

TU GRAZ *research*

Vertrauen wir der unsichtbaren Assistenz?
Do We Trust the Invisible Assistant?

**SPECIAL ISSUE:
DIVERSITY**

Oberflächenmodifikation von Titanlegierung für die biomedizinische Anwendung ■
Patient/innenzentrierte Arzneimittelentwicklung ■ Navigationssysteme für Menschen mit
besonderen Bedürfnissen ■ Produktion der Zukunft im Umbruch ■ Light Life

*Surface Modification of Titanium Alloys for Biomedical Application ■ Patient-Centred Drug
Development ■ Navigation Systems for People with Special Needs ■ Fundamental Changes
in Future Production ■ Light Life*

Inhalt/Contents

3 Vorwort / Preface

On the Top

4 Vertrauen wir der unsichtbaren Assistenz? *Do We Trust the Invisible Assistant?*



© FTG – TU Graz

Fields of Expertise

WISSENSCHAFTERINNEN UND WISSENSCHAFTER PRÄSENTIEREN AUSGEWÄHLTE PROJEKTE UND FORSCHUNGSBEREICHE IM RAHMEN DER FÜNF FIELDS OF EXPERTISE (FoE)

SCIENTISTS PRESENT SELECTED PROJECTS AND RESEARCH AREAS IN THE FRAMEWORK OF THE FIVE FIELDS OF EXPERTISE (FoE)

10 **Advanced Materials Science**
Christof Sommitsch

11 **Oberflächenmodifikation von Titanlegierung für die biomedizinische Anwendung**
Surface Modification of Titanium Alloys for Biomedical Application
Claudia Ramskogler

14 **Human & Biotechnology**
Bernd Nidetzky

15 **Patient/innenzentrierte Arzneimittelentwicklung**
Patient-Centred Drug Development
Sven Stegemann

18 **Information, Communication & Computing**
Kay Uwe Römer

19 **Navigationssysteme für Menschen mit besonderen Bedürfnissen**
Navigation Systems for People with Special Needs
Manfred Wieser, Thomas Moder

22 **Mobility & Production**
Helmut Eichlseder

23 **Produktion der Zukunft im Umbruch**
Fundamental Changes in Future Production
Mario Kleindienst, Matthias Wolf

26 **Sustainable Systems**
Urs Leonhard Hirschberg

27 **Light Life**
Light Life
Birgit Schulz

Life

FORSCHUNG UND TECHNIK IM ALLTÄGLICHEN – WIE FORSCHUNGSERGEBNISSE AUF UNSER LEBEN WIRKEN UND ES VERBESSERN KÖNNEN

RESEARCH AND TECHNOLOGY IN EVERYDAY LIFE: HOW RESULTS OF RESEARCH AFFECT OUR LIVES AND CAN IMPROVE THEM

30 **Zum Bewegen bewegen**
Movement: Making a Difference

Cooperations

GEMEINSAM FORSCHEN UND ENTWICKELN – WIE SPEZIALISIERTE INTERDISZIPLINÄRE ZUSAMMENARBEIT IN ERFOLG UND WEITERENTWICKLUNG RESULTIERT

CONDUCTING RESEARCH AND DEVELOPMENT TOGETHER: HOW INTERDISCIPLINARY COOPERATION BETWEEN EXPERTS LEADS TO SUCCESS AND FURTHER DEVELOPMENT

33 **Der Mobilitätsjackpot**
The Mobility Jackpot

Internationalisation

EXZELLENTRE FORSCHUNG STREBT NACH LEBENDIGEM AUSTAUSCH IN GLOBALEN NETZWERKEN – WIE DIE TU GRAZ DEN INTERNATIONALEN FORSCHUNGSDIALOG LEBT

EXCELLENT RESEARCH ASPIRES TO A LIVELY EXCHANGE IN THE GLOBAL NETWORK: GRAZ UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND INTERNATIONAL RESEARCH DIALOGUE

36 **Gegen den Verlust der eigenen Stimme**
Recovering Speech



Horst Bischof
Vizerektor für Forschung
Vice Rector for Research

**Liebe Kolleginnen und Kollegen, sehr geehrte Forschungspartnerinnen und -partner
und an unserer Forschung Interessierte!**

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

Sie halten gerade die neueste Ausgabe des TU Graz *research* in Ihren Händen, das diesmal etwas vom bewährten Modus abweicht. Wir haben dieses Magazin unter das Generalthema „Gender und Diversity“ gestellt. Der Gedanke dazu entstand bei einem Besuch im Büro für Gleichstellung und Frauenförderung, bei dem wir gemeinsam erörtert haben, wie diesem wichtigen Thema auch vonseiten der Forschung mehr Raum gegeben werden kann. Wir wollen die vielen Forschenden, die sich diesem Thema widmen, und die Vielfalt der Forschungsthemen aus diesem Bereich in den Vordergrund stellen. Und es gibt einiges dazu an der TU Graz – diese Ausgabe von TU Graz *research* ist ein eindrucksvolles Beispiel dafür. Sie zeigt, dass sich Gender-und-Diversity-Themen in allen Fields of Expertise finden und dass es sehr lohnende Forschungsthemen sind. Ich weiß aber, dass wir in diesem Bereich noch sehr viel Potenzial haben. Möge dieses Heft ein Anstoß sein, darüber nachzudenken, Gender-und-Diversity-Themen in die eigene Forschung zu integrieren.

Fast schon wie ausgemacht darf ich wieder von einem großen Erfolg berichten (ich möchte fast schon sagen: alle Jahre wieder). Anna Maria Coclite hat als erste Frau einen ERC Starting Grant an die TU Graz geholt. Das spannende Thema ihres Forschungsprojekts ist: „Smart Core/shell nanorod arrays for artificial skin“. Ich gratuliere recht herzlich im Namen der gesamten TU Graz. Wir halten nun bereits bei fünf ERC-Preisträgerinnen und -Preisträgern und ich bin überzeugt, dass es noch mehr werden.

Wie bereits angekündigt, gibt es eine neue Leadprojekt-Ausschreibung (Details finden Sie auf der Homepage des F&T-Hauses). Bis Februar 2017 gibt es die Möglichkeit, einen Vorantrag einzubringen, der hausintern vorevaluiert wird. Die besten Projekte werden eingeladen, einen Vollantrag zu stellen, der extern evaluiert wird. Das neue Leadprojekt wird mit Jänner 2018 starten können und uns hoffentlich auch so viel Freude bereiten wie das bereits laufende.

Die Weihnachtszeit naht, ja, es ist schon wieder ein Jahr um. Nach der meist hektischen Vorweihnachtszeit bleibt hoffentlich während der Feiertage auch etwas Zeit, in diesem Magazin zu lesen. Ich wünsche bei der Lektüre dieses TU Graz *research* viel Freude, Ihnen und Ihren Familien frohe Weihnachten und einen guten Rutsch.


You're holding the latest issue of TU Graz research in your hands which this time differs to the usual approach. This issue is devoted to the general theme of gender and diversity. The idea of doing this came about during a visit to the Office for Gender Equality and Equal Opportunity in which we discussed together how more scope could be given to this important topic from the point of view of research. We want to put the spotlight on the many researchers who apply themselves to this topic and the great diversity of research topics in this area. There is much diversity at TU Graz and this issue of TU Graz research is an impressive example of this. It shows that there are gender and diversity topics in all the Fields of Expertise and that they are very rewarding research topics. I also know that we still have a lot of potential in this area. I hope that this issue will serve as an impetus to consider how gender and diversity can be integrated into our research.

Almost by arrangement, I'd like to once again report a great success (I nearly added 'as every year'). Anna Maria Coclite is the first woman at TU Graz to pick up an ERC Starting Grant. Her research project is on the exciting topic of "Smart core/shell nanorod arrays for artificial skin". I'd like to offer her my warmest congratulations on behalf of the whole of TU Graz. We've now had five ERC prize-winners and I'm convinced that they'll be more.

As has already been announced, there is a call for bids for a new lead project (you'll find details in the website of the R&T House). Until February 2017 there is the opportunity to submit a preliminary application which will be pre-evaluated in-house. The best projects will be invited to present a full application which will be evaluated externally. The new lead project will be able to commence in January 2018 and hopefully will give us as much satisfaction as the one presently running.

The Christmas period is approaching, and a year already passed. After the hectic pre-Christmas rush, hopefully there'll be time to browse through our magazine during the holidays. I trust you'll enjoy reading this new issue of TU Graz research, and I wish you and your families a merry Christmas and a good start to the new year.

Horst Bischof



Vertrauen wir der unsichtbaren Assistenz? *Do We Trust the Invisible Assistant?*

Im Projekt MueGen Driving haben Arno Eichberger und Cornelia Lex vom TU Graz-Institut für Fahrzeugtechnik geschlechter- und altersspezifische Unterschiede in Bezug auf das Vertrauen untersucht, das Fahrerassistenzsystemen entgegengebracht wird. Mit interessanten Ergebnissen.

„Es ist ein bisschen pauschal, aber wir wissen, dass junge Männer öfter an Unfällen beteiligt sind als ältere Frauen“, sagt Arno Eichberger. Was hier tatsächlich verallgemeinernd klingt, haben Eichberger und Kollegin Cornelia Lex vom TU Graz-Institut für Fahrzeugtechnik aus tatsächlichen Unfallstatistiken herausgelesen und auf dieser Basis das Projekt MueGen Driving gestartet. Sowohl Arno Eichberger als auch Cornelia Lex beschäftigen sich in ihrer Arbeit eingehend mit Fahrerassistenzsystemen, die der Person hinterm Steuer eines Fahrzeugs entweder lästige oder monotone Aufgaben abnehmen oder in Notsituationen eingreifen können und Schlimmeres verhindern. „Wenn die Unfallursache nun also von Alter und Geschlecht abhängt, dann muss man auch die Assistenzsysteme in Fahrzeugen anders reagieren lassen.“

In the MueGen Driving project, Arno Eichberger and Cornelia Lex from the Institute of Automotive Engineering at TU Graz studied how gender and age influence our trust in driver assistance systems. Their results are enlightening.

“Although this is a bit of a sweeping statement, we know that young men are more likely to be involved in accidents than women of advanced age,” explains Arno Eichberger. It may sound here like a sweeping statement, but finding it to be corroborated by actual accident statistics Eichberger and colleague Cornelia Lex from TU Graz’s Institute of Automotive Engineering decided to start the MueGen Driving project. In their work, both Arno Eichberger and Cornelia Lex intensively investigate driver assistance systems that either relieve the person behind the steering wheel of a vehicle of bothersome/monotonous tasks or are ready to intervene in emergency situations and prevent dramatically worse outcomes. “If the cause of the accident really is influenced by the driver’s age and gender, the assistance systems in the vehicles must also be capable of reacting differently. The purpose of this differentiated approach

Nämlich so, dass sich der oder die Fahrende maximal wohlfühlt und deren Fahrverhalten akzeptiert“, erklärt Eichberger seinen ursprünglichen Forschungsansatz.

Mensch-Maschine-Interaktion

Auch wenn ein Fahrerassistenzsystem den Fahrenden bzw. die Fahrende auf der Straße unterstützt, ist es noch immer der Mensch selbst, der das Fahrzeug steuert. Cornelia Lex ergänzt: „Es tritt das gesamte Spektrum menschlichen Verhaltens auf. Deshalb ist es auch wichtig, dass die Fahrerassistenzsysteme den Menschen nicht überfordern und persönliche Verhaltensweisen berücksichtigt werden.“ Damit diese Wechselwirkung zwischen Mensch und Fahrerassistenzsystem optimal funktioniert und das System seine Aufgaben bestmöglich erfüllen kann, muss der Mensch hinterm Steuer Vertrauen in das System aufbauen. Als Beispiel: Mit dem System „Adaptive Abstandsregelung“ wählt das Auto automatisch das passende Tempo, um Abstand zum vorderen Fahrzeug zu halten. Ob dieser Abstand vom Fahrenden bzw. von der Fahrenden aber als groß genug empfunden wird und ob das Fahrzeug zum richtigen Zeitpunkt bremst, ist subjektive Wahrnehmung. Und die wirkt sich wieder stark auf das Vertrauen in das System aus.

MueGen Driving

Von diesem Ausgangspunkt aus wurde im von der Ausschreibungsschiene FEMtech der FFG unterstützten Projekt MueGen Driving untersucht, wie die unterschiedlichen Fahrzeuglenkerinnen und -lenker die Assistenzsysteme unterschiedlich nutzen und ob, wie sehr und wann sie ihnen vertrauen. Herangezogen wurden dafür eben die bereits erwähnten Parameter Alter, Geschlecht und Fahraktivität. „Natürlich hätten wir noch mehr Parameter miteinbeziehen können. Aber dann hätten wir eine sehr große Masse an Versuchspersonen gebraucht, um da etwas herauslesen zu können“, erklärt Eichberger. Unterstützt wurde das Projekt von Anfang an maßgeblich von Human-Factors-Expertin Ioana Koglbauer vom Institut für Mechanik, einer Psychologin, die sich auf die Mensch-Maschine-Interaktion spezialisiert hat. Für sie ist es in der Forschung essenziell geworden, vor allem Usability-Tests mit repräsentativen Nutzer/innengruppen durchzuführen: „Wissen über die wahrgenommenen Vor- und Nachteile bei der Anwendung von Technologien von allen relevanten Kund/innengruppen ist essenziell.“

Untersucht wurde anhand zweier Assistenzsysteme: dem sicherheitsrelevanten automatisierten Notbremsassistenten und der komfortbildenden adaptiven Abstandsregelung. „Wir wollten bewusst mit einfachen Systemen beginnen, da es die schon serienmäßig in Fahrzeugen gibt“, sagt >

must be to ensure that the driver feels at ease and accepts the system's driving behaviour,” says Eichberger about his original research idea.

Man-machine interaction

Even though a driver assistance system supports the driver on the road, the ultimate control of the vehicle still lies with the human driver. Cornelia Lex adds: “We are dealing with the entire range of human behaviour here. This is why it is important that driver assistance systems do not stress out the human driver and take into account personal modes of behaviour.” The human driver's trust is crucial for an optimal interaction between the human driver and the driver assistance systems, and for an optimal task execution by the system. For example, with the “adaptive cruise control system (ACC)” the car automatically selects the appropriate speed to keep a safe distance to the vehicle in front. But the driver's judgement whether this distance is big enough, and whether the vehicle puts on the brakes at the right time, is a subjective perception which in turn strongly affects the trust in the system.

MueGen Driving

Starting with this premise, the MueGen Driving project, subsidised through the FEMtech tendering channel of the Austrian Research Promotion Agency (FFG), investigated how drivers use the assistance systems differently and whether, up to which point and when they trust them. The basic parameters contemplated by the study were age, gender and driving activity. “Of course we could have looked at more parameters, but then we would have needed a very high number of test persons to come up with meaningful results,” comments Eichberger. From the very beginning, the project was competently supported by human factors expert Ioana Koglbauer from the Institute of Mechanics, a psychologist specialised in the interaction between man and machine. In her line of research it has become established practice to carry out usability tests with representative user groups: “It is imperative >

Abbildung 1:

Im Projekt MueGen Driving wurde einerseits ein Notbremsassistent und die adaptive Abstandsregelung untersucht.

Figure 1:

In the MueGen Driving project a Automated Emergency Braking System and a adaptive cruise control system were tested.



© Branko Rogic – FFG – TU Graz

Abbildung 2:
Die Untersuchungen fanden sowohl im Realverkehr als auch im Fahrsimulator statt.

Figure 2:
Research was done in a real environment as well as in a driving simulator.



Eichberger. Methodisch wurde anfänglich mit einer Beobachtung der Personen im realen Umfeld gearbeitet. Proband/innen wurden mit einem Serienfahrzeug, das die Systeme bereits anbietet – einem adaptierten Audi A6 – direkt auf die Straße geschickt. „Natürlich muss man so etwas systematisch machen. Es hat keinen Vergleichswert und keine Aussagekraft, Personen einfach herumfahren zu lassen“, sagt Eichberger. „Wir haben auf andere Versuche mit den Assistenzsystemen zurückgegriffen und aus dem Lastenheft typische Fahrmanöver herausgenommen, die Proband/innen diese durchführen lassen und dann bewertet.“ Bewertet wurde einerseits anhand eines Fragebogens, den die Proband/innen beantworteten, andererseits wurden Objektivdaten aus verschiedensten Messungen zu Geschwindigkeit, Beschleunigung und Ähnlichem analysiert. „Wir haben zum Beispiel gefragt, wie die Testperson subjektiv den Abstand zum vorderen Fahrzeug einschätzt, und es dann mit den objektiven Daten verglichen“, erklärt Eichberger.

Alle Sinne täuschen

Für den zweiten Abschnitt des Forschungsprojekts musste erst etwas Neues entwickelt werden: Will man den Versuch mit einem wesentlich größeren Testpersonenkreis durchführen, ist das im Realversuch zeitlich aufwendig, risikoreich und kostet viel. Also entwickelte man über eineinhalb Jahre einen eigenen Fahrsimulator an der TU Graz, um den Versuch mit einem größeren Proband/innenkreis unter den gleichen Bedingungen durchführen zu können. „An und für sich wäre so ein Simulator auch fix und fertig zu kaufen gewesen, aber das war uns zu fad und bietet dann auch nicht die Möglichkeiten, spezifisch für weitere Forschungsprojekte Erweiterungen einzubauen“, schmunzelt Eichberger. Für den Simulator wurde ein Mini Countryman umgebaut, in eine komplett abgedunkelte und schallisolierte Kiste integriert und mit Bildschirmen an allen Scheiben versehen, die nun die Simulation der Straße zeigen. Als Weltneuheit wurde gemeinsam mit der Fraunhofer AG die autostereoskopische Visualisierung entwickelt, also eine 3D-Visualisierung, die ohne eigene Brille funktioniert. Eingesetzt konnte die Visualisierung bisher aber nur selten werden: „Wir haben leider sehr viel Simulatorkrankheit produziert, weil bei diesem ersten

to gain knowledge about the perceived advantages and disadvantages of the application of technologies by all relevant customer groups.“

The study focused on two assistance systems: the safety-relevant Automated Emergency Braking System and the comfort-enhancing adaptive cruise control system. “It was our specific intention to start with simple systems that are already available as standard features in vehicles,” says Eichberger.

The investigative approach started with an observation of the test persons in a real environment. The participants were asked to drive a series vehicle equipped with these systems – an adapted Audi A6 – on the road. “Of course you have to do this systematically. There is no comparative value or meaning in having people drive around just like that,” says Eichberger. “Therefore, we looked for other tests with the assistance systems and selected typical driving manoeuvres from the specifications, told the test persons to carry these out and then proceeded with the evaluation.” The input for this evaluation came firstly from a questionnaire presented to the test persons, and secondly from objective measured data such as speed, acceleration and similar. “For example we asked the test persons to objectively assess the distance to the car in front, then we compared their statement with the objective data,” Eichberger adds.

All senses deceived

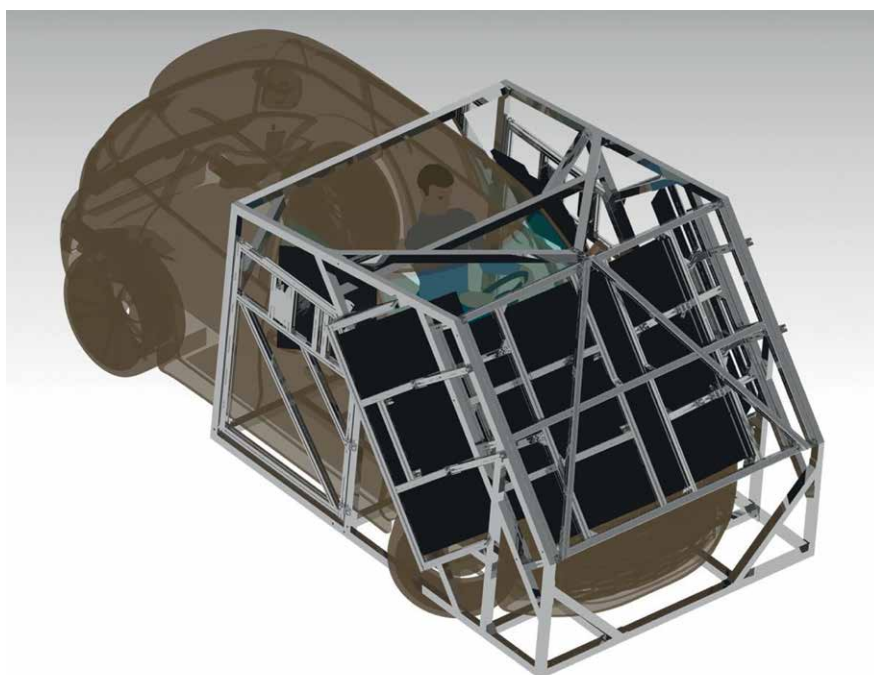
The second part of the research project called for a new development. If the test involves a much larger group of test persons, a real-life test is a time-consuming, risky and costly exercise. Therefore, the researchers decided to develop their own driving simulator at TU Graz – a task that took them one and a half years – to be able to carry out the experiment with a larger set of test persons under always identical conditions. “It is not that such a simulator is not available off the shelf but we thought this would have been too boring, and of course if you choose this shortcut you cannot install extensions specifically for additional research projects later,” Eichberger grins. For the simulator they converted a Mini Countryman, integrated it in a completely darkened and acoustically insulated box, and fitted monitors showing the simulated road on all windows. As a world first, they developed the autostereoscopic visualisation – a 3D visualisation that works without requiring specific 3D glasses – in cooperation with Fraunhofer AG. However, they could not use the visualisation much so far. “Unfortunately, not all boundary conditions were optimal during this first test, and so we produced a lot of simulator sickness. Nevertheless, I definitely want to continue working on this in future. However, for the study we ultimately resorted to 2D simulations.”

Versuch nicht alle Randbedingungen optimal waren. Aber ich möchte daran in Zukunft unbedingt noch weiterentwickeln. In der Studie haben wir dann mit 2D-Simulationen gearbeitet.“ Der perfekte Sound und die Fahrdynamik, die die Simulation noch viel realistischer machen, kamen von der AVL. „Wir müssen alle Sinne des Menschen täuschen, damit die Ergebnisse auf die Realität umlegbar sind“, erklärt Eichberger den Aufwand. Deshalb gibt es – wie bei realen Straßenverhältnissen – sogar vom Lenkrad Feedback, aufwendig entwickelt vom Kooperationspartner Steer-by-Wire Technology und ausgelegt für einen späteren Einsatz in einem Fahrzeugprototyp. „Uns war ja auch sehr wichtig herauszufinden, wie die Person hinterm Steuer auf veränderte Straßenbedingungen reagiert.“

Über Medienaufrufe und gezielte Öffentlichkeitsarbeit konnte eine Testpersonenkartei von 96 Personen angelegt werden, die an der Studie teilnahmen. „Die jüngste Testperson war 18 Jahre alt, die älteste so um die 86 Jahre“, erzählt Cornelia Lex. Diese Proband/innen fuhren am Simulator dann die gleichen Manöver wie zuvor die Testpersonen im Realverkehr. Und brachten interessante Ergebnisse hervor. „Es gibt tatsächlich statistisch signifikante geschlechts- und altersspezifische Unterschiede, die man nun für die weitere Entwicklung von Assistenzsystemen verwenden kann“, freut sich Eichberger. Konkret lässt sich sagen: Das subjektive Vertrauen in die adaptive Abstandsregelung ist bei Männern und Frauen in der Altersklasse 20 bis 29 Jahren ähnlich hoch. Je älter die Proband/innen, desto weniger vertrauen Frauen und desto mehr vertrauen Männer. Erst in der Altersklasse 50 bis 59 Jahren haben die Frauen sehr großes Vertrauen in dieses Assistenzsystem, Männer aber weniger. >

The perfect sound and driving dynamics that make the simulation that much more realistic were provided by AVL. “We have to deceive every human sense to make the results translatable to reality,” says Eichberger to justify this immense task. This is why even the steering wheel provides feedback – as if you were driving on a real road. Cooperation partner Steer-by-Wire Technology was in charge of the time-consuming development of the feedback mechanism, which they designed for future use in a vehicle prototype. “It was very important for us to find out how the person holding the steering wheel responds to a change in the road conditions.”

After announcements in the media and targeted public relations work, 96 test persons were selected for participation in the study. “Our youngest test person was 18 years old, our oldest at around 86.” Cornelia Lex tells us. These test persons executed the very same manoeuvres on the simulator that the test persons had previously performed in real traffic. The results were enlightening. “There really are statistically significant gender and age-specific differences that can now serve as input for the further development of the assistance systems,” Eichberger announces. The concrete results indicate that the subjective trust in automatic cruise control is comparable in men and women in the 20-29 age bracket. With increasing age of the test persons, in women the trust level goes down while in men it goes up. It is only in the 50-59 age bracket that women start to have a high level of trust in this assistance system, but men less so. In the over-60 age bracket, the differences in trust between men and women tend to disappear, but in any case are higher than in young participants. The driving speed with the adaptive cruise control system >



© FTG – TU Graz

Abbildung 3:
Eine Skizze des an der TU Graz
entwickelten Fahrsimulators.

Figure 3:
The driving simulator which was
developed at TU Graz.





Abbildung 4:
Die Innenansicht des Testfahrzeugs.
Figure 4:
A research vehicle from interior view.

In der Klasse 60 plus wiederum ist das Vertrauen wieder ähnlich, aber höher als bei den jüngeren Studienteilnehmenden. Die Fahrgeschwindigkeit bei der adaptiven Abstandsregelung wird signifikant vom Straßenzustand und vom Alter der Fahrerin oder des Fahrers beeinflusst. So bevorzugen die Proband/innen der Altersgruppe 60 plus eine signifikant niedrigere Geschwindigkeit als jüngere Personen. Frauen aller Altersklassen vertrauen subjektiv dem automatisierten Notbremsassistenten weniger als Männer. Auch der Komfort des Assistenten wird von Frauen als geringer eingeschätzt als von Männern.

„Aus meiner Sicht liegt aber der größte Unterschied in der Bewertung des ‚Arbeitsplatzes‘ – wie die Informationen dargeboten werden und welche Bedienmöglichkeiten es gibt“, erzählt Eichberger. Männer spreche die Ausführung der getesteten Serienfahrzeuge mit ihren vielen Anzeigeelementen eher an als Frauen.

Zukunftsmusik

„Eine Möglichkeit wäre es nun, Assistenzsysteme anders reagieren zu lassen, wenn sie erkennen, dass ein Mann oder eine Frau, eine ältere oder jüngere Person am Steuer sitzt“, blickt Eichberger in die zukünftige Anwendung der Forschungsergebnisse. Und ergänzt: „Wenn das Vertrauen höher ist, dann steigt auch die Akzeptanz und die Zufriedenheit, und damit natürlich auch die Sicherheit.“ Derzeit arbeiten alle Beteiligten bereits an Nachfolgeprojekten, die sich noch intensiver mit der Thematik auseinandersetzen.

Text: Birgit Baustädter ■

is significantly influenced by the road condition and the driver's age. Test persons aged 60 and above prefer a significantly lower speed than younger persons. Women of all age groups subjectively trust the Automated Emergency Braking System less than men. Also, women rate the comfort of the assistant lower than men.

“But in my opinion the biggest difference is to be found in how the test persons rate the ‘workplace’ – how information is presented and which operating options are offered,” comments Eichberger. Men respond more favourably than women to the abundance of display features that are characteristic of design of the tested series vehicles.

A glimpse of the future

“It would be possible to make assistance systems react differently, depending on whether the person behind the wheel is a man, a woman, an older or a younger person,” Eichberger says looking ahead to future applications of the research results. He adds: “A higher level of trust will also push up the acceptance and satisfaction ratings, which will automatically benefit safety.” All participants in the research project are already working on follow-up projects that study the subject in even greater depth.

Text: Birgit Baustädter ■

Abbildung 5:
Die Arbeitsgruppe Fahrerassistenz, Fahrdynamik und Fahrwerk am Institut für Fahrzeugtechnik hat den Simulator vollständig in Eigenregie entwickelt.

Figure 5:
The work group Driver Assistance, Vehicle Dynamics and Suspension at the Institute of Automotive Engineering developed the simulator single-handedly.



Advanced Materials Science



Christof Sommitsch, Leitungsteam FoE
„Advanced Materials Science“
Christof Sommitsch, executive team FoE
Advanced Materials Science

Das Field of Expertise „Advanced Materials Science“ hat am 30. September zum fünften Mal den „Advanced Materials Day“ an der TU Graz veranstaltet. Es wurde ein interessantes und breites Programm präsentiert mit elf Vorträgen und 30 Postern. Die beiden Plenarvorträge wurden von

Paul Hartmann, Joanneum Research – Institute for Surface Technologies and Photonics, zum Thema „Materials Research at Joanneum Research MATERIALS“ und von Fabian Fischer von der BMW Group in München zum Thema „Verbindungstechnik für Leichtbauwerkstoffe im hochautomatisierten Karosseriebau“ gehalten. Die Veranstaltung ist eine gute Möglichkeit, neue Trends in der Materialforschung zu diskutieren, sowie für Dissertant/innen und PostDocs, ihr Forschungsthema einer breiteren Gruppe von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern vorzustellen.

Die sechste Ausschreibung der kompetitiven Anschubfinanzierung vom Frühling 2016 brachte zehn Anträge aus vier Fakultäten. Es wurden davon fünf Projekte mit einer Förderungssumme von insgesamt 40.000 Euro genehmigt. Die siebente Ausschreibung war bis 15. November 2016 offen.

Das FoE hat viele internationale Partnerschaften und zahlreiche Gastforscher/innen, die neue Fähigkeiten und Wissen nach Graz bringen. Es ist wichtig, den Wert von Vielfalt für unsere Forschung anzuerkennen. Internationale Studien über Diversität in der Wissenschaft haben gezeigt, dass vielfältigere Gruppen (in Bezug auf Herkunft und Geschlecht) Forschung mit höherer Qualität betreiben. Einen guten Überblick über dieses Forschungsthema zeigt ein Sonderband des Magazins „Nature“ (<http://www.nature.com/nature/journal/v513/n7518/index.html>).

Eine übliche Erklärung für den Erfolg vielfältiger Organisationen ist, dass Menschen mit vielfältigem Werdegang Probleme von mehreren Perspektiven aus sehen und diese daher mit hoher Kreativität, Geschicklichkeit und Fertigkeit lösen. Erfolgreiche Forscher/innengruppen sind für Talente über weite Entfernungen anziehend. Somit wird die Beziehung zwischen Qualität und Diversität vor Ort gestärkt und weiterentwickelt. Unser Masterstudium Advanced Materials Science wird in Englisch durchgeführt, um internationale Studierende mit vielfältigen Hintergründen nach Graz zu bringen. Das FoE sieht sich verpflichtet, Graz zu einem Willkommensplatz für all diese Menschen zu machen. Dies stärkt auch die Wissenschaft an unserer Universität.

The Field of Expertise Advanced Materials Science held its fifth annual "Advanced Materials Day" on September 30. The symposium was well attended by the PhD students, postdocs and faculty. Participants heard about recent developments in the FoE through the 11 oral presentations and 30 posters. The day started with a keynote talk by Paul Hartman, the director of the Institute for Surface Technologies and Photonics at Joanneum Research who talked about the materials and processes they are developing in Weiz. A second keynote talk was given by Fabian Fischer from the BMW Group. He spoke about joining techniques in lightweight materials with applications in auto body construction.

In the sixth round of the Initial Funding Programme, 10 proposals were received from four faculties. A total of 40,000 euros was awarded to five of the proposals. Proposals for the seventh round of funding must be submitted by November 15, 2016.

The FoE has many international collaborations and foreign visitors who often bring new skills and knowledge to Graz. It is important to recognize the value of diversity in our research. International studies on diversity in science have shown that more diverse groups (racial diversity, gender diversity, and ethnic diversity) perform better-quality research than less diverse groups. A good overview of this research is given in the Nature special issue on diversity (<http://www.nature.com/nature/journal/v513/n7518/index.html>).

The explanation that is usually given for the success of diverse organizations is that people with diverse backgrounds can look at problems from more perspectives and solve those problems using a larger skill set than less diverse organizations. Good research groups attract talent from longer distances so the quality-diversity connection becomes reinforced. Our Advanced Materials Science master's programme is taught in English to increase the influx of people coming from different backgrounds to Graz. The FoE is committed to making TU Graz a welcoming place for all. It is good for science.

Oberflächenmodifikation von Titanlegierung für die biomedizinische Anwendung

Surface Modification of Titanium Alloys for Biomedical Application

Claudia Ramskogler

Der stetige Anstieg der Lebenserwartung und die dadurch vermehrte altersassoziierte Veränderung der Knochensubstanz sowie die Fixierung von komplexen Traumata treiben die Entwicklung von orthopädischen Implantaten voran.

Für dieses Anwendungsgebiet kommen metallische Materialien wie austenitischer Stahl, Kobalt-Chrom-Legierungen und Titan und Titanlegierungen zum Einsatz. Besonders Titan und Titanlegierungen werden aufgrund der hohen Korrosionseigenschaften, exzellenten mechanischen Eigenschaften und Biokompatibilität als Schlüsselwerkstoff für orthopädische Implantate gesehen. Zwei große Herausforderungen gilt es zu bewältigen: zum einen eine rasche Osseointegration – die molekulare Verbindung zwischen Implantat und Gewebe –, bei der das Interface Implantatmaterial und Gewebe die Schlüsselrolle darstellt. Zum anderen die Reduktion des Elastizitätsmoduls des Implantatmaterials, wodurch eine Rückbildung des Knochens (sogenanntes „stress shielding“) verhindert werden kann.

Interface – Implantatmaterial – menschliches Gewebe

Eine rasche Einheilung des Implantats ist nicht nur erwünscht, um eine schnellere Mobilisierung der Patientin oder des Patienten zu ermöglichen, sondern auch, um eine postoperative Entzündung zu verhindern, die nach wie vor die häufigste Komplikation darstellt. Trotz moderner Biomaterialien mit verbesserter Gewebearchärenz bleiben die beschriebenen Probleme bestehen und eine Verbesserung der Oberflächenbeschaffenheit von Implantatmaterialien ist nach wie vor erstrebenswert. Neueste Forschungsarbeiten fordern verschiedene vordefinierte Oberflächenstrukturen, um gezielt biologische Ebenen anzusprechen und so ein rascheres Einheilen zu ermöglichen. Der Elektronenstrahlprozess wird als vielversprechende Methode für das Erfüllen dieser Anforderungen gesehen. Durch die Interaktion eines fein fokussierten hochenergetischen Elektronenstrahls (EB) mit dem Implantatmaterial wird das Material >

Human life expectancy has been continuously increasing in the last decades in the whole world. Bones become more fragile due to a loss of mass and density over time, increasing the probability of fracture.

Furthermore, the fixation of complex fractures drives the need to continue to improve orthopaedic devices. Metallic materials such as austenitic steel, cobalt chromium alloy and titanium and titanium alloys are the big players in such application. Titanium and titanium alloys for orthopaedic devices have higher corrosion resistance, excellent mechanical properties and biocompatibility and lower elastic modulus than the other metals used. But two major challenges need to be overcome. On the one hand fast osseointegration – molecular connection between implant and human tissue – the key role is the interface between the implant material and the tissue. On the other hand, a reduction of the elastic modulus to prevent bone regression – also called "stress shielding".

Interface implant material and human tissue

A stable and fast bone anchorage is not only desired to ensure a fast mobility of the patient after surgery, it also prevents postoperative inflammation, which is one of the most common complications. However, despite the benefits in the tissue compatibility of modern biomaterials, surface quality of implant materials still needs to be improved. Recent research requires multi scale topographies to act at different biological levels to permit faster osseointegration. To fulfil these requirements, the electron beam process seems to be a promising technique. Due to the interaction of the high-energy focused electron beam (EB) with the surface of the implant material, the material becomes locally molten. The molten material can easily be moved along the surface due to the deflection of the electron beam according to coordinate points. The electron beam surface structures can be produced without fill material at micro and macro meter scale (Figure 1). >



Claudia Ramskogler arbeitet seit 2014 an ihrer Dissertation am Institut für Werkstoffkunde und Schweißtechnik. Schwerpunkte ihrer Arbeit sind die Oberflächenoptimierung mittels Elektronenstrahl für die biomedizinische Anwendung sowie die Entwicklung von neuen Biomaterialien.

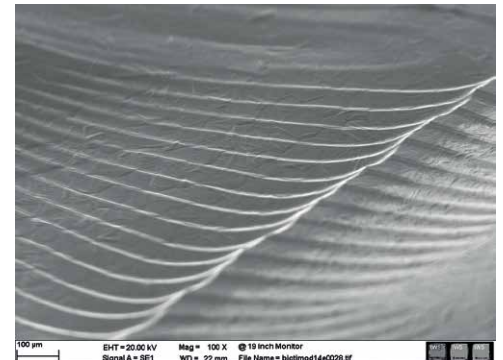
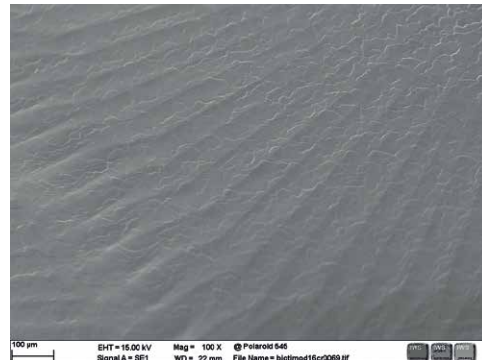
Claudia Ramskogler has been working since 2014 on her PhD Thesis at the Institute of Materials Science and Welding. Her work focuses on the surface modification for biomedical application by electron beam process as well as the development of new biomaterials.

lokal aufgeschmolzen. Der nahezu masselose Elektronenstrahl kann entlang von Koordinatenpunkten sehr schnell und präzise abgelenkt werden, wodurch das geschmolzene Material beinahe beliebig auf der Implantatoberfläche bewegt werden kann. Die Strukturierungen können reproduzierbar und ohne jegliches Zusatzmaterial im Mikro- und Millimeterbereich (siehe Abbildung 1) erzeugt werden.

The electron beam surface structuring not only changes the topography of the surface, it also changes the mechanical properties in correlation to the material, the design and the process parameters. The results represent different surface topographies and surface roughness which act at different biological levels and suggest an increase of interlocking capacity between implant and bony bed.

Abbildung 1:
Oberflächenmodifikation von
Elektronenstrahl-strukturierten
Titanlegierungen (links: Ti6Al4V;
rechts: TiGr2).

Figure 1:
Electron-beam structuring on
titanium alloy (left: Ti6Al4V; right:
TiGr2).



© IWS, TU Graz

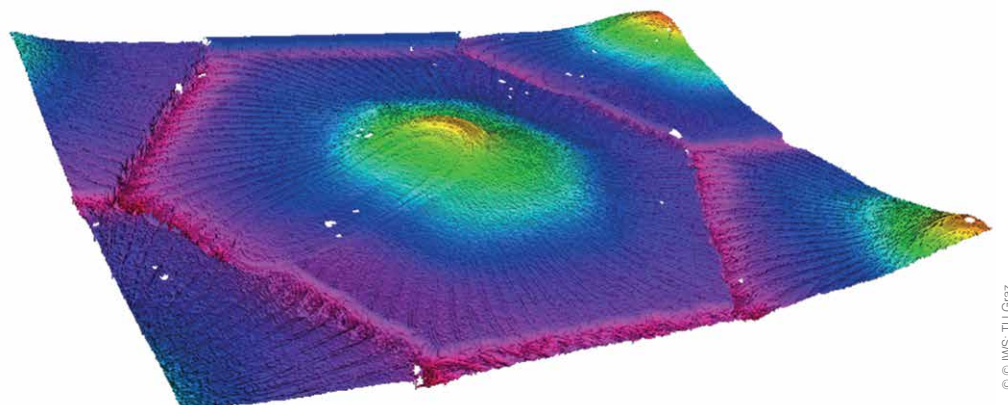
Die Oberflächenstrukturierung durch den Elektronenstrahl beinhaltet nicht nur eine Veränderung der Oberflächenrauheit, sondern auch der Topographie sowie der mechanischen Eigenschaften, die in direktem Zusammenhang mit der verwendeten Legierung, dem Design und den Prozessparametern stehen. Das Ergebnis zeigt verschiedenste Oberflächentopographien und Oberflächenrauheiten, die auf verschiedenen biologischen Organisationsebenen reagieren können und eine bessere Verflechtung zwischen Material und Knochen vermuten lassen (siehe Abbildung 2).

Material

Three different titanium alloys (commercial pure TiGr2, $\alpha + \beta$ alloy Ti6Al4V and metastable β alloy Ti15Mo) were successfully investigated using the electron beam structuring process. TiGr2 and Ti6Al4V are already used for orthopaedic devices. The wear resistance of the Ti6Al4V alloy in particular is critical due to the fact that ion release in the body can lead to health problems. For this, the combination of electron beam process and rapid cooling increased the hardness of such alloys in the surface area, thus suggesting an improvement in wear resistance.

Abbildung 2:
Topographie-Analyse der Elektro-
nenstrahl-strukturierten Titanober-
fläche (Alicona-Aufnahme).

Figure 2:
Analysis of the topography on an
electron-beam structured titanium
specimen (Alicona measurement).



© IWS, TU Graz

Material

Die Oberfläche von drei unterschiedlichen Titanlegierungen (kommerziell reines Titan TiGr2, $\alpha + \beta$ -Legierung Ti6Al4V und metastabile β -Legierung Ti15Mo) wurde bereits erfolgreich mittels Elektronenstrahlprozesses strukturiert. Kommerziell reines Titan TiGr2 und $\alpha + \beta$ -Legierung Ti6Al4V werden bereits in der orthopädischen Chirurgie eingesetzt.

The new and promising metastable β alloy (Ti15Mo) highlights the advantage of lower elastic modulus similar to human bone compared to commercial pure TiGr2, Ti6Al4V and a chemical composition with nontoxic elements. The mechanical properties of these alloys are related to their microstructure and they can be altered by thermomechanical processes.

Besonders das Verschleißverhalten von der im orthopädischen Bereich verwendeten $\alpha+\beta$ -Legierung Ti6Al4V ist kritisch. Durch die Anwendung des Elektronenstrahlprozesses auf diese Titanlegierung kommt es zu einem Anstieg der Härte im oberflächennahen Bereich, was auf eine Verbesserung des Verschleißverhaltens schließen lässt. Eine neue metastabile β -Titanlegierung (Ti15Mo) besticht durch ihren Vorteil, aus nicht toxischen Elementen zu bestehen. Auch der im Vergleich mit kommerziell reinem Titan TiGr2 bzw. $\alpha+\beta$ -Titanlegierungen niedrigere Elastizitätsmodul, der näher bei dem für Knochen gemessenen Wert liegt, ist vorteilhaft. Die Tatsache, dass die mechanischen Eigenschaften durch thermomechanische Verfahren gezielt verändert und für den Einsatzbereich eingestellt werden können, stellt einen weiteren Vorteil dieser Materialklasse dar.

Zellversuche

In-vitro-Untersuchungen mit knochenähnlichen Zellen in einem Zeitraum zwischen 6 und 72 Stunden wurden auf unterschiedlichen durch Elektronenstrahl strukturierten Oberflächen durchgeführt. Die Resultate zeigen eine sehr gute Zellverteilung auf den unterschiedlichen Oberflächen sowie eine polygonale Morphologie der Zellen (Abbildung 3). Des Weiteren konnte eine erhöhte Zellbesiedelung auf durch Elektronenstrahl strukturierten Oberflächen festgestellt werden.

Projekt

Durch das Projekt BioTiMod, das im Rahmen von „HTI Tech_for_Med“ in Zusammenarbeit mit der Universitätsklinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie der Medizinischen Universität Graz bearbeitet wurde, konnte nicht nur fundiertes Wissen über den Elektronenstrahlprozess aufgebaut werden; auch der Einfluss der Oberflächenstrukturierung auf das Zellwachstum an Biomaterialien in vitro konnte untersucht werden.

Betreut wurde das Projekt von FoE-Leiter Christof Sommitsch und von Fernando Gustavo Warchomicka geleitet. ■

Cell experiments

In vitro investigations with bone-like cells were performed between 6 to 72h of cultivation time. The cells were uniformly spread on different types of surface structures and showed polygonal morphology (Figure 3). Furthermore, a higher cell spreading area on the electron-beam structured surface was detected.

Project

Due to the Bio TiMod project, which was carried out in the framework of "HTI Tech_for_med" in cooperation with the Department of Orthopaedic Surgery at the Medical University of Graz, not only a well-founded knowledge of the electron-beam structuring process could be developed, but also the influence of surface structuring on cell growth on bio-materials in vitro was able to be investigated.

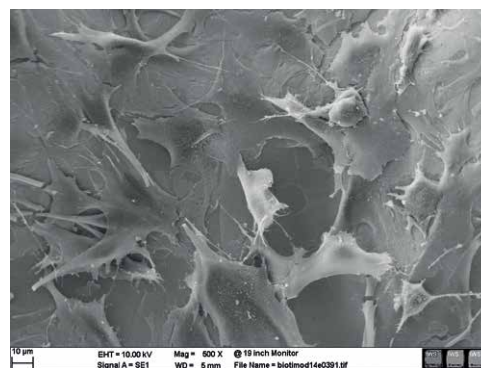


Abbildung 3:
Knochenähnliche Zellen auf
strukturierter Titanoberfläche
nach 24 Stunden Kultivierungs-
zeit.

Figure 3:
Bone-like cells on the surface of
a structured titanium alloy after
24hs cultivation.

Christof Sommitsch of the FoE leadership team supervised the project and Fernando Gustavo Warchomicka was project leader. ■

Human & Biotechnology



Bernd Nidetzky, Leitungsteam FoE
„Human & Biotechnology“
Bernd Nidetzky, executive team FoE
Human & Biotechnology

Die aktuelle Ausgabe unseres Forschungsmagazins TU Graz *research* widmet sich dieses Mal dem Schwerpunktthema „Diversity“ (Diversität, Vielfalt), das aus verschiedenen Blickwinkeln der Forschung an unserer Universität nahe am Menschen beleuchtet wird. Diversity ist nicht nur ein zentrales Thema, sondern auch charakteristisches Merkmal der Forschung in unserem FoE „Human & Biotechnology“ mit seiner Vielfalt an Forscherinnen und Forschern, Arbeitsgruppen und deren zugehörigen Forschungsprogrammen. Zwei Beiträge, jene von Jörg Schröttner („Zum Bewegen bewegen“) und Sven Stegemann („Patient/innenzentrierte Arzneimittelentwicklung“), kommen aus unserem FoE zur Gestaltung des Forschungsjournals. Gerade aus dem Bereich der Humantechnologie gäbe es zum Thema Diversity noch viel Spannendes zu berichten. Der neu gestaltete Webauftritt des FoE bietet interessante Informationen zu aktuellen Forschungsprojekten in diesem Bereich und darüber hinaus.

Wie es sicherlich bemerkt und auch von einigen Personen in der letzten Ausschreibung wahrgenommen wurde, setzen wir die Anschubförderung als Instrument zur Incentivierung von Antragsforschung fort. Wir möchten zur Nutzung dieses Instruments einladen und auffordern. Die Hebelwirkung ist TU Graz-weit beträchtlich und die Erfolgsquote für „angeschobene“ Anträge liegt typischerweise über dem allgemeinen Durchschnitt – ein Hinweis auf die Qualität der resultierenden Anträge. Die Anschubfinanzierung ist kompetitiv und soll es auch bleiben. Daher ist auch eine nachvollziehbare Begründung der beantragten Mittel notwendig.

Die Gestaltung der Anschubfinanzierung für die Zukunft obliegt weitgehend uns innerhalb des FoE. Um zu hören, was aus den Projekten der Anschubfinanzierung geworden ist und wie sich die interessante Forschung in diesem Gebiet entwickelt hat, planen wir, die Antragstellerinnen und Antragsteller der Vergangenheit zu kurzen Vorträgen im Rahmen der kommenden Treffen des FoE einzuladen – ein erster Schritt in diese Richtung wurde beim FoE Day bereits gemacht. Die Lebendigkeit und Vielfalt des FoE hängt von seinen Mitgliedern ab. Wir laden daher wieder ein, dass sich alle Interessierten beim FoE registrieren, und sprechen hier vor allem Personen mit postdoktoraler Funktion in TU Graz-Forschungsprojekten an.

In this new issue TU Graz research focuses on the special topic diversity. The overall theme is addressed from the different viewpoints of research done at our university, "near to the people". Diversity is not only a central theme, but also a characteristic feature of the research carried out in our FoE Human & Biotechnology, in terms of the various research groups involved and their corresponding research programmes. Two contributions from the FoE are included in the current issue: one from Jörg Schröttner entitled "Movement: Making a Difference" and another from Sven Stegemann entitled "Patient-Centred Drug Development". From the field of human technology within our FoE there is more important research related to diversity. The newly designed webpages of the FoE provide interesting information on this theme and beyond.

It has probably been noticed that we continue offering the initial funding programme as an instrument to incentivize funded contract research. The last call was used again by a number of applicants. We would like to invite you to use this instrument and apply in future calls. The leverage of the initial funding programme is significant across TU Graz as a whole and the success rate of thus supported projects exceeds the overall average in the respective external funding programmes – a good indicator of the quality of the resulting proposals. The initial funding programme is competitive and it will remain so. The funding requested, therefore, has to be justified.

The future design of the initial funding programme is mainly up to us within the FoE. In order to learn what has happened with projects from past initial funding calls and how the interesting research described in these projects has developed, we plan to invite past applicants to give short presentations at FoE meetings in the future. A first step to this effect was taken in this year's FoE day. The liveliness and the diversity of our FoE depends on its members. We would therefore like to invite all interested persons to personally register for the FoE. We address in particular all colleagues with current postdoctoral positions in research projects at TU Graz.

Patient/innenzentrierte Arzneimittelentwicklung

Patient-Centred Drug Development

Sven Stegemann

Der Faktor Mensch ist ein wichtiger Parameter für den Erfolg oder Misserfolg einer medikamentösen Therapie, wurde hinsichtlich seiner Einnahmegewohnheiten bisher in der Forschung aber vernachlässigt. Das soll sich nun mit einem Projekt an der TU Graz ändern.

Zwölf Arzneimittel. 20 Tabletten, davon drei, die geteilt werden müssen. Ein Medikament muss inhaliert werden, sieben verschiedene Einnahmezeitpunkte am Tag. – Das ist längst schon für viele Patientinnen und Patienten zur Realität geworden. Geprägt von Multimorbidität und begleitet von körperlichen sowie geistigen Einschränkungen sollen sie ihre Therapie selbstständig durchführen. Aus der banal erscheinenden Einnahme einer Tablette am Morgen ist ein sehr komplexes Handlungsschema geworden, das hohe Anforderungen an die kognitiven, sensorischen und motorischen Fähigkeiten stellt – einschließlich eines hohen organisatorischen Aufwandes mit direktem Einfluss auf den Tagesablauf der Patientin bzw. des Patienten. Die daraus erwachsenden möglichen Medikationsfehler und eine eventuell unzureichende Therapietreue sind wesentliche Gründe für häufig ausbleibende oder unzureichende therapeutische Wirksamkeit oder arzneimittelbedingte Hospitalisierung.

Der Mensch im Mittelpunkt

Erst seit wenigen Jahren setzt sich die Erkenntnis durch, dass Patientinnen und Patienten eine wesentliche Rolle in der eigenständig durchgeführten Arzneimitteltherapie spielen, die es nicht nur zu verstehen, sondern auch in der Produktentwicklung neuer Pharmaka zu berücksichtigen gilt. Diese Betrachtung geht über die traditionelle Fokussierung auf klinische Parameter, die Erfassung von unerwünschten Nebenwirkungen und die physikochemischen Eigenschaften des Arzneimittels hinaus. Sie beinhaltet unter anderem, wie die Patientin oder der Patient die Krankheit und die Therapie erlebt, welche Erwartungen sie oder er an die >

The 'human factor' is an important parameter for the success or failure of drug therapy, but how drugs are taken has been up to now neglected in research. But thanks to a project at TU Graz, this should change.

Twelve medicinal products. 20 tablets, three of which have to be split. One medicine has to be inhaled. Seven different times in the day when the medicines have to be taken – this is day-to-day reality for many patients. Characterised by multimorbidity and accompanied by physical and mental limitations, patients have to administer their own medication therapy. Taking a tablet in the morning – seemingly commonplace – is actually a very complex set of actions which places great demands on cognitive, sensory and motor skills – and it includes a high degree of organisation with a direct influence on the daily routine of the patient. Resulting medication errors and possibly insufficient treatment adherence are important reasons for absent or insufficient therapeutic effectiveness or medication-related hospitalisation.

Focus on the person

Only in the last few years has it been realised how important the patient's role is in administering their own medication. This has to be understood and taken into account in the product development of new drugs. This perspective goes beyond the traditional focus on clinical parameters, the monitoring of undesired side effects and the physico-chemical characteristics of medicinal products. It includes, among other things, how patients experience both illness and therapy, what expectations of therapy they have and how they understand the medicinal product as well as how they can deal with it in their own environment.

As a rule, patients are not doctors but laypersons who are trying to understand their illness and its therapy and integrate them in their biography and day-to-day life. In this process they relate to >



Sven Stegemann leitet am Institut für Prozess- und Partikeltechnik der TU Graz die Forschungsgruppe „Patientenzentrierte Medikamentenentwicklung und Produktionstechnologie“.

Sven Stegemann is in charge of the "Patient-Centred Drug Development and Production Technology" research group at the Institute of Process and Particle Engineering at TU Graz.

Abbildung 1:
Für viele Patientinnen und Patienten ist die Einnahme vieler verschiedener Medikamente zum Alltag geworden.

Figure 1:
Taking different medicine is day-to-day reality for many patients.



© Lünghammer – TU Graz

Therapie hat und wie die Patientin oder der Patient das Arzneimittel versteht sowie innerhalb der eigenen Umgebung damit umgehen kann.

Patientinnen und Patienten sind in der Regel keine Medizinerinnen und Mediziner, sondern Laien, die versuchen, die Krankheit und Therapie zu verstehen und sie in ihr Lebensbild und ihren Alltag zu integrieren. In diesem Prozess beziehen sie sich auf ihr eigenes Wissen oder Verständnis sowie gelernte Problemlösungen. Bewusst oder unbewusst werden Erwartungen an das Arzneimittel gestellt, die sich sowohl auf die wahrgenommenen körperlichen Symptome der Erkrankung bzw. Nebenwirkungen beziehen als auch auf die Gebrauchsfähigkeit und Angemessenheit des Arzneimittels für sie selbst. Der rein medizinisch-rationalen Betrachtung einer Erkrankung und Verschreibung der Arzneimitteltherapie steht also ein Mensch gegenüber, der versucht, sein Leben mit der Krankheit und den Arzneimitteln so in Einklang zu bringen, dass seine Lebensqualität und sein Lebenssinn erhalten bleiben.

Gutes Patient/innenverständnis

Trotz der großen scheinbaren Bandbreite individueller Patientinnen und Patienten ergeben sich bei näherer Betrachtung relativ gut charakterisierbare Populationen, die viele Gemeinsamkeiten hinsichtlich der Krankheitsbilder, funktionaler Einschränkungen, Erwartungen und Therapien haben.

Patient/innenzentrierte Arzneimittelentwicklung setzt bei der Erkrankung der Patientin bzw. des Patienten an. Es gilt zu verstehen, was den Patientinnen und Patienten gemeinsam ist in der Therapie, wie sie von der Krankheit eingeschränkt werden und welche anderen Krankheiten und gesundheitlichen Einschränkungen sie wahrscheinlich belasten. Aus dieser Charakterisierung lässt sich ein gutes Bild

their own knowledge or understanding and their own solutions. Consciously or unconsciously, expectations are placed on the medicinal product which relate both to perceived physical symptoms of the illness and side effects as well as to the usability and suitability of the medicinal product itself. The purely medical and rational consideration of an illness and its pharmacotherapeutic prescription stands in opposition to a person who is trying to reconcile their life with the illness and medication such that their quality and meaning of life remain intact.

Good characterisability

Despite the apparent great bandwidth of individual patients, on closer inspection there are well characterisable populations with many similarities with respect to clinical pictures, functional restrictions, expectations and therapies.

Patient-centred drug development starts with patients and their illness. We have to understand what patients have in common in a particular therapy, how they are limited by the illness, and what other illnesses and restrictions on their health probably burden them. A good picture of the real population(s) for which the medicinal product is intended can be created from this characterisation. The pharmacological profile of the drug substance is the most important requirement because it has to have a positive influence on the clinical symptoms and the experienced illness. The objectives in the development of a patient-centred medicinal product, therefore, is to optimise the clinical profile by means of special formulations and dosage forms and to transform this into a product which can be easily understood and intuitively correctly applied by the patient.

Multidisciplinary approach

The development of patient-centred medical products is a multidisciplinary and integral process which begins with the important descriptions of the patient's problems for whom solutions approaches are subsequently defined and a technological implementation sought. The resulting medicinal product concepts are investigated by the patients concerned in studies and further adapted to their needs by researchers until the best possible satisfaction is achieved.

In our working group PatientCentricProductLab, we are particularly occupied with the patient-product interface of the relevant patient population. On the basis of specific patient data and individual facts, our aim is to develop pharmaceutical and technological solutions which meet the needs of those concerned in a way that can be integrated into their daily lives. To do this, we fall back on multidisciplinary records and expertise which allows us to develop

der realen Population(en) erstellen, für die das Arzneimittel gedacht ist. Grundsätzlich stellt das pharmakologische Profil des Arzneistoffes die wichtigste Voraussetzung dar, weil es die klinischen Symptome und die erlebte Krankheit positiv beeinflussen muss. Die Zielsetzung in der Entwicklung eines patient/innenzentrierten Arzneimittels ist demnach, das klinische Profil über spezielle Formulierungen und Darreichungsformen zu optimieren und in ein Produkt zu überführen, das von den betroffenen Patientinnen und Patienten einfach verstanden und intuitiv richtig angewendet werden kann.

Multidisziplinärer Ansatz

Die Entwicklung von patient/innenzentrierten Arzneimitteln ist ein multidisziplinärer und integrierter Prozess, der mit den wichtigen Problembeschreibungen der Patientin oder des Patienten beginnt, für die dann Lösungsansätze definiert und eine technische Umsetzung gesucht werden. Die sich daraus ergebenden Arzneimittelkonzepte werden von den betroffenen Patientinnen und Patienten in Studien überprüft und von Forschenden weiter an ihre Bedürfnisse angepasst, bis der größtmögliche Patient/innennutzen erreicht wird.

In unserem PatientCentricProductLab (PCPL) beschäftigen wir uns speziell mit dem Patient/innen-Produkt-Interface der entsprechenden Patient/innenpopulation. Unser Ziel ist es, aus den spezifischen Patient/innendaten und individuellen Gegebenheiten pharmazeutisch-technische Lösungen zu entwickeln, die den Bedürfnissen der Betroffenen entsprechen und sich nahtlos in den Alltag integrieren lassen. Dazu greifen wir auf multidisziplinäre Datensätze und Fachwissen zurück, die uns erlauben, problemübergreifende patient/innenzentrierte Arzneimittelkonzepte zu entwickeln. Anhand klinisch erprobter Methoden zur Evaluierung der Arzneimittelkonzepte und eines breiten Netzwerks an klinischen Partnerinnen und Partnern überprüfen, selektionieren und optimieren wir die Arzneimittelkonzepte, bis die größtmögliche Nutzbarkeit bei kleinstmöglicher Fehleranfälligkeit bei den Patientinnen und Patienten erreicht ist. Durch die wissenschaftliche und klinische Validierung der patient/-innenzentrierten Arzneimittelgestaltung erhöhen wir unmittelbar die Arzneimittelsicherheit und Effektivität. ■



© Lunghammer – TU Graz

Abbildung 2:

Sven Stegemann betreibt patient/-innenzentrierte Arzneimittelforschung an der TU Graz.

Figure 2:

Sven Stegemann's field of work is patient-centred drug development.

cross-problem, patient-centred, medicinal product concepts. Using clinically tested methods to evaluate medicinal product concepts and a broad network of clinical partners, we investigate, select and optimise medicinal product concepts until the best possible usability within the smallest possible error margin is achieved in the patients. Medicinal product safety and effectiveness is directly supported through scientific and clinical validation of patient-centred medicinal product design. ■



© Lunghammer – TU Graz

Abbildung 3:

Der Faktor Mensch ist für den Erfolg eines Medikaments ein wichtiger, aber selten untersuchter Parameter.

Figure 3:

The 'human factor' is an important parameter for the success of drug therapy, but has been neglected in research.

Information, Communication & Computing



Kay Uwe Römer, Leitungsteam FoE
„Information, Communication & Computing“
Kay Uwe Römer, executive team FoE
Information, Communication & Computing

Nachdem früher in Informatik und Informationstechnik angestrebt worden war, dem Menschen lästige Aufgaben vollständig abzunehmen und ihn damit sozusagen „out of the loop“ zu nehmen, ist mit der zunehmenden Digitalisierung unserer Alltagswelt eine Trendumkehr hin zu „human back into the loop“ zu beobachten: Menschen und informations-technische Systeme kooperieren eng bei der Lösung von Aufgaben. Dementsprechend müssen moderne informations-technische Systeme auch mit der menschlichen Diversität umgehen können, was auch in der Forschung eine große Herausforderung darstellt. Exemplarisch zeigen dies die Beiträge von Manfred Wieser anhand von Navigationsunterstützung für Blinde und körperlich Beeinträchtigte sowie von Anna Katharina Fuchs und Martin Hagmüller anhand von gendergerechter Sprachausgabe, um kehlkopflösen Menschen eine Stimme zu geben, die zu ihnen passt.

Die intelligente Anpassung von zukünftigen Produkten und Produktionsumgebungen an die Bedürfnisse der sie nutzenden, bedienenden und mit ihnen kooperierenden Menschen wird auch eine wesentliche Rolle spielen im kürzlich zur Förderung bewilligten neuen COMET K1-Zentrum „Pro2Future – Products and Production Systems of the Future“. Diese Kooperation von JKU Linz und TU Graz mit geplantem Startschuss im April 2017 ist ein gelungenes Beispiel für interdisziplinäre Kooperation innerhalb und auch über die Grenzen des FoE „Information, Communication & Computing“ hinaus: Aufseiten der TU Graz kooperieren im Rahmen von Pro2Future mehrere Institute der Elektrotechnik, Informatik und aus dem Maschinenbau eng miteinander.

Interdisziplinäre Kooperationen waren auch ein Thema bei der letzten Runde zur Anschubfinanzierung, bei der im FoE „Information, Communication & Computing“ aus acht Einreichungen sechs zur (teilweisen) Förderung ausgewählt wurden. Zwei der bewilligten Anträge setzen auf Kooperationen zwischen Sensortechnik und Bodenmechanik bzw. Antriebstechnik und Signalverarbeitung. Auch ein Antrag für einen ERC-Grant im Bereich Sprachsignalverarbeitung wird „angeschoben“. Alle erfolgreichen Antragsteller/innen haben ihre Vorhaben im Rahmen des neuen FoE-Kolloquiums im Juni den ca. 30 teilnehmenden FoE-Mitgliedern vorgestellt, umrahmt von einem spannenden Vortrag von Friedemann Mattern, Professor an der ETH Zürich, zur Schwierigkeit, zukünftige Entwicklungen in der Informatik vorherzusagen, und abschließenden Diskussionen beim Buffet.

Historically, informatics and information technology aimed at taking over cumbersome tasks from humans, thereby moving humans out of the loop. However, with the increasing digitalization of our daily environment we are seeing this trend reversed by moving humans back into the loop, with ICT systems closely collaborating with humans in solving tasks. As a consequence, modern ICT has to deal with the significant diversity of humans, which also presents a significant research challenge. We exemplify this with two articles by Manfred Wieser on navigation systems supporting blind and handicapped people, as well as by Anna Katharina Fuchs and Martin Hagmüller on gender-aware speech generation to give people who cannot speak a voice that matches their personality.

Intelligent adaptation of future products and production systems to the needs of people using, operating, and cooperating with them is also a topic in the new COMET K1 center “Pro2Future – Products and Production Systems of the Future”, which has recently been recommended for funding. This cooperation project between JKU Linz and TU Graz with planned start in April 2017 is a good example of interdisciplinary cooperation within and beyond the FoE Information, Communication & Computing. On the side of TU Graz a number of institutes from the faculties of Electrical Engineering, Informatics, and Mechanical Engineering are closely collaborating.

Interdisciplinary cooperation was also a topic in the last round of competitive initial funding, where within FoE Information, Communication & Computing eight proposals were submitted and six (partially) funded. Two of the successful proposals are devoted to cooperation between sensor technology and soil mechanics, and drive technology and signal processing. Also one proposal for an ERC grant in the area of speech signal processing is being supported. All successful applicants presented their planned research during the new FoE colloquium in June to about 30 FoE members, framed by an exciting talk on the difficulty of predicting the future of informatics given by Friedemann Mattern, professor at ETH Zurich and discussions during a buffet.

Navigationssysteme für Menschen mit besonderen Bedürfnissen

Navigation Systems for People with Special Needs

Manfred Wieser und Thomas Moder

Forschung und Entwicklung im Bereich der Navigationssysteme setzen heute den Akzent zunehmend auf Spezialanwendungen. Neben dem autonomen Fahren und der Drohnensteuerung sind vor allem Navigationssysteme für Fußgängerinnen und Fußgänger von großer Bedeutung. In diesem Zusammenhang sind es vorwiegend Menschen mit besonderen Bedürfnissen, wie etwa Blinde und Sehbehinderte oder auch Rollstuhlfahrerinnen und -fahrer, die sehr spezifische Benutzer/innenanforderungen definieren.

In zahlreichen Forschungsprojekten, Masterarbeiten und Dissertationen beschäftigt sich die Arbeitsgruppe Navigation des Instituts für Geodäsie seit bereits mehr als zehn Jahren mit der Entwicklung nutzer/innenspezifischer Fußgänger/innennavigationssysteme und versucht dabei, das gesamte Spektrum von Navigationsaufgaben, von der Positionsbestimmung über die Routenplanung bis zur Zielführung, abzudecken. Im Sinne einer allgegenwärtigen Navigation kommen zunehmend Smartphones zum Einsatz, zumal diese sowohl die entsprechende Sensorik zur Positionsbestimmung als auch die Benutzer/innenoberflächen für Routenplanung und Zielführung aufweisen.

Die Herausforderung besteht jedoch darin, auf Basis von durchwegs preiswerten Sensoren durch ausgeklügelte Signalverarbeitung die erforderlichen Positionsgenauigkeiten zu erzielen und durch effiziente Algorithmen eine zuverlässige Routenplanung und Zielführung in Echtzeit zu bewerkstelligen. Dies hat noch dazu vor dem Hintergrund großer Datenmengen, die für die Modellierung des realen Navigationsumfelds notwendig sind, zu erfolgen. Die Systeme haben, quasi maßgeschneidert, auf die individuellen Benutzer/innenbedürfnisse Bedacht zu nehmen, ohne dass viele Einzellösungen entstehen. Alles in allem sind Genauigkeit, Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit und Integrität die vordringlichsten Qualitätsmerkmale der Systeme. >

Nowadays, in the field of navigation systems, research and development is mainly focused on specific applications. Besides autonomous driving and steering drones, pedestrian navigation is of great importance. In this respect, particularly for people with special needs, such as blind and visually impaired pedestrians or wheelchair users, specific requirements need to be defined.

Within numerous research projects and master's or doctoral theses, the Working Group Navigation at the Institute of Geodesy has been involved in the development of user-specific pedestrian navigation systems for more than ten years. In doing so, the overall spectrum of navigational tasks (positioning, routing and guidance) are covered. In terms of a ubiquitous navigation, smartphones are used more and more, since they feature the corresponding positioning sensors as well as the user interfaces for routing and guidance.

However, in the case of more or less low-cost sensors, achieving the required positioning accuracy using sophisticated signal processing and aiming at reliable routing and guidance by efficient algorithms is a big challenge. All the more so because this has to be performed against the background of a huge data set which is necessary for modelling the real navigation environment. Tailored to the individual user requirements, but without creating single solutions, the systems have to meet main quality features, such as accuracy, availability, reliability and integrity.

Determination of position and trajectory

Besides position, the speed of movement and course are mainly needed for target-oriented guidance along the total trajectory, i.e. the path covered by the person's movement. The position can be determined either absolutely related to a reference frame or relatively with respect to the previous epoch. >



Manfred Wieser ist Leiter der Arbeitsgruppe Navigation am Institut für Geodäsie und beschäftigt sich mit Multisensorsystemen und Spezialanwendungen von Navigationssystemen.

Manfred Wieser is head of the Working Group Navigation at the Institute of Geodesy and deals with multi-sensor systems and specific applications of navigation systems.

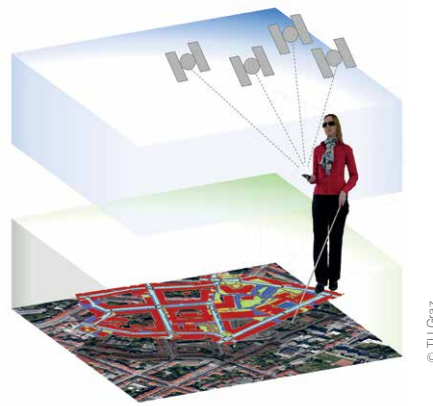


Das Spezialgebiet von Thomas Moder, Universitätsassistent am Institut für Geodäsie, ist die Fußgänger/innen- und Indoor-Navigation.

Thomas Moder is university assistant at the Institute of Geodesy and his specific field of interest is pedestrian and indoor navigation.

Abbildung 1:
Navigationssysteme für Blinde und
Sehbehinderte basieren auf einer
Modellierung des Navigationsumfel-
des und nutzen die in Smartphones
bereits vorhandenen Sensoren.

Figure 1:
*Navigation systems for the blind and
visually disabled are based on
modelling the navigation environment
and make use of sensors already
present in smartphones.*



© TU Graz

Positions- und Trajektorienbestimmung

Neben der Position sind vor allem Fortbewegungs-
geschwindigkeit und -richtung für eine zielgerich-
tete Navigation von Interesse und zwar entlang des
gesamten, von der Person zurückgelegten Pfades,
der sogenannten Trajektorie. Die Bestimmung der
Position kann entweder absolut in Bezug auf ein
Referenzsystem oder relativ in Bezug auf die Po-
sition der Vorepoche erfolgen.

Für den Fall der absoluten Positionsbestimmung
ist zu unterscheiden, ob sie im Außen- oder In-
nenbereich von Gebäuden stattfindet. Im Außen-
bereich wird vorwiegend die satellitengestützte
Positionsbestimmung eingesetzt, wie etwa GPS
(Global Positioning System) der USA, das russische
System GLONASS und künftig auch das europä-
ische System Galileo. Aufgrund der Abschattung
von Satellitensignalen im Innenbereich greift man
dort auf Methoden der terrestrischen Radionavi-
gation zurück. Hier ist vor allem das sogenannte
Fingerprinting, basierend auf Signalstärkemess-
ungen mittels WLAN oder BLE (Bluetooth Low
Energy), zu nennen. Für die Stockwerkserkennung
werden zusätzlich Barometer eingesetzt.

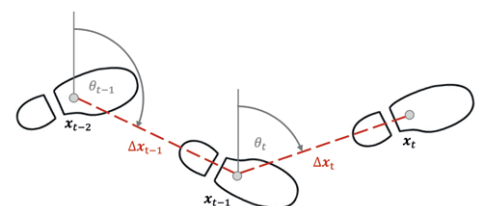
Die relative Positionsbestimmung erfolgt primär
mittels inertialer Sensoren (Akzelerometer, Drehra-
tensoren), beruht auf der Messung der Bewe-
gungsrichtung und des zurückgelegten Wegs und
wird als Koppelnavigation bezeichnet. Die Rich-
tungsbestimmung wird zusätzlich durch Magne-
tometermessungen gestützt, die Distanzmessung
beruht auf Schrittzählung und individueller Schritt-
länge. Für Letztere ist eine Aktivitätserkennung in
Form des Bewegungsmusters (langsames bzw.
schnelles Gehen, Stiegensteigen etc.) und die
Kenntnis über die Verwendung allfälliger Gehhilfen
von Vorteil.

Angeichts hoher Genauigkeitsanforderungen – im
Fall von Blinden und Sehbehinderten wird eine
Positionsgenauigkeit im Tastbereich des Blinden-
stocks, das heißt im Submeterbereich, angestrebt
– ist die Integration komplementärer Sensoren im

It has to be distinguished whether absolute position-
ing takes place outside or inside buildings. Outdoors,
satellite-based positioning is primarily used, such
as the U.S. GPS (Global Positioning System), the
Russian GLONASS and the future European Galileo.
Due to shadowing of satellite signals in indoor ar-
eas, terrestrial radio navigation is applied. Based
on signal strength measurements, fingerprinting
techniques together with WLAN and BLE (Bluetooth
Low Energy) are used. In addition, barometers sup-
port floor level detection.

Measuring the direction of the movement and dis-
tance covered, relative positioning is mainly carried
out by means of inertial sensors (accelerometers,
angular rate sensors) and is called dead reckoning.
In addition, course determination is supported by
magnetometer measurements. The distance com-
putation is based on step counting and estimating
the step length. For determining the individual step
length, profit is drawn from activity recognition via
movement patterns (slow or fast walking, going up/
down stairs, etc.) and from the knowledge of wheth-
er walking aids are used or not.

Especially in the case of blind and visually impaired
people, accuracy requirements are high and the
achieved position accuracy should be in the tactile
range of a white cane, i.e., in the sub-meter level.
Due to this circumstance, an integration of comple-
mentary sensors in terms of a sensor fusion is an
indispensable must. Trajectory estimation is based
on observation and motion models including the
description of measurement and system noise, and
is carried out by means of Bayesian statistics. By
now, besides applying the common Kalman filter,
estimation of the current position is frequently per-
formed via the particle filter which is based on the
propagation of a point cloud. Undoubtedly, addi-
tional information from digital maps, which are
needed for modelling the navigational environment,
has to be included in the estimation process. As a
rule, in the case of a pedestrian, this so-called map
aiding is performed by means of raster charts de-
scribing the surface accessibility by a probability
value per pixel.

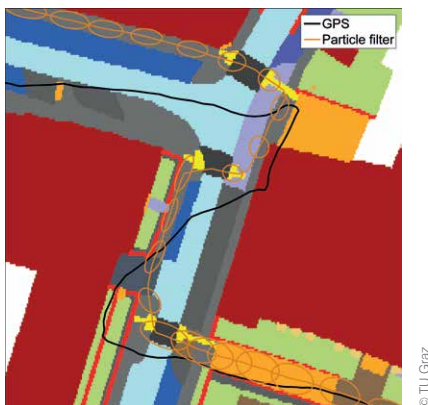


© TU Graz

Abbildung 2:
Die Koppelnavigation für Fußgänger
beruht auf der Messung von
Bewegungsrichtung und zurückge-
legtem Weg.

Figure 2:
*Pedestrian dead reckoning is based
on measuring the direction of the
movement and distance covered.*

Sinne einer Sensorfusion ein unverzichtbares Muss. Die Schätzung der Trajektorie erfolgt auf Basis von Beobachtungs- und Bewegungsmodellen inklusive Mess- und Systemrauschen vor dem Hintergrund der Bayes-Statistik. Neben dem üblichen Kalman-filter verwendet man mittlerweile vermehrt den Partikelfilter, bei dem die Schätzung der aktuellen Position aus der Ausbreitung einer Punktwolke hervorgeht. Nicht zu vergessen ist die Einbindung von Zusatzinformation aus digitalen Karten, die das Navigationsumfeld modellieren. Im Fall der Fußgängerin oder des Fußgängers erfolgt dieses sogenannte Map Aiding in der Regel mittels Rasterkarten, in denen pro Pixel das benutzer/innenspezifische Begehen der Fläche mittels Wahrscheinlichkeiten angegeben wird.



© TU Graz

Routenplanung und Zielführung

Für eine effiziente Zielführung ist vorab die Planung einer optimalen Route unerlässlich. Dabei kann es sich nutzer/innenabhängig um die schnellste, aber auch sicherste oder um eine möglichst barrierefreie Route handeln. Grundlage ist die Modellierung des Wegenetzes als bewerteter Digraph. Schließt man etwa den öffentlichen Verkehr im Sinne einer Intermodalität auf Basis verschiedener Verkehrsmittel mit ein, läuft dies auf ein multikriterielles Routing hinaus. Im Zusammenhang mit der sogenannten Pareto-Optimalität kann ein bestmöglicher Ausgleich zwischen unterschiedlichen Kriterien (Weglänge, Anzahl der Umstiege etc.) erreicht werden.

Entweder beim Vorabtraining auf Basis einer virtuellen „Reise“ oder bei der Zielführung in Echtzeit werden die entsprechenden Instruktionen je nach individuellem Bedarf akustisch, visuell oder auch haptisch kommuniziert, wobei heutige Smartphones bereits eine Reihe von Benutzer/inneninterfaces zur Verfügung stellen. So gelingt es, ein Informationsdefizit zu verringern, und zwar zugunsten einer gesteigerten Mobilität. ■

Routing and guidance

Prior to an efficient guidance, optimal route planning is indispensable. Dependent on the user, the optimal route may be defined as the fastest and safest or most barrier-free path. Modelling the navigation environment using a valuated digraph has to be the first step. To include public transport in terms of inter-modality by different transportation means, multi-criteria routing is necessary. Together with the so-called Pareto optimality, a best possible adjustment between diverse criteria (path length, changing the means of travel) can be achieved.



© Günter Pichler – kleine Zeitung

Abbildung 3:

Zum Zweck der Trajektorienschätzung mittels eines Partikelfilters werden Rasterkarten eingesetzt, welche die Benutzbarkeit von Flächen widerspiegeln.

Figure 3:

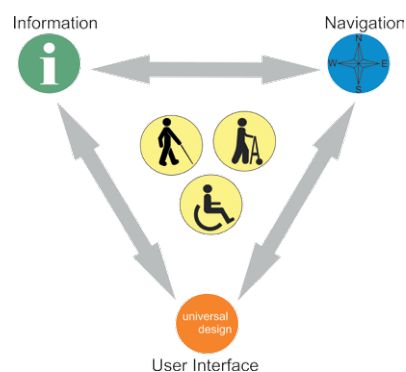
For the purpose of trajectory estimation using a particle filter, raster charts are applied reflecting the surface accessibility.

Abbildung 4:

Die metrische, topologische und semantische Beschreibung des Navigationsumfeldes erfolgt mittels graphentheoretischer Modellierung.

Figure 4:

The metric, topological and semantic description of the navigation environment is carried out using modelling techniques based on graph theory.



© TU Graz

Abbildung 5:

Im Fall von Personen mit besonderen Bedürfnissen bedürfen Positionsbestimmung, Routenplanung und Zielführung einer maßgeschneiderten Lösung.

Figure 5:

In case of people with special needs, positioning, routing and guidance require tailored solutions.

Mobility & Production



Helmut Eichlseder, Leitungsteam FoE
„Mobility & Production“
*Helmut Eichlseder, executive team FoE
Mobility & Production*

Neben der laufenden Anschubfinanzierung, die mittlerweile in die siebente Runde geht, gibt es auch über zugesprochene Projekte sehr Erfreuliches zu berichten: Die Initiative Smart Production Graz hat für das im Dezember 2015 eingereichte K1-Zentrum Pro2Future Anfang Juli 2016 den

Zuschlag erhalten. Dieses Kompetenzzentrum ist auf die Standorte JKU Linz und TU Graz verteilt und wird gemeinsam mit hochkarätigen Industriepartnerinnen und -partnern an Produkten und Produktionssystemen der Zukunft forschen. Das Berufungsverfahren der FFG-Stiftungsprofessur „Werkstoffe und Fertigung für die Luftfahrt“ ist auf einem guten Weg, womit die Säule „Aviation“ an der TU Graz weiterausgebaut werden kann. Das Bauvorhaben der Smart Factory schreitet mit großen Schritten voran, weshalb mit der Fertigstellung des Gebäudes im Frühjahr 2017 zu rechnen ist. Projektleiter der Smart Factory ist unser

FoE-Professor Rudolf Pichler, der die inhaltliche Ausrichtung der Fabrik verantwortet. Erstes sichtbares Zeichen seiner Aktivitäten ist die neue SLM-Anlage (Selective Laser Melting) für 3D-Metalldruck am Institut für Fertigungstechnik.

Um die Aktivitäten des FoE auch einem externen Kreis besser zu vermitteln, erfolgte nach dem Industriedialog im vergangenen Jahr heuer eine Vorstellung im Rahmen einer im Juli an der TU Graz durchgeführten Veranstaltung der WKM, der wissenschaftlichen Gesellschaft für Kraftfahrzeug- und Motorentechnik. Bei diesem Symposium, bei welchem 28 Dissertantinnen und Dissertanten aus dem deutschsprachigen Raum ihre Forschungsergebnisse präsentierten, wurde das FoE von mehreren Instituten im Bereich Produktion sowie Fahrzeug- und Antriebstechnik mit einer Präsentation sowie einer kleinen Ausstellung vorgestellt.

Dass die Forschungsergebnisse des FoE „Mobility & Production“ für verschiedenste Nutzerinnen und Nutzer und deren unterschiedliche und teilweise spezielle Bedürfnisse und Fähigkeiten von hoher Relevanz sind, geht aus dem On the Top-Beitrag in anschaulicher Weise hervor: Das am Institut für Fahrzeugtechnik durchgeführte Forschungsprojekt MueGen Driving beschäftigte sich mit einer der vielen Herausforderungen auf dem Weg zum fahrer/innenlosen Fahrzeug, nämlich mit der Akzeptanz, diese Technologie auch zu nutzen. Im Speziellen wurden die Einflussfaktoren Alter und Geschlecht der Fahrerin oder des Fahrers untersucht.

In addition to the ongoing start-up financing, which is already in the 7th round, there is plenty of encouraging news about awarded projects. The initiative Smart Production Graz won the call for the K1 center Pro2 Future, which was submitted in December 2015, at the beginning of July 2016. This competence center, with distributed facilities at JKU Linz and TU Graz, aims at doing research in future products and production systems together with top-class industrial partners. The announcement procedure of the FFG endowed professorship Innovative Materials and Fabrication Technologies for Aviation is well on the way, giving room for expanding the aviation pillar at TU Graz. The smart factory construction project is forging ahead and is likely to be completed in spring 2017. FoE Professor Rudolf Pichler is the head of the smart factory and responsible for its content alignment. The first visible sign of his activities is the new SLM (Selective Laser Melting) System for 3D metal printing at the Institute of Production Engineering.

In order to better present FoE activities to external experts, last year's industrial dialogue was followed by the WKM symposium, organized by the scientific society for automotive and vehicle technology, at the premises of TU Graz in July 2016. In the course of this event, 28 doctoral candidates from German-speaking countries presented their research results. Moreover, the FoE was introduced in a presentation and small exhibition by several institutes in the field of production as well as automotive and drive technology.

The high relevance of the research results of the FoE Mobility & Production is of importance for diverse users and their varying and partly special needs and abilities. This is clearly demonstrated in this contribution: The MueGen Driving research project, carried out at the Vehicle Safety Institute, which deals with one of the many challenges on the way to the driverless vehicle and acceptance to use this technology. The influencing factors age and gender of the driver are investigated in particular.

Produktion der Zukunft im Umbruch

Fundamental Changes in Future Production

Mario Kleindienst und Matthias Wolf

Die Produktion der Zukunft, die unter dem Begriff „Industrie 4.0“ aktuell in allen Medien prognostiziert wird, ist gekennzeichnet durch ein hohes Maß an komplexen, stark variierenden und wissensintensiven Arbeitsprozessen, bei denen der Mensch stärker denn je durch Technologien unterstützt wird.

Die Rolle des Menschen wird sich dadurch zunehmend auf das Nutzen seiner Flexibilität, Kreativität, seines Kontextwissens sowie auf seine Problemlösungskompetenz und die Fähigkeit, faktenbasierte und intuitive Entscheidungen zu treffen, verlagern. Der Mensch wird somit nach wie vor eine zentrale Position in den Werkshallen der Zukunft einnehmen, jedoch werden sich die Anforderungen an ihn stark von den aktuellen unterscheiden.

Industrielle Arbeit im Umbruch

Durch die zunehmende Volatilität des Marktes, die sich sowohl auf die Menge als auch auf die Art der zu produzierenden Güter bezieht, kommt es zu signifikanten Veränderungen der Arbeitsprozesse und -tätigkeiten. So werden Produkte durch die rasanten Entwicklungen der Leistungselektronik mit Intelligenz ausgestattet und durch die Integration von elektronischen Komponenten komplexer. Die Interdisziplinarität in der Produktentwicklung und der Produktion wird dadurch immer wichtiger. Zugleich werden die Lebenszyklen von Produkten kürzer, was zu einer hohen Anzahl an Produktanläufen und damit steigenden Anforderungen an das Production-Engineering führt. Um ein hohes Maß an Flexibilität im Unternehmen zu gewährleisten, wird es wichtig sein, dass Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter eine Vielzahl von unterschiedlichen Tätigkeiten beherrschen, um im Anlassfall den Arbeitsplatz schnell wechseln zu können.

Zugleich wird es notwendig sein, monotone Tätigkeiten durch intelligente Automatisierung nach und nach zu ersetzen, wodurch sich der Mensch vermehrt auf komplexe und indirekte Tätigkeiten wie >

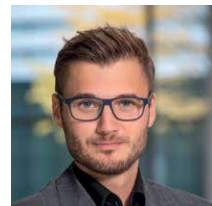
The production of the future, which is currently discussed in the media under the umbrella term “Industry 4.0”, is forecasted to be characterized by complex, highly varying and knowledge-intensive work processes, where humans more than ever will be in need of support and assisted by technologies.

The role humans play in such work settings will therefore shift towards using natural human strengths like human flexibility, creativity, contextual knowledge, human problem-solving skills and the ability to make fact-based as well as intuitive decisions. Persons will continue to play a central role in the factories of the future, but work requirements for them will fundamentally change.

Fundamental changes in industrial work

The rising market volatility concerning the amount and type of goods to produce, will cause changes in work processes and work tasks. As an example, future products will be provided with intelligence by the integration of quickly developing power electronics components, which in turn will raise product complexity. Therefore, multidisciplinary within product development and production will be of increasing importance. At the same time product life cycles will become shorter, leading to a higher number of product ramp-ups and increasing demands on production engineering. To ensure a high level of flexibility, it will become increasingly important for workers to be able to handle many different operations, which in turn will enable them to quickly change their place of work if necessary.

Simultaneously it will become more and more important to automate monotonous tasks using intelligent automation technologies to free human capital such that they can focus more on the emerging indirect and complex tasks, such as monitoring and controlling machines, collaborating with technologies and machines, and carrying out the efficient analysis and evaluation of information. At the >



Mario Kleindienst ist Universitätsassistent am Institut für Industriebetriebslehre und Innovationsforschung und leitet das LeanLab. In seiner Forschung beschäftigt er sich mit Industrie 4.0 bei kleinen und mittelständischen Unternehmen.

Mario Kleindienst is scientific assistant at the Institute of Industrial Management and Innovation Research and manages the LeanLab. His research is focused at Industry 4.0 in small and medium-sized companies.



Matthias Wolf ist Projektassistent am Institut für Industriebetriebslehre und Innovationsforschung. In seiner Forschung beschäftigt er sich mit dem Thema demographischer Wandel und dessen Auswirkungen auf die Industrie.

Matthias Wolf is project assistant at the Institute of Industrial Management and Innovation Research. His research focuses on the demographic change and its impacts on industry.



© IBL – TU Graz

Abbildung 1:
In der Lernfabrik LeanLab werden Assistenzsysteme getestet und es wird an Arbeitsumgebungen geforscht.

Figure 1:

Assistance systems and work environments are tested at the learning factory LeanLab.

das Überwachen, Steuern oder Kollaborieren von und mit Maschinen sowie das effiziente Analysieren und Bewerten von Informationen konzentrieren kann. So wird er über andere Qualifikationen und Fähigkeiten verfügen müssen und vermehrt auf die Unterstützung durch Assistenzsysteme angewiesen sein.

Arbeitskräfte im Umbruch

Der demografische Wandel führt zu einer Verschiebung in der Altersstruktur der Erwerbsbevölkerung in der Europäischen Union, sodass ab dem Jahr 2020 die Altersgruppe der 55- bis 59-Jährigen zur größten Gruppe wird. Aktuell ist jedoch der tatsächliche Anteil an Arbeitskräften über 55 Jahren in industriellen Arbeitsumgebungen sehr gering. Dies ist zum Teil unterschiedlichen, mit dem Alterungsprozess einhergehenden Veränderungen der Fähigkeiten des Menschen geschuldet. Es zeigt sich, dass ältere Arbeitskräfte besonderen Unterstützungsbedarf hinsichtlich physischer und kognitiver Fähigkeiten aufweisen. Durch physische Unterstützung mittels zum Beispiel kollaborativer Robotik

same time this leads to a changing demand in workers' skills and to an increasing need to support workers using assistance systems.

Fundamental changes in the workforce

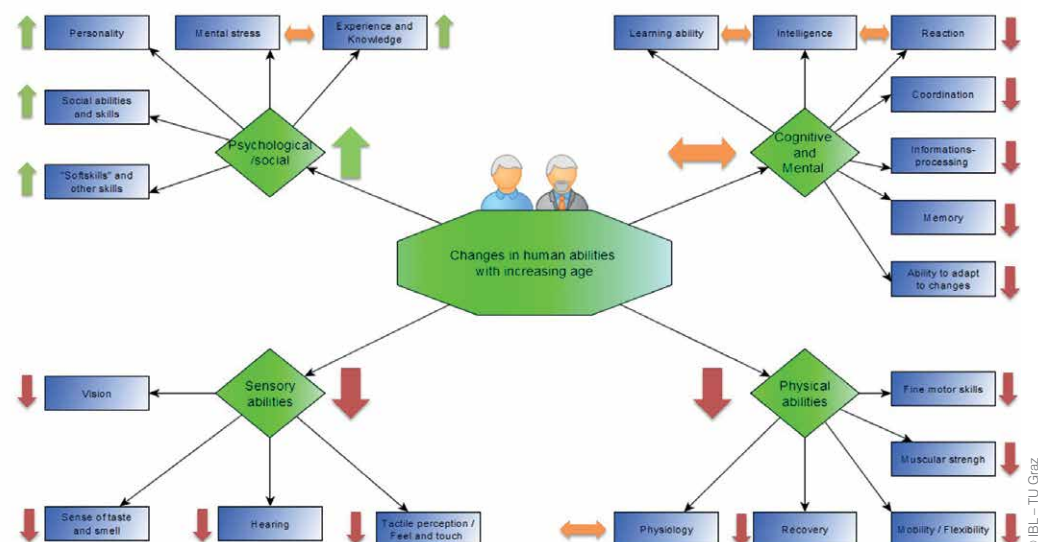
The demographic change will lead to a change in workforce age structure within the European Union so that those aged 55 to 59 years will become the biggest working age group from 2020. Presently, however, the share of workers working in this age group in industrial environments is low. This is partly due to age-related changes in human capabilities and competencies. It appears that older workers often need support and assistance with respect to physical and cognitive tasks. By the use of physical assistance systems such as collaborative robotics or exoskeletons, human sensory impairments or other physical limitations can be compensated for. This will lead to a higher human productivity at the work place and at the same time it increases the occupational safety and workers' well-being at work. Solutions for cognitive support are often provided by information and communication technologies (ICT) which can assist by offering decision support with real time information being transmitted to the user by wearables, or by providing learning assistance, for instance with augmented reality applications.

Industrial standardization is another key topic which needs to be considered for the future work design. An analysis of 100 National and European standards about work-system design and the consideration of an older workforce showed that 77% of the standards did not cover or insufficiently covered the specific needs of this age group. In some cases this can lead to risky or critical situations in terms

Abbildung 2:
Altert der Mensch, können sich seine Fähigkeiten verändern, was Auswirkungen auf seine Leistungsfähigkeit am Arbeitsplatz haben kann.

Figure 2:

While people are ageing, their abilities can change, which in turn may effect their efficiency in the workplace.



© IBL – TU Graz

oder Exoskelette können körperliche und sensorische Einschränkungen im Alter ausgeglichen werden und damit einerseits die Produktivität der Mitarbeiterin oder des Mitarbeiters hoch gehalten werden, andererseits aber auch die Sicherheit und das Wohlbefinden Älterer am Arbeitsplatz gesteigert werden. Lösungen für kognitive Unterstützung kommen dabei aus der Informations- und Kommunikationstechnologie, die den Arbeitskräften zum Beispiel Entscheidungsunterstützung in Form von echtzeitbasierten Informationen über „Wearables“ oder Lernunterstützung durch Technologien wie Augmented Reality liefern kann.

Eine wesentliche Rolle nimmt auch die arbeitswissenschaftliche Normung ein. Eine Untersuchung von 100 nationalen und europäischen Normen zur Arbeitssystemgestaltung hinsichtlich der Berücksichtigung älterer Arbeitskräfte ergab, dass die speziellen Bedürfnisse älterer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bei 77 Prozent der analysierten Normen nicht oder nur unzureichend behandelt werden. Zum Teil kann es sogar zu kritischen Situationen im Sinne der Arbeitssicherheit kommen, sollten Arbeitssysteme nicht im Hinblick auf die spezifischen Bedürfnisse älterer Mitarbeiter gestaltet werden.

Die mitarbeiter/innenzentrierte Arbeitssystemgestaltung ist jedoch nicht nur für ältere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter notwendig. Durch den stärkeren Zugang von Frauen zu industriellen Arbeitsplätzen oder auch durch den Zuzug aus unterschiedlichen, global verteilten Regionen steigt die Diversität der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer in der Produktion. Arbeitssysteme müssen so gestaltet werden, dass Menschen mit unterschiedlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten auf einem hohen Produktivitätslevel arbeiten können.

Werkerbefähigung und Werkerunterstützung für künftige Arbeitsumgebungen und die Entwicklung von effizienten und sinnvollen, in Produktionsumgebungen effektiv einsetzbaren Assistenzsystemen sind eine zentrale Herausforderung, von deren Lösung eine erfolgreiche Umsetzung der Zukunftsvision „Industrie 4.0“ entscheidend beeinflusst wird. Durch den Einsatz solcher Systeme und die zielgerichtete Aus- und Weiterbildung muss versucht werden, die Arbeitskräfte auf die künftigen Anforderungen der Produktion vorzubereiten. Das Institut für Industriebetriebslehre und Innovationsforschung setzt dabei verstärkt auf die eigene Lernfabrik, das LeanLab. ■



© IEL – TU Graz

Abbildung 3:
Das LeanLab wird für Lehrveranstaltungen und in der Forschung genutzt.

Figure 3:
The LeanLab is used for lectures and in research.

of occupational health and safety if work systems are not designed with a view to the specific needs of older workers.

Employee-centered work systems are, however, not only necessary for older workers. Workforce diversity in production is increasing due to a higher share of female workers and an influx from different globally spread regions. Work systems have to be designed in such a way that persons with different abilities and skills can work at a level of high productivity.

Workforce qualification and support for future work environments and the development of efficient and meaningful assistance systems which can also be effectively implemented in production environments are a key challenge which will essentially influence the realization of the vision of the future called “Industry 4.0”. Only with the assistance of these systems and by target-oriented worker development and vocational training, can workers be prepared for the future demands of production. The Institute of Industrial Management and Innovation Research focuses on a practical approach using its own learning factory – the LeanLab. ■

Sustainable Systems



Urs Leonhard Hirschberg,
Leitungsteam FoE „Sustainable Systems“
Urs Leonhard Hirschberg,
executive team FoE Sustainable Systems

Die Anschubfinanzierung ist ein Instrument der Forschungsförderung im Rahmen der Fields of Expertise der TU Graz: Forscherinnen und Forscher werden dabei unterstützt, Anträge zu verfassen, wobei insbesondere instituts- bzw. institutionenübergreifende Themen und Projekte gewünscht sind. In

der sechsten Runde der Anschubfinanzierungen (Einreichdatum 27. Mai 2016) konnten im FoE „Sustainable Systems“ fünf Projekte mit je 8.000 Euro gefördert werden. Die Wahl zwischen den zwölf eingereichten

Anträgen war nicht leicht. Die fünf ausgewählten sind nicht unbedingt repräsentativ für den ganzen Forschungsbereich, aber sie geben doch einen Eindruck von dessen Themenvielfalt.

Im Projektantrag „Advanced numerical modeling of hydraulic and geotechnic aspects for infrastructure“, eingereicht von Martin Schanz, dem Leiter des Instituts für Baumechanik, geht es um die Einrichtung eines European Joint Doctorate, das gemeinsam mit Partnerinnen und Partnern an den Universitäten von Delft, Trondheim und Ljubljana vorbereitet werden soll. Für ein neues Christian Doppler Labor, das Uwe Schichler, Leiter des Instituts für Hochspannungstechnik und Systemmanagement, lancieren möchte, um innovative HVDC (High Voltage Direct Current)/DC-Converter für den Supergrid der Zukunft zu entwickeln, sind fünf TU Graz-Institute und drei Industriepartner als Trägerschaft geplant. Um die Umweltfaktoren Lärm und Vibration geht es im Projektvorschlag von Michael Cik vom Institut für Straßen- und Verkehrswesen. Mit akademischen Partnerinnen und Partnern aus Graz und Innsbruck soll ein FWF-Projektantrag unter dem Titel „Railway Induced Vibration and Noise“ eingereicht werden. Ziga Kresevic vom Institut für Architekturtechnologie will aufbauend auf Erfahrungen mit einem Vorgängerprojekt, das bereits international ausgezeichnet wurde, ein Bridge-Projekt lancieren, das die Entwicklung und Anwendung von Klett im Bauwesen als nachhaltige Bauteilkomponente untersucht. Insgesamt vier TU Graz-Institute der Fakultäten Architektur und Bauingenieurwissenschaften und eine deutsche Firma sollen daran mitarbeiten. Unter dem Titel „Returns of Knowledge(s)“ schließlich will sich Milica Tomic, Leiterin des Instituts für zeitgenössische Kunst, gemeinsam mit Partnerinstitutionen in London, Belgrad, Trondheim und Berlin dem brisanten Thema der Massenmigration annehmen. Nachhaltigkeit, das führen uns die politischen Ereignisse der Gegenwart nur zu deutlich vor Augen, ist auch eine soziale Frage.

Wir hoffen, dass die geförderten Anträge erfolgreich sind und zu geförderten Projekten werden. Inzwischen ist bereits die siebente Runde der Anschubfinanzierungen lanciert.

The initial funding program is an instrument of research promotion within the framework of the TU Graz Fields of Expertise. Researchers can apply for funding to support their efforts in writing specific research proposals. Topics that involve interdisciplinary and inter-institutional collaborations are favored. In the 6th round of this program (deadline was on May 27 2016) five out of twelve proposals submitted in the Field of Expertise Sustainable Systems were selected to be supported with 8,000 euros each. The choice wasn't easy as the general quality of the proposals was very high. The five selected entries cannot be representative of the entire research field, yet they give an idea of its broad spectrum of research activities.

The proposal "Advanced numerical modeling of hydraulic and geotechnic aspects for infrastructure," submitted by Martin Schanz, head of the Institute of Applied Mechanics, is about establishing a European Joint Doctorate, which is to be prepared in collaboration with partners at the Universities of Delft, Trondheim and Ljubljana. For a new Christian Doppler Laboratory, which Uwe Schichler, head of the Institute of High Voltage Engineering and System Performance, plans to launch in order to develop the HVDC (High Voltage Direct Current) / DC Converters for the supergrid of the future, five TU Graz institutes as well as three partners from industry are listed as founders. The environmental factors noise and vibration are the subjects of the project proposal by Michael Cik of the Institute of Highway Engineering and Transport Planning. In collaboration with academic partners from Graz and Innsbruck he plans to submit an FWF proposal titled "Railway-induced vibration and noise". Ziga Kresevic of the Institute of Architecture Technology intends to launch a bridge project about the development and application of hook and loop fasteners in construction for sustainable building components. The project builds on an earlier project that has garnered an international award and will involve four institutes at the Faculties of Architecture and Civil Engineering as well as a German industrial partner. Finally, under the title "Returns of knowledge(s)", Milica Tomic, head of the Institute of Contemporary Art, will team up with partner institutions in London, Belgrade, Trondheim and Berlin to take on the hot topic of mass migration. Sustainability, as current political events are making all too clear, is very much also a social question.

We hope that these selected proposals will indeed be successful and receive funding. In the meantime the 7th round of the initial funding program has already been launched.

Light Life – Geschlechterspezifische Wirkungsforschung von LED-Beleuchtung

Gender-Specific Research on the Impact of LED Lighting

Birgit Schulz

Seitdem 2001 entdeckt wurde, dass es im menschlichen Auge neben Stäbchen und Zapfen zum Sehen auch melanopsinhaltige Ganglienzellen gibt, die als circadianer Fotorezeptor arbeiten, widmen sich Lichtforschung und -technik neben den visuellen auch verstärkt den biologischen Wirkungen des Lichts. Die Berücksichtigung der nichtvisuellen Effekte des Lichts auf den Menschen kann die Lebensqualität deutlich verbessern.

Licht hat eine wichtige Zeitgeberfunktion für biologische Organismen: Es steuert die circadiane Rhythmik und beeinflusst damit einhergehend den Stoffwechsel (Melatonin, Serotonin, Vitamin D, Cortisol) beziehungsweise kognitive und psychische Funktionen, wie Stimmung, Leistungs-, Konzentrations- und Merkfähigkeit. Die potenziellen Lichtwirkungen sind dabei alters- und tageszeitabhängig. Mit den neuen technischen Möglichkeiten und bereits verfügbaren Lichtsteuerungen ergeben sich somit zahlreiche neue Anwendungsmöglichkeiten für den beruflichen und privaten Alltag.

Wissenschaftliche Erkenntnisse der letzten Jahre zeigen, dass Licht einen weitaus stärkeren Einfluss auf die Physiologie hat, als dies bisher bekannt war. Die Berücksichtigung der biologischen (circadianen) Wirkung des Lichts über fotosensitive Rezeptoren im Auge wird bei der architektonischen Lichtgestaltung der Zukunft eine erhebliche Rolle spielen. Die humanwissenschaftlichen Grundlagen für diese zukünftige physiologische Beleuchtungstechnik sind erst ansatzweise erforscht.

Beleuchtungssysteme der Zukunft

Beleuchtungssysteme werden in Zukunft nicht nur eine rein lichtgebende Funktion haben, sondern zunehmend auch physiologische und psychologische Wirkungen des Lichts auf den Menschen berücksichtigen. Dies wirft nicht nur technische Fragestellungen hinsichtlich der Leuchtensteuerung und des Mensch-Leuchte-Interface auf, sondern erfordert auch ein grundsätzliches, fundiertes >

In 2001, it was discovered that the human eye does not only need rods and cones to see but also ganglion cells containing melanopsin, which act as circadian photoreceptors. Since then, light research and light technology has increasingly focused on the biological effects of light in addition to the visual effects. Taking into account non-visual effects of light on humans can substantially improve quality of life.

Light has an important timer function for the biological organism. It controls the circadian rhythm, thereby influencing the metabolism (melatonin, serotonin, vitamin D, cortisol) as well as cognitive and mental functions, such as mood, performance, concentration and memory skills. However, potential effects of light depend on age and the time of day. New technological possibilities together with available light regulation technology result in numerous new possibilities for applications at work and at home.

Scientific discoveries made over the last years show that light has a much stronger impact on physiology than was previously known. Taking into account the biological (circadian) effect of light via photosensitive receptors in the eye will play an important role in architectonic lighting design in the future. In human science, research into the scientific basis for this future physiological light technology remains rudimentary.

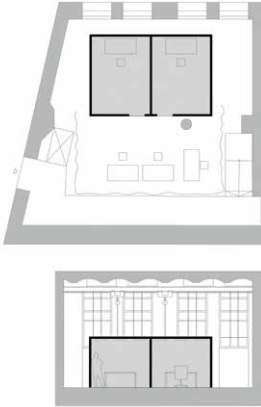
Lighting systems of the future

Future lighting systems will not only provide light but to an increasing extent will also account for physiological and psychological effects on humans. This not only raises questions on lighting controls and human-luminaire interfaces, but also requires a basic knowledge of possible differences in requirements of women and men, younger and older persons, on the quality of light. The psychophysiological effects of light characterised by different >



Birgit Schulz ist Senior Scientist und wissenschaftliche Leiterin des Light LAB am Institut für Raumgestaltung unter der Leitung von Irmgard Frank. Ihre Forschungstätigkeit konzentriert sich auf die interdisziplinären Zusammenhänge von Licht und Mensch innerhalb eines architektonischen Diskurses. Sie hat die Projektleitung des FFG Forschungsprojekts Light Life an der TU Graz.

Birgit Schulz is senior scientist and academic director of the Light LAB at the Institute of Spatial Design under the direction of Irmgard Frank. Her research focuses on the interdisciplinary connections between light and humans within an architectonic discourse. She manages the FFG research project Light Life at TU Graz.



© TU Graz

Abbildung 1:
Räumliche Situation des
Versuchsaufbaus im LightLAB.

Figure 1:
Spatial situation of experimental
set-up in the LightLAB.

Wissen über mögliche unterschiedliche Auswirkungen sowie Anforderungen von Männern und Frauen, älteren und jüngeren Personen an die Ausprägung von Licht. Die psychophysiologische Wirkung unterschiedlicher technischer Lichtvariablen auf den Menschen ist schon seit Längerem Gegenstand der Forschung.

Geschlechts- und altersspezifische Unterschiede sind aber in ihrer Wirkung noch kaum erforscht, wie es überhaupt bisher nur wenige publizierte Studien über individuell gestaltbare und personen-spezifisch angepasste Beleuchtungssysteme/ Lichtbedingungen und deren mögliche Auswirkungen für die Nutzerin oder den Nutzer gibt. Dynamische Lichtsysteme werden jedoch bereits umfangreich am Markt als „an den Biorhythmus angepasst“ beworben und in Betrieben und Privathaushalten installiert. Daher besteht ein allgemeiner und dringender Bedarf an kontrollierten Studien, die potenzielle Wirkungen unterschiedlicher Lichtbedingungen systematisch untersuchen und wissenschaftlich fundiert argumentieren können.

Solche Untersuchungen sind aber entscheidend, um die Nützlichkeit und Akzeptanz von technischen Beleuchtungsprodukten für Nutzende aller Geschlechter- und Altersgruppen zu erhöhen.

Gendersensitive Forschung

Ausdrückliches Ziel des Projekts Light Life ist es, geschlechts- und altersspezifische Unterschiede in der Wirkung diverser Lichtvariablen, wie zum Beispiel Farbtemperatur und Beleuchtungsstärke, auf den Menschen festzustellen. Zu diesem Zweck wurde ein zweistufiger Versuchsplan durchgeführt, in dem Proband/innen aus vier unterschiedlichen Gruppen (Männer zwischen 18 und 30 Jahren, Frauen zwischen 18 und 30 Jahren, Frauen zwischen 50 und 80 Jahren sowie Männer zwischen 50 und 80 Jahren) diverse Lichtsituationen im Kontext von Aktivitäts- und Erholungssituationen erlebten. Mittels psychophysiologischer Untersuchungen (zum Beispiel Fragebögen, Messung der Herzfrequenzvariabilität etc.) wurde die Wirkung unterschiedlicher Lichtsituationen auf Menschen verschiedener Ge-

technical variables on humans have been investigated for a long time.

Little research has been undertaken into gender and age-specific differences of their effects and there are very few published studies on individually designable and personalised lighting systems/ lighting conditions and their possible impacts on the user. However, dynamic lighting systems are already being advertised extensively on the market as being "adapted to biorhythms" and have been installed in companies and in private households. This means that there is a general and urgent need for controlled studies which can systematically investigate and provide scientifically sound arguments for the potential effects of different lighting conditions. Moreover, such investigations are of high relevance for the optimization of usability and acceptance of lighting products for users of all ages and genders.

Gender-sensitive research

The goal of the project Light Life is to understand gender- and age-related differences in the effects of different lighting variables such as colour temperature and illumination level. For this purpose, a two-stage experimental plan made use of test persons from four different groups (men aged 18-30 years, women aged 18-30 years, women aged 50-80 years, men aged 50-80 years) that were exposed to various lighting situations related to activating and relaxing settings. By means of psychophysiological investigations (questionnaires, measurements of heart rate variability, etc.) the effect of various lighting situations on the different groups were assessed and a gender and age-specific model of lighting effects (comfort, discomfort) derived.

Another goal is to provide technical recommendations for the development and implementation of future solid-state lighting systems, translating the model of lighting effects into lighting parameters. This also makes it possible to achieve the higher-level goal of enabling the development of next-generation lighting systems that consider gender and age aspects, which are adjusted to biological rhythms and support psychophysiological functions

Abbildung 2:
Für beide Versuchsreihen
wurden die Lichtsituationen
im LightLAB | Institut für
Raumgestaltung im realräumli-
chen Kontext dargestellt.

Figure 2:
In both series of experiments,
the light situation in the
LightLAB | Institute of Spatial
Design is shown in the context
of real spaces.



© TU Graz

schlechts- und Altersgruppen bestimmt. Davon wird ein geschlechts- und altersspezifisches Modell der Lichtwirkung (Komfort, Diskomfort) abgeleitet.

Das zweite Ziel besteht darin, technische Empfehlungen für die Weiterentwicklung und Umsetzung zukünftiger LED-Beleuchtungssysteme bereitzustellen, wobei hierfür das Modell der Lichtwirkung in lichttechnische Kenngrößen übersetzt wird. Damit wird die Erreichung eines übergeordneten Ziels unterstützt, nämlich der Entwicklung zukünftiger Beleuchtungssysteme hin zu spezifisch menschengerechten Systemen, die dem Biorhythmus angepasst sind und weitere psychophysiologische Funktionen wie zum Beispiel Aktivierung, Konzentrationssteigerung, Wohlbefinden oder Beruhigung der Benutzerinnen und Benutzer fördern.

Zur Durchführung dieser Studien wurden lichttechnisch (spektral und in der Helligkeit) anpassbare Lichtquellen auf die Versuchsplanung hin gezielt um weitere Funktionen erweitert, derzeit ist das Projekt in der zweiten Versuchsphase.

Für die Auswertung der psychophysiologischen Untersuchungen und zur Bestimmung der Wirkungen von physikalisch messbaren lichttechnischen Parametern ist eine korrekte Dateninterpretation und Modellierung hinsichtlich physiologischer und diverser latenter Größen (z. B. Wohlbefinden, Konzentrationsfähigkeit) erforderlich, wobei bewusste und unbewusste Wahrnehmungen geschlechtsspezifisch adäquat berücksichtigt werden. Damit setzt das Projekt einen zukunftsweisenden Schritt in Richtung geschlechts- und altersgerechter Lichtsysteme, die zudem psychophysiologische gruppenspezifische Funktionen unterstützen.

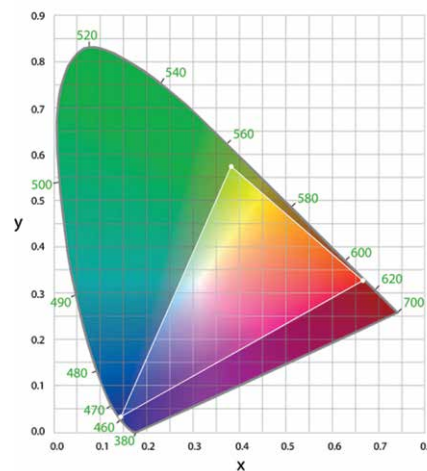
Am Projekt beteiligt sind JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH (Konsortialführung); Human Research Institut für Gesundheitstechnologie und Präventionsforschung GmbH; Lumitech Produktion und Entwicklung GmbH und die Technische Universität Graz, Institut für Raumgestaltung.

Das Projekt wird durch das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie im Programm „Talente“ der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft FFG gefördert. ■

such as activation, vividness, concentration, well-being, or relaxation of humans.

This study will use light sources adjustable in spectral output and brightness, whose capabilities shall be expanded by targeted functions. To evaluate the psychophysiological measurements and determine the effect of physically measurable photometric parameters, a correct interpretation of the data and modelling of physiological and various latent quantities (well-being, vividness, ability to concentrate, etc.) is required. Conscious or unconscious perceptions will be considered, dependent on the gender aspect. The project aims at setting a landmark towards gender- and age-related lighting systems that support psychophysiological functions.

Project partners are



© Lumitech Produktion und Entwicklung GmbH

Abbildung 3:
Die Studie wurde mit der Firma Lumitech Produktion und Entwicklung GmbH durchgeführt. Im Experiment konnte die Beleuchtungsstärke von 350 lx bis 5500 lx, die Farbtemperatur von 2500 K bis 7000 K und $\Delta u'v'$ von -0.02 bis 0.02 eingestellt werden.

Figure 3:
The study was conducted using PI-LED technology from the company Lumitech Produktion und Entwicklung GmbH. In the experiment, it was possible to set the lighting strength from 350 lx to 5500 lx, the colour temperature from 2500 K to 7000 K, and $\Delta u'v'$ from -0.02 to 0.02.

JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH; Human Research Institut of Health Technology and Prevention Research GmbH; Lumitech Produktion und Entwicklung GmbH; Graz University of Technology, Institute of Spatial Design.

The project is funded by the Austrian Ministry for Transport, Innovation and Technology as part of the "Talents" programme of the Austrian Research Promotion Agency (FFG). ■

Zum Bewegen bewegen *Movement: Making a Difference*

Ein Hilfsroboter könnte bald die Behandlung von Bewegungsstörungen bei Kleinkindern früher als bisher möglich unterstützen und so den Therapieerfolg erhöhen. Der Prototyp eines sogenannten Lokomotionsgeräts wurde von Forschenden des Instituts für Health Care Engineering der TU Graz in Zusammenarbeit mit Expertinnen und Experten der Klinik Judendorf-Straßengel entwickelt und getestet.

Einen Fuß vor den anderen setzen – während die meisten Kleinkinder zwischen zwölf und sechzehn Monaten ohne fremde Hilfe „in Gang kommen“, erlernen viele Kinder mit neurologischen Defiziten das Gehen meist deutlich später oder gar nicht. In Österreich ist davon etwa jedes 500. Kleinkind betroffen. Wie bei den meisten Krankheiten gilt auch hier, dass die Therapie umso erfolgreicher ist, je eher damit gestartet werden kann. Für Kinder mit neurologischen Bewegungsstörungen bedeutet dies, dass nicht nur ihre motorischen Fähigkeiten nachhaltig verbessert, sondern auch ihre Lebensqualität gesteigert und zukünftige Behandlungsmaßnahmen und die Zahl der Operationen reduziert werden können.

Bewegungsroboter hilft auf die Sprünge

Im großen Orchester der Behandlungsmaßnahmen, die Physiotherapie, Ergotherapie, Logopädie und Neuropsychologie umfassen, könnte ein Bewegungsroboter bald ein wichtiges Begleitinstrument auch für ganz junge Patientinnen und Patienten werden: In Zusammenarbeit mit der Klinik Judendorf-Straßengel und der Medizinischen Universität Graz haben Forschende vom Institut für Health Care Engineering mit Europaprüfstelle

Arobotic aid could soon support the treatment of movement disorders in infants earlier than so far possible, thus boosting therapeutic success. The prototype of a so-called locomotion device was developed and tested by researchers from the Institute of Health Care Engineering at TU Graz together with experts at the Judendorf-Straßengel Clinic.

Putting one foot in front of another. Whereas most small children between 12 and 16 months of age can “get going” without any external help, many children with neurological deficits only learn to walk considerably later or not at all. In Austria one in 500 infants are affected. As with most illnesses, the earlier therapy can be commenced, the more successful treatment is. For children with neurological movement disorders this means that not only are their motor abilities sustainably improved, but their quality of life is also raised and future treatment measures and the number of operations can be reduced.

Assistive robotic device lends a hand

In the armamentarium of treatment measures which comprises physiotherapy, occupational therapy, speech therapy and neuropsychology, assistive robots could soon become an important accompanying instrument even for young patients. In cooperation with the Judendorf-Straßengel Clinic and the Medical University of Graz, researchers at TU Graz's Institute of Health Care Engineering with European Notified Body of Medical Devices have developed a so-called locomotion device which can be used therapeutically with mobility-restricted children aged from one to four with a minimum body height of 65 centimetres.

Abbildung 1:
Das Lokomotionsgerät unterstützt in der Therapie von Bewegungsstörungen bei Kleinkindern. Fotomontage

Figure 1:
The locomotion device as a support in the therapy of movement disorders in infants.

Photo-montage

für Medizinprodukte der TU Graz ein sogenanntes Lokomotionsgerät entwickelt, das für die Therapie von bewegungseingeschränkten Kindern bereits im Altersbereich von ein bis vier Jahren ab einer Körpergröße von 65 Zentimetern eingesetzt werden kann. „Der Bewegungsroboter führt gemeinsam mit den jungen Patientinnen und Patienten Schritte in gleichbleibender Qualität aus und gibt gezielt Bewegungsreize vor. Gleichzeitig können die jungen Patientinnen und Patienten auch aktiv am Bewegungszyklus teilnehmen“, führt Jörg Schröttner aus, der das Projekt am Institut für Health Care Engineering der TU Graz leitet. Da die Therapeutinnen und Therapeuten die Kinder hier nicht selbst führen müssen und daher körperlich nicht ermüden, können die Therapieeinheiten auch länger als bisher festgesetzt werden. Dies kann schneller zu Behandlungserfolgen führen.

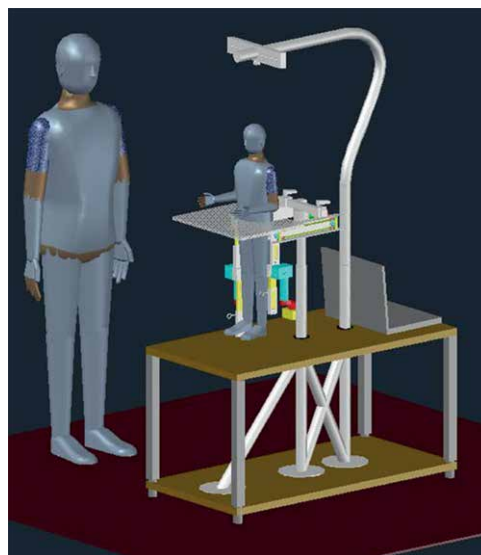
Kleinkindgerechte Entwicklung

Initiator des Forschungsprojekts an der TU Graz ist Neurologe und Neuropädiater Peter Grieshofer. Er leitet die Klinik Judendorf-Straßengel in der Steiermark, wo jährlich etwa 250 Kinder und Jugendliche mit vorwiegend neurologischen, neuroorthopädischen und orthopädischen Erkrankungen behandelt werden. Therapeutisch erfolgreich zeigte sich bereits ein von ihm mitentwickelter Lokomat für Kinder, die größer als 100 Zentimeter sind. Um auch kleineren Patientinnen und Patienten eine automatisierte Lokomotionstherapie zu ermöglichen und so den Therapieerfolg erhöhen zu können, wandte er sich an das Institut für Health Care Engineering mit Europaprüfstelle für Medizinprodukte der TU Graz. Mit Unterstützung von Expertinnen und Experten an der Medizinischen Universität Graz, an der spezielle Ganglabor-Untersuchungen durchgeführt wurden, entwickelten die Forschenden der TU Graz sowohl Hard- als auch Software für den Bewegungsroboter inklusive Planung und Umsetzung eines kindgerechten Sicherheitskonzepts und entsprechender Risikoanalysen. „Die Herausforderung war, das Gerät auf die Bedürfnisse dieser Altersgruppe genau anzupassen – etwa galt es, ein möglichst kleines und leichtes Antriebskonzept zu entwickeln, das die Kraft schonend vom bewegten Stabilisierungsmechanismus auf die Beine des Kindes überträgt“, so Jörg Schröttner.

Mit der zugehörigen Software mit übersichtlicher grafischer Oberfläche können die Bewegungen gezielt gesteuert werden. Zusätzlich bietet die Software ein integriertes System zur Darstellung und Verwaltung der gesammelten Patient/innendaten.

Klinische Studie als nächster Meilenstein

Testläufe wurden bereits unter fachkundiger >



© Institut für Health Care Engineering, TU Graz

Abbildung 2:
Konzept für den Aufbau des Lokomotionsgeräts für Kleinkinder.

Figure 2:
Design of the structure of a locomotion device for infants.

“Together with the young patient, the assistive robotic device performs steps in a consistent way and simulates movement stimuli. At the same time, the young patients can actively participate in the movement cycles,” explains Jörg Schröttner, head of the project at the Institute of Health Care Engineering at TU Graz. Because the therapists do not have to lead the children themselves and therefore do not become tired, the therapy times can be longer than previously. This can lead to faster treatment success.

Toddler-friendly development

Neurologist and neuropaediatrician Peter Grieshofer is the initiator of the research project at TU Graz. He heads the Judendorf-Straßengel Clinic in Styria, where 250 children and adolescents with primarily neurological, neuro-orthopaedic and orthopaedic illnesses are treated every year. The “Lokomat” co-developed by him for children taller than 100 centimetres has proved therapeutically successful. To enable an automated locomotion therapy to be carried out also on smaller patients and thus to boost therapeutic success, he approached the Institute of Health Care Engineering with European Notified Body of Medical Devices at TU Graz. With the support of experts at the Medical University of Graz, where special gait investigations were carried out, TU Graz researchers developed hardware and software for the assistive robotic device, including planning and implementation of a child-friendly safety concept and risk analysis.

“The challenge was to adapt this device exactly to the needs of this age group – in other words, it was necessary to develop a propulsion concept as small and as light as possible which translated the force from the moved stabilisation mechanism to the legs of the child as gently as possible,” says Jörg Schröttner. >

Beaufsichtigung der Physiotherapeutin Sigrid Ranner, die an der Entwicklung beteiligt ist, mit einem 16 Monate alten Kind in Anwesenheit der Mutter erfolgreich absolviert. „Im Testlauf zeigte sich, dass der Prototyp nicht nur unsere technischen Erwartungen erfüllt, sondern auch, dass sich das Kind wohlfühlt und die Therapieeinheiten gerne mitmacht“, freut sich Jörg Schröttner.

Im nächsten Schritt in Richtung serienreifes Medizinprodukt planen Jörg Schröttner und sein Team vom Institut für Health Care Engineering der TU Graz eine klinische Studie an 10 bis 15 Kindern, die sie unter der Leitung von Peter Grieshofer an der Klinik Judendorf-Straßengel durchführen wollen.

„Die Chancen stehen sehr gut, dass die jungen Patientinnen und Patienten in Zukunft besser gehen lernen können und weniger Handicaps haben als ohne diese technologische Möglichkeit“, erklärt Peter Grieshofer. Vor allem Kindern mit der Diagnose einer infantilen Zerebralparese könnte so bald eine zusätzliche, vielversprechende Therapiemöglichkeit geboten werden. Denkbar ist die Therapie jedoch auch im Falle eines kleinkindlichen Schlaganfalls, einer Myelomeningocele und nach Schädel-Hirn-Traumata.

Text: Ulrike Keller ■

The movements can be controlled by means of the associated software using a simple graphical interface. It additionally offered an integrated system to represent and manage all the collected patient data.

Clinical study as subsequent milestone

Test runs were successfully carried out with a 16-month-old child in the presence of its mother under the expert supervision of physiotherapist Sigrid Ranner, who is involved in the development. “The test run demonstrated that the prototype not only fulfilled our technical expectations, but also the child felt comfortable with it and was happy to take part in the therapy session,” says a happy Jörg Schröttner.

In the next step towards a series-ready medical product, Jörg Schröttner and his team from the Institute of Health Care Engineering at TU Graz are planning a clinical study on 10 to 15 children which they want to carry out at the Judendorf-Straßengel Clinic headed by Peter Grieshofer.

“The chances are good that young patients in the future can learn to walk better and have fewer handicaps than without this technology,” explains Peter Grieshofer. Soon an additional promising therapy can be offered to children diagnosed with infantile cerebral palsy. The therapy is also viable in cases of infant stroke, myelomeningocele and after traumatic brain injuries.

Text: Ulrike Keller ■

Abbildung 3:
Das Entwicklungsteam des
Lokomotionsgeräts (v. l. n. r.):
Jörg Schröttner,
Peter Grieshofer, Andreas Tilp,
Heinz Heidinger,
Matthias Kalkgruber,
Sigrid Ranner.

Figure 3:
The development team behind
the locomotion device (from
left): Jörg Schröttner,
Peter Grieshofer, Andreas Tilp,
Heinz Heidinger,
Matthias Kalkgruber,
Sigrid Ranner.



Der Mobilitätsjackpot The Mobility Jackpot

Ein fliegender Wechsel zwischen Fahrrad, Auto und Straßenbahn ist für in der Stadt lebende Personen der Mobilitätsjackpot: umweltfreundlich, flexibel einsetzbar und günstig. Genau daran wird gerade an der TU Graz in Kooperation mit der Holding Graz geforscht.

Vor wenigen Wochen wurde der erste „tim“-Standort am Grazer Hasnerplatz eröffnet – „tim“ steht dabei für „täglich.intelligent.mobil“. Das neue Mobilitätsangebot der Holding Graz will mit multi-modalen Knoten verschiedene Fortbewegungsarten miteinander verknüpfen – für Menschen, die schnell und unkompliziert ein Fortbewegungsmittel benötigen. Der Standort ist in unmittelbarer Nähe zur Straßenbahn gewählt und bietet jetzt nach der Umbauphase ausreichend Fahrradabstellplätze. Direkt daneben, am exklusiven e-Taxi-Standplatz, können die seit April in Graz fahrenden e-Taxis genutzt und bargeldlos über die tim-Karte per Sammelrechnung abgerechnet werden. Außerdem – als weitere Alternative zum eigenen Auto – können hier direkt am Terminal oder über eine Online-Plattform Fahrzeuge für kurze oder lange Zeiträume gebucht werden: Für eine Nutzungsdauer von bis zu einem Tag ist eines der konventionellen oder E-Carsharing-Autos ideal, mit dem beispielsweise Einkäufe gemacht werden können. Für längere Zeiträume – sogar für Urlaubsreisen – stehen Leihwägen zu günstigen Konditionen bereit, die ebenfalls einfach online gebucht werden können. Für die Nutzerin oder den Nutzer ist die Auswahl einfach: Sie oder er gibt einfach den benötigten Zeitraum ein und das System schlägt automatisch die kostengünstigste Variante vor. Vollständig wird das Angebot >

On-the-fly switching between bicycle, car and tram is a mobility jackpot for someone living in the city: it's eco-friendly, versatile and cheap. And it is exactly on this subject that research is being conducted at TU Graz in cooperation with Holding Graz.

A few weeks ago the first “tim” location was opened on Graz’s Hasnerplatz – “tim” stands for “täglich.intelligent.mobil” (daily.intelligent.mobile). The new mobility offer from Holding Graz wants to link together various ways of travel using multi-modal nodes and combine them for people who need a fast and uncomplicated means of transport. The location has been chosen in the direct vicinity of the tram line and offers ample bicycle parking after the rebuilding phase. Directly next to it, at the exclusive EV-taxi stand, the EV-taxis operating in Graz since April can be used and paid for without cash in a collective invoice using the tim card. Also, as an alternative to your own car, vehicles can be booked for a shorter or longer time directly at the terminal or by means of an online platform. If you want to use a car for up to one day, for instance, to go shopping, conventional or EV-car sharing is ideal. For longer periods of time, for instance – for going on holiday, hire cars are available at favourable rates and can also be easily booked online. The choice is simple for the user. He or she simply enters the desired period and the system suggests the most economical variant automatically. The mobility offer is completed by providing EV charging stations for persons who already own an eco-friendly electric vehicle.

From test to regular operation

Currently, the only terminal is at >

Abbildung 1:

Die multimodalen Knoten vereinen die verschiedensten Mobilitätsangebote.

Figure 1:

The multi-modal nodes connect different forms of mobility.



© Foto Flecher

Abbildung 2:
Eröffnung des ersten tim-Standortes
am Grazer Hasnerplatz.

Figure 2:

Opening of the first tim location at
Graz's Hasnerplatz.

durch Ladestationen für das private E-Auto, an denen Personen, die schon ein umweltfreundliches Elektro-Fahrzeug besitzen, laden können.

Vom Test- zum Regelbetrieb

Derzeit gibt es nur den Standort am Hasnerplatz – bereits in Planung sind aber für die kommenden Jahre weitere Terminals am Schillerplatz, bei der Messe, in der Smart City und in Reininghaus. „Und wir hoffen natürlich, dass die Nachfrage so groß ist, dass es noch sehr viele mehr geben wird“, blickt Birgit Kohla in die Zukunft. Die Wissenschaftlerin vom TU Graz-Institut für Straßen- und Verkehrswesen leitet die wissenschaftliche Begleitung des Projekts, das nun vom Test- in den Regelbetrieb überführt wurde. Ins Projekt eingebunden sind an der TU Graz das Institut für Straßen- und Verkehrswesen, das Institut für Fahrzeugtechnik und das Institut für Städtebau. Extern ist die Firma Quintessenz für die Befragungen der Nutzerinnen und Nutzer zuständig und die FH Joanneum unterstützt als Partnerin das Marketing. In Auftrag gegeben wurde das Projekt von der Holding Graz, die auch den multimodalen Knoten baute und betreibt.

Das Konzept ist im Zuge der Smart City Graz entstanden, für die es ein eigenes Arbeitspaket zum Thema Mobilität gab, in dem innovative und nach-

Hasnerplatz, but more terminals are being planned for the coming years at Schillerplatz, at the Trade Fair, in the Smart City and at Reininghaus. “And of course we’re hoping that demand will be so big that they’ll be many more,” says Birgit Kohla, with her eye on the future. The scientist from TU Graz’s Institute of Highway Engineering and Transport Planning (ISV) is responsible for the scientific support of the project which is now going from testing to regular operation. The Institute of Highway Engineering and Transport Planning, the Institute of Automotive Engineering and the Institute of Urbanism are all involved in the project at TU Graz. Outside the University, the Quintessenz company is responsible for surveys of the users and FH Joanneum University of Applied Sciences supports marketing as a partner. The project was commissioned by Holding Graz, which also builds and operates the multi-modal nodes.

The concept originated in the course of the Smart City Graz project, for which there was a special “mobility” work package in which innovative and sustainable transport systems were meant to be conceived. Among other things, an idea came about for a combined sharing offer which provides many different types of mobility in one location. The implementation concept and design was developed in a student competition by TU Graz and FH Joanneum and has now been put into action with the first node at Hasnerplatz.

Who, when and why?

“Now is the time to find out who uses the mobility offer (and who doesn’t) and when and why; what CO₂ savings can be achieved and what it can contribute to the reduction of particulate matter,” explains Birgit Kohla. A broad range of data generated by GPS tracking, 3D simulations, questionnaires and observations will be evaluated. The environment of the multi-modal nodes is being investigated by the Institute itself. An important point in the project is how the daily mobility behaviour of persons who make use of the mobile offer will change and what effects these changes will have. The project started in July 2015 and up until now very important data to compare with the new data was collected. “Master’s students researched mobility behaviour at the nodes before the sharing offer was introduced. So we now have a lot of data to compare with.” It’s also very important to find out whether and how the mobile offer is used by various age groups. Now, after the car sharing was implemented, the collection of new data started. Whether, for instance, elderly people have fundamental problems with the

Abbildung 3:
Am Standort können Fahrzeuge
einfach über einen Touchscreen
gebucht werden.

Figure 3:

Vehicles can easily be booked
at the tim location.



© Emanuel Dronberger

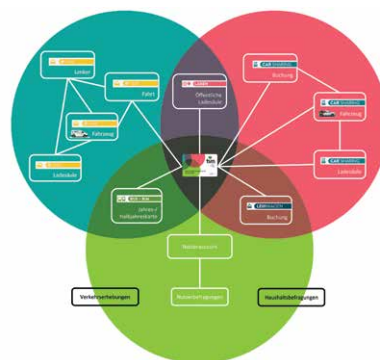
haltige Verkehrssysteme erdacht werden sollten. Unter anderem entstand dabei die Idee für ein gebündeltes Sharing-Angebot, das an einem Standort viele unterschiedliche Mobilitätsarten anbietet. Das Umsetzungskonzept und das Design wurden in einem Studierendenwettbewerb von der TU Graz und der FH Joanneum entwickelt und mit dem ersten Knotenpunkt am Hasnerplatz nun umgesetzt.

Wer, wann und warum?

„Jetzt ist es an der Zeit herauszufinden, wer wann und warum das Mobilitätsangebot nutzt oder eben nicht, welche CO₂-Einsparungen erreicht werden können und was das Angebot zur Feinstaubreduktion beitragen kann“, erklärt Birgit Kohla. Ausgewertet werden dafür unterschiedlichste Daten, die mittels GPS-Tracking, 3D-Simulationen, Befragungen und Beobachtungen generiert werden. Vom Institut selbst wird die Umgebung der multimodalen Knoten untersucht. Wichtiger Punkt im Projekt ist vor allem, wie sich das alltägliche Mobilitätsverhalten der Personen verändert, die das Angebot annehmen, und welche Auswirkungen diese Änderungen haben. Offiziell gestartet ist das Projekt im Juli 2015. Bisher wurden wichtige Vergleichsdaten generiert. „Masterstudierende haben in eigenen Projekten das Mobilitätsverhalten an den Knotenpunkten erforscht, bevor es das Sharing-Angebot gegeben hat. Damit haben wir nun sehr viele Vergleichsdaten.“ Nun, nach Start des Sharing-Angebots, können die Untersuchungen zur Akzeptanz desselben durchgeführt werden. Sehr wichtig sei es auch, herauszufinden, ob und wie das Angebot in den verschiedenen Altersgruppen genutzt werde, ob zum Beispiel ältere Personen mit den auf neueste Technologie ausgelegten Systemen grundlegende Probleme haben. „Zusammenfassend gesagt erwarte ich mir zu erfahren, ob das Angebot, so wie es jetzt dort steht, attraktiv ist oder nicht. Und vor allem auch, für wen es attraktiv ist und warum.“

Und auf Basis dieser Erkenntnisse will man abschließend Vorschläge für Verbesserungen oder Erweiterungsmöglichkeiten machen. „Wir können uns zum Beispiel ein Fahrradverleihsystem gut vorstellen, das es in dieser Form in Graz noch nicht gibt. Oder vielleicht wünschen sich die Leute statt des Carsharings einen Chauffeur-Dienst, der auch zum Arzt begleitet oder die Einkäufe nach Hause bringt. Wer weiß, ich bin auf jeden Fall gespannt.“ Die Endergebnisse werden 2018 vorliegen.

Text: Birgit Baustädter ■

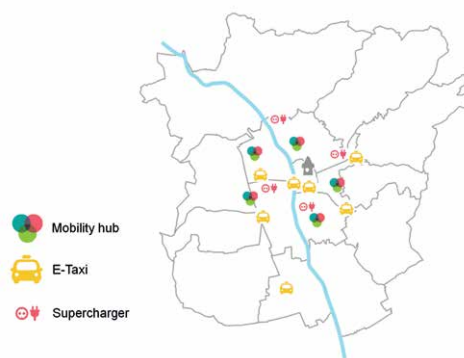


© Kombi Mo II – Kombinierte Mobilität für Graz

Abbildung 4:
Für die Begleitforschung werden unterschiedlichste Daten herangezogen: GPS-Tracking, 3D-Simulationen, Befragungen und Beobachtungen.

Figure 4:
A broad range of data generated by GPS tracking, 3D simulations, questionnaires and observations will be evaluated.

systems which are designed according to the latest technology. “To sum up, I’m waiting to find out whether the mobile offer – as it stands – is attractive or not. And especially for whom it is attractive and why.” And on the basis of these findings the team will make suggestions for improvement or expansion. “We can, for instance, well imagine a bicycle hire system which hasn’t yet been used in Graz. Or perhaps instead of car sharing, people would prefer a chauffeur service, which can take you to the doctor, for instance, or bring the shopping home. Who knows? In any event, I’m very curious.” The results will be made available in 2018.



© Kombi Mo II – Kombinierte Mobilität für Graz

Abbildung 5:
Es soll nicht bei einem tim-Standort in Graz bleiben – mehrere sind bereits in Planung.

Figure 5:
There should not be only one tim location in Graz – more are already planned.

Text: Birgit Baustädter ■

Gegen den Verlust der eigenen Stimme

Recovering speech

Der Kehlkopf ist ein komplexes Organ, dessen Entfernung zum Verlust der Stimme führt. Technische Hilfsmittel zur Stimmrehabilitation gibt es – meist sind sie aber veraltet und orientieren sich an der männlichen Stimmlage. Das Resultat ist oft zu leise und klingt unnatürlich. Am Institut für Signalverarbeitung und Sprachkommunikation an der TU Graz forscht man nach Alternativen.

Die Diagnose ist für die Betroffenen erschütternd: Ein Verlust des Kehlkopfes, etwa durch Krebs, verändert den Alltag eines Menschen grundlegend. Der Kehlkopf enthält nicht nur die Stimmbänder, sondern bildet auch eine Art Weiche zwischen Speiseröhre und Luftröhre, die beim Schlucken die Luftröhre verschließt. Ist diese scheinbar selbstverständliche Funktion nicht mehr gegeben, muss eine künstliche Atemöffnung am Hals geschaffen werden, das sogenannte „Tracheostoma“. Der Rachen ist dann nicht mehr mit der Luftröhre verbunden, sondern führt direkt zur Speiseröhre. Der Verlust der Stimmbänder ist dabei gleichbedeutend mit dem Verlust der Sprache: Von der betroffenen Person gesprochene Worte sind nicht mehr hörbar. Im deutschsprachigen Raum gibt es derzeit etwa 25.000 Menschen ohne Kehlkopf – jährlich werden in Deutschland rund 3.000 entsprechende Operationen durchgeführt.

HumanEVoice

Technische Hilfsmittel können die Fähigkeit zu sprechen wiedergeben. Elektronische Sprechhilfen und die damit erzeugte Sprache sind eines der Forschungsgebiete am Institut für Signalverarbeitung und Sprachkommunikation der TU Graz. Im Projekt „Huma-

The larynx is a thoroughly complex organ, and removing it involves the loss of speech. While artificial voice generators do already exist, most of them are out-dated. In addition, their voice output is usually modelled on male voices. As a result, they are often too quiet and sound unnatural. The Institute of Signal Processing and Speech Communication at Graz University of Technology is busy researching to develop alternatives.

The diagnosis comes as a deep shock for the person. A loss of the larynx, for instance due to cancer, changes a person's everyday life quite fundamentally. The larynx contains not only all the vocal chords, it also acts as a switch point between the oesophagus and the trachea, or windpipe – every time we swallow, it closes the passage to the trachea. While we normally take this function for granted, it does not work any more if you need a "tracheostoma" – an artificial breathing hole into the trachea through the throat – because in this case the pharynx, instead of being connected to the trachea, goes directly into the oesophagus. This is why the loss of the vocal chords automatically means that you lose your speech. You cannot hear words spoken by the person any more. In the German-speaking area, about 25,000 persons have lost their larynx – approximately 3,000 laryngectomies are performed every year in Germany.

HumanEVoice

Technical devices can enable patients to recover their ability to speak. Electronic speaking aids and the speech they generate are among the research interests of the Institute of Signal Processing and Speech Communication at Graz

Abbildung 1:
Das Forschungsteam bei der Arbeit.
Figure 1:
The project team at work.

© Lünghammer – TU Graz

nEVoice“, an dem vonseiten der TU Graz Anna Katharina Fuchs und Martin Hagmüller maßgeblich beteiligt sind, wird versucht, den Menschen eine persönlicher gefärbte Stimme zu geben.

„Es gibt drei Methoden, wie Menschen ohne Kehlkopf sprechen können“, erklärt Martin Hagmüller. „Eine Technik ist, Luft zu schlucken und kontrolliert wieder nach oben zu rülpfen.“ Was skurril klingt, ist tatsächlich eine Möglichkeit, die Stimmbänder zu ersetzen, und muss bei der Operation vorbereitet werden. „Das ist jedoch schwierig zu lernen“ so Hagmüller. „Eine andere Variante ist ein Ventil zwischen Luftröhre und Speiseröhre.“ Wird das Tracheostoma mit einem Finger geschlossen, lässt das Ventil Luft in den Mundraum strömen und macht Sprechen möglich. „Das ist derzeit die Standardlösung“, sagt Hagmüller. „Diese Variante ist teuer, das Ventil ist anfällig und muss alle zwei Monate gewechselt werden. Eine dritte Möglichkeit ist, die Funktion der Stimmbänder durch Schwingungen von außen zu imitieren“ – mit einer elektronischen Sprechhilfe.

Elektronische Sprechhilfen

Dabei handelt es sich im Prinzip um ein kleines, vibrierendes Gerät, das an den Hals gehalten wird und die Mundbewegungen beim Sprechen hörbar macht. Die Technologie gibt es seit den Sechzigern, sie ist im Wesentlichen seit damals unverändert. International wird derzeit in einer Handvoll Forschungsgruppen an Verbesserungen geforscht, etwa in Japan in der Stadt Nara bei Osaka, wo Anna Katharina Fuchs während ihrer Dissertation einen Gastaufenthalt absolvierte. Ein Problem der derzeit üblichen Geräte ist, dass sie nur eine bestimmte Frequenz erzeugen. Das Sprechen klingt monoton und unnatürlich. In Nara versucht man, mittels veränderlicher Frequenz eine natürliche Sprachmelodie zu erzeugen. „Der Aufenthalt in Japan war sehr fruchtbar“, sagt Fuchs, die in Nara an einem Algorithmus zur automatischen Variation der Stimmelmelodie geforscht hat. „Allerdings wird dort nur an diesem einen Bereich geforscht, es gibt kein Gesamtpaket.“ Das gilt auch für alle anderen internationalen Forschungsbemühungen.

Ein solches Gesamtpaket ist das Ziel von Fuchs und Hagmüller. Sie kombinieren dafür neue Zugänge aus unterschiedlichen Bereichen, von speziellen Wellenformen, die das Halsgewebe >

University of Technology. The “HumanEVoice” project, in which Anna Katharina Fuchs and Martin Hagmüller are involved in a leading role at Graz University of Technology, strives to find ways of producing speech with a more personal touch.



© Lünghammer – TU Graz

“There are three ways how a person without a larynx can recover speech,” explains Martin Hagmüller. “The first is to swallow air and then execute carefully controlled burps.” Although this may sound scurrilous, it truly is one of the possibilities of replacing the vocal chords. However, the relevant preparations must be made already at the time when the surgery is performed. “It is difficult to learn this technique,” says Hagmüller. “Another variant is to introduce a valve between the trachea and the oesophagus.” If you cover the tracheostoma with a finger, the valve lets air flow into the mouth, thus facilitating speech. At present this is the standard solution. But this variant is also expensive: the valve is error-prone and has to be changed every two months. The third possibility is to imitate the function of the vocal chords through external vibrations – using an electronic “voice box”.

Electronic speech aids

Basically this is a small vibrating device that is held against the throat. Its function is to make the movements of the mouth audible when you speak. Although this technology has been around since the 1960s, it has remained largely unchanged since then. A handful of research groups are researching improvements at various international universities, for example in Japan in Nara near Osaka where >

Abbildung 2:
Im Projekt HumanEVoice soll kehlkopflosen Personen eine menschlichere Stimme gegeben werden.

Figure 2:
The HumanEVoice projects aims at providing a more natural voice for people who have lost their vocal cords.



© Lunghammer – TU Graz

Abbildung 3:
Mit dem MYO-Armband kann die elektronische Sprechhilfe gesteuert werden.

Figure 3:
The MYO bracelet allows the electronic speech aid to be controlled.

besser durchdringen, über unterschiedliche Methoden, die Tonhöhe zu modulieren, bis hin zu Miniaturisierung und neuen Trageformen, um ein Gerät zu entwickeln, das alle Vorteile vereint.

Überraschende Kritik

„Das Wichtigste ist der direkte Kontakt zur Nutzerin bzw. zum Nutzer“, sagt Fuchs. Dabei gab es durchaus Überraschungen. „Die häufigste Kritik an bestehenden Systemen war, dass diese zu leise sind. In der Nähe von Störgeräuschen, etwa wenn mehrere Leute sprechen, sind diese fast nicht mehr hörbar.“ Ein weiteres Problem ist, dass die gängigen Geräte in der Hand gehalten werden. „Oft ist es im Alltag aber nötig, beide Hände frei zu haben. Etwa beim Essen oder Autofahren.“ Außerdem sollten die Geräte unauffälliger sein, die Nutzerinnen und Nutzer eines Elektrolarynx fühlen sich oft gebrandmarkt. Die Alternative ist ein auf einem Halsband angebrachtes Gerät, das nach Möglichkeit automatisch aus- und eingeschaltet werden kann.

Natürliche Sprachmelodie

Ein weiteres Problem ist die momentan erzeugbare Stimmlage: „Die meisten Geräte klingen derzeit eher männlich“, so Fuchs, „wenn sie überhaupt menschlich klingen.“ Die Gender-Forschung sei dabei eine ganz neue Welt, so Fuchs. „Gemeinsam mit Corinna Bath wollen wir über Stereotype hinweg die ganze Bandbreite an geschlechterspezifischen Unterschieden berücksichtigen.“ Dieser Diversity-Aspekt sei ein willkommener Blick über den Teller- rand, so die Forschenden. Auf der Suche nach einer geschlechterspezifischen Stimme arbeiten Fuchs und Hagmüller vor allem mit Corinna Bath von der TU Braunschweig zusammen, die eine

Anna Katharina Fuchs stayed as a guest student during her doctoral thesis. One problem of the currently available devices is that they only generate one particular frequency. As a result, the generated speech sounds monotonous and unnatural. In Nara the researchers are now trying to use a variable frequency to produce a more natural intonation. “My stay in Japan was very inspiring,” says Fuchs who investigated an algorithm to automatically vary the melody of speech in Nara. “However, they only conduct research in this one area, there is no overall package.” The same also applies to all other international research projects.

But Fuchs and Hagmüller intend precisely to create such an overall package. For this purpose, they are combining new approaches from different areas, from special waveforms that are better able to penetrate the throat tissue and various pitch-modulating methods to miniaturisation and new wearing varieties to develop a device that unites all the advantages.

Surprising criticism

“Ultimately the key is to speak to the user directly,” says Fuchs. When she did, she made some surprising discoveries. “Existing systems were most frequently criticised for not being loud enough. If there is any other noise nearby, for example if several people speak at the same time, they can hardly be heard at all.” Another problem is that current devices must be held in the hand although in daily life it is often necessary to have both hands free, for example when you are eating, or driving a car. Furthermore, the devices should be more inconspicuous because the users of an electrolarynx often feel stigmatised. An alternative is a device fitted to a collar that can ideally be switched on and off automatically.

Natural speech melody

The pitch of the artificially produced voice is also a problem. Fuchs explains that “the output of most currently available voice boxes tends to sound male – if they sound human at all. Gender research is entirely new in this field. Together with Corinna Bath we want to look at the entire bandwidth of gender-specific differences, beyond the stereotypes.” According to the researchers, this diversity aspect leads to a welcome widening of the horizon. In their quest to create a natural speech melody, Fuchs and

Gastprofessur als Expertin für die Verflechtung von Genderforschung und Technik an der TU Graz absolviert.

Derzeit nutzen Fuchs und Hagmüller eine Simulationsumgebung, wo sie in Echtzeit Einstellungen untersuchen. Gefördert über das Programm FEMtech der FFG und unterstützt von Partnerin HEIMOMED, einer Firma aus Deutschland, die sich auf die Herstellung von Produkten für Menschen ohne Kehlkopf spezialisiert hat, will man langfristig verschiedene Ansätze kombinieren und die Entwicklung einer neuen elektronischen Sprechhilfe möglich machen.

Text: Reinhard Kleindl ■

Hagmüller are cooperating primarily with Corinna Bath from the Technical University of Braunschweig. She currently holds a visiting professorship as an expert at the interface between gender research and technology at TU Graz.

Fuchs and Hagmüller are currently using a simulation environment in which they can try out various things in real time. With the sponsorship of the FEMtech programme of the Austrian Research Promotion Agency (FFG) and the support of partner HEIMOMED, a German company specialised in the manufacture of products for persons without a larynx, their work attempts to combine different approaches in order to facilitate the development of new electrolarynxes.

Text: Reinhard Kleindl ■

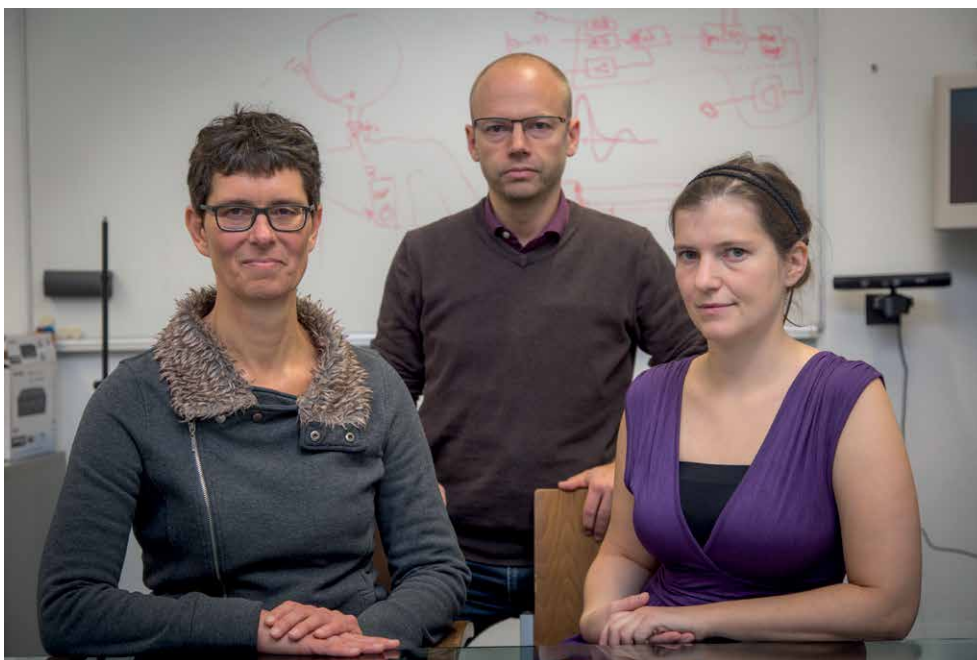


Abbildung 4:
Genderexpertin Corinna Bath
und das Kernteam der TU Graz
Martin Hagmüller und
Anna Katharina Fuchs.

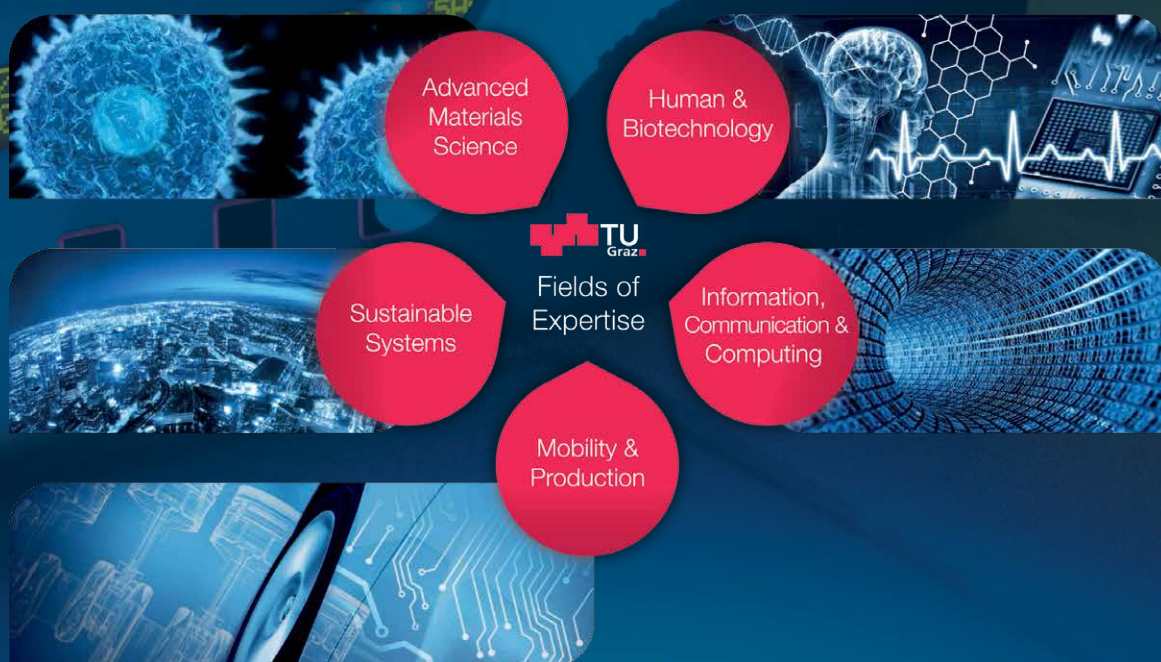
Figure 4:
Expert on Gender Corinna Bath
and the team of TU Graz
Martin Hagmüller and Anna
Katharina Fuchs.

research

ISSN 2074-9643

© Verlag der Technischen Universität Graz 2016, www.ub.tugraz.at/Verlag

Fields of Expertise der TU Graz Fields of Expertise of TU Graz



Die fünf 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 Fields of Expertise will become distinctive hallmarks of Graz University of Technology in the 21st century. They will be strengthened by new professorships in new areas and investments as well as intensive co-operation with business and industry in the form of numerous shared participations in competence centres and research networks. Cooperations with scientific partner institutes represent a further dynamo to success.