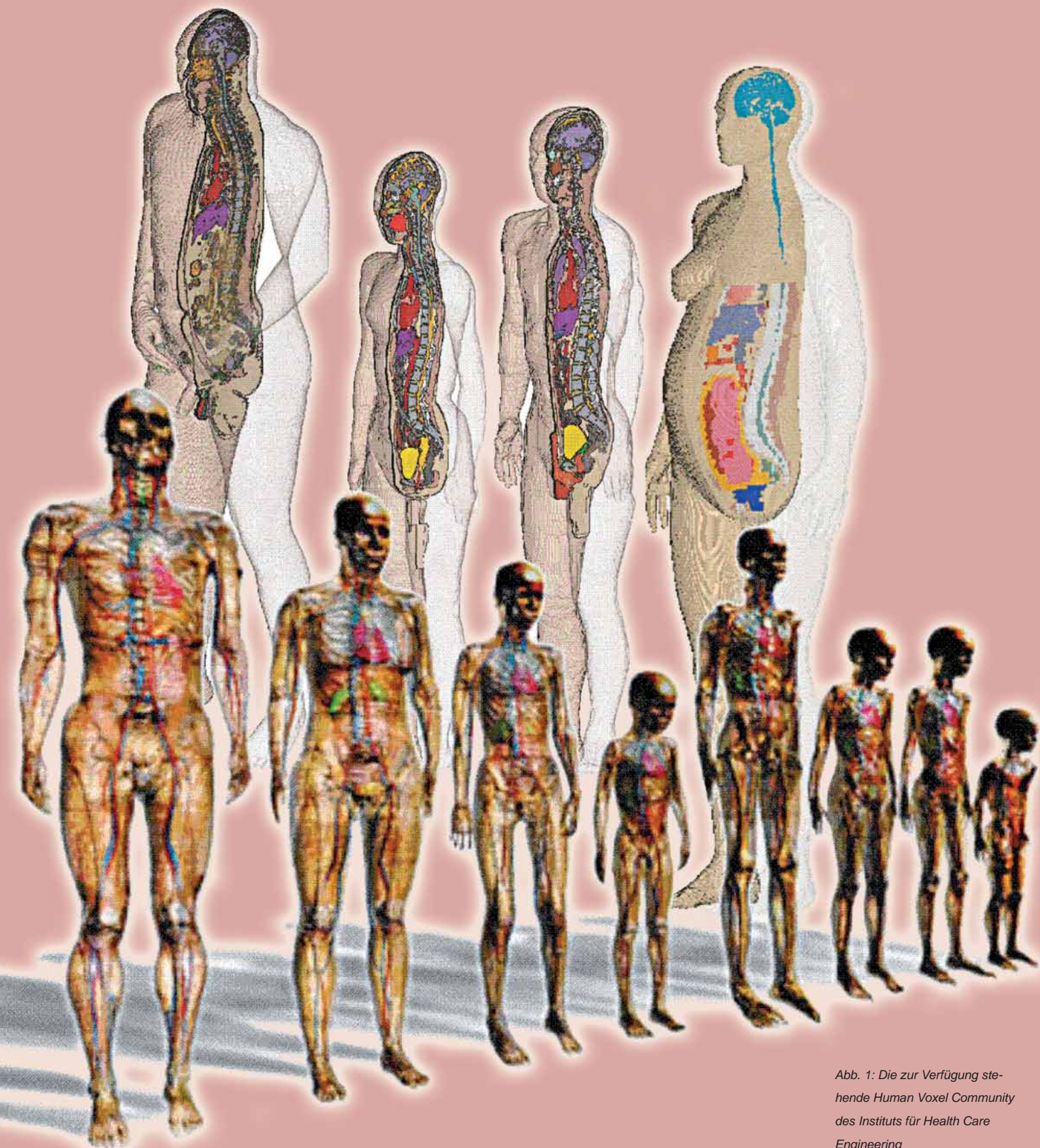


Abb. 1: Die zur Verfügung stehende Human Voxel Community des Instituts für Health Care Engineering

Fig. 1: Numerical-anatomical models of virtual humans.

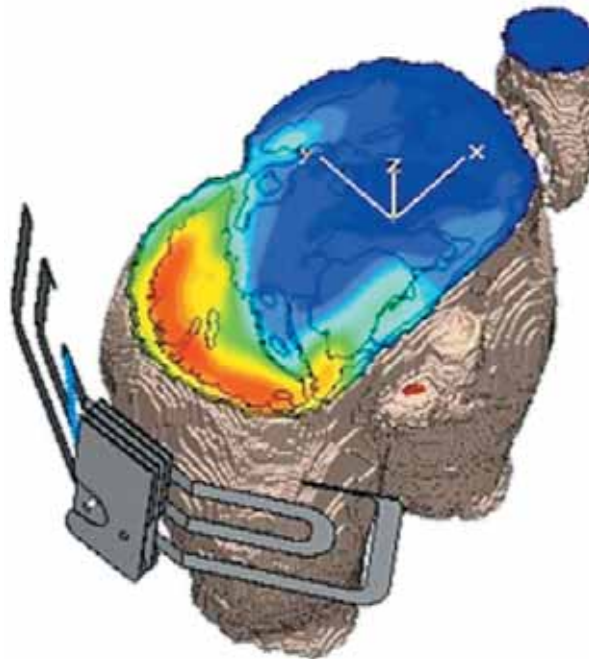


Abb. 3/ Fig. 3

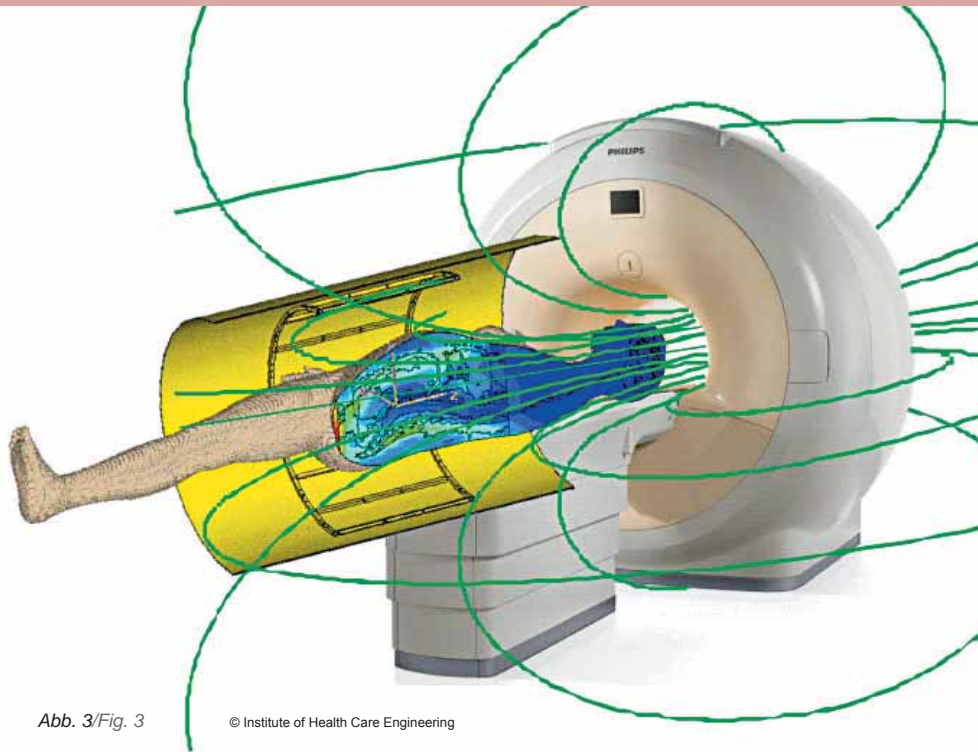


Abb. 2: Gebiete unbeabsichtigter Übererwärmung außerhalb des Behandlungsgebietes bei Wärmebehandlung der Hüfte mit Dezimeterwellen-Diathermie (27MHz).

Abb. 3: Untersuchung der Überexposition des Fötus bei der Untersuchung der Mutter mit Magnetresonanztomografie.

Fig. 2: Unintentionally overheated regions outside the target area during hip treatment with decimeter wave diathermia (27 MHz).

Fig. 3: Investigation of excess foetal exposure during magnetic resonance computer tomographic imaging of the mother.

Überwachung und Übertragung von Biosignalen verwendet.

Im Alltag lösen technische Einrichtungen wie Transformatoren, Hochspannungsleitungen, Handys, Mobilfunkmasten oder neue Technologien wie drahtlose Energieübertragungssysteme, Hochfrequenzidentifikations-(RFID-)Systeme, WLAN-Netze, PLAN-Anwendungen oder Nackscanner für Sicherheitschecks Ängste vor möglichen Gesundheitsschäden aus. Im Bereich der Exekutive stellt sich die Frage nach potenziellen gesundheitlichen Auswirkungen im Zusammenhang mit der Risikoabschätzung und ethischen Rechtfertigung des Einsatzes von neuen Elektroschockwaffen (TASER).

Alle diese Anwendungen haben eines gemeinsam: Sie erfordern die Untersuchung, Quantifizierung und gesundheitliche Bewertung der Wirkungen elektrischer und elektromagnetischer Einwirkungen auf den menschlichen Körper. Derartige Untersuchungen können heute auch ohne ethisch problematische direkte Experimente an Menschen durchgeführt werden, indem modernste leistungsfähige Rechenverfahren und virtuelle Menschen in Form von numerisch-anatomischen Modellen von Menschen eingesetzt werden.

Das Institut für Health Care Engineering verfügt dazu bereits über zahlreiche numerisch-anatomische Humanmodelle von Männern, Frauen, Schwangeren, Jugendlichen und Kindern, in de-

tions and body scanners for security checks trigger concern about potential adverse health effects. In law enforcement, investigations of potential health consequences are required for risk assessment and ethical justification of new electroshock weapons (TASER).

All these applications have one thing in common: they require investigation, quantification and health risk assessment of the impact of electric and electromagnetic factors on human health and safety. Today, such investigations can be performed without the ethical concerns of direct in-vivo experiments on humans by applying the most recent computational methods and virtual humans in the form of numerical-anatomical human models.

The Institute of Health Care Engineering has access to numerous numerical-anatomical human models of adult men and women, pregnant women, juveniles and children, with anatomical details resolved down to a size of 2mm and body tissues differentiated by their related electrical parameters. These virtual humans are derived from the data of real humans and have been developed by the Institute of Health Care Engineering and based on international collaborations provided by institutions from Great Britain, Switzerland, Japan and the USA.

With these facilities the Institute of Health Care Engineering possesses the essential require-

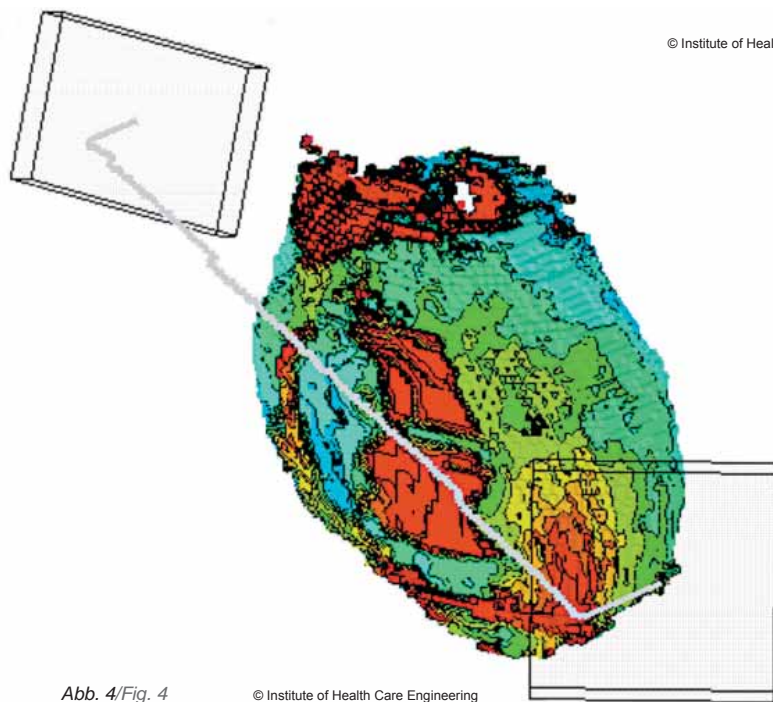


Abb. 4/Fig. 4

© Institute of Health Care Engineering

Abb. 5/Fig. 5

© Institute of Health Care Engineering



nen die anatomischen Details bis auf 2 mm aufgelöst und die Gewebe durch ihre unterschiedlichen elektrischen Gewebeeigenschaften differenziert sind. Die Modelle basieren auf den Daten realer Menschen und wurden teilweise am Institut selbst entwickelt oder ihm aufgrund der internationalen Zusammenarbeit mit Großbritannien, der Schweiz, Japan und den USA zur Verfügung gestellt.

Damit verfügt das Institut für Health Care Engineering über wesentliche Voraussetzungen und das Know-how, um weiterhin im internationalen Spitzenfeld im Bereich der medizinischen Anwendungen, aber auch der Technologiebewertung und Risikokommunikation zu forschen und gesundheitliche Fragestellungen untersuchen zu können, die nicht nur auf den Bereich der Patientensicherheit und der diagnostischen und therapeutischen medizinischen Anwendungen beschränkt sind, sondern auch im Bereich der Energieversorgung, der Telekommunikation, des Handels, der Wirtschaft und der Exekutive auftreten. Die Beiträge des Instituts werden international beachtet und sind in der Zwischenzeit bereits beispielsweise in die Bewertung der Weltgesundheitsorganisation (WHO), der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) und der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) eingeflossen.

ments and the know-how for research at top international level in the area of medical safety technology, technology assessment and risk communication. This allows investigation of health-relevant issues which are not only limited to the broad range of diagnostic and therapeutic medical applications but also include health risk assessment in electric power supply, telecommunications, trade, economy and law enforcement. Contributions of the institute have already gained international recognition, for example, from the World Health Organisation (WHO), the International Commission for Non-Ionising Radiation Protection (ICNIRP) and the International Electrotechnical Commission (IEC).

Abb. 4: Verteilung der elektrischen Stromdichte an der Oberfläche des Herzens bei Defibrillation.

Abb. 5: Exposition des Körperinneren durch elektrische Stromdichten, die durch das Zusammenwirken des elektrischen und magnetischen Feldes einer Hochspannungsleitung verursacht wurden.

Fig. 4: Distribution of the intra-corporal electric current density along the cardiac surface during defibrillation.

Fig. 5: Exposure of the body to electric current densities induced by synergetic interaction of electric and magnetic fields from high-tension power lines.

Dem Stand-by-Verbrauch auf der Spur

Im EU-Projekt SELINA werden 6.000 Elektrogeräte untersucht

On the Tracks of Standby Power Consumption

EU project SELINA tests 6,000 appliances

René Braunstein, Christian Elbe, Martin Lindinger, Ernst Schmautzer



René Braunstein ist Universitätsassistent am Institut für Elektrische Anlagen. Seine Forschungsschwerpunkte sind Elektrische Energieeffizienz, alle Bereiche der elektromagnetischen Beeinflussung, Optimierung und Power Quality.

René Braunstein is a scientific assistant at the Institute of Electrical Power Systems. His research activities are electrical energy efficiency, all kinds of electromagnetic interferences, optimization and power quality.

Abb. 1: Stand-by-Verluste von Neugeräten werden seit 2010 durch eine EU-Richtlinie beschränkt. Das Projekt SELINA überprüft die Einhaltung dieser Grenzwerte an Elektrogeräten im Fachhandel.

Fig. 1: Standby losses of new appliances have been restricted since 2010 by a new EU Directive. The SELINA project is checking adherence to these legal limits on electrical appliances in the electrical trade.

Vor einigen Monaten startete im Rahmen des EU-Programms „Energy Intelligence for Europe“ (IEE) das Projekt SELINA (Standby and Off-Mode Energy Losses In New Appliances), an dem auch das Institut für Elektrische Anlagen maßgeblich beteiligt ist. Ziel dieses Projekts ist es, die Stand-by- und Off-Mode-Verluste von Haushalts- und Bürogeräten innerhalb des EU-Marktes zu untersuchen.

Unter Stand-by- und Off-Mode-Verlusten versteht man den Energieverbrauch von Elektrogeräten, die entweder abgeschaltet, aber nicht vollständig von der Stromversorgung getrennt sind, oder sich in einem niedrigen Energieverbrauchsmodus befinden, in dem die Geräte nicht ihre Hauptfunktion ausführen. Von der International Energy Agency (IEA) wird prognostiziert, dass die Stand-by- und Off-Mode-Verluste in den nächsten Jahren stark zunehmen werden. Prozentuell gesehen werden in den Bereichen Stand-by- und Off-Mode die höchsten Zuwächse erwartet.

Um dem steigenden Stromverbrauch von Elektrogeräten im Stand-by- und Off-Mode-Betrieb entgegenzuwirken, wurde von der EU im Dezember 2008 eine Verordnung in Hinblick auf die Ökodesign-Richtlinie erlassen, die Stand-by-Leistungen von Elektrogeräten ab 2010 beschränkt. Zunächst wird die Stand-by-Leistung für die unter die Verordnung fallenden Geräte auf 1 Watt beschränkt. Ab 2013 erfolgt in einer zweiten Phase eine Reduzierung dieses Limits auf 0,5 Watt.

Das Projekt SELINA

Das strategische Hauptziel des Projekts SELINA ist eine Markttransformation, welche zu einer wesentlichen Verminderung von Stand-by- und Off-Mode-Verlusten führen soll. Dies beinhaltet sowohl die Erhöhung des Anteils energieeffizienter Geräte auf dem Markt und in privaten Haus-

A new Energy Intelligence for Europe (IEE) project has taken off: the SELINA project. SELINA stands for Standby and Off-Mode Energy Losses In New Appliances Measured in Shops. This project aims to characterize the standby and off-mode power consumption of new electrical and electronic household and office equipment on the EU market.

Standby and off-mode losses are defined by a low-energy consumption mode in which the devices do not perform their main function or a mode in which the devices are switched off but still consuming electrical energy. The International Energy Agency (IEA) predicts that the standby and off-mode losses will increase in the next years. In January 2010 the EC Regulation (EC 1275/2008) on standby and off-mode electric consumption of electrical and electronic household and office equipment came into force. This law prohibits a standby consumption higher than 1 W for all electrical appliances on the market. In a second phase (2013), this limit will be lowered to a maximum of 0.5 W.

The SELINA project

The main strategic objective of the project is the market transformation leading to a very substantial reduction of standby and off-mode consumption. This includes increasing the share of energy-efficient appliances in the market and in households, as well as the removal of inefficient equipment from the market. A key goal of the proposed actions is to identify effective market transformation policies targeted at all the key stakeholders involved in the manufacture, sales and operation of appliances with standby and off-mode losses. A result of the project should be the identification of policy recommendations for the EU – in line with Energy using Products (EuP), European Commission Codes of Conduct and



Abb. 1/Fig. 1
© iStockphoto.com/celbe

halten als auch die Verdrängung ineffizienter Geräte vom Markt. Um auch in Zukunft die Stand-by-Verluste so weit wie möglich zu reduzieren, ist ein weiteres wichtiges Ziel der geplanten Aktivitäten die Identifikation effektiver politischer Instrumente und Maßnahmen zur Unterstützung der Markttransformation. Dabei sollen alle relevanten Akteure, die mit der Herstellung, dem Verkauf und der Nutzung von Geräten mit Stand-by- und Off-Mode-Verlusten involviert sind, miteinbezogen werden. Sowohl Empfehlungen auf Ebene der EU, die im Einklang mit bereits eingeleiteten Aktivitäten wie der Ökodesign-Richtlinie, freiwilligen Vereinbarungen zwischen der EU-Kommission und Herstellern sowie dem Energy Star stehen, als auch Empfehlungen für nationale Entscheidungsträger, Hersteller und Händler werden dabei erarbeitet. Auch eine Veränderung des Verbraucherverhaltens beim Kauf und der Nutzung dieser Geräte wird angestrebt. Um den Kunden energieeffizientere Produkte näherzubringen und Kaufentscheidungen zu unterstützen, wird ein Leitfaden mit Kennwerten und Ratschlägen bezüglich Kauf und Betrieb der Geräte entwickelt. Um Haushaltsgeräte untereinander sowie deren Wirtschaftlichkeit besser vergleichen bzw. ermitteln zu können, wurde vom Institut für Elektrische Anlagen im Zuge des SELINA-Projekts das „Energy Savings Evaluation Tool“ erstellt. Die für das Projekt notwendigen Messungen werden, unter der Koordination der Universität Coim-

Energy Star activities – as well as to provide support to national officials, manufacturers and the experts related to standby consumption. Furthermore, an increased awareness of consumers leading to an improvement of consumer's behaviour in the selection and operation of electricity-consuming equipment should be achieved. For the comparison of electrical appliances and the determination of their profitability, an “Energy Savings Evaluation Tool” was developed by the Institute of Electrical Power Systems of Graz University of Technology in the course of the project. For these goals, a specific methodology for taking measurements in shops has been developed. The project manager is Prof. Almeida from the University of Coimbra. Now, in several shops in 12 European countries, the measurement campaign is taking place. In total, 6,000 appliances will be measured. Today, 21% of these registrations have already been carried out. The Institute of Electrical Power Systems of Graz University of Technology has already carried out all the measurements with the help of interested students. Of all products measured so far, 84 % consume less than 1W while in off-mode. In the passive standby mode, their number is lower: 77 %. The graph also shows the present compatibility with the 2013 standard. In off-mode, 70 % consumes less than 0.5 W. In passive standby, 52 % perform below the future 2013 standard. The worst performers in terms of low-mode energy use are



Christian Elbe ist Projektassistent am Institut für Elektrische Anlagen. Seine Forschungsschwerpunkte sind Elektrische Energieeffizienz und elektromagnetische Verträglichkeit.

Christian Elbe is a research assistant at the Institute of Electrical Power Systems. His research activities are electrical energy efficiency and electromagnetic compatibility.



Martin Lindinger ist Projekt-assistent am Institut für Elektrische Anlagen. Seine Forschungsschwerpunkte sind Elektrische Energieeffizienz, niederfrequente elektromagnetische Beeinflussungen und Erdungsmessungen.

Martin Lindinger is a research assistant at the Institute of Electrical Power Systems. His research activities are electrical energy efficiency, low frequency electromagnetic interferences and measurements of earthing systems.

bra, in Fachgeschäften der zwölf am Projekt beteiligten Partnerländer durchgeführt. Insgesamt sollen rund 6.000 Elektrogeräte gemessen werden. Am Institut für Elektrische Anlagen wurden dank der Mitarbeit interessierter Studierender bereits 100 Prozent der geplanten Messungen durchgeführt.

Die bisherigen Messergebnisse zeigen, dass 84 Prozent der untersuchten Elektrogeräte im Off-Mode-Betrieb weniger als 1 Watt verbrauchen, also bereits im Jahr 2009 ein Großteil der Elektrogeräte die vorgegebenen Grenzwerte der EU einhalten, wie in Abbildung 2 zu sehen ist. Mit 77 Prozent etwas geringer fällt dieser Anteil im Stand-by-Betrieb aus (Abbildung 2). Auch der erst ab 2013 gültige Grenzwert von 0,5 Watt wird nach den Messungen im Off-Mode-Betrieb bereits von 70 Prozent der Elektrogeräte eingehalten bzw. unterschritten. Im Stand-by liegt dieser Anteil bei rund 50 Prozent. Die Elektrogeräte mit dem höchsten durchschnittlichen Stand-by-Verbrauch sind PCs, Stereoanlagen und Set-Top-Boxen.

Stand-by-Verbrauch von Haushaltsgeräten

Eine Berechnung des aktuellen Stand-by-Verbrauchs von Haushaltsgeräten in Österreich wurde im Jahr 2009 am Institut für Elektrische Anlagen der TU Graz, basierend auf Daten der E-Control GmbH und Statistik Austria, durchgeführt. Für einen durchschnittlichen österreichischen Haushalt ergeben sich Stand-by- und Off-Mode-Verluste von rund 230 kWh im Jahr. Bei einem angenommenen Preis von 0,18 Euro je kWh entspricht dies jährlichen Kosten von rund 41 Euro. Hier ist allerdings zu beachten, dass der Stand-by-Verbrauch eines individuellen Haushalts auch deutlich von diesen Durchschnittswerten abweichen kann. Dies kann einerseits am jeweiligen Benutzerverhalten sowie andererseits auch an der Geräteausstattung des Haushalts

computer speakers, stereo installations and set-top boxes.

Apart from the measurement campaign, a survey is also being carried out. It asks about the awareness of shop personnel regarding energy consumption of the appliances they sell. The goal of the survey is to make sales people more conscious about the energetic performance of the products they sell.

Standby power consumption of domestic appliances

An estimation of the current standby power consumption of domestic appliances was calculated by the Institute of Electrical Power Systems of the University of Technology Graz in 2009. The calculations were based on data from the E-Control GmbH and Statistik Austria. The results show that an average household has standby and off-mode losses of about 230 kWh per year. Energy costs of € 0.18 per kWh result in annual costs of about € 41. However, this average value can deviate considerably in individual households due to user behaviour and variation of equipment of electrical appliances. In particular, certain electrical appliances, such as wireless modems, have very high standby power consumptions. This leads to costs of more than € 100 per year. To find out the actual standby power costs accurately, power measurement devices which are designed to measure low power consumptions are necessary. "Low cost power meters" often show large deviations regarding the actual standby power consumption. The overall standby losses of all Austrian households are about 811 GWh. This is approximately the average output of the "Donaukraftwerk Jochenstein" power station.

The aforementioned EU regulation that limits the standby and off-mode power consumption is going to unfold its full potential in the next years as old electrical appliances have to be replaced by

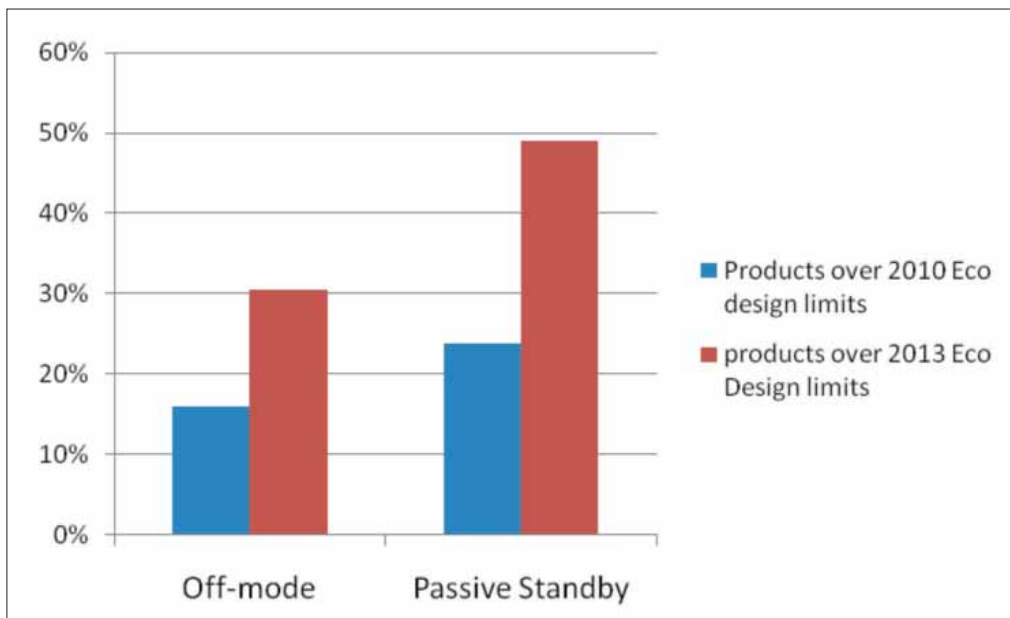


Abb. 2/ Fig. 2

© Institut für Elektrische Anlagen/Institute of Electrical Power Systems

liegen. Insbesondere weisen bestimmte Elektrogeräte, wie etwa WLAN-Modems, einen sehr hohen Stand-by-Verbrauch auf. So können, abhängig vom Benutzerverhalten und der Geräteausstattung, durchaus Stand-by-Kosten von weit über 100 Euro pro Jahr auftreten. Um den genauen Stand-by-Verlusten auf die Spur zu kommen, sind Leistungsmessgeräte notwendig, die speziell auf die Messung von Stand-by-Leistungen ausgelegt sind und insbesondere diese kleinen Leistungen exakt messen können. „Billig-Leistungsmessgeräte“ weisen oft hohe Abweichungen zum tatsächlichen Stand-by-Verbrauch auf. Insgesamt ergeben sich für das Jahr 2008 Gesamtverluste aller österreichischen Haushalte von etwa 811 GWh. Dies entspricht in etwa dem Regelarbeitsvermögen des Donau-Kraftwerkes Jochenstein.

Die bereits erwähnte EU-Verordnung zur Beschränkung der Stand-by- und Off-Mode-Leistungen wird erst in einigen Jahren ihre volle Wirkung entfalten, da Altgeräte erst durch energieeffiziente Neugeräte ersetzt werden müssen. Somit verbleiben für energiebewusste Konsumenten bis dahin nur die Maßnahmen „Steckerziehen“ oder das Sammeln und Berücksichtigen von detaillierten Informationen zum Gesamtstromverbrauch im Falle einer Neuanschaffung. Da Elektrogeräte im Betrieb wesentlich mehr Energie benötigen und der Stand-by-Verbrauch durch Richtlinien der EU beschränkt wird, muss das Hauptaugenmerk daher in Zukunft beim Neukauf auf effizientere Elektrogeräte mit niedrigem Gesamtstromverbrauch bzw. bestem Energielabel (A++) gelegt werden. Informationen zum Projekt SELINA unter www.selina-project.eu.

energy-efficient ones. In the meantime, energy-conscious consumers can unplug their electrical devices and consider total electricity consumption when buying. As most electrical appliances require more energy during operation than in standby mode, which is restricted by the EU directives, the main focus of customers has to be on new efficient electrical appliances with very low total power consumption and accordingly the best energy label (A++).

More information on the SELINA project can be found at www.selina-project.eu.



Ernst Schmutzner ist Arbeitsgruppenleiter am Institut für Elektrische Anlagen. Seine Forschungsgebiete erstrecken sich von der klassischen Beeinflussung über elektromagnetische Felder, Sicherheit und Schutzmaßnahmen in Elektrischen Anlagen und Netzen bis zum effizienten Einsatz der elektrischen Energie.

Ernst Schmutzner is a senior researcher at the Institute of Electrical Power Systems. His main research interests are low frequency electromagnetic fields, EMC, EMI, grounding problems and protection measures, and the efficient use of electrical energy.

Abb. 2: Anteil der Elektrogeräte, die die Grenzwerte unter der EU-Ökodesign-Richtlinie (EG 1275/2008) bei den im Rahmen des EU-Projekts SELINA bisher durchgeführten Messungen überschreiten.

Fig. 2: Compatibility of appliances' low-power consumption with the EC 1275/2008 limits.

Fünf Jahre NAWI Graz – Kooperation statt Konkurrenz

Five Years of NAWI Graz – Co-operation Instead of Competition

Frank Uhlig



Frank Uhlig ist Leiter des Instituts für Anorganische Chemie, Dekan der Fakultät für Technische Chemie, Verfahrenstechnik und Biotechnologie und gemeinsam mit Martin Mittelbach (KFU) als Dekan für das NAWI Graz-Projekt verantwortlich.

Frank Uhlig is head of the Institute of Inorganic Chemistry, dean of the Faculty of Technical Chemistry, Chemical and Process Engineering and Biotechnology, and together with Martin Mittelbach (KFU), is responsible for the NAWI Graz project as dean.

Dreizehn neue Studien, ein Drittmittelplus von knapp 22 Prozent und mehr als 70 gemeinsam durchgeführte Forschungsprojekte – NAWI Graz zieht seine Erfolgsbilanz über die ersten fünf Jahre. Die naturwissenschaftliche Kooperation von TU Graz und Karl-Franzens-Universität hat sich zum Best-Practice-Modell der österreichischen Hochschullandschaft entwickelt und wird bis 2012 erweitert.

NAWI Graz bedeutet gemeinsame Lehre, Forschung und Doktoratsprogramme im Bereich der Naturwissenschaften am Wissenschaftsstandort Steiermark. Die TU Graz und die Karl-Franzens-Universität haben mit diesem Vorzeigeprojekt einen Meilenstein in ihrer Geschichte gesetzt. Zum ersten Mal gingen zwei österreichische Universitäten eine umfassende strategische Kooperation ein, um ein gemeinsames Ziel zu verfolgen: die naturwissenschaftliche Forschung und Lehre in Graz sowohl zu stärken als auch auszubauen.

Der Schulterschluss in den Bereichen Biowissenschaften, Chemie, Geowissenschaften und Mathematik erhöhte den Fluss an Bundesmitteln nach Graz. Vom Wissenschaftsministerium als Best-Practice-Modell interuniversitärer Initiativen in Österreich bezeichnet, honorierte und honoriert auch weiterhin die Hochschulpolitik diese zukunftsweisende Kooperation von 2005 bis vorerst 2012 mit mehr als 25 Millionen Euro. Im Zuge der Standortstärkung haben NAWI Graz-Forscherinnen und Forscher allein bis 2009 Drittmittel in der Höhe von insgesamt mehr als 62 Millionen Euro eingeworben.

Gemeinsame Bachelor- und Masterstudien bilden eine wesentliche Säule der Kooperation NAWI Graz. Gegenwärtig nutzen mehr als 2.300 Studierende das Angebot von derzeit dreizehn NAWI Graz-Studien.

Erhebliche Mittel wurden und werden sowohl in die Verbesserung der Lehrinfrastruktur als auch

Thirteen new study programmes, a surplus of third-party funds to the tune of almost 22 percent and more than 70 shared research projects – NAWI Graz takes stock over the first five years. The co-operation between Graz University of Technology and Karl-Franzens-University Graz in the field of natural sciences has developed into a best-practice model of the Austrian academic landscape and is being extended till 2012.

NAWI Graz means shared teaching, research and doctoral programmes in the field of the natural sciences at the science location Styria. Graz University of Technology and Karl-Franzens-University Graz have laid a milestone in their histories in the form of this flagship project. For the first time ever, two Austrian universities entered into a strategic co-operation to pursue a common goal: to strengthen and expand research and teaching in the field of the natural sciences in Graz.

This solidarity in the areas of biomedical sciences, chemistry, geosciences and mathematics has increased the flow of federal funds to Graz. Lauded as a best-practice model of inter-university initiatives in Austria by the Ministry of Science, university policy has rewarded and continues to reward this pioneering co-operation with more than 25m euros from 2005 to 2012, to start with. In the course of strengthening the location, NAWI Graz researchers have attracted third-party funds to the amount of 62m euros up to 2009 alone.

Shared bachelor's and master's programmes form an important pillar of co-operation in NAWI Graz. At the moment, more than 2,300 students are taking advantage of the 13 NAWI Graz programmes currently on offer. Considerable funds have been and continue to be invested in the improvement of both the teaching infrastructure and the teacher-student ratios. Students have profited from this collaboration in the form of optimum su-



© NAWI Graz

des Lehrenden-Studierenden-Verhältnisses investiert. Studierende profitieren von dieser Zusammenarbeit durch beste Betreuung und mit modernen Geräten ausgestatteten Laborplätzen seit dem Studienjahr 2006/2007. Das Laborplatzangebot konnte fast verdoppelt werden (> 400 Laborplätze). Damit war es überhaupt möglich, Lehrveranstaltungen im benötigten Ausmaß für die stark gestiegene Anzahl der Studierenden anbieten zu können.

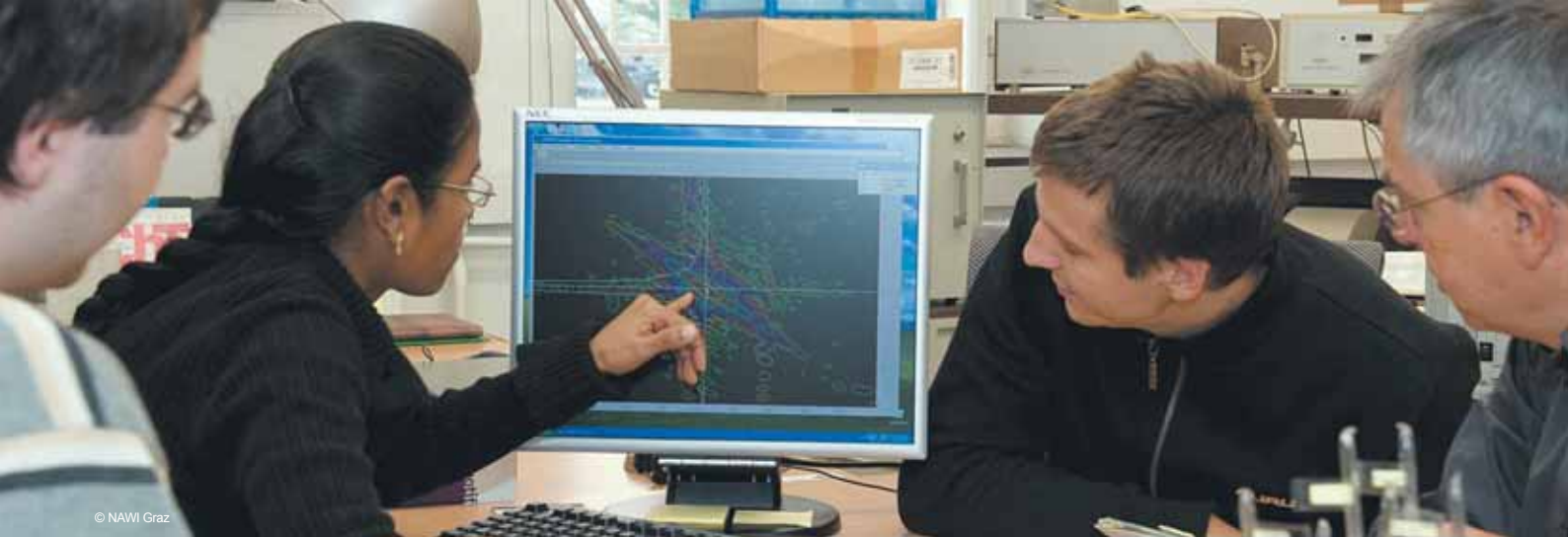
Durch die Abstimmung der Aktivitäten von TU Graz und Karl-Franzens-Universität Graz ist eine Nutzung der Ressourcen beider Universitäten möglich. Das interuniversitäre Studienangebot ist dadurch äußerst attraktiv für die Studierenden. Doppelangebote in der Lehre wurden vollständig bereinigt: Lehrveranstaltungen werden am Standort nur einmal (entweder an einem Standort gemeinsam oder jährlich alternierend) angeboten. Mit einem Budgetplus von nur 5,5 Prozent in den NAWI Graz-Fachgebieten können so ca. 25 Prozent mehr Studierende betreut werden.

Im Zuge des strategischen Schulterschlusses sind die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler beider Universitäten noch enger zusammengedrückt, auch wenn in einigen Bereichen sicher noch nicht alle Möglichkeiten ausgeschöpft werden. Durch die Kooperation NAWI Graz steht somit eine kritische Masse an Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern am Standort zur Verfügung, die breit gefächerte Kompetenzen sowohl hin-

pervision und laboratory places equipped with modern apparatus since the 2006/2007 academic year. Provision of laboratory places has almost doubled (>400 lab places). Only in this way has it been possible to provide the necessary amount of courses for the sharp rise in student numbers. Through the co-operation of activities between Graz University of Technology and Karl-Franzens-University Graz, resources of both universities can be made use of. This has made the interuniversity study programmes very attractive to students. Double entries in the list of courses have been completely removed. Courses are now only offered once at one location (either together at one university or in alternating years). With a budget surplus of only 5.5 percent in NAWI Graz subject areas, approx. 25 percent more students can be supervised.

In the course of this strategic solidarity, the scientists of both universities have moved still closer together, even though not all possibilities have been exhausted in a few areas. The NAWI Graz co-operation has allowed a critical mass of scientists to be locally available who combine in themselves a broad spectrum of expertise regarding both the subjects involved and the orientation (knowledge or application oriented).

In the field of research infrastructure, NAWI Graz goes down a very clear route. Expensive infrastructural apparatus for local scientific research is acquired by means of shared applications. Only



© NAWI Graz

sichtlich der involvierten Fächer als auch der Ausrichtung (erkenntnis- oder anwendungsorientiert) in sich vereint.

Im Bereich der Forschungsinfrastruktur geht man in NAWI Graz einen ganz klaren Weg. Über *gemeinsame* Anträge wird es ermöglicht, aufwendige apparative Infrastruktur für die naturwissenschaftliche Forschung am Standort zu schaffen. Nur durch NAWI Graz können dringend benötigte Großgeräte angeschafft werden, die über das Globalbudget nicht finanziert werden können. Dabei steht, insbesondere in den kommenden drei Jahren, die Etablierung sogenannter „Central Labs“ im Vordergrund, die hochwertige wissenschaftliche Geräte unter Vermeidung von Duplizitäten an einem Ort zur Verfügung stellen. Im Jahr 2008 wurde mit dem Central Polymer Lab (CePoL) ein erster Schritt gesetzt. Weitere derartige Einrichtungen sollen folgen.

Die Ausbildung von exzellenten Nachwuchsforscherinnen und -forschern und hochqualifizierten Führungskräften für Wissenschaft und Wirtschaft erfolgt in der „NAWI Graz Advanced School of Science“ (GASS). Ziel ist die Etablierung eines Grazer „Centers of Excellence“, das Forschung und Lehre ideal und optimal verbindet. Innovationen im Schnittfeld zwischen erkenntnisorientierter und anwendungsorientierter Forschung können so maßgeblich gefördert werden.

Die Doktoranden und Doktorandinnen sind in interuniversitäre Doktoratsschulen eingebunden und profitieren von der Betreuung durch Lehrende und Forschende beider Universitäten. Einen weiteren bedeutenden Teil der GASS stellen die interuniversitären Doktoratskollegs (DK) und Spezialforschungsbereiche (SFB) im Umfeld von NAWI Graz dar.

Weiter auf dem Erfolgsweg

„Die Zusammenarbeit hat die Naturwissenschaftler in Graz international sichtbarer gemacht“,

through NAWI Graz can urgently required large-scale equipment, which cannot be funded by means of the global budget, be procured. With respect to this, especially in the next three years, focus will be on establishing so-called “central labs”, which will provide local high-grade scientific appliances in one location without duplicating them. A first step in this direction was taken in 2008 with the Central Polymer Lab (CePoL). More of these kinds of facilities are to follow.

The training of an excellent new generation of researchers and highly qualified managers for science and business takes place in the “NAWI Graz Advanced School of Science” (GASS). The goal is the establishment of a Graz centre of excellence which optimally combines research and teaching. Innovations at the intersection between knowledge-oriented and application-oriented research can be largely promoted in such a way.

Doctoral candidates are integrated in the inter-university doctoral schools and profit from supervision from the teaching staff of both universities. Another important part of GASS is the inter-university Doctoral Programme (DK) and special research areas (SFB) in the context of NAWI Graz.

Further along the road to success

“The collaboration has brought about more international visibility to the natural sciences in Graz”, summed up both rectors, Graz University of Technology Rector Hans Sünkel and Karl-Franzens-University Graz Rector Alfred Gutschelhofer, in a joint statement recently at a press conference. NAWI Graz thus forms a central pillar at both universities of the 2010 to 2012 performance agreement with the Ministry of Science.

- Over the next three years, an expansion of other programmes is planned, among others in the environmental system sciences, space science, biomedical sciences and mathematics.



wurde von den beiden Rektoren, TU Graz-Rektor Hans Sünkel und Karl-Franzens-Universität-Graz-Rektor Alfred Gutschelhofer unlängst auf einer Pressekonferenz bilanziert. NAWI Graz bildet daher auch an beiden Universitäten eine zentrale Säule der Leistungsvereinbarung 2010 bis 2012 mit dem Wissenschaftsministerium:

- In den kommenden drei Jahren ist der Ausbau mit weiteren gemeinsamen Studien, unter anderem in den Umweltsystemwissenschaften, den Weltraumwissenschaften, den Biowissenschaften und in der Mathematik, geplant.
 - In enger Partnerschaft sind ebenso der Ankauf neuer Großgeräte sowie die gemeinsame Besetzung von Professuren vorgesehen.
 - Eine gemeinsame virtuelle Bibliothek, die Zugriffe auf kostenintensive internationale Publikationen erleichtert und verbessert, soll ebenfalls bis 2012 verwirklicht werden.
 - Um die Kompetenzen am Standort möglichst vollständig einzubinden, werden Forscherinnen- und Forschergruppen der Pharmazie, Biologie (KFU) und Verfahrenstechnik (TU Graz) in Lehre und Forschung an NAWI Graz herangeführt.
 - Durch den weiteren Ausbau eines finanziellen Anreizsystems sollen die Forscherinnen und Forscher an beiden Universitäten in Zukunft noch stärker angeregt werden, gemeinsame Forschungsverbundprojekte zu beantragen.
- Acquisition of new large-scale appliances and the collective appointment of professorships is envisaged in close co-operation.
 - A shared virtual library which improves and facilitates access to cost-intensive international publications is also meant to be implemented by 2012.
 - In order to integrate local expertise as thoroughly as possible, researchers and research groups in pharmacy, biology (KFU) and chemical and process engineering (TU Graz) in teaching and research will be introduced to NAWI Graz.
 - By further expanding the financial incentive system, researchers at both universities should be motivated more strongly to apply for shared research projects in the future.

To sum up, NAWI Graz has contributed to the important further development of the science location Graz. Not only Austrian wide, NAWI Graz is also the most successful inter-university co-operation in research, teaching and infrastructure throughout the German-speaking area.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass NAWI Graz zu einer bedeutenden Weiterentwicklung des Wissenschaftsstandortes Graz geführt hat. Die Kooperation ist derzeit nicht nur österreichweit, sondern auch im deutschsprachigen Raum die erfolgreichste interuniversitäre Kooperation in Forschung, Lehre und Infrastruktur.

Neue K-Projekte an der TU Graz

New K-Projects at Graz University of Technology

Am 25. Februar 2010 wurden weitere K-Projekte im Rahmen des Kompetenzzentren-Programms COMET bewilligt. Die TU Graz sticht durch zahlreiche Beteiligungen hervor, sei es federführend als Konsortialleiter oder als wissenschaftlicher Partner.

TU Graz als Konsortialführer:

ECO-PowerDrive (Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik): Das übergeordnete Ziel von ECO-PowerDrive ist, einen signifikanten Beitrag zur „Ökologisierung“ von Kleinmotorenanwendungen (z. B. Motorsäge), Zweirädern, Freizeitfahrzeugen sowie verwandten Produkten zu leisten. Das Forschungsprogramm konzentriert sich auf die Entwicklung von Technologien zur Minimierung der Schadstoff- und CO₂-Emissionen sowie auf die Untersuchung von Hybrid-Konzepten. Thematische und technologische Synergien werden verwendet, um wettbewerbsfähige und kosteneffiziente Methoden, Technologien und Werkzeuge entwickeln zu können.

JOIN 4+ (Institut für Werkstoffkunde und Schweißtechnik): In JOIN 4+ werden zwei sich ergänzende Schwerpunkte untersucht. Zum einen werden hochfeste Stähle im Zentrum der Betrachtung liegen. Ziel ist es, die Tragfähigkeit von geschweißten Bauteilen zu erhöhen. Dazu werden Versagensmechanismen und Schweißprozesse detailliert untersucht. Im zweiten Schwerpunkt stehen die Fügeprozesse als solche im Mittelpunkt. Unter anderem sollen hybride Strukturen durch kombinierten Form- und Stoffschluss realisiert werden. Der Prozess des Rührreibschweißens wird weiter entwickelt bzw. die Anwendbarkeit des Prozesses für Stahl auf Robotern untersucht. In einem weiteren Teilprojekt wird der konventionelle Prozess der Kettenfertigung einem sehr innovativen Prozess gegen-

On 25 February 2010, more new K-projects were approved in the framework of the COMET Competence Centre programme. Graz University of Technology stands out due to its numerous participations, either in a leading role as consortium head or as scientific partner.

Graz University of Technology as leader of consortium:

ECO-PowerDrive (Institute for Internal Combustion Engines and Thermodynamics): The overall goal of ECO-PowerDrive is to make a significant contribution to the “greening” of Small Off-Road Engines (SORE), Powered 2-Wheelers (PTW), recreational products and related applications. The research program focuses on the development of technologies for the minimisation of gaseous emissions and CO₂ as well as on the exploration of hybrid-powertrain concepts. Thematic and technological synergies will be used to enable the development of common usable innovative methods, technologies and tools which will be cost effective and thus competitive.

JOIN 4+ (Institute for Materials Science and Welding): Two core areas will be examined in JOIN 4+. On the one hand, high-strength steel will be in the focus of consideration. The aim is to increase the load carrying capacity of welded components. For that purpose failure mechanisms and welding processes will be examined in detail. The second focus will be on joining processes. Amongst others, hybrid structures shall be realised through combined form fit and metallic continuity. The process of friction stir welding will be further developed and the applicability of the process for steel will be assisted by robots. In a further sub-project the conventional process of chain fabrication will be compared to a very innovative process with the aim to improve consid-



© TU Graz/Bergmann

übergestellt, mit dem Ziel, beide Prozesse wesentlich zu verbessern und damit eine höhere Zuverlässigkeit in der Fertigung zu erreichen.

Softnet II (Institut für Softwareentwicklung):

Das Forschungsprogramm Softnet II adressiert qualitätsbezogene Herausforderungen in der modernen Softwareentwicklung – dies reicht vom Nutzbarmachen von implizitem Ingenieurwissen über Methoden, Techniken und Tools, von der kundenspezifischen Adaption von Testautomatisierung, der tool-gestützten Überwachung von Qualitätszielen und der Entwicklung des Softwarequalitätsstatus bis hin zur Wiederverwendbarkeit von QS-Methoden im Kontext von Softwareproduktlinien und neuerdings aufkommenden Vehicle-to-Vehicle-Architekturen. Das Herzstück von Softnet II, das „Continuous Defect Forecasting and Detection“-Projekt, integriert Modelle zur Fehlervorhersage mit modernen Testtechniken.

TU Graz als wissenschaftlicher Partner:

BioPersMed (Institut für Medizintechnik): Das Ziel von BioPersMed ist die Identifizierung krankheitsspezifischer Biomarker (z. B. genetische, immunologische, metabolische) in den medizinischen Bereichen Endokrinologie, Herz-Kreislauf- und Lebererkrankungen. Mithilfe von neuesten Technologien und Hightech-IT-Lösungen sollen innovative personalisierte Diagnostikmethoden entwickelt werden. BioPersMed baut auf der Infrastruktur der größten klinischen Biobank Europas (Biobank Graz) auf.

AdvAluE (Institut für Fahrzeugsicherheit):

Forschungsziele im Rahmen von AdvAluE sind die Entwicklung von energieabsorbierenden Aluminiumwerkstoffen und Bauteilen basierend auf numerischer Simulation und experimenteller Verifizierung.

erably both processes and thus to reach a higher reliability in fabrication.

Softnet II (Institute for Software Technology):

The Softnet II research program addresses quality-related software engineering challenges – ranging from leveraging an engineer's implicit knowledge about methods and techniques, the customer-specific adaption of test automation, the tool-supported tracking of quality goals and the evolution of the software's quality state to the re-usability of quality efforts in the context of software product lines and upcoming vehicle to vehicle architectures. At the heart of Softnet II, the Continuous Defect Forecasting and Detection project deals with defect prediction models and their interactions with testing techniques.

Graz University of Technology as scientific partner:

BioPersMed (Institute of Medical Engineering):

The aim of BioPersMed is the identification of specific biomarkers (e.g., genetic, immunological, metabolic) for disorders in the medical areas endocrinology, heart and circulation and hepatology. With the help of the newest technologies and high tech IT solutions, innovative personalised diagnostic methods should be developed. BioPersMed is based on the infrastructure of the biggest clinical biobank of Europe (Biobank of Graz).

AdvAluE (Vehicle Safety Institute):

The mission of AdvAluE is to contribute to green mobility through lightweight design of car components. This will be achieved by the increase of the energy absorption capability (EAC) of aluminium components and structures in cars. To this end a holistic approach of engineering for high EAC is developed, including computational design strategies, knowledge-based material selection and development, and customised processing.

Glucosylglycerin

Biotechnologie der TU Graz erschließt ein Zuckermolekül aus der Natur für den Einsatz in Kosmetika

Glucosylglycerol

Graz University of Technology Biotechnology harnesses the Potential of a functional Sugar Molecule from Nature for Application in Cosmetics

Bernd Nidetzky



Bernd Nidetzky forscht mit seiner „süßen Arbeitsgruppe“ auf dem Gebiet „Enzyme und Zucker“ im Kontext verschiedener biotechnologischer und pharmazeutischer Anwendungen. Die wissenschaftlichen Untersuchungen verbinden grundlegende Studien über die molekulare Wirkweise von Enzymen, die mit Zuckersubstraten aktiv sind, mit prozessrelevanten Themen wie Proteinstabilität, Entwicklung von Enzymen und Zellen als Biokatalysatoren, Reaktionstechnik und Verfahrensdesign.

Bernd Nidetzky conducts research with his “sweet working group” in the field of enzymes and sugar in the context of a variety of biotechnological and pharmaceutical applications. The scientific investigations combine basic studies of how enzymes active with sugar substrates work at a molecular level with process-relevant topics, such as protein stability, development of enzymes and cells as biocatalysts, reaction technology and process design.

Wir haben gemeinsam mit dem deutschen Firmenpartner bitop AG ein biokatalytisches Verfahren für die Herstellung eines natürlichen Stressschutzmoleküls mit dem Namen Glucosylglycerin entwickelt, daraus einen Prozess im industriellen Maßstab etabliert und mit dem Produkt Glycoin® ein neues Ingredienz für Kosmetika auf dem Markt positioniert. Glucosylglycerin ist darüber hinaus ein potenzielles Präbiotikum für den Einsatz in funktionellen Nahrungsmitteln.

Glucosylglycerin ist ein Naturstoff aus der Klasse der Zucker (Abbildung 1). Das Molekül wird von Pflanzen und Mikroorganismen intrazellulär gebildet und erfüllt in diesen biologischen Systemen die physiologische Rolle einer Substanz, die gegen den Einfluss ungünstiger äußerer Lebensbedingungen schützt. Trockenheit, Frost oder Hitze sowie hoher Salzgehalt der Umgebung gehören zu typischen Stressfaktoren, die Zellen beeinträchtigen können, und erfordern protektive Gegenmaßnahmen. Die Akkumulation von Glucosylglycerin oder ähnlichen Substanzen in der Zelle ist eine weitverbreitete Strategie der Natur, mit Stressbedingungen umzugehen. Es ist außerdem bekannt, dass Moleküle des Typs von Glucosylglycerin hochinteressante Eigenschaften für den Einsatz in kosmetischen Präparationen zeigen. Studien, die teilweise im Verlauf der hier beschriebenen Entwicklungsarbeiten durchgeführt wurden, zeigten, dass Glucosylglycerin im Besonderen den Feuchtigkeitsgehalt der Haut stabilisiert, die Regeneration von Hautzellen nach intensiver Sonnenbestrahlung unterstützt (Abbildung 2) und Zellen generell gegen eine Reihe der oben genannten Stressfaktoren schützt. Darüber hinaus zeigt Glucosylglycerin protektive Wirkung auf Proteine. Potenzielle Anwendungen von Glucosylglycerin, die sich aus den genannten Eigen-

In collaboration with the German company bitop AG we have developed a biocatalytic process for production of a natural cell-protective molecule known as glucosylglycerol, transferred this process to industrial manufacturing scale, and introduced a novel cosmetic ingredient under the name Glycoin® to the market. Use as functional food additive is another promising field of application for glucosylglycerol.

Glucosylglycerol is a naturally occurring sugar derivative (Figure 1). It is produced intracellularly by various microorganisms and plants. In these biological systems, glucosylglycerol serves a physiological function as a protective agent against the effects of adverse environmental conditions. Drought, severe frost or heat, and high salinity are potentially detrimental to the living cell and require protective measures. Accumulation of glucosylglycerol and related substances that are collectively termed compatible solutes is a widespread strategy of cells for coping with these different forms of external stress. It can be inferred from their physiological functions and has been shown in a number of studies that compatible solutes are very useful, active ingredients in cosmetic preparations. Results obtained in the course of this research demonstrate that glucosylglycerol stabilizes the moisture content of skin, supports regeneration of skin cells after exposure to UV light (Figure 2) and generally provides protection against the various forms of stress mentioned above. Furthermore, glucosylglycerol enhances the resistance of different proteins against denaturation. Potential applications of glucosylglycerol immediately suggested by the properties of the molecule have so far been severely limited by compound availability. It is not practical to isolate glucosylglycerol in sufficient amounts from



Abb. 1: Glucosylglycerin in gereinigter Form nach Gefriertrocknung sowie chemische Struktur dieses Naturstoffs.

Fig. 1: Purified glucosylglycerol after freeze drying. The inset shows the chemical structure of the product.

schaften unmittelbar ableiten, waren durch die fehlende Verfügbarkeit dieser Substanz jedoch nicht zugänglich. Die Natur bietet leider keine ausreichende Quelle, um Glucosylglycerin in großen Mengen zu isolieren, und beschriebene chemische oder biologische Prozesse für die Synthese von Glucosylglycerin sind nicht effektiv. Wir haben an der TU Graz ein biokatalytisches Verfahren zur Herstellung von Glucosylglycerin ausgehend von der neuen Prozessidee bis zum Produkt entwickelt (Abbildung 3). Dieses Verfahren geht von billigen Rohmaterialien wie Rübenzucker und Glycerin aus und liefert das gewünschte Produkt in einem einzigen enzymatischen Umsetzungsschritt in hoher Ausbeute und vollkommener struktureller Reinheit. Es ist leistungsfähig genug, um die Zielsubstanz erstmals als Feinchemikalie für industrielle Anwendungen zur Verfügung zu stellen. Gemeinsam mit der bitop AG, die im deutschen Witten angesiedelt ist und sich auf die biotechnologische Herstellung und Vermarktung von Extremolyten, also von Molekülen wie Glucosylglycerin, spezialisiert hat, wurde das patentgeschützte Verfahren¹ im technologischen Tonnenmaßstab etabliert und wird nun laufend, primär vom Firmenpartner, weiter optimiert. Wesentliche Einheitsoptionen, die vom Labor in den technischen Maßstab transferiert und dabei teilweise weiterentwickelt werden mussten, waren die Enzymherstellung, die eigentliche biokatalytische Umsetzung zur Produktion von Glucosylglycerin sowie die Aufarbeitung und Formulierung des Produktes. Das Endprodukt wurde von bitop AG unter der Schutzmarke Glycoin® auf

natural sources, and reported chemical and biological methods of synthesis were not efficient. We at Graz University of Technology have developed a biocatalytic process for the production of glucosylglycerol (Figure 3). The development has been comprehensive, from idea to product. In this process, sucrose and glycerol serve as substrates, and the desired product is delivered from these cheap raw materials in excellent yield and splendid stereochemical purity using a single step of enzyme-catalyzed conversion. Glucosylglycerol has thus been made available as a fine chemical for the first time. For commercialization, we have established a collaboration with the German company bitop AG that is located in Witten and specializes in the biotechnological production and marketing of compatible solutes. The TU-owned, patented process¹ was transferred to industrial manufacturing scale, now providing a production capacity from several hundred kilograms to tons per year. The overall process implementation at the production site in Witten involved scale-up and further development of all unit operations required in the biocatalytic conversion: enzyme production, enzymatic synthesis of glucosylglycerol, downstream processing and product formulation. Glucosylglycerol was brought to the market under the trade name Glycoin®. The Dutch company Jan Dekker International distributes Glycoin® under the name Glycoin® Extremium as an anti-ageing substance for cosmetic products. A series of cosmetic products sold in Germany under the name Miro Balance contain Glycoin® as active ingredient.

Literatur/References:

¹ C. Goedel, T. Sawangwan, B. Nidetzky, M. Mueller, Preparation of 2-O-glyceryl- α -D-glucopyranoside from a glucosyl donor and a glucosyl acceptor. WO 2008034158 (2008).

² C. Goedel, T. Sawangwan, M. Mueller, A. Schwarz, B. Nidetzky, A high-yielding biocatalytic process for the production of 2-O-(α -D-glucopyranosyl)-sn-glycerol, a natural osmolyte and useful moisturizing ingredient. Angew. Chemie Int. Ed. Engl. 47 (2008) 10086-10089.

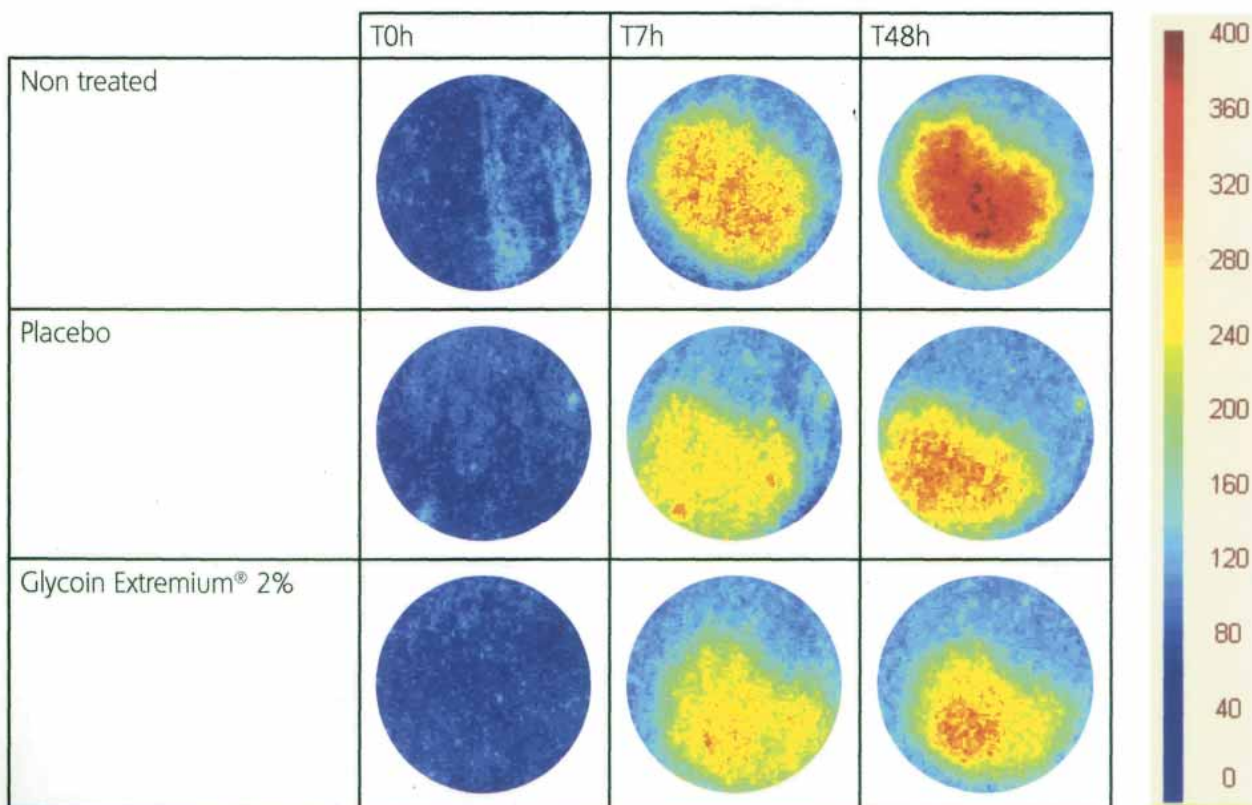


Abb. 2/ Fig. 2

Abb. 2: Effekt von Glycoin Extremium®, das kommerzielle Produkt aus Glucosylglycerin, auf die Reduktion der Hautirritation nach UV-Bestrahlung. Die Skala reicht von hoher (rot) bis niedriger (blau) Irritation.

Abb. 3: Molekulare Struktur von Saccharosephosphorylase, dem Enzymkatalysator für die Herstellung von Glucosylglycerin.

Fig. 2: Effect of Glycoin® Extremium, the commercial product based on glucosylglycerol, on reducing skin irritation after exposure to UV light. The scale is high (red) to low (blue) irritation.

Fig. 3: Molecular structure of sucrose phosphorylase, the enzyme catalyst used in production of glucosylglycerol.

dem Markt positioniert. Jan Dekker International wurde von bitop AG als Vertriebspartner gewonnen und bietet Glycoin® unter dem Namen Glycoin Extremium® als Anti-Aging-Zusatzstoff für Kosmetika an. Einige Produkte der in Deutschland erhältlichen Kosmetiklinie Miro Balance wurden unter Verwendung von Glycoin Extremium® hergestellt.

Retrospektiv betrachtet gab es drei wesentliche Faktoren, die für die erfolgreiche Kommerzialisierung des Prozesses zur Herstellung von Glucosylglycerin entscheidend waren:

1. Die Technologieentwicklung konnte auf Resultate aus langjähriger Grundlagenforschung (finanziert durch den FWF) aufbauen, und es gab seitens der Erfinderinnen und Erfinder (Christiane Luley-Gödl, Thornthan Sawangwan, Mario Müller) am Institut für Biotechnologie und Bioprozesstechnik ein klares Interesse, die vielversprechenden Ergebnisse² in eine konkrete Anwendung zu bringen.
2. Die gesamte „Prozesskette“ der Technologieverwertung wurde äußerst kompetent und mit großer Energie von Thomas Bereuter und Notburga Jaritz betreut und konnte aus diesem Grund rasch und ohne größere Probleme durchlaufen werden.
3. Es wurde relativ rasch ein Industriepartner als Lizenznehmer gefunden, der nicht nur den Wil-

A number of factors were decisive for the successful commercialization of the process for production of glucosylglycerol. First, the process development could be based on results of long-term basic research in the field, previously funded by the FWF, and all inventors from the Institute of Biotechnology and Biochemical Engineering (Christiane Luley-Gödl, Thornthan Sawangwan, Mario Müller) showed strong interest in bringing the promising findings² to a useful technological application. Secondly, technology exploitation was performed in a highly competent manner by Thomas Bereuter and Notburga Jaritz such that the entire chain of steps from filing patents to contract negotiation could be undertaken efficiently. Thirdly, bitop AG was acquired as a licensee of the new technology. Not only did the company partner have expertise in the realization of biotechnological processes at their production site in Witten, they also knew how to bring the product to the market for cosmetics.

Further research carried out at Graz University of Technology with the aim of assessing additional uses of glucosylglycerol have revealed that this molecule could positively affect the growth of beneficial bacteria in the human intestine. This so-called “prebiotic effect” of glucosylglycerol could be exploited in the development of novel functional foods.

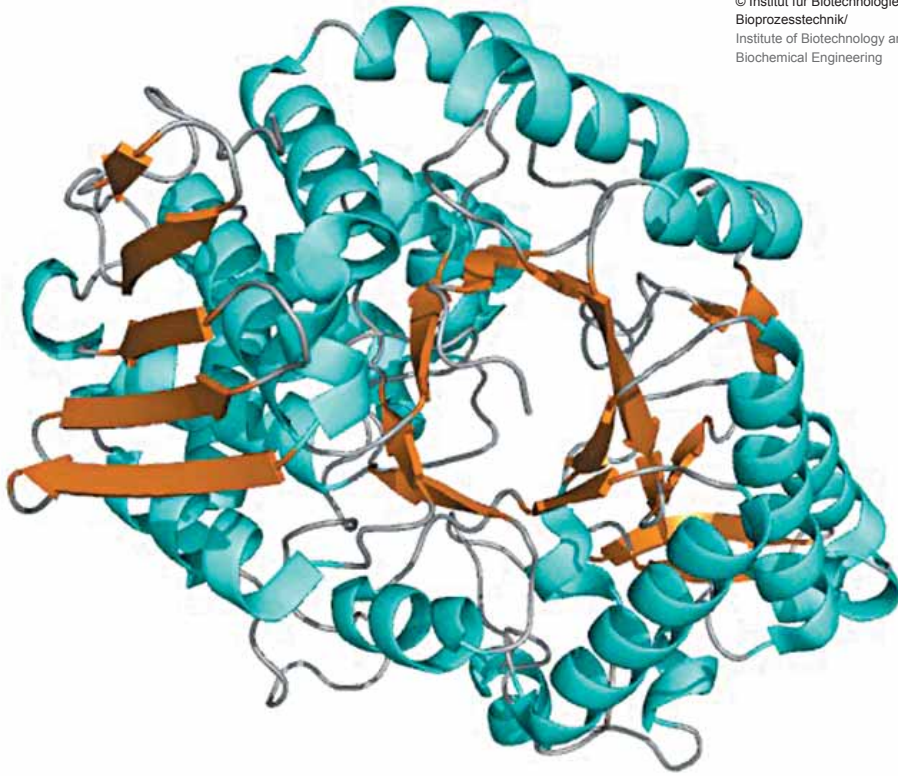


Abb. 3/ Fig. 3

len und die Kompetenz zur Realisierung des biotechnologischen Verfahrens besaß, sondern auch in der Positionierung von Substanzen des Typs von Glucosylglycerin auf dem Markt für Kosmetika spezialisiert war.

Weitere TU Graz-interne Untersuchungen, die darauf abzielten, alternative Verwertungsmöglichkeiten von Glucosylglycerin zu bewerten, haben mittlerweile gezeigt, dass sich das Molekül fördernd auf das Wachstum von einigen Mikroorganismen auswirkt, die zur positiven menschlichen Darmflora gehören. Es ergeben sich damit potenzielle Anwendungen von Glucosylglycerin als Präbiotikum in funktionellen Nahrungsmitteln.

TU Graz an der Spitze des nationalen Uni-Erfindungsrankings

Die TU Graz liegt an erster Stelle des Uni-Erfindungsrankings des Österreichischen Patentamts, das im Jahr 2009 erstmals erstellt wurde. Die TU Graz führt die Liste mit acht erteilten Patenten bzw. Gebrauchsmustern an. Dahinter folgt die Technische Universität Wien, auf Rang drei liegt die Universität Innsbruck.

Im gesamtösterreichischen Erfindungsranking der Unternehmen liegt die TU Graz immerhin auf Platz neun: Sie ist damit die einzige im Ranking vertretene Universität.

Graz University of Technology at the top of the national rankings of university inventions

Graz University of Technology is in first place in the Austrian Patent Office's rankings of university inventions, which was started in 2009. Graz University of Technology is at the top of the list with eight patent applications and utility patents. Hot on their heels is the Vienna University of Technology, with the University of Innsbruck in place three.

In the all-Austrian corporate invention rankings, Graz University of Technology is in ninth place, and is the only university in the rankings.

Fünf zukunftssträchtige Bereiche in Forschung und Lehre bilden den unverwechselbaren Fingerabdruck der TU Graz auf dem Weg zur Exzellenz. Diese Fields of Expertise sind Kompetenzbereiche, die zu einzigartigen Markenzeichen der TU Graz im 21. Jahrhundert werden sollen. Gestärkt werden die Fields of Expertise durch thematisch neue Professuren und Investitionen sowie intensive Zusammenarbeit mit Industrie und Wirtschaft in Form von zahlreichen gemeinsamen Beteiligungen an wissenschaftlichen Kompetenzzentren und Forschungsnetzwerken. Kooperationen mit wissenschaftlichen Partnereinrichtungen wirken als weiterer Motor zum Erfolg.

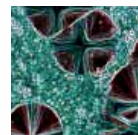
Five areas with a promising future in research and teaching go to form the unmistakable fingerprint of Graz University of Technology on its path to excellence. These fields of expertise will become distinctive hallmarks of Graz University of Technology in the 21st century. They will be strengthened by thematically new professorships and investments as well as intensive co-operation with industry and business in the form of numerous shared participations in scientific competence centres and research networks. Cooperations with scientific partner institutes represent a further dynamo to success.



Information, Computing, and Communication Technologies



Human- & Biotechnology



Advanced Materials Science

FOE

Fields of Expertise

Mobility Research and Production Sciences



Sustainability in Design, Construction and Energy Systems



Impressum: Eigentümer: Technische Universität Graz. Herausgeber: Büro des Rektorates im Namen des Vizerektors für Forschung und Technologie. Redaktion: Ines Hopper, TU-research@tugraz.at, Redaktionsadresse: Büro des Rektorates, Rechbauerstraße 12, 8010 Graz. Gestaltung/Layout: Christina Fraueneder, Satz: B&R Satzstudio, A. R. Reinprecht. Druck: Medienfabrik Graz. Auflage: 5.000 Stück. Wir danken den Autorinnen und Autoren für die Bereitstellung der Texte und Fotos. Geringfügige Änderungen sind der Redaktion vorbehalten. Titelbild: fotolia.com. TU Graz *research* erscheint zweimal jährlich.

ISSN 2074-9643

© Verlag der Technischen Universität Graz 2010, www.ub.tugraz.at/Verlag