

WISSEN ■ TECHNIK ■ LEIDENSCHAFT



# *TU GRAZ* research



**118|2011**  
200 JAHRE TU GRAZ

## Die Welt in unseren Händen

Nachhaltige Forschung an der TU Graz

## The World in Our Hands

Sustainable Research at Graz University of Technology



# Contents

Preface p. 4

---

■ **Face to Face**

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

On the Track of New Materials p. 6

An interview with Albert Plessing, head of strategic research of the solar energy company Isovoltaic AG

*Ines Hopfer-Pfister*

---

■ **Focus: Sustainability in Design, Construction and Energy Systems**

Dense Cities: Architecture for Living Closer Together p. 10

*Hans Gangoly*

Urban Density and Energy p. 13

*Brian Cody, Wolfgang Löschnig*

I Live Graz: Smart People Create their Smart City p. 17

*Hans Schnitzer, Martin Fellendorf, Ernst Rainer, Kersten Hofbauer*

New Materials for Photovoltaics: The Nanocomposite Solar Cell p. 20

*Thomas Rath, Gregor Trimmel*

Smart Distribution and Transmission Grids p. 24

*Herwig Renner*

Hydraulic Engineering: Sustainability in Hydroelectric Power p. 27

*Gerald Zenz*

Energy Globe Austria Award 2011 p. 30

---

■ **Life**

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

Ecological Footprint: A Measure of Sustainability of Life Style p. 31

*Michael Narodslawsky*

---

■ **Cooperations**

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

European Sustainable Energy Innovation Alliance (eseia) p. 34

*Brigitte Hasewend*

---

■ **Innovation in Teaching & Research**

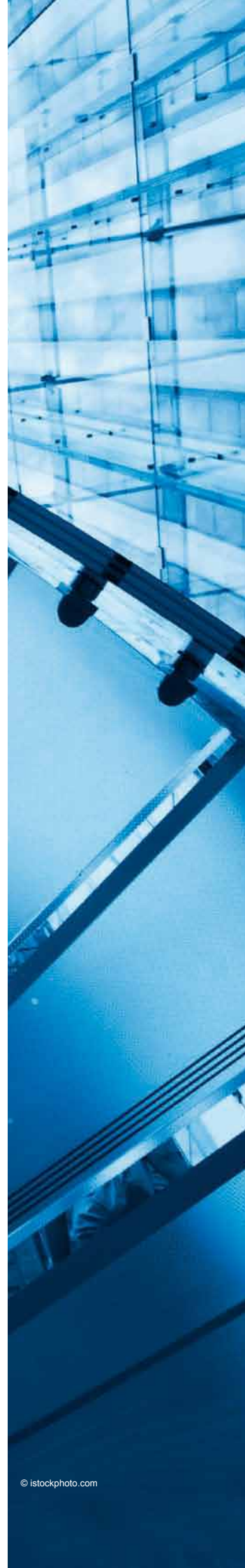
*What's new in teaching and research: how Graz University of Technology is proving and distinguishing itself as a hotbed of ideas*

STYRIAN ACADEMY for Sustainable Energies: A European Life-long Learning Platform p. 37

*Brigitte Hasewend*

# Inhalt

<b>Vorwort</b>	S. 4
<b>■ Face to Face</b> <i>Wir bitten namhafte Expertinnen und Experten um ein Statement zum Schwerpunktthema</i> Neuen Materialien auf der Spur Ein Interview mit Albert Plessing, Leiter des Bereiches „Strategic Research“ des Solarenergie-Unternehmens Isovoltaic AG <i>Ines Hopfer-Pfister</i>	S. 6
<b>■ Fokus: Sustainability in Design, Construction and Energy Systems</b>	
Dense Cities: Architecture for Living Closer Together <i>Hans Gangoly</i>	S. 10
Städtische Dichte und Energie <i>Brian Cody, Wolfgang Löschnig</i>	S. 13
I Live Graz: Smart People Create their Smart City <i>Hans Schnitzer, Martin Fellendorf, Ernst Rainer, Kersten Hofbauer</i>	S. 17
Neue Materialien für die Photovoltaik – Die Nanokomposit-Solarzelle <i>Thomas Rath, Gregor Trimmel</i>	S. 20
Intelligente Verteil- und Übertragungsnetze <i>Herwig Renner</i>	S. 24
Wasserbau – nachhaltig für unsere Gesellschaft <i>Gerald Zenz</i>	S. 27
Energy Globe Austria Award 2011	S. 30
<b>■ Life</b> <i>Forschung und Technik im Alltäglichen – Wie Forschungsergebnisse auf unser Leben wirken und es verbessern können</i>	
Ökologischer Fußabdruck: Ein Maß für die Nachhaltigkeit unseres Lebensstils <i>Michael Narodslawsky</i>	S. 31
<b>■ Cooperations</b> <i>Gemeinsam forschen und entwickeln – Wie die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Spezialisten in Erfolg und Weiterentwicklung resultiert</i>	
eseia – Verein zur Förderung der europäischen Innovation für erneuerbare Energien <i>Brigitte Hasewend</i>	S. 34
<b>■ Innovation in Teaching &amp; Research</b> <i>Neues aus dem Bereich Lehre und Forschung – Wie sich die TU Graz als erfolgreiche „Ideenschmiede“ bewährt und auszeichnet</i>	
STYRIAN ACADEMY for Sustainable Energies – eine europäische Aus- und Weiterbildungsplattform <i>Brigitte Hasewend</i>	S. 37



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

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



*Horst Bischof,  
Vize rektor für Forschung.*

*Horst Bischof,  
Vice Rector for Research.*

Ein neues Gesicht ziert dieses Vorwort: Ich habe mit 1. Oktober 2011 die verantwortungsvolle Aufgabe des Vizerektors für Forschung im Team von Rektor Kainz von Franz Stelzer übernommen. Im Zuge dessen bin ich auch für das TU Graz *research* verantwortlich. Bevor ich mich kurz vorstelle, möchte ich meinem Vorgänger Franz Stelzer herzlichen Dank für seine hervorragende Arbeit aussprechen. Er war es, der dieses Journal aufgebaut hat, er hat ihm das heutige moderne Erscheinungsbild und die Ausrichtung gegeben – ich muss eigentlich nur noch mehr danach trachten, es am Laufen zu halten. Auch in vielen anderen Bereichen der TU Graz-Forschungsstrategie, z. B. Neuausrichtung des Forschungs- & Technologie-Hauses (F&T-Haus), Einrichtung der Fields of Expertise, hat Franz Stelzer hervorragende Arbeit geleistet. Ich hoffe, ich kann diesen großen Fußstapfen gerecht werden.

Kurz zu meiner Person: Mein Name ist Horst Bischof, ich komme von der Informatik-Fakultät und bin dort Professor für „Computer Vision“ und seit nunmehr zehn Jahren an der TU Graz tätig. Genauere Details entnehme man meinem Lebenslauf:

► <http://www.icg.tugraz.at/Members/bischof>

Der Vorteil des Gebietes Computer Vision ist es, dass man sehr interdisziplinär tätig ist (man braucht ja immer eine Anwendung) und ich dadurch in viele Wissenschaftsbereiche hineinschnuppern durfte und in vielen dieser Bereiche auch bereits publiziert habe. Dies hilft mir jetzt bei meiner Aufgabe als Forschungsvize rektor, da ich die Denkweise der unterschiedlichen Disziplinen kenne.

In den letzten Tagen durfte ich zahlreiche spannende und mitreißende Forschungsthemen an der TU Graz kennenlernen. Es ist faszinierend zu sehen, welche herausragende Forschung mit welch vielfältigen Anwendungen an unserer Universität geleistet wird. Der Bogen spannt sich von

A new face graces this foreword. I have taken over the position of Vice Rector of Research and associated responsibilities from Franz Stelzer in the team of Rector Kainz. In the course of this, I am also responsible for the TU Graz *research* journal. Before I introduce myself, I would like to express my cordial thanks to my predecessor, Franz Stelzer, for his outstanding work. It was he who built up this journal, gave it its modern image and launched it in its present direction. I only have to endeavour to keep it running in the right track. Franz Stelzer performed excellent work in other areas of research strategy at Graz University of Technology, too, such as reorienting the Research & Technology House and establishing the Fields of Expertise. I shall strive to follow in his footsteps.

And now a few words about myself. My name is Horst Bischof, I'm from the Faculty of Computer Science, and I'm professor for Computer Vision. I've now been working at Graz University of Technology for ten years. For more details, please see my CV on:

► <http://www.icg.tugraz.at/Members/bischof>

The advantage of the field of Computer Vision is that it involves a very interdisciplinary approach (one always needs an application), and due to this I have been able to get a foretaste of several scientific fields – and indeed I have also published work in many of these areas. This helps me in my task as Vice Rector of Research since the way of thinking of the various disciplines is familiar to me.

In the last few days I've been fortunate enough to become familiar with a number of exciting and thrilling research topics at the University. It's fascinating to see just how much outstanding research is being carried out at our

der Grundlagenforschung bis hin zur Innovation. Und es ist unsere Zielsetzung und das Selbstverständnis der Universität, diese „Wertschöpfungskette“ in der vollen Breite abzudecken. Genau das ist eine der Stärken der TU Graz, die von unseren Partnern so geschätzt wird.

Dieses Heft widmet sich einem (von fünf) Field of Expertise (Sustainability in Design, Construction and Energy Systems), das diese TU Graz-Wertschöpfungskette sehr erfolgreich und sehr interdisziplinär implementiert. Gerade dieses Field of Expertise ist ein sehr schönes Beispiel dafür, wie durch Bündelung von Forschungsinteressen ein nach außen hin sichtbarer Schwerpunkt entstehen kann. In diesem Field of Expertise haben wir nicht nur äußerst erfolgreiche Institute (einige der interessantesten Projekte aus dem Bereich finden Sie in dieser Ausgabe), sondern mit dem Office for International Sustainability Partnerships (ISP) auch einen Ansprechpartner in der Koordination und Projektakquisition. Das ISP ist auch für den Verein eseia (European Sustainable Energy Innovation Alliance) mit mehr als 40 internationalen Partnern und der Styrian Academy, einer „Life-Long-Learning“-Plattform für den Bereich erneuerbare Energien, verantwortlich. Beides wird Ihnen in dem Heft noch näher vorgestellt werden. Der Schwerpunkt im Bereich der Nachhaltigkeit zeigt auch, dass die TU Graz gesellschaftspolitische Herausforderungen sowie Bedürfnisse der Wirtschaft adressieren und entsprechende Antworten liefern kann.

Ich wünsche Ihnen bei der Lektüre dieses TU Graz *research* viel Freude und interessante und anregende Gedanken.

university and with such diverse applications. These range from basic research through to innovation. And it is our aim – and within the remit of the University – to cover the “value creation chain” to the fullest extent. This is one of the strengths of Graz University of Technology which is so prized by our partners.

This issue is dedicated to one (of five) of the Fields of Expertise (Sustainability in Design, Construction and Energy Systems) which has been implementing the value-creation chain in such a successful and interdisciplinary way. It is exactly this Field of Expertise that is such a great example of how combining research interests can create an outwardly visible focus. We do not only have extremely successful institutes in this Field of Expertise (a few of the interesting projects are mentioned in the current issue), we also have a point of contact in coordination and project acquisition in the form of the Office for International Sustainability Partnerships (ISP). The ISP is also responsible for the eseia association (European Sustainable Energy Innovation Alliance) with its more than 40 international partners, and the Styrian Academy, a life-long learning platform for the field of renewable energies. Both of them are presented in more depth in this issue. The focus in the field of sustainability also shows that Graz University of Technology can address social political challenges and can supply answers for the needs of the economy.

I wish you many hours of reading pleasure and interesting and stimulating thoughts in the perusal of this issue of TU Graz *research*.



Horst Bischof

# Neuen Materialien auf der Spur

## On the Track of New Materials

Ines Hopfer-Pfister

*Albert Plessing ist Leiter von „Strategic Research“ der Isovoltac AG. Isovoltac ist weltweiter Markt- und Technologieführer in der Entwicklung und Produktion von Rückseitenfolien für Photovoltaik-Module. Der Bereich „Strategic Research“ bearbeitet Zukunftsthemen hinsichtlich neuer Materialien und neuer Anwendungen. Das Unternehmen, mit Firmensitz in Lebring (Österreich), beschäftigt rund 250 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und weist einen Exportanteil von 98 Prozent auf. Im Jahr 2011 erhielt Isovoltac den Joseph-von-Fraunhofer-Preis sowie den Staatspreis Innovation.*

*Albert Plessing is head of strategic research at Isovoltac AG. Isovoltac is a worldwide market and technology leader in the development and production of backsheets for photovoltaic modules. The field of strategic research works on future topics regarding new materials and applications. With its head office in Lebring (Austria), the company employs a workforce of some 250 employees and has an export share of 98 percent. In 2011, Isovoltac was awarded the Joseph-von-Fraunhofer Prize and the State Prize for Innovation.*

**Im Interview mit TU Graz research spricht Albert Plessing, Leiter der Abteilung „Strategic Research“ des Solarenergie-Unternehmens Isovoltac, über die Herausforderungen der Zukunft im Energiebereich: Moderne Gesellschaften benötigen nachhaltige Energiesysteme, um für die Zukunft gewappnet zu sein. Gemeinsam mit der TU Graz begibt man sich daher auf die Suche nach neuen Materialien im Bereich der Solarzellen- und Batterieforschung.**

**Sehr geehrter Herr Plessing, Sie sind Leiter des Bereiches „Strategic Research“ von Isovoltac AG. Die Isovoltac AG ist ein Solarenergie-Vorzeigeunternehmen und ist weltweiter Markt- sowie Technologieführer in der Entwicklung und Produktion von Rückseitenfolien für Photovoltaik-Module. Wo liegt der Fokus im Bereich „Strategic Research“?**

Unser Schwerpunkt liegt darin, Materialforschung basierend auf Funktionalität von Folienverbundmaterialien und im Hinblick auf Anwendungen im Bereich „Erneuerbarer Energien“ zu betreiben. Genau das entspricht auch unserem Technologiefokus „Clean Energy Solutions“.

**Wo sehen Sie die größten Herausforderungen der Zukunft im Energiebereich?**

Moderne Gesellschaften benötigen nachhaltige Energiesysteme, also erneuerbare Energiesysteme. Wir sehen unsere Herausforderung in unserem Beitrag zur Bereitstellung neuer Materialien und neuer Prozesse zur nachhaltigen, effizienten, kostengünstigen Bereitstellung, Erzeugung, Speicherung und Verteilung von erneuerbarer Energie.

**Wo setzen Sie in der F&E in Ihrem Unternehmen die Schwerpunkte?**

Basierend auf unserer Expertise in der Erzeugung und Veredelung von Folien wollen wir in Zukunft unseren Produkten weitere Funktionen hinzufügen und damit wesentliche Beiträge für Clean Energy Solutions liefern. Dabei zielen wir

*Albert Plessing, head of strategic research of the solar energy company Isovoltac, talks about the challenges of the future in the field of energy in interview with TU Graz research. Modern societies need sustainable energy systems to be steered for the future. Together with Graz University of Technology, Isovoltac has been embarking on a journey searching for new materials in the field of solar cells and battery research.*

**Mr Plessing, you're head of strategic research at Isovoltac AG. Isovoltac AG is a solar energy model company and is a worldwide market and technology leader in the development and production of backsheets for photovoltaic modules. Where exactly is the focus in strategic research?**

Our focus is on materials research based on the functionality of foil composite materials with regard to applications in the field of renewable energies. This corresponds exactly to our technology focus on Clean Energy Solutions.

**In your view, what are the biggest future challenges in the field of energy?**

Modern societies need sustainable energy systems – in other words, renewable energy systems. Our challenge is to prepare new materials and processes for the sustainable, efficient, economical provision, production, storage and distribution of renewable energy.

**What do you put the focus on in R&D in your company?**

Based on our expertise in the production and refinement of foils, we want to add further features to them in the future and thus make important contributions to Clean Energy Solutions. Regarding this, we're aiming at fields of application such as photovoltaics, chemical storage technologies and the latest opto-electronics.



© Isovoltaic AG

auf Anwendungsgebiete wie Photovoltaik, chemische Speichertechnologien, aber auch auf modernste organische Optoelektronik.

**In der Vergangenheit gab es Kooperationen zwischen TU Graz und der Isovoltaic AG. Ich denke beispielsweise an das CD Labor für Nanokomposit-Solarzellen, in dem Ihr Unternehmen Industriepartner ist. Welche Rolle spielt in Ihrem Unternehmen die Zusammenarbeit mit einer Forschungsinstitution wie der TU Graz?**

Als technologieintensives Unternehmen in der Steiermark sind für uns die Kooperationen mit den regionalen Universitäten schon immer von großer Bedeutung. Zahlreiche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter absolvierten ihre Ausbildung an steirischen Universitäten. Darüber hinaus verbindet uns mit der Technischen Universität Graz eine langjährige F&E-Kooperation auf den Gebieten der flexiblen Barrierematerialien, insbesondere der Nanokomposit-Solarzellen, und auf dem Gebiet neuer Materialien für Batterien. Als mittelgroßes Unternehmen ist für uns die effiziente F&E-Kooperation mit Universitäten, insbesondere mit der TU Graz, ein essenzieller Bestandteil zur Zukunftssicherung. Gleichzeitig finden wir dadurch frühzeitige Kontakte mit unseren zukünftigen hoch qualifizierten F&E-Mitarbeiterinnen und -Mitarbeitern.

**Sind auch zukünftige Kooperationen geplant, und falls ja, in welchen Bereichen?**

Wir überlegen zurzeit neue Forschungsprojekte mit der Technischen Universität Graz in den Bereichen Solarzellenforschung und Batterietechnologie.

**There have been cooperations in the past between Graz University of Technology and Isovoltaic AG. For instance, the CD lab for nanocomposite solar cells comes to mind – for which your company is an industrial partner. What role does cooperation with a research institution like Graz University of Technology play in your company?**

As a technology-intensive company in Styria, cooperations with regional universities have always been of great importance for us. A number of employees completed their studies at Styrian universities. What's more, our connection with Graz University of Technology goes back many years to a R&D cooperation on flexible barrier materials – in particular nanocomposite solar cells – and new materials for batteries. As a medium-sized enterprise, we find efficient R&D cooperations with universities – especially with Graz University of Technology – an essential element of safeguarding the future. At the same time, by doing this we established early contacts with our highly qualified R&D employees of the future.

**Are any future cooperations planned, and if so, in what fields?**

We're currently considering new research projects with Graz University of Technology in the fields of solar cell research and battery technology.

**As head of strategic research of an internationally active company, what in your opinion are the practical demands on education of the future?**

**Als Leiter des Bereiches „Strategic Research“ eines international agierenden Unternehmens: Was sind Ihrer Meinung nach die Anforderungen aus der Praxis an die Ausbildung der Zukunft?**

Einerseits zeichnet unser universitäres Bildungssystem die hohe Qualität der allgemeinen Fachausbildung aus, andererseits sind heute Flexibilität – fachlich und geografisch – sowie die rasche Konzentrationsfähigkeit auf die Anforderungen von Wirtschaftsunternehmen immer wichtiger. Internationalität steigt ständig in ihrer Bedeutung.

**Was würden Sie sich im Bereich Lehre & Forschung von der TU Graz wünschen?**

Wir wünschen uns, dass die TU Graz vermehrt Ausbildungsschwerpunkte im Bereich moderner erneuerbarer Energietechnologien anbietet und dabei auf internationale Zusammenarbeit und Austausch großen Wert legt.

**Wie sehen Sie die Positionierung der TU Graz innerhalb der österreichischen Forschungslandschaft bzw. darüber hinaus?**

Wir sehen, dass die TU Graz in einigen Bereichen durchaus sehr gutes internationales Forschungsniveau erreicht, dass allerdings auch die Internationalität intensiviert werden muss.

**Wie beurteilen Sie den Forschungsstandort Steiermark, auch in Hinblick auf nachhaltige Forschung?**

Die Steiermark stellt heute ganz klar das österreichische Zentrum der F&E-Aktivitäten auf dem Gebiet der „Erneuerbaren Energien“ dar. An den steirischen Universitäten, der Karl-Franzens-Universität, der Montanuniversität Leoben und an der TU Graz, werden zahlreiche Themen der erneuerbaren Energien auf höchstem Niveau bearbeitet. Diese Gebiete umfassen Brennstoffzellen, Batterien, thermische Solarenergie, Photovoltaik, Architektur, Mess- und Regeltechnik, ökologische Fußabdrücke usw., sodass hiermit ein strategischer Forschungsschwerpunkt gegeben ist.

On the one hand, our university educational system is distinguished by its high quality of general training. On the other hand, flexibility – both at a subject level and geographically – is becoming increasingly important today, as well as the ability to concentrate fast on the demands of commercial enterprises. The importance of internationality is also increasing.

**What would you like Graz University of Technology to offer from the point of view of teaching and research?**

We would like Graz University of Technology to increasingly provide training focuses in the field of modern renewable energy technologies and to place greater value on international cooperation and exchange.


**What do you think of the position of Graz University of Technology in the Austrian research community and beyond?**

From our vantage point, Graz University of Technology has reached a very good international research level but we think its international orientation should be intensified.

**How do you assess the research location Styria regarding sustainable research?**

Quite obviously Styria represents today the Austrian centre of R&D activities in the field of renewable energies. Numerous renewable energy topics are being carried out at the highest level at the Styrian universities – Karl-Franzens-University Graz, the University of Leoben and at Graz University of Technology. These fields comprise fuel cells, batteries, thermal solar energy, photovoltaics, architecture, measurement and control technology, ecological footprints, etc, and thus provide a strategic research focus.



A low-angle, blue-tinted photograph of a modern building's interior. The image shows a curved glass and metal structure, possibly a walkway or a large atrium, with people walking on it. The perspective is looking up, creating a sense of height and architectural complexity. The overall color scheme is a monochromatic blue, giving it a clean, futuristic feel.

# Sustainability in Design, Construction and Energy Systems

# Dense Cities: Architecture for Living Closer Together

Hans Gangoly



© paul ott

*Hans Gangoly ist Architekt und leitet das Institut für Gebäudelehre der Fakultät für Architektur an der TU Graz. Die Forschungsinteressen des Instituts für Gebäudelehre konzentrieren sich auf Fragen nach Gebäudetypologien, die nachhaltige Potenziale zur Erhöhung städtischer Vielfalt und Dichte bergen.*

*Hans Gangoly is an architect and head of the Institute of Architectural Typologies at the Faculty of Architecture of Graz University of Technology. The research interests of the Institute of Architectural Typologies focus on questions of learning from the inhabitation, organization and transformation of buildings and structures, asking for design potentials that sustainably increase urban density and diversity.*

***Im Rahmen des Forschungsschwerpunktes „Dense Cities“ widmet sich das Institut für Gebäudelehre der TU Graz dem Themenfeld der „städtischen Dichte“ und dessen Relevanz für die konkrete Architekturproduktion.***

Der Lebensraum des 21. Jahrhunderts wird aller Voraussicht nach die Stadt sein. Seit dem Jahr 2008 wohnt mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung in Städten und der weltweite Anteil der städtischen Bevölkerung wird nach Prognosen der UNO bis zum Jahr 2050 rund 70 % erreichen. Während sich ein Großteil dieser Entwicklung in den Megastädten und megaurbanen Räumen abspielt, die sich in den letzten Jahrzehnten vor allem in Asien und Südamerika mit rasender Geschwindigkeit entwickelt haben, erscheint die offene Entwicklung mittelgroßer Städte, die sich in ihrem Selbstverständnis noch auf die zentral orientierte historische Stadt berufen, als Anstoß für eine Diskussion neuer architektonischer Entwurfs- und Planungsansätze. Werden Städte als urbane Gebiete mit einer bestimmten Dichte aufgefasst, die in historischen Entwicklungsprozessen stehen, so können Entwurfsansätze der „Verdichtung“ und „Nachverdichtung“ auf allen Maßstabsebenen neue Perspektiven ihrer Transformation eröffnen. „Dense Cities“ richtet die Aufmerksamkeit auf den architektonischen Zusammenhang zwischen den Prozessen der Urbanisierung und der Entwicklung kompakter städtischer Formen.

Es besteht kein Zweifel, dass die Abkehr vom ungezügelter Landverbrauch und der Verschwendung von Ressourcen angesichts der Bedrohung durch klimatische Veränderungen, aber auch im Sinne eines steigenden Bewusstseins für nachhaltige Lebensweisen, Bedingungen vernünftiger Planungen darstellen müssen. Die Notwendigkeit, höher verdichtete Siedlungsformen zu forcieren, ist daher weithin akzeptiert und hat zu der Entwicklung von zahlreichen Konzepten wie der

***In the course of the research focus “Dense Cities”, the Institute of Architectural Typologies of Graz University of Technology focuses on the array of topics connected with “urban density” and its relevance to the production of current architecture.***

In all probability, the habitat of the twenty-first century will be the city. Since 2008, more than half the world’s population has been living in cities, and the total percentage of the urban population will reach seventy per cent by 2050, according to forecasts by the UN. While most of this development is taking place in the megacities and mega-urban areas that have evolved at breakneck speed above all in Asia and South America in recent decades, the open development of medium-sized cities that still see themselves as founded on the centrally oriented historical city would seem to invite discussion of new approaches to design and planning in architecture. If we see cities as urban areas with a certain density in the process of historical development, then design approaches to “densification” and “in-fill development” can open up new perspectives for their transformation on all scales. Dense Cities focuses on the architectural connection between processes of urbanisation and the development of compact urban forms.

There is no doubt that turning away from unbridled land consumption and wasting resources in view of the threat of climate change as well as in the sense of an increasing awareness of sustainable lifestyles must be the preconditions for sensible future planning. The necessity of encouraging more compact forms of settlement has therefore been widely acknowledged and has led to the development of numerous concepts, such as the Compact City, as can be found in development programmes carried out by the UN (Agenda 21) and the European Commission (Green Paper



© Institut für Gebäudelehre

Compact City geführt, die sich in Entwicklungsprogrammen der UNO (Agenda 21) und der Europäischen Kommission (Green Paper of Urban Environment) wiederfinden. Wir gehen davon aus, dass es nicht gleichgültig ist, in welcher formalen Art sich das Phänomen „Stadt“ ausdrückt, sondern wir sehen den Entwurf kompakter städtischer Formen vielmehr im Zusammenhang mit zukunftsweisenden Strategien auf dem Weg zu einer nachhaltigen Stadt. So erfahren das Management von Siedlungsräumen beziehungsweise infrastrukturelle Themen in der Diskussion um nachhaltige räumliche Entwicklungspolitik zwar eine hohe Aufmerksamkeit, inwiefern diese Frage aber mit der Dichte der Stadt zusammenhängt, wird weniger erörtert. Doch wenn der Stopp des Landschaftsverbrauchs ernsthaft diskutiert werden soll, müssen urbane Verdichtungsszenarien auf allen Maßstabsebenen diskutiert werden: die Dichte von (unterschiedlichen) Infrastrukturen, höhere Bebauungsdichten, die Dichte von unterschiedlichen Nutzungen, die Dichte an Wohn- und Arbeitsangeboten, die Dichte im Sinne der Entwicklung kompakter Gebäude- und Hüllformen bei energetischen Anforderungen, aber auch die Dichte als Frage nach

of Urban Environment). We assume that it is by no means unimportant in what form the phenomenon of “city” expresses itself, and instead see designing compact urban forms in connection with pioneering strategies on the way to a sustainable city. While management of settlement areas and infrastructural issues are focal topics in the discussion of sustainable spatial development policy, the extent to which this question is connected with the density of the city is given less attention. But if we are to discuss stopping land consumption with any gravity, then scenarios of urban densification must be discussed at all levels of scale: the density of (different) infrastructures, larger building density coefficients, the density of different uses, the density of residential and working facilities, density in the sense of developing compact building and envelope forms to meet energy-related requirements, but also density as a question of the limits of social compatibility when people live “on top of each other”. In this respect, quantitative density always has a qualitative aspect too, that, as the “perceived density” of compact urban forms, is responsible for the expression of an urban life-world. With regard to this question, Dense Cities would like to negotiate

Abb. 1/ Fig. 1:  
Architecture for  
Living Closer Together.



© TU Graz/Institut für Gebäudelehre

*Abb. 2: Workshop zu städtischer Dichte in Zusammenarbeit mit der Stadtbauverwaltung Graz.*

*Fig. 2: Workshop on urban density organized in cooperation with the urban planning department of Graz.*

den Grenzen sozialer Verträglichkeit, sobald Menschen zu eng „aufeinander“ leben. In diesem Sinne besitzt quantitative Dichte immer auch einen qualitativen Aspekt, der als „atmosphärische Dichte“ kompakter städtischer Formen für den Ausdruck einer urbanen Lebenswelt verantwortlich ist. Hinsichtlich dieser Frage werden die Möglichkeiten und Handlungsspielräume der Architekturproduktion zur Disposition gestellt und neu entworfen. So bildet die Entwicklung und Realisierung intelligenter Gebäudetypologien die Voraussetzung für räumliche Verdichtung auf der Mikroebene, die in Wechselwirkung mit der Vervielfältigung räumlicher Qualitäten im städtischen Raum, mit der Entwicklung neuer Typologien bzw. der Transformation und Erweiterung bestehender Nutzungen steht. Diese beziehen sich immer auf den Gebäudebestand einer Stadt, den die Architektur mit einem Blick auf die historischen Entwicklungsprozesse hinsichtlich der Anforderungen der Zukunft adaptiert und weiterbaut.

„Dense Cities“ stellt die Frage, wie eine aktive Rolle der Architektur bei der Entwicklung eines „Living Closer Together“ auszugestalten ist. Erklärtes Ziel ist es, architektonische Mittel zu definieren, um den verschiedenen sozialen Gruppen ein hochqualitatives, vielfältiges und anpassungsfähiges urbanes Lebensumfeld zu schaffen. Die Bandbreite der Fragestellung erstreckt sich über alle Maßstabsebenen von der Stadtlandschaft und Agglomeration über das Quartier und den Stadtteil bis zum Block und Einzelobjekt und reicht von der Entwicklung neuer Gebäudetypen über konkrete Interventionen im urbanen Feld bis zu Analysen der Transformation städtischer Dichte.

#### **Informationsveranstaltungen Anfang 2012:**

„Dense Cities“-Ausstellung in Zusammenarbeit mit HDA Graz und Forum Stadtpark. Präsentation des „Dense Cities GAM 08“-Magazins.

► [www.densecities.org](http://www.densecities.org)

and redraft the possibilities and scopes for producing architecture. For example, the development and realisation of intelligent building typologies is a prerequisite for compacting space at the micro-level, which interacts with the reproduction of spatial qualities in the urban space, with the development of new typologies and the transformation and extension of existing uses. These always refer to a city's existing buildings that architects adapt and continue to build with an eye to historical developmental processes with regard to the demands of tomorrow.

Dense Cities asks what the architect's active role should be in developing a “Closer Living Together” The declared aim is to define architectural instruments so as to offer the various social groups a high-quality, diversified and adaptable urban environment. The range of questions covers all levels of scale, from the urban landscape and agglomeration and the district to the block and individual building, and goes from developing new building typologies and concrete interventions in the urban setting to analysing the transformation of urban density.

#### **Forthcoming Events:**

Dense Cities exhibition in cooperation with HDA Graz and Forum Stadtpark. Presentation of the Dense Cities GAM 08 Magazine.

► [www.densecities.org](http://www.densecities.org)

# Städtische Dichte und Energie

## Urban Density and Energy

Brian Cody, Wolfgang Löschnig

**Untersuchungen am Institut für Gebäude und Energie haben gezeigt, dass ein entscheidender Fortschritt in Richtung einer zukünftig nachhaltigen Entwicklung eine radikale Umstrukturierung der physischen Infrastruktur unserer Gesellschaft nach sich zieht (1) (2) (3). Die Stadt muss als ein System verstanden werden, das aus den verschiedensten miteinander vernetzten und verbundenen Elementen besteht und ein spezifisches bestimmtes Verhalten hervorruft. Im Forschungsprojekt „Stadt der Zukunft“ haben wir unterschiedliche Modelle für zukünftige Städte, basierend auf räumlicher und zeitlicher Verdichtung, dezentralisierter Energieproduktion und vertikaler Landwirtschaft, untersucht (4).**

Einen Schlüsselaspekt bei all diesen Überlegungen stellt städtische Dichte dar. In der Vergangenheit haben wir gezeigt, dass spezifische Konfigurationen vertikaler Strukturen einen wichtigen Beitrag zur Steigerung der städtischen Dichte leisten und zugleich die Energieeffizienz erhöhen können (5) (6). Aktuell arbeiten wir an Studien zur Determinierung des optimalen Grades städtischer Dichte aus energetischer Sicht. Zur Berechnung der tatsächlichen Dichte zukünftiger Städte müssen auch die Flächen, die zur Erzeugung regenerativer Energie notwendig sind, in die Stadtfläche mit einbezogen werden, wobei eine Integration dieser Energieproduktionselemente in Gebäudehüllen wiederum eine Beeinflussung des Grades der optimalen Dichte bewirkt.

Erste Ergebnisse zeigen, dass unter Berücksichtigung der Landflächen für regenerative Energieproduktion die Stadtmodelle mit dem geringsten Energiebedarf nicht den Modellen mit dem geringsten Gesamtflächenbedarf entsprechen. Denn Städte mittlerer Bebauungsdichte weisen einen geringeren Energiebedarf als hochverdichtete Städte auf und benötigen daher auch gering-

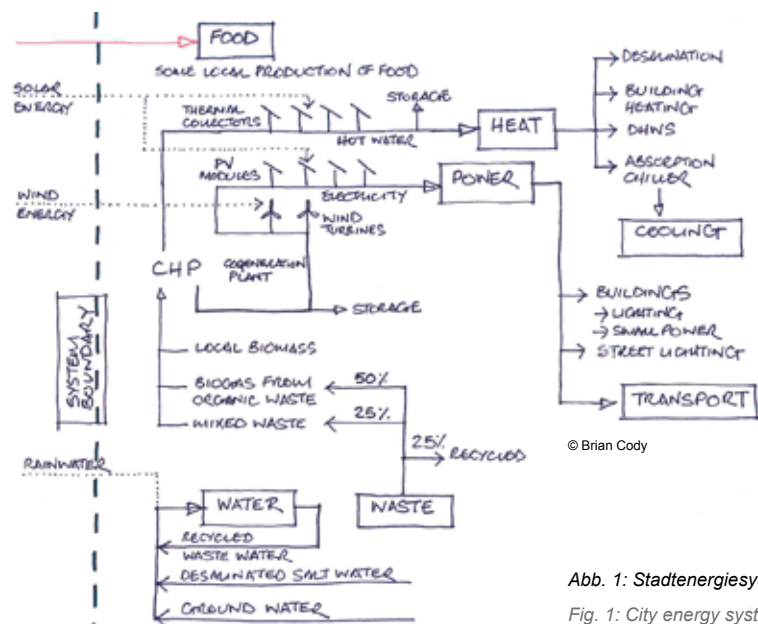
*Our research at the Institute for Buildings and Energy has shown that achieving real progress in sustainable development will entail the radical restructuring of the physical infrastructure of society (1) (2) (3). The city is to be conceived as a system, as an interconnected set of elements organized in a structural pattern which produces a characteristic set of behaviors and we need to view this system in a holistic manner, focusing on cyclical rather than linear cause and effect. In the research project “City of the Future” we are studying hypothetical models for a future city with strategies based on spatial and temporal densification, decentralized energy production and vertical farming (4).*

One key factor in these considerations is that of urban density. We have shown in the past that the employment of appropriately designed tall buildings can contribute to achieving vastly increased urban density and improved energy efficiency (5) (6).



Brian Cody ist Universitätsprofessor an der TU Graz und Vorstand des Instituts für Gebäude und Energie. Sein Schwerpunkt in Forschung, Lehre und Praxis gilt der Maximierung der Energieeffizienz von Gebäuden und Städten.

Brian Cody is professor and director of the Institute for Buildings and Energy at Graz University of Technology. His focus in research, teaching and practice is on maximizing the energy efficiency of buildings and cities.



© Brian Cody

Abb. 1: Stadtenergiesystem.  
Fig. 1: City energy system.



Wolfgang Löschnig ist Architekt und Universitätsassistent am Institut für Gebäude und Energie. Er untersucht im Rahmen seiner Dissertation den Zusammenhang zwischen urbaner Dichte und der Gesamtenergieeffizienz einer Stadt.

Wolfgang Löschnig is architect and university assistant at the Institute of Buildings and Energy. His Ph.D. research investigates the relationship between urban density and the total energy efficiency of cities.

Abb. 2: Stadtmodell mit niedrigstem Energieverbrauch.

Abb. 3: Stadtmodell mit niedrigster Landflächennutzung.

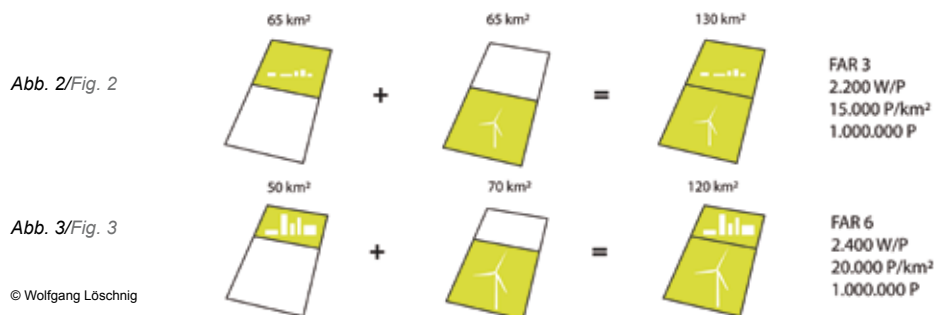
Fig. 2: City model with lowest energy consumption.

Fig. 3: City model with lowest land area use.

gere Energielandflächen. Allerdings ist die Landflächeneinsparung der urbanisierten Stadtfläche bei höheren Bebauungsdichten größer als die Einsparung im Bereich des Energielandes bei geringeren Bebauungsdichten. Zukunftsfähiger Städtebau tendiert somit eindeutig in Richtung hochverdichteter Stadtstrukturen. Eine extreme Verdichtung (FAR > 6) erscheint allerdings auch aus Sicht der Flächeneffizienz, bei heutigen Energiestandards, nicht sinnvoll.

We are currently working on studies to determine the optimal degree of density from an energy perspective. The measurement of real density in future cities will need to incorporate the large areas of land required to generate renewable energy and the incorporation of these areas into the external surface area of building structures will influence the determination of the optimal density.

Initial results show that the city model with the lowest energy consumption does not have the



Neben räumlicher Verdichtung müssen Strategien zur zeitlichen und digitalen Verdichtung berücksichtigt werden. Wir haben soeben ein Forschungsprojekt abgeschlossen, das den Zusammenhang zwischen unterschiedlichen Formen der Telearbeit und der Gesamtenergieeffizienz in der Gesellschaft untersucht (7). Die Einführung neuer Arbeitsformen hat in den letzten Jahren zweifellos den Energieverbrauch erhöht. Dennoch ist ein Potenzial vorhanden, diese Technologien zu verwenden, um radikale neue Gebäudetypologien und Verkehrssysteme zu generieren, mit dem Ziel, die Gesamtenergieeffizienz zu erhöhen. Für die Untersuchungen wurde nicht die energetische Struktur von Gebäuden oder einer Stadt abgebildet, sondern vielmehr die energetischen Strukturen typischer Dienstleistungsunternehmen. Im Zuge der Forschungsarbeiten haben wir eine neue Einheit für den Auslastungsgrad des Gebäudebestandes abgeleitet: m³h, ein Produkt von Raum und Zeit. Die Forschungsergebnisse zeigen, dass durch konsequente Umset-

smallest overall footprint when the land required for renewable energy production is taken into account. Medium density cities have a lower energy demand than high density cities and therefore require less land for energy production. However, the reduction of urbanized land area achieved in high density structures is larger than the savings in the area of land for energy production at lower densities. Future urban development should therefore tend towards high density urbanism. From a space efficiency perspective however, extreme densification (FAR>6) does not make sense, unless building specific energy demand can be vastly improved.

Alongside spatial densification, strategies for temporal and digital densification need to be considered. We have just completed work on a research project concerned with the nature of the relationship between different forms of teleworking and the total energy efficiency in society (7). In recent years the use of new forms of working has unquestionably increased energy consumption. There is a

zung unterschiedlicher Telearbeitsmodelle ein energetisches Einsparpotenzial von ca. 25 % auf Unternehmensebene erzielbar ist.

In einem weiteren Projekt, das vom Institut für Gebäude und Energie geleitet und von internen als auch externen Expertinnen und Experten aus den Bereichen Verkehr, Soziologie und IT unterstützt wurde, wurde besonderer Wert auf die effizientere Auslastung der Gebäudenutzflächen und die Nutzung von Synergien zwischen physischer und virtueller Infrastruktur, Wohn- und Arbeitsräumen durch Telearbeit etc. gelegt. Auf der Suche nach Strategien für eine räumliche, zeitliche und digitale Verdichtung wurden neue Gebäudetypologien für vertikale Strukturen entwickelt, die alle notwendigen infrastrukturellen Elemente einer Gesellschaft, einschließlich industrieller und landwirtschaftlicher Nutzungen, Nahrungsmittelproduktion, Energieerzeugung etc., abdecken.

Diese sogenannten Hyperbuildings stellen einzelne Zellen eines komplexen Stadtmodells dar. Jede Zelle hat prinzipiell die Fähigkeit, autark, für sich selbst zu funktionieren. Werden diese jedoch miteinander verbunden, kommt es zu wechselseitigen Synergieeffekten, sodass das Ganze mehr als die Summe der einzelnen Teile ist. Diese Hyperbuilding-Stadtstruktur ist eine Struktur, die Lebensraum für eine Bevölkerung mit der annähernd selben Dichte wie jener von Manhattan bietet, jedoch keine externe Energie- und Wasserversorgung benötigt, keinen Müll produziert, kein CO<sub>2</sub> emittiert und nur auf geringe oder gar keine externe Nahrungsmittelversorgung angewiesen ist. Wohn-, Büro- und Industrienutzung koexistieren mit Parks und Flächen für Landwirtschaft, Biomasse und Energieerzeugung. Im gesamten Kontext entsteht eine dreidimensionale Stadtstruktur, die Urbanität, Natur, Dichte und Vielfalt aufweist und eine erhebliche Verbesserung der Lebensqualität, verglichen mit Städten von heute, bietet.

Der städtebauliche Entwurf muss räumlicher und dreidimensionaler begriffen werden, als dies bis-

potential, however, to use these new parameters to generate radically new forms of building and transport systems with the aim of increasing total energy efficiency. To study this, we modeled the energetic structures of typical corporation and company structures and in the course of the project derived a new unit to measure the degree of utilization of our building stock; m<sup>3</sup>h, a product of space and time. The research results show that the implementation of various teleworking models can reduce energy consumption of a typical company structure by about 25%.

At the Energy City Conference, which was held in June of this year at Graz University of Technology, the results of an interdisciplinary research project, which was led by the Institute for Buildings and Energy and included internal and external experts for transportation, sociology and IT, were presented and discussed with internationally renowned invited speakers. In the research work particular emphasis was placed on the more effective use of building space and the use of synergies between physical and virtual infrastructure, living and working spaces, teleworking etc. In the search for strategies for spatial, temporal and digital densification, new typologies for vertical structures incorporating all the necessary infrastructural elements of society including even industrial and agricultural usages, food production, energy generation etc. were developed. These so-called Hyper Buildings function like cells in a city model. In this cell struc-

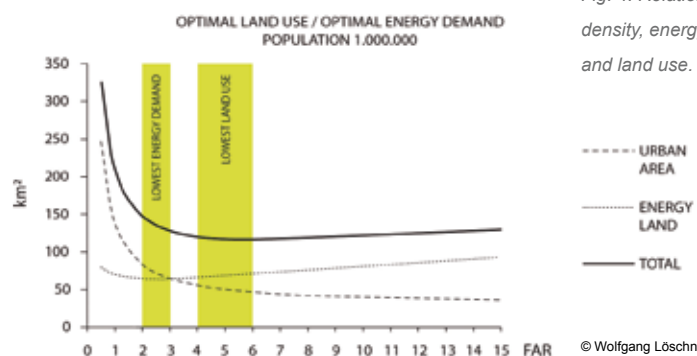


Abb. 4: Verhältnis von Dichte, Energieverbrauch und Landnutzung.

Fig. 4: Relationship between density, energy consumption and land use.



Abb. 4: Stadt der Zukunft.  
Fig. 4: City of the future.

1. Cody, B., Keynote Lecture "Form follows Energy", Conference Proceedings, Clima 2010 – 10th REHVA World Congress, 9.–12. Mai 2010, Antalya, Türkei
2. Cody, B., „Urbane Verdichtung, die Stadt neu denken“, in: *Zeno – Zeitschrift für nachhaltiges Bauen* 2/2009, Callway, München, ISSN 1866-8429
3. Cody, B., „Stadt und Energie / Urban Design and Energy“, in: *Stadt und Energie. GAM05 – Graz Architecture Magazine* 05/2008, Fakultät für Architektur TU Graz (Hrsg.), Springer, Wien – New York, ISBN 978-3-211-79203-2
4. Cody, B., „Stadt der Zukunft. Wege zur Energieeffizienz“, in: *Der Entwurf, Deutsche Bauzeitschrift*, November 2010
5. Cody, B., „Die Rolle von Hochhäusern in der nachhaltigen Entwicklung europäischer Städte“, in: *Forschungsjournal der TU Graz SS 05, TU Graz (Hrsg.)*, ISSN: 3-902465-18-2
6. Cody, B., „Exploring the potential for natural ventilation of tall buildings“, Conference Proceedings, 29th – AIVC Conference in 2008, 14.–16. Oktober 2008, Kyoto, Japan
7. Endbericht FFG-Forschungsprojekt „Telearbeit und Energieeffizienz. Untersuchungen des Zusammenhangs zwischen Telearbeit und der Gesamtenergieeffizienz der Gesellschaft“, Juni 2011

her der Fall war. Erschließungswege, Verkehrssysteme und öffentliche Räume müssen nicht auf der Ebene des natürlichen Bodens beschränkt bleiben. Unterschiedliche Ebenen, welche sich auf verschiedenen Höhen in einer dreidimensionalen Anordnung verteilen und eine optimale Verschmelzung von öffentlichem Geschehen und Privatleben ermöglichen, sind denkbar. Das Bestreben nach Optimierung der städtischen Dichte kann zu völlig neuen Qualitäten urbanen Lebens führen und diese Überlegungen sind nicht auf Entwicklungen neuer Städte in China und Indien begrenzt. Mit dem Wissen, dass im Laufe der nächsten 50 Jahre die bestehenden europäischen Städte einem drastischen Wandel aufgrund kontinuierlicher Verbesserungsmaßnahmen und laufender Sanierungen unterworfen sein werden, ist es dringend notwendig, für jede europäische Stadt einen Masterplan gemeinsam mit einer Vision der Stadt in 50 Jahren zu entwickeln. Warum? Weil jede künftige Intervention in diesem Zeitraum, jeder Neubau und jedes sanierte Bestandsgebäude ein Fragment der ‚Stadt der Zukunft‘ ist.

ture each cell has the ability to work independently and function in a self-sufficient manner. However, when linked together, they mutually assist each other so that the whole is more than the sum of the parts. The Hyper Building itself is a structure which allows a population density roughly equal to that of Manhattan, needs no external energy supply, no external water supply, produces no waste, emits no CO<sub>2</sub> and needs little or no external food supply. Space for residential, office and industrial use is provided alongside parks and areas for agricultural, biomass and energy production. Linked together they form a 3D-city structure, radically improving the quality of life compared with cities of today and offer urbanity, nature, density and diversity. The urban design of cities needs to be conceived of in more spatial and three dimensional terms than was the case until now. Circulation, mobility systems and public spaces need not remain trapped on the ground plane. Various layers at different vertical levels are conceivable in a truly three dimensional spatial arrangement of public and private life. The obtainment of optimal density can lead to totally new qualities in urban life and these considerations are not limited to the design of new cities for China and India. With the knowledge that in the course of the next 50 years existing European city structures will drastically change on account of continual improvements and renovations, it is imperative now to develop a masterplan for every European city together with a vision of the city in 50 years time. Why? Because every intervention we make between now and then, every new building, every renovated old building is a fragment of the “City of the Future”.



# I Live Graz: Smart People Create their Smart City

Hans Schnitzer, Martin Fellendorf, Ernst Rainer, Kersten Hofbauer

**Internationale Konzerne werben heute mit dem Begriff „Smart Cities“ für ihre Produkte im Infrastruktur- und Telekommunikationsbereich. Aktuell wird der Begriff auch von städtischen Verwaltungen aufgegriffen, um mit „smarten“ Aktivitäten die Lebensqualität zu erhöhen und den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu senken. Mit dem Strategieplan für Energietechnologie (SET-Plan) unterstützt die EU seit 2008 Technologien für eine zukunftsweisende Energie- und Klimawende.**

Der Klima- und Energiefonds fördert derzeit Pilotprojekte im Rahmen der Projektschiene Fit4Set, um die österreichischen Kommunen mit sichtbaren Demonstrationsvorhaben im Themenbereich „Smart Cities“ auf der EU-Ebene platzieren zu können. Zum einen werden Projekte gefördert, in denen nationale Konsortien Visionen und einen Aktionsplan entwickeln; zum anderen gilt die Unterstützung Demonstrationsvorhaben mit einer Umsetzung der „Smart Energy“-Idee.

## **Projektinitiative „I Live Graz – smart people create their smart city“**

Mit der Projektinitiative „I Live Graz – smart people create their smart city“ hat das Grazer Konsortium, zusammengesetzt aus den Partnern Stadt Graz, Holding Graz, Energie Steiermark und TU Graz, einen hervorragenden zweiten Platz unter Begutachtung einer internationalen Jury von allen 30 in Österreich eingereichten Projekten für „Fit4Set“ belegt. Die Stadt Graz möchte die nächsten Schritte zur vollkommen nachhaltigen Stadt im Jahr 2050 setzen und bedient sich dabei des Know-hows und der Kreativität von 13 Instituten der TU Graz.

In acht thematisch fokussierten Arbeitsgruppen – Ökonomie, Gesellschaft, Ökologie, Mobilität, Energie, Ver- und Entsorgung, Gebäude und Stadtplanung – werden innerhalb eines Jahres die

*International corporations in the sector of infrastructure and telecommunications advertise nowadays using the concept of “Smart Cities” for their products. Currently this concept is being taken up as well by city administrations to raise the quality of life with “smart” activities and to reduce the CO<sub>2</sub> emissions. In the form of the Strategic Energy Technology Plan (SET-plan) the EU has been supporting technologies for a forward-looking energy and climate change since 2008.*

The Austrian climate and energy fund is presently promoting pilot projects within the frame of the smart energy demo fit4set to be able to position Austrian municipalities with visible lighthouse projects in the thematic field of “smart cities” at an EU level. On the one hand, projects are funded in which national consortiums are developing visions and a plan of action; on the other hand, support is being given to lighthouse projects implementing a “smart energy”- idea.

## **Project initiative “I Live Graz – smart people create their smart city”**

With the project initiative “I Live Graz – smart people create their smart city” the Graz consortium, consisting of the City of Graz, Holding Graz, Energy Styria and Graz University of Technology, was awarded an outstanding second place out of all 30 submitted Austrian projects for “fit4set”, under the assessment of an international Jury. The City of Graz intends to take the next steps towards an entirely sustainable city in the year 2050 and will make use of the know-how and the creativity of 13 Institutes of the Graz Technical University.

In eight thematically focused working groups: economy, society, ecology, mobility, energy, supply and waste disposal, buildings, and city planning, the partial ranges are prepared within a



*Hans Schnitzer ist stellvertretender Leiter des Instituts für Prozess- und Partikeltechnik.*

*Hans Schnitzer is deputy head of the Institute of Process and Particle Engineering.*



*Martin Fellendorf ist Leiter des Instituts für Straßen- und Verkehrswesen und Dekan der Fakultät für Bauingenieurwissenschaften.*

*Martin Fellendorf is head of the Institute for Highway Engineering and Transport Planning and dean of the Faculty for Civil Engineering.*



Abb. 1–4: Startworkshop.  
Fig. 1–4: Kick-off Meeting.

Teilbereiche im Sinne eines demokratischen integrierten Stadtentwicklungsprozesses zeitlich parallel und selbstorganisierend erarbeitet. Diese teilweise sehr visionären Ideen einer künftigen Entwicklung berücksichtigen dabei Vorarbeiten wie das Grazer Stadtentwicklungskonzept 4.0, das Grazer Verkehrskonzept 2020, das Kommunale Energiekonzept 2020, das Grazer Wirtschaftskonzept 2015, die Ergebnisse des EU-Projektes Act4PPP, das nationale Forschungsprojekt „HdZ+ Energy City Graz-Reininghaus“ und die LQI (Lebensqualitätsindikatoren) der Stadt Graz. Die Ergebnisse werden in einer zeitlich abschnittswisen Roadmap für die Jahre 2020, 2030 und 2050 aufgetragen. Die Arbeitsergebnisse der Teilgruppen werden in Vernetzungsworkshops zusammengeführt, in denen eine Vielzahl von Personen mit sehr unterschiedlichen Ideen und Vorstellungen einer gewollten Zukunft zusammenkommt.

Der Entwicklungsprozess in diesem Projekt wird als eine visionsgeleitete systematische Innovation durchgeführt. Diese Methode garantiert – anders als traditionell üblich – eine integrierte Stadtentwicklung auf Basis der regionalen Möglichkeiten samt reflektierter Kriterien, Leitlinien und Maßnahmen für alle Bereiche der Stadt. Um eine Messbarkeit des „smarten Entwicklungsprozesses“ in der Stadt Graz zu erlangen, erfolgt in jeder Arbeitsgruppe eine Festlegung quantitativ messbarer Indikatoren, die in einer Visionsmatrix zusammengeführt werden. Die Indikatoren erlauben es, in den drei Bereichen einer nachhaltigen Gesellschaftsentwicklung – Gesellschaft / Umwelt / Wirtschaft – Änderungen zu beschreiben und zu bewerten. Auch lässt sich diese Matrix dazu nutzen, Bürgerinnen und Bürger in den Prozess aktiv einzubeziehen. Die Matrix, die auf den drei Säulen der Nachhaltigkeit aufbaut, soll künftig auch beim bürgernahen Entwicklungsprozess der Stadt Graz Verwendung finden.

democratically integrated, time-parallel and self-organizing city-development process. These to some extent very visionary ideas of a future development take account of existing preliminary work, like the City Development Concept 4.0, the Graz Traffic Concept 2020, the Communal Energy Concept 2020, the Graz Waste Management Plan 2015, the results of the Central Europe- project Act4PPP, the nationally funded research project “House of the Future+ Energy City Graz-Reininghaus” and the Quality of Life indicators of the City of Graz. The results are applied in a well-timed, step-by-step roadmap for the years 2020, 2030 and 2050. The results of the working groups are merged in networking workshops, in which a multitude of actors meet with very different ideas and conceptions of a deliberate future.

The development process in this project is being led as a vision-guided systematic innovation. With this method, an integrated city development based on regional prospects is guaranteed and, unusually, includes reflexive criteria, guidelines and measures for all category groups of the city. To reach a measurability of the “smart development process” in the City of Graz, each working group determines quantitative measurable indicators which will be merged in a vision matrix. These indicators allow changes to be described and evaluated in the three category groups of sustainability: society, ecology and economy. This matrix may also be used to actively involve citizens in the process. The matrix, built upon the three pillars of sustainability, will be also used for the citizen-friendly development process of the City of Graz.

The project coordination lies with Kai-Uwe Hoffer, City of Graz, City Building Department. The project management is being carried out by Gerhard Lang, of Graz Energy Agency. The consorti-



© Stadtbauverwaltung

Die Gesamtprojektleitung liegt bei Kai-Uwe Hofer, Stadtbauverwaltung Graz. Das Gesamtprojektmanagement übernimmt Gerhard Lang von der Grazer Energieagentur. Der Konsortialpartner Holding Graz wird durch Robert Schmied, der Konsortialpartner Energie Steiermark wird durch Mathias Schaffer im Projekt vertreten. Die wissenschaftliche Projektleitung für die insgesamt 13 beteiligten Institute der TU Graz obliegt Hans Schnitzer (Institut für Prozess- und Partikeltechnik) sowie Ernst Rainer (Institut für Städtebau) mit Unterstützung von Kersten Hofbauer (Institut für Städtebau). Die Koordinationsaufgaben seitens der TU Graz übernimmt das ISP (International Sustainability Partnerships).

Die TU Graz hat das AIT (Austrian Institute of Technology), das IFZ (Interuniversitäres Forschungszentrum für Technik, Arbeit und Kultur) und die AEE INTEC (Institut für Nachhaltige Technologien) über Subaufträge für den interdisziplinären Entwicklungsprozess einbezogen.

### Auswahl von Demoprojekten

Neben der neuen methodischen Vorgehensweise in der Stadtentwicklungsplanung werden zwei konkrete Demonstrationsprojekte für die Einreichung bei einem nationalen und eventuell einem EU Smart Cities Call ausgewählt. Die Konsortialpartner werden gemeinsam mit der Arbeitsgruppe Stadtplanung auf Basis des Zwischenstands der Vision und Roadmap und mit Bezug auf die Ausschreibungen ein oder zwei Stadtentwicklungsprojekte für die Stadt Graz als zukünftige Leuchtturmprojekte in einem transparenten Prozess mit vorab definierten Kriterien auswählen. Mit dem Projekt „I Live Graz – smart people create their smart city“ soll eine neue Ära der Zusammenarbeit für den Forschungsschwerpunkt „Smarte Stadtentwicklung“ zwischen TU Graz, Stadt Graz und allen beteiligten Forschungsinstitutionen in der Steiermark eingeleitet werden.

um member Holding Graz is represented by Robert Schmied and the consortium member Energy Styria by Mathias Schaffer.

The scientific coordination for the altogether 13 institutes of Graz University of Technology is incumbent upon Hans Schnitzer (Institute of Process and Particle Engineering) and Ernst Rainer (Institute of Urbanism), assisted by Kersten Hofbauer (Institute of Urbanism). The ISP (International Sustainability Partnerships) is in charge of the internal coordination for the part of Graz University of Technology.

Graz University of Technology involved the AIT (Austrian Institute of Technology), the IFZ (Interuniversitarian Institute for Technique, Labor and Culture) and the AEE INTEC (Institute for Sustainable Technologies) by subcontracting the interdisciplinary development process.

### Choice of lighthouse projects

Aside from the new methodical way of proceeding in the City-development department, two specific pilot projects, one for the national and one potentially for the upcoming EU Smart Cities call-application, will be chosen. The members of the consortium and city planning working group will choose according to the preliminary results of the vision and roadmap and referring to the call for proposals, will select one or two City-development projects for the City of Graz as future lighthouse projects in a transparent process with ex ante defined criteria.

With the project “I live Graz – smart people create their smart city“ a new era of cooperation between the research focus of “Smart City Development“ between Graz University of Technology, the City of Graz and all involved research institutions in Styria will be initiated.



*Ernst Rainer ist wissenschaftlicher Mitarbeiter des Instituts für Städtebau.*

*Ernst Rainer is research associate of the Institute of Urbanism.*



*Kersten Hofbauer ist wissenschaftlicher Mitarbeiter des Instituts für Städtebau.*

*Kersten Hofbauer is research associate of the Institute of Urbanism.*

# Neue Materialien für die Photovoltaik – Die Nanokomposit-Solarzelle

## New Materials for Photovoltaics: The Nanocomposite Solar Cell

Thomas Rath, Gregor Trimmel



Thomas Rath studierte Technische Chemie an der TU Graz. Seit 2008 arbeitet er als Postdoctoral Research Fellow beim Christian Doppler Labor für Nanokomposit-Solarzellen und beschäftigt sich mit der Entwicklung von Materialien für die Herstellung von Nanokomposit-Solarzellen.

Thomas Rath studied industrial chemistry at Graz University of Technology. Since 2008 he has worked as a postdoctoral research fellow at the Christian Doppler Laboratory for Nanocomposite Solar Cells and is involved in the development of materials for the fabrication of nanocomposite solar cells.

Abb. 1: Mitarbeiter des Christian Doppler Labors für Nanokomposit-Solarzellen bei der Charakterisierung von Solarzellen unter Inertgasbedingungen.

Fig. 1: Employee of the Christian Doppler Laboratory for Nanocomposite Solar Cells characterizing solar cells under inert conditions.

**Photovoltaik, die direkte Umwandlung von Sonnenlicht in elektrischen Strom, ist eine der elegantesten Methoden, um den ständig wachsenden Energiebedarf der Weltbevölkerung ohne gleichzeitige Emission von Treibhausgasen zu decken. Das Institut für Chemische Technologie von Materialien beschäftigt sich schon seit 2004 mit der Erforschung neuer Absorbermaterialien für Solarzellen. Die aktive Komponente ist dabei eine sehr dünne Nanokompositschicht, die aus einer Mischung anorganischer Halbleiternanopartikel und organischen halbleitenden Polymeren besteht. Ziel ist es, preisgünstige und Rolle-zu-Rolle produzierbare Solarzellen auf Basis flexibler Kunststofffolien zu entwickeln. Die größten Herausforderungen sind dabei der noch relativ geringe Wirkungsgrad sowie die Langzeitstabilität.**

Seit 2008 wird diese Forschungsthematik verstärkt und interdisziplinär im Rahmen des Christian Doppler Labors für Nanokomposit-Solarzellen gemeinsam mit dem Institut für Elektronenmikroskopie und Feinstrukturforschung (FELMI, Leitung: Ferdinand Hofer) und mit der NanoTecCenter Weiz Forschungsgesellschaft mbH (NTCW, Leitung: Emil J. W. List) als wissenschaftliche Partner sowie der Isovoltaic AG als Industriepartner betrieben.

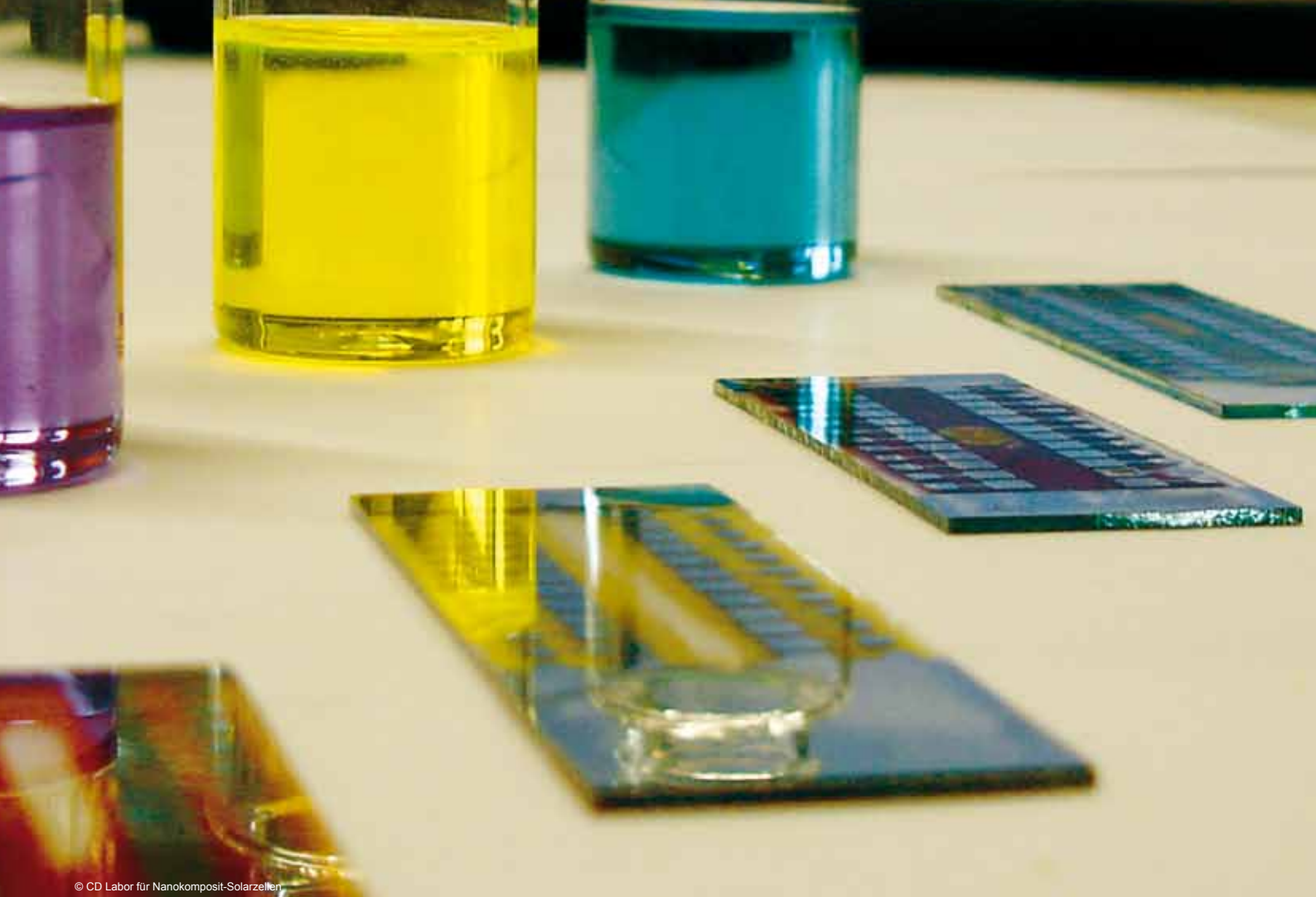
Die Energie der Sonne, die auf unsere Erde eingestrahlt wird, entspricht weit mehr als dem 1000-fachen des Weltprimärenergieverbrauchs. Zusätzlich ist der „Treibstoff“, das Sonnenlicht, gratis und für jeden nutzbar, verursacht im Betrieb keine CO<sub>2</sub>-Emission und hat im Gegensatz zu den traditionellen Energierohstoffen, wie Erdgas, Erdöl, Kohle und Uran, in der nächsten Zukunft von einigen Milliarden Jahren keine Ressourcenprobleme. Der aus Photovoltaik hergestellte Strom ist allerdings noch (geringfügig)

*Photovoltaics, the direct conversion of sunlight into electricity, is one of the most elegant methods of meeting the steadily growing energy needs of mankind without simultaneous emission of greenhouse gases. Since 2004 the Institute for Chemistry and Technology of Materials has been researching new absorber materials for solar cells. Their active component is a very thin nanocomposite layer which consists of a mixture of inorganic semiconductor nanoparticles and organic semiconducting polymers. The goal is to develop affordable and roll-to-roll producible solar cells based on flexible plastic sheets. The biggest challenges today are the relatively low efficiency and long-term stability.*

Since 2008, this research topic has been intensified in an interdisciplinary way within the Christian Doppler Laboratory for Nanocomposite Solar Cells, which is a joint research project together with the Institute for Electron Microscopy and Fine Structure Research (FELMI, head: Ferdinand Hofer) and the NanoTecCenter Weiz Forschungsgesellschaft mbH (NTCW, head: Emil JW List) as scientific partners, as well as with Isovoltaic AG as industrial partner.

The energy of solar irradiation which is received by the earth is more than the 1000-fold primary energy consumption of our planet. In addition, the “fuel” – the sunlight, is free and available to everyone. Solar energy conversion causes no CO<sub>2</sub> emissions in operation and, in contrast to the traditional energy resources such as natural gas, petroleum, coal and uranium, it will face no problems with resources in the next several billion years. The electricity produced from photovoltaics is still (slightly) more expensive than electricity produced by conventional power plants. This is due to the high cost of the cur-





© CD Labor für Nanokomposit-Solarzellen

*Abb. 2: Verschiedenfarbige Nanokomposit-Schichten werden aus Lösungen aufgebracht.*

*Fig. 2: Solution-processed nanocomposite layers in different colours.*

teurer als der aus konventionellen Kraftwerken. Dies beruht auf den hohen Herstellungskosten der zurzeit verwendeten Absorbermaterialien. Das Christian Doppler Labor für Nanokomposit-Solarzellen forscht an alternativen neuartigen Nanokomposit-Materialien für Solarzellen. Diese Solarzellen zeichnen sich dadurch aus, dass die Absorberschicht nur ca. 200 nm dick ist – das ist etwa 500-mal dünner als ein Blatt Papier – und dass daraus Solarzellen durch den sehr geringen Materialeinsatz kostengünstig hergestellt werden können. Zusätzlich können diese Materialien kontinuierlich in sogenannten Rolle-zu-Rolle-Verfahren direkt auf flexiblen Kunststofffolien aufgebracht werden, was bedeutet, dass solche Solarzellen in effizienter und automatisierter Massenfertigung hergestellt werden können, was ein essenzieller Schritt für die Verbreitung von Photovoltaik sein könnte. Im Zuge der wissenschaftlichen Arbeiten werden dabei Aspekte der Chemie und Materialforschung, der Materialanalytik, der Bauelementphysik sowie der Technologieentwicklung behandelt. Dazu werden zuerst neue anorganische

rently used absorber materials. The Christian Doppler Laboratory for Nanocomposite Solar Cells is focusing on research for alternative novel nanomaterials for solar cells. These solar cells have the advantage that the absorber layer is only about 200 nm thick – which is about 500 times thinner than a sheet of paper – and thus due to the very low demand of materials, solar cells can be produced in a cost-efficient way. In addition, these materials can be continuously applied – in so-called roll-to-roll processes – directly onto flexible plastic foils. For this reason, this type of solar cell could be produced in efficient and fully automated mass production, which might be an essential step towards a more widespread application of photovoltaics. As part of this scientific work, aspects of chemistry and materials research, materials analysis, device physics, and technology development are being tackled. In a first step, new inorganic compounds and semiconductor polymers are synthesized. These components must then be joined together to form a nanocomposite material. Additional thermal process steps are neces-

Verbindungen und Halbleiterpolymere synthetisiert. Diese müssen dann gemeinsam zu einem Nanokompositmaterial zusammengefügt werden, wobei zusätzliche thermische Prozessschritte für die Bildung der anorganischen Halbleitermaterialien notwendig sind. Die Charakterisierung dieser Nanokompositschicht, insbesondere mit elektronenmikroskopischen Analysemethoden am FELMI, ist von zentraler Bedeutung für das Verständnis dieser Materialien. In weiterer Folge werden mit diesen Materialien Solarzellen hergestellt und unter definierter Beleuchtung elektrisch vermessen. Besonders hilfreich ist dabei der am NTCW zur Verfügung stehende Reinraum, um Verunreinigungen z. B. durch Staubkörner möglichst zu vermeiden und um Solarzellen unter optimalen Bedingungen herzustellen.

Unterstützt wird das Projekt durch wissenschaftliche Kooperationen. So wird in Zusammenarbeit mit Karin Zojer (Institut für Theoretische Physik – Computational Physics) durch Simulationen ein besseres Verständnis für diese neuartigen Materialien erarbeitet. Zusammen mit dem Imperial College London (Saif Haque) werden die Materialien mit speziellen spektroskopischen Methoden untersucht. Erste Versuche zur technologischen Umsetzung auf Rolle-zu-Rolle-Prozesse wurden gemeinsam mit Frederik Krebs am Risø-Laboratorium der Dänischen Technischen Universität durchgeführt. Die Stabilität und Lebensdauer der Solarzellen werden in Kooperation mit dem Polymer Competence Center Leoben (PCCL) analysiert.

Durch intensive Forschungsarbeiten gelang es, den Wirkungsgrad solcher Solarzellen von 0,5 % Anfang 2008 auf heute 3 % zu steigern. Das dabei aufgebaute Know-how lässt hoffen, dass in absehbarer Zeit weitere deutliche Steigerungen möglich sind.

sary for the formation of the inorganic semiconductor material. The characterization of the resulting nanocomposite materials – especially using advanced electron microscopic methods at FELMI – is of central importance for the understanding of these materials. In a next step solar cells are fabricated and electrically characterized under defined illumination. Using the clean room facilities available at NTCW, solar cells can be prepared under controlled and well defined conditions.

The project is supported by numerous scientific collaborations. In cooperation with Karin Zojer (Institute for Theoretical and Computational Physics), simulations are performed to develop a better understanding of these novel materials. Together with the Imperial College London (Saif Haque), the materials are analysed using special spectroscopic methods. First attempts to prepare nanocomposite solar cells with roll-to-roll processes were carried out in cooperation with Frederik Krebs at the Risø Laboratory of the Danish Technical University. The stability and lifetime of solar cells are analyzed at the Polymer Competence Center Leoben (PCCL).

Through this intensive research it was possible to increase the efficiency of such solar cells from 0.5% in 2008 to 3% today. The thus gained know-how gives hope that further significant increases in efficiency are possible in the near future.



*Gregor Trimmel ist Associate Professor am Institut für Chemische Technologie von Materialien und Leiter des Christian Doppler Labors für Nanokomposit-Solarzellen. Seine Forschungsschwerpunkte sind die Herstellung und Charakterisierung neuartiger polymerbasierter Materialien, insbesondere von anorganischen-organischen Hybridmaterialien für die Anwendung in der Photovoltaik.*

*Gregor Trimmel is associate professor at the Institute for Chemistry and Technology of Materials and head of the Christian Doppler Laboratory for Nanocomposite Solar Cells. His research focus is set on the preparation and characterisation of novel polymer-based materials, especially of inorganic-organic hybrid materials for photovoltaic applications.*

# Intelligente Verteil- und Übertragungsnetze

## Smart Distribution and Transmission Grids

Herwig Renner



*Herwig Renner ist Dozent am Institut für Elektrische Anlagen der TU Graz. Die Forschungsaktivitäten umfassen den Bereich der Spannungsqualität, der Energieübertragung in Hochspannungsnetzen sowie Fragen der Regelung und Stabilität von Energiesystemen.*

*Herwig Renner is lecturer at the Institute for Electrical Power Systems at Graz University of Technology. His research work comprises power quality, electric high voltage transmission systems and power system control and stability.*

***Die europäische Technologieplattform „Smart Grids“ beschreibt diese als elektrische Netze, die auf intelligente Weise die Aktionen aller angeschlossenen Netznutzer – Stromerzeuger und Stromverbraucher – integrieren, um eine nachhaltige, wirtschaftliche und sichere Stromversorgung effizient zu gewährleisten.***

Gerade die Netzanbindung von Erzeugungseinheiten mit regenerativen Energieträgern bedeutet eine besondere Herausforderung für den sicheren Netzbetrieb mit zusätzlichen Regelaufgaben. Je nach Netzebene ergeben sich unterschiedliche Problemstellungen, die mithilfe intelligenter Lösungsansätze – vielfach unter Einbindung neuer Kommunikations- und Informationssysteme – bewältigt werden sollen.

In Nieder- und Mittelspannungsnetzen treten bei bestimmten Netzkonfigurationen mit geringer Vermaschung und langen Netzausläufern Probleme bei der Einhaltung des zulässigen Spannungsbandes auf, insbesondere wenn sich durch dezentrale Einspeisungen die Lastflussrichtung umkehrt. Derartige Fälle können im Vorfeld durch entsprechende Lastflussanalysen untersucht werden, wobei sich hier der Einsatz probabilistischer Lastflussverfahren bewährt. Anstelle einzelner, diskreter Lastzustände wie beispielsweise „Starklast“ oder „Schwachlast“ wird in diesem Fall mit Häufigkeitsverteilungen von Einspeiseleistungen und Verbraucherlasten, deren gegenseitige Abhängigkeit durch Korrelationskenngrößen definiert sind, gerechnet. Mit dieser Methode kann zusätzlich die stochastische Einspeisecharakteristik von Windkraftanlagen sehr gut modelliert werden. Als Maßnahme können intelligente Spannungsregelkonzepte unter Einbeziehung der aktuellen Messwerte unterschiedlicher Netzknoten eingesetzt werden. Projekte dieser Art werden beispielsweise im Rahmen der österreichischen Technologieplattform „Smart Grids Aus-

***The European technology platform “Smart Grids” offers the following definition: “A Smart Grid is an electricity network that can intelligently integrate the actions of all users connected to it – generators, consumers and those that do both – in order to efficiently deliver sustainable, economic and secure electricity supplies.”***

Integrating renewable energy sources into the grid means a particularly big challenge for reliable network operation. Depending on the voltage level, different problems arise and these are handled using smart approaches, often utilizing new and innovative communication and information infrastructure.

At low voltage and medium voltage levels with radial grid topology and long feeders in rural areas, violations of upper and lower voltage limits can typically occur. This is especially so in the case of reversed power flow due to dispersed generation during off-peak times. These problems are analyzed by evaluation of load flow calculation results. Instead of heuristic worst case scenarios – usually peak and off-peak scenario – the generation and demand in each node is described by its probability distribution. Mutual dependency is specified by correlation coefficients. A further benefit of that approach is the consideration of the stochastic behaviour of wind energy. To cope with those voltage-level problems, smart voltage control systems, including remote bus voltage measurement, are being developed. First attempts are in progress in the work of the Austrian technology platform “Smart Grids Austria”, in which the Institute for Electrical Power Systems of Graz University of Technology is participating. Completely different challenges can be seen in high voltage transmission systems. Generally the design of transmission grids is based on installed and transported power instead of energy. Power





© TU Graz

tria“ umgesetzt, an der auch das Institut für Elektrische Anlagen der TU Graz beteiligt ist.

Komplett andere Herausforderungen ergeben sich in Hochspannungsübertragungsnetzen. Grundsätzlich ist bei den Berechnungen der Anforderungen an das Übertragungsnetz zu beachten, dass die installierte Leistung und nicht die erzeugte Energiemenge für die Netzplanung ausschlaggebend ist. Kraftwerkstypen mit geringer Volllaststundenzahl wie z. B. Windenergie oder Photovoltaik müssen, um die gleiche Jahresenergie erzeugen zu können, im Vergleich zu konventionellen Kraftwerken höhere installierte Leistungen aufweisen. Es ist daher ein überproportionaler Anstieg der installierten Kraftwerksleistung in Zukunft zu erwarten. Da die Leistung der dargebotsabhängigen Energieträger „Wind“ und „Sonne“ nicht mit dem Verbrauchslastgang korreliert ist, sind Speicher im Netz unabdingbar. Es ist also in Zukunft mit erhöhten Lastflüssen zwischen Erzeugern, Verbrauchern und Speichereinrichtungen zu rechnen.

Weitere Probleme sind durch den Ersatz konventioneller Synchrongeneratoren durch doppelt gespeiste Asynchrongeneratoren und vollumrichtergekoppelte Synchrongeneratoren zu erwarten.

plants like wind parks or photovoltaic plants with full-load hours significantly lower than conventional power stations will lead to an above-average increase of the total installed generation capacity in the future. Since the load curve of renewables like wind and photovoltaic is typically not correlated to the demand load curve, energy storage devices in the grid will be necessary. Moreover, the generation-to-demand load flows additional interaction with those devices will create extra loading of lines.

Additional problems might arise due to gradual replacement of conventional synchronous generators by double-fed induction generators and full-converter coupled synchronous machines. In the worst case, a significant reduction of short circuit capacity and connected spinning energy reserve can be expected. As a consequence, system frequency stability, dynamic angle stability (synchronism of the system) as well as frequency and damping of inter-area oscillations might be affected adversely.

As a further step towards a smart transmission grid, new wide-area monitoring systems (WAMS) are installed by transmission system operators. These information systems provide additional in-

*Abb. 1: Phasenschiebertransformator im österreichischen Verbundnetz.*

*Fig. 1: Phase shifting transformer in an Austrian transmission system.*

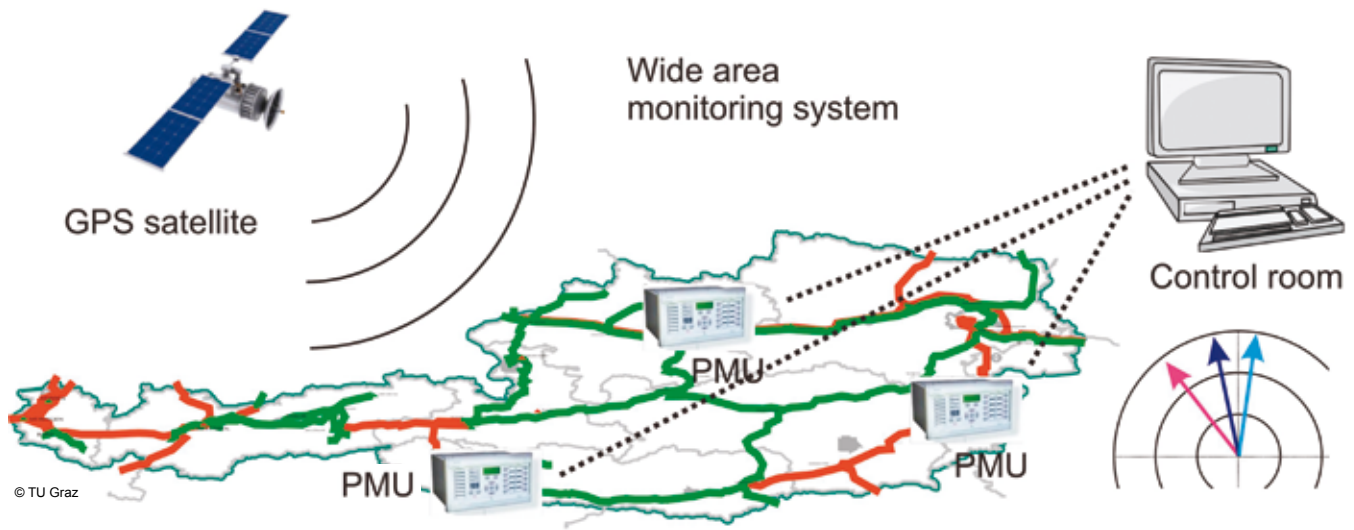


Abb. 2: Wide Area Monitoring System (WAMS) mit GPS-synchronisiertem Phasor Measurement Units (PMU).

Fig. 2: Wide-area monitoring system (WAMS) with GPS synchronized phasor measurement units (PMU).

Im schlimmsten Fall ist mit einer signifikanten Reduktion der Kurzschlussleistung sowie der rotierend am Netz befindlichen Massen zu rechnen. Dies hat ungünstige Auswirkungen auf die Frequenzstabilität, die dynamische Winkelstabilität (Erhalt des Synchronismus des Systems) sowie auf Frequenz und Dämpfung von überregionalen Netzpendelungen.

Als eine Maßnahme in Richtung eines Smart Transmission Grids wird derzeit der Ausbau von Wide Area Monitoring Systems (WAMS) vorangetrieben. Diese stellen mithilfe GPS-synchronisierter Phasor Measurement Units phasenrichtige Spannungszeiger aus unterschiedlichen Netzbereichen zur Verfügung. Langfristiges Ziel ist eine Vernetzung der Ergebnisse unterschiedlicher Netzbetreiber und ein übergeordneter Regler, der entsprechende Regelsignale an Netzstabilisatoren in regional verteilten Kraftwerken (Power System Stabilizer) ausgibt. Details zu den Möglichkeiten von WAMS werden unter Beteiligung des Instituts für Elektrische Anlagen im Rahmen des EU-Projekts „Real Smart – Using Real Time Measurements for Monitoring and Management of Power Transmission Dynamics for the Smart Grid“ untersucht. Weitere Maßnahmen liegen in einer besseren Regelbarkeit der Lastflüsse, um das Übertragungssystem effizienter ausnutzen zu können. Im zunehmenden Maße werden dazu Phasenschiebertransformatoren – eine spezielle Form von Leistungstransformatoren – im Netz eingesetzt. Unter anderem wurden im österreichischen Übertragungsnetz im Jahr 2007 drei dieser Transformatoren in Betrieb genommen, wobei das Institut für Elektrische Anlagen maßgeblich an der Dimensionierung sowie der Festlegung der Standorte beteiligt war.

formation in the form of voltage phasors from different locations of the grid. The primary data acquisition is done by GPS synchronized phasor measurement units. In the long run, merging of PMU data from different grid operators as input for a higher level controller could be the target. This controller could distribute adequate signals to power system stabilizers, installed in local power plants to improve dynamic system stability. Details of future possibilities provided by WAMS is the topic of the EU project “Real Smart – Using Real Time Measurements for Monitoring and Management of Power Transmission Dynamics for the Smart Grid” with the Institute of Electrical Power System involved as work package leader. Further activities regarding smart grids include active power flow control for a better utilization of existing transmission systems. In recent years more and more phase-shifting transformers – a special type of power transformer – have been installed. Three of them were commissioned in the Austrian high voltage system with the Institute for Electrical Power Systems playing a vital role in attendant system studies and principal design.

# Wasserbau – nachhaltig für unsere Gesellschaft

## Hydraulic Engineering: Sustainability in Hydroelectric Power

Gerald Zenz

*Das Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft stellt sich den bauingenieurwissenschaftlichen Fragestellungen beim Ausbau der Wasserkraft als der wesentlichen erneuerbaren Energiequelle in Österreich. Für die Energienutzung im guten Einklang mit der Natur bei gleichzeitig geringen baulichen Eingriffen werden Forschungsarbeiten mit europäischen Partnern durchgeführt. Die Verbesserung der Infrastruktur zur Erzielung der Hochwassersicherheit wird beim nachhaltigen Entwurf von Wasserbauwerken besonders beachtet.*

Die Nutzung der Wasserkraft zur Bereitstellung von Energie aus erneuerbarer Quelle stellt einen großen gemeinwirtschaftlichen Nutzen dar. Dieser kann durch den Erntefaktor – das Verhältnis von Energieeinsatz für die Energiegewinnung – sehr anschaulich dargestellt werden. Zusätzlich bieten Pumpspeicherkraftwerke die Möglichkeit, elektrische Energie – umweltfreundlich erzeugt z. B. durch Windkraftwerke – zu speichern und auch rasch wieder im Turbinenbetrieb Energie im Netz zur Verfügung zu stellen. Diese Anforderungen

*The Institute of Hydraulic Engineering and Water Resources Management takes up the civil engineering challenges associated with the increase and upgrading of hydropower as part of the essential regenerative energy sources in Austria. Research is being conducted with European partners regarding exploiting energy in harmony with nature while carrying out as little structural intervention as possible. The improvement of infrastructure aims for improved flood protection and risk management, and special attention is given to this when designing sustainable hydropower structures.*

The use of energy from hydropower for the provision of energy from regenerative sources represents a great benefit to the entire economy. This benefit can be demonstrated very clearly with the output of hydropower in relation to the energy input for energy generation. Additionally, pumped storage schemes offer the possibility to not only store electrical energy, which has been generated in an environmentally friendly way, e.g. wind turbine, but also to make turbine power



Gerald Zenz ist seit 2007 Vorstand des Instituts für Wasserbau und Wasserwirtschaft an der TU Graz. Während seines beruflichen Werdegangs war er als Projekt-Ingenieur für Talsperren (Verbund – Wasserkraft), Leiter der Arbeitsgruppe für die Planung von Wasserbauten und Untertagebauten (Verbundplan GmbH) und als Fachgruppenleiter für Talsperren und den konstruktiven Wasserbau (Pöyry GmbH) über 18 Jahre tätig.

Gerald Zenz has been the head of the Institute of Hydraulic Engineering and Water Resources Management at Graz University of Technology since 2007. During his professional career he has held the position of Design Engineer for Dam Structures (Electricity Utility in Austria), head of the team for Design of Hydraulic Structures and Underground Works (Verbundplan Consulting Company), and head of the Department for Dams and Hydraulic Works (Poyry Consulting Group Ltd) for in total 18 years.

Abb. 1: Sedimentmanagement im Speicher.

Fig. 1: Reservoir sediment management.



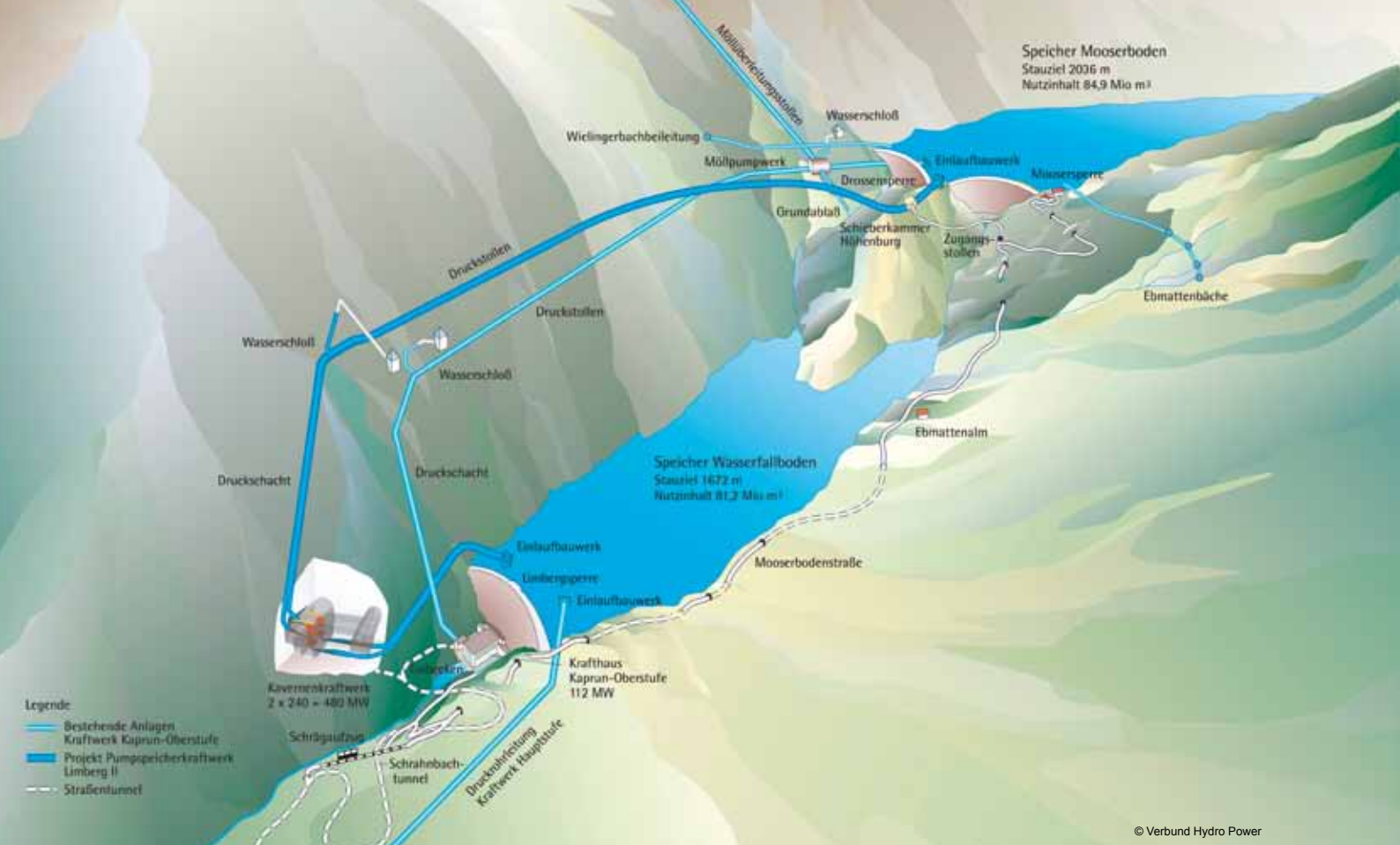


Abb. 2: Pumpspeicherkraftwerk Limberg II.

Fig. 2: Pumped storage scheme Limberg II.

werden durch Wasserspeicher und leistungsfähige Triebwasserwege erfüllt. Dazu sind die Errichtung von Absperrbauwerken mit Speichersseen und der Bau großer Stollenquerschnitte über große Höhendifferenzen notwendig. Wegen der Anforderung der flexiblen Betriebsweise von Pumpspeichieranlagen ist für die Beherrschung der Beanspruchung eine geeignete Auslegung – auch für zukünftige Anforderungen an das System – des Wasserschlosses erforderlich. Als ein Beispiel für die Auslegung von Wasserschlossern mithilfe physikalischer Modellversuche und numerischer Berechnungen sei das kürzlich in Betrieb genommene Speicherkraftwerk Limberg II – mit einer Leistung von 480 MW – genannt. Weitere Auslegungen und Untersuchungen an Triebwasserwegen werden derzeit für die Pumpspeichieranlagen Reifseck II (Verbund Hydro Power) und Atdorf (Schluchseerwerke) durchgeführt.

ered energy quickly available to the net. These demands are met by reservoirs and effective power water ways. For these purposes the construction of impounding reservoirs as well as of large gallery cross-sections over a large height difference are necessary. Due to the on-demand requirements set for the flexible operational mode of pumped storage schemes, an appropriate design of the surge tank is necessary for the control of mechanical loads – also in regard to the demands of the system in future. As an example based on the design of surge tanks aided by physical model tests and numerical calcula-

Die Wasserkraftnutzung bedeutet einen Eingriff in die Natur, der verträglich gestaltet werden muss und den es abzuwägen gilt. Deshalb werden große Anstrengungen unternommen, um die Nutzung der Wasserkraftressourcen umweltverträglich zu gestalten. Dies wird durch unterschiedliche Maßnahmen, wie z. B. die Errichtung von Fischwanderhilfen, die Einbindung der



Abb. 3/ Fig. 3

© TU Graz

Abb. 3: Physikalisches Modell des Wasserschlosses.

Fig. 3: Physical model of surge tank.

Uferbereiche in Stau und die Sedimentbewirtschaftung erreicht. Diesen erforderlichen Entwicklungen wird durch die Mitarbeit bei europäischen Forschungsvorhaben, wie z. B. South East European Hydropower und dem Projekt „Sustainable Hydropower in Alpine Rivers Ecosystems“, Rechnung getragen.

Dem Hochwasserschutz wird auch wegen des vermehrten Auftretens von Unwetterereignissen hohe Aufmerksamkeit zuteil. Die Investitionen der öffentlichen Hand sind in Hinblick auf den effizientesten Einsatz der Mittel zu wählen. Dabei haben neben den baulichen Maßnahmen auch organisatorische Maßnahmen große Bedeutung, die interdisziplinäre Ansätze erfordern und in Forschungsprojekten sowie in Veranstaltungen kürzlich in Graz diskutiert wurden.

Der Wasserbau leistet wichtige Beiträge zur nachhaltigen Nutzung der Energie und zur lebenswerten Gestaltung unserer Umwelt.

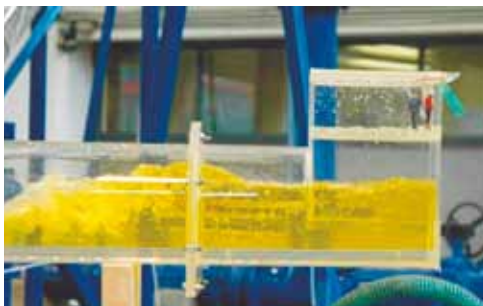


Abb. 4/Fig. 4

© TU Graz

tions, the pumped storage scheme Limberg II with a capacity of 480MW which was recently put into operation ought to be mentioned. Further design assistance and research on power water ways are conducted currently for the pumped storage scheme Reißbeck II (Verbund Hydro Power) and Atdorf (Schluchseewerke).

The use of hydropower implies an impact on nature, which has to be designed in a compatible way and which has to be assessed. Therefore, great efforts have been undertaken in order to make the use of water resources environmentally friendly. This has been achieved by different measures, as e.g. for fish migration, the integration of the riverbank of reservoirs as well as sediment management. These necessary developments are met by the co-operations of European research projects, such as e.g. South East European Hydropower und Sustainable Hydropower in Alpine Rivers Ecosystems.

Flood risk management has been attributed greater attention due to the increasing occurrences of flood events. The investments from public funds are to be chosen in respect of the most efficient use of the resources. Apart from the structural measures, the organizational measures have been given great importance. The demand of interdisciplinary approaches and research projects on this issue has been discussed recently at a related symposium in Graz.

Hydraulic engineering makes important contributions to the sustainable use of energy as well as to a worthwhile living design for our environment.

Abb. 4: Schwallversuch Oberkammer.

Fig. 4: Surge investigation for upper chamber.

# Energy Globe Austria Award 2011



*Gerald Zotter studierte Maschinenbau an der TU Graz, seit 2010 ist er am Institut für Wärmetechnik als wissenschaftlicher Mitarbeiter tätig.*

*Gerald Zotter studied mechanical engineering at Graz University of Technology. He has been working as a research associate at the Institute of Thermal Engineering since 2010.*

***Mit seiner Arbeit, die einen neuen Lösungsansatz zur Speicherung von elektrischer Energie untersuchte, wurde Gerald Zotter gemeinsam mit der Firma Gasevo im November 2011 mit dem Energy Globe Austria Award – der nationalen Stufe des internationalen Energy Globe Award – ausgezeichnet.***

Die vermehrte Nutzung von Windenergie ist für eine nachhaltige Energieversorgung zukünftig unabdingbar, erfordert aber – basierend in der örtlich und zeitlich hohen Fluktuation des Windes – eine temporäre Zwischenspeicherung zwischen Angebot und Nachfrage. Denn die Energieversorgung der Zukunft sollte nicht von der „Willkür des Wetters“ abhängen. Heutzutage werden als Energiespeicher hauptsächlich Pumpspeicher- und teilweise Druckluftspeicherkraftwerke verwendet. Ihre Errichtung ist aber an geologische Voraussetzungen gebunden.

Ein neuartiges Speicherkonzept patentiert von Werner Hermeling (Gasevo GmbH), das unabhängig von geologischen Voraussetzungen errichtet werden könnte, nützt Überschussstrom, um kryogenen Stickstoff zu erzeugen und in Tanks zu speichern. Der Stickstoff wird als Arbeitsfluid in einem speziellen Wärmekraftprozess genutzt, um im Bedarfsfall durch Zufuhr von Umgebungswärme Strom zu generieren. In der nun ausgezeichneten Arbeit von Gerald Zotter wurden mehrere Varianten dieses speziellen Wärmekraftprozesses erarbeitet und untersucht. Seine Forschungen unter Betreuung von Wolfgang Sanz vom TU Graz-Institut für Thermische Turbomaschinen und Maschinendynamik zeigten, dass die Effizienz für einen rentablen Einsatz noch verbessert werden muss, die Anlage aber technisch realisierbar wäre.

***Gerald Zotter, together with the Gasevo company, has been awarded the Energy Globe Austria – the national prize of the International Energy Globe Award – in November 2011 for his work exploring a new approach to storing electrical energy.***

The increased exploitation of wind energy is indispensable for the energy supply of the future but it requires – dependent on the local and temporal high fluctuations of wind – a temporary intermediate storage between demand and supply. After all, the energy supply of the future cannot just depend on the caprice of the weather. Today, pumped storage and partly compressed-air power stations are mainly used. Their construction depends largely on geological factors. A new storage concept patented by Werner Hermeling (Gasevo GmbH), which can be built irrespective of geological conditions, uses excess current to produce cryogenic nitrogen and store it in tanks. The nitrogen is used as a working fluid in a special thermal power process which generates electricity when required by feeding in ambient heat. In the award-winning work by Gerald Zotter, several variants of this special thermal power process were elaborated and investigated. His research work, supervised by Wolfgang Sanz of the Institute for Thermal Turbomachinery and Machine Dynamics at Graz University of Technology, showed that the efficiency of a viable use still has to be improved but that the plant is technically feasible.

# Ökologischer Fußabdruck: Ein Maß für die Nachhaltigkeit unseres Lebensstils

## Ecological Footprint: A Measure of Sustainability of Life Style

Michael Narodoslawsky

**Jede menschliche Handlung übt einen mehr oder weniger großen Druck auf unsere Mitwelt aus. Das Wissen über diese Umweltauswirkungen unseres Tuns ist eine Grundvoraussetzung dafür, dass wir Technik und Gesellschaft nachhaltig gestalten können. Die am Institut für Prozess- und Partikeltechnik entwickelte Methode des Sustainable Process Index (SPI) bildet diese Umweltwirkungen als ökologischen Fußabdruck ab und erlaubt es, die Bereiche Mobilität, Wohnen, Arbeiten und schließlich auch den persönlichen Lebensstil umfassend im Hinblick auf ökologische Nachhaltigkeit zu bewerten.**

Die Bewertung ökologischer Nachhaltigkeit gestaltet sich schwierig, da der menschliche Einfluss auf die Mitwelt nicht eindimensional ist. Treibhausgasemissionen etwa wirken auf das Klima, Schwefeloxidemissionen auf die Versauerung von Gewässern, Schwermetallemissionen auf das sensible Bodensystem. Vergleicht man unterschiedliche Alternativen zur Bereitstellung einer Dienstleistung, also etwa Mobilität mit einem Dieselauto, einem Elektroauto und der Bahn, so ergeben sich ganz unterschiedliche Profile des Umweltdrucks. Will man daher eine Entscheidung über die sinnvollste Alternative aus der Sicht ökologischer Nachhaltigkeit treffen, so muss man diese verschiedenen Umweltdrücke vergleichbar machen, sie in eine Maßzahl aggregieren.

Eine inzwischen häufig verwendete Aggregationsmethode stellt die Berechnung eines ökologischen Fußabdrucks dar. Ausgangspunkt aller Berechnungsmethoden zur Erstellung eines ökologischen Fußabdrucks ist die These, dass das einzige nachhaltige Einkommen der Natur die eingestrahelte Sonnenenergie ist. Alle natürlichen und anthropogenen Prozesse müssen in einer nachhaltigen Gesellschaft mit diesem Einkommen auskommen. Sonnenenergie kann nur über Fläche nutzbar gemacht werden. Ganz unabhängig davon, ob es sich um direkte Nutzung wie etwa Photovoltaik

*Every human activity exerts an ecological pressure. Knowledge about the effect of our actions on the environment is a basic condition for changing technology and society towards more sustainability. The ecological evaluation method of the Sustainable Process Index (SPI), developed at the Institute for Process and Particle Technology expresses environmental pressures of mobility, housing and work as ecological footprints and allows a comprehensive evaluation of live styles according to their ecologic sustainability.*

Evaluating ecological sustainability is difficult as human impact on the environment is multi-dimensional. Greenhouse gas emissions change the climate whereas sulphur oxide emissions contribute to acidification of water bodies and heavy metal emissions have an impact on sensitive soil systems. Different alternatives in providing a service, for instance mobility using a diesel car, an e-car or the railway, always feature widely different environmental profiles. Deciding which of the alternatives is the most sensible from the ecological point of view requires that different types of ecological pressures are rendered comparable and that they are aggregated into a single comprehensive measure.

One frequently used method of aggregation is the calculation of the ecological footprint. The starting point for footprint calculations is the assumption that the sole natural income of nature is solar energy.



Michael Narodoslawsky ist Professor am Institut für Prozess- und Partikeltechnik. Die aktuelle Forschungsarbeit umfasst Lebenszyklusanalysen unterschiedlichster Art sowie die Synthese von Technologienetzwerken für Regionen auf Basis erneuerbarer Ressourcen.

Michael Narodoslawsky is professor at the Institute for Process and Particle Engineering. Current research work includes life cycle analysis in different fields as well as the synthesis of technology networks for regions based on renewable resources.



© TU Graz

Abb. 1: Umfassende Bewertung des ökologischen Fußabdrucks mit der „Sustainable Process Index (SPI)“-Methode.

Fig. 1: Encompassing evaluation of ecological footprint using the Sustainable Process Index (SPI) method.



oder um indirekte Sonnenenergienutzung wie Energie aus Biomasse handelt, immer wird die Sonnenenergie auf einer Fläche in nutzbare Dienstleistungen und Ressourcen umgewandelt. Technische und natürliche Prozesse stehen daher aus der Sicht nachhaltiger Entwicklung immer in Konkurrenz um Fläche, die das natürliche solare Einkommen nutzbar macht. Folgerichtig ist die Einheit ökologischer Fußabdrücke daher die Flächeneinheit. Je geringer der Fußabdruck, desto nachhaltiger der Prozess, desto weniger natürliches Einkommen wird benötigt.

Im Gegensatz zu den meisten anderen Berechnungsmethoden für den ökologischen Fußabdruck erlaubt die an der TU Graz entwickelte „Sustainable Process Index“-Methode eine lebenszyklusweite Bewertung aller ökologischen Drücke, vom Ressourcenverbrauch bis zu den Emissionen. Wesentlich ist dabei, dass dieses Maß auch zwischen der Nutzung erneuerbarer, fossiler und nuklearer Ressourcen deutlich unterscheiden kann und damit wertvolle Hinweise auf die Optimierung menschlicher Handlungen in Richtung Nachhaltigkeit gibt.

Ein wichtiger Faktor für jede Bewertung ist die zielgruppengerechte Aufbereitung. Aus diesem Grund werden auf der Website

► [www.fussabdrucksrechner.at](http://www.fussabdrucksrechner.at)

neben einem allgemeinen Bewertungstool unterschiedliche Rechner, etwa für landwirtschaftliche Betriebe, für Schulen, Siedlungen und (in Kürze) auch für ganze Regionen angeboten, die alle auf dem Prinzip des SPI beruhen. Ein „Persönlicher Fußabdrucksrechner“ schließlich erlaubt es jedem interessierten Nutzer/jeder interessierten Nutzerin, die Auswirkung des individuellen Lebensstils auf die Umwelt zu errechnen.

All natural and anthropogenic processes in a sustainable system must live on that income. Solar energy, however, needs area for its utilisation: direct utilisation pathways like photovoltaic or indirect utilisation via biomass – all are dependent on area as the primary resource. Technical and natural processes therefore compete for area to utilise solar energy. This is why area is the basic dimension of ecological footprints: the larger the area (and hence the ecological footprint) required by a certain human activity, the less competitive and the less sustainable it is.

In contrast to most other ecological footprint calculations, the method of the Sustainable Process Index allows a life-cycle wide comprehensive evaluation covering resource depletion as well as emissions. What is particularly important is that this measure can distinguish between fossil and renewable resources, a necessary feature providing meaningful advice to change human activities towards more ecological sustainability.

An important factor for every evaluation method is its adaptation to target audience requirements. For this reason, the website

► [www.fussabdrucksrechner.at](http://www.fussabdrucksrechner.at)

(besides being a general evaluation tool) provides different footprint calculators for farms, schools, settlements and (in near future) regions, based on the SPI concept. A “Personal Footprint Calculator” allows every interested user to evaluate his/her individual impact on the environment. A statistical analysis of these calculations provides interesting insights into the ecological pressure of the Austrian life style. On average, the ecological pressure of the Austrian population overshoots its natural budget by a factor of 35!





Eine statistische Auswertung der Ergebnisse dieser Berechnungen bietet interessante Einblicke in den Umweltdruck des „österreichischen“ Lebensstils. Im Schnitt übersteigt der ökologische Druck der österreichischen Bevölkerung das natürliche nachhaltige Budget um das 35-Fache! Auffällig ist die weite Streuung in den Lebensstilen, wobei Personen, die auf großem „ökologischem Fuß“ leben, etwa 21-mal mehr Mitwelt verbrauchen als jene, die einen nachhaltigen Lebensstil verfolgen. Den Hauptbeitrag zum ökologischen Fußabdruck leistet dabei in jedem Fall der Verbrauch an fossilen Ressourcen, insbesondere zur Energieversorgung und Mobilität. Dementsprechend sind die Hauptkriterien für einen nachhaltigen Lebensstil die Bereiche „Wohnen“ und „Mobilität“, wohingegen der Bereich „Nahrung“ nur eine untergeordnete Rolle spielt. Hier sind auch die größten Unterschiede in den Lebensstilen zu erkennen: Im Bereich Nahrung unterscheidet ein Faktor 3, im Bereich Wohnen ein Faktor 7 nachhaltig lebende Personen von solchen mit einem hohen Mitweltverbrauch. In der Mobilität ist dies ein Faktor 80! Der Grund für diese großen Diskrepanzen liegt einerseits darin, dass nachhaltig lebende Menschen meist umweltfreundliche Mobilität wie öffentliche Verkehrsmittel, Zufußgehen und Fahrradfahren bevorzugen, andererseits auch weniger Kilometer pro Jahr zurücklegen. Menschen, die hohe Mobilitätsansprüche haben, verwenden hingegen Autos und Flugzeuge, die aufgrund des fossilen Treibstoffs hohe Fußabdrücke pro Personenkilometer verursachen und legen auch deutlich mehr Kilometer pro Jahr zurück. Dies trägt zu ihrem großen ökologischen Fußabdruck bei.

Particularly conspicuous is the wide scattering of life styles. People exerting a big footprint use 21 times more of the environment than those pursuing a sustainable life style. The largest contribution in all cases comes from fossil resources, in particular for energy provision and mobility. In line with these findings the most important criteria for a sustainable life style are in the fields of housing and mobility, with nutrition playing a secondary role. In these main fields, the most severe differences of life styles can be found: in nutrition a factor of only 3 distinguishes between unsustainable and sustainable life styles whereas in housing this ratio increases to 7 and in mobility even to a factor of 80! The reason for this is that people who follow a sustainable life style usually use environmentally friendly means of mobility like public transport, walking and cycling and, on top of that, travel shorter distances per year. In contrast to this, people with high mobility demand use planes and cars which exert high ecological pressures per kilometre as they are powered by fossil fuel. This group also travels considerable longer distances per year, thus adding to their high personal ecological footprint.

*Abb. 2: Die größten Unterschiede im ökologischen Fußabdruck von Personen werden durch ihr Mobilitätsverhalten bestimmt.*

*Fig. 2: The biggest differences in the ecological footprint of individuals is caused by their mobility behaviour.*

# eseia – Verein zur Förderung der europäischen Innovation für erneuerbare Energien

## European Sustainable Energy Innovation Alliance (eseia)

Brigitte Hasewend



Brigitte Hasewend ist Leiterin des ISP der TU Graz und Vorstandsmitglied und Geschäftsführerin der European Sustainable Energy Innovation Alliance (eseia). Bevor Brigitte Hasewend im Jahre 2007 ihre Tätigkeiten an der TU Graz aufnahm, arbeitete und lebte sie 10 Jahre in Brüssel, wo sie mehrere Funktionen in der Generaldirektion Forschung der EU innehatte.

Brigitte Hasewend is currently director of International Sustainability Partnerships (ISP) at Graz University of Technology. She is also a member of the Governing Council and director of the European Sustainable Energy Innovation Alliance (eseia). Before joining Graz University of Technology in 2007, Brigitte Hasewend spent 10 years living and working in Brussels. During this time she held several positions at DG Research of the European Commission.

**Die TU Graz unterhält weltweit Partnerschaften mit Topunternehmen, Forschungs- und Bildungsorganisationen und politischen Entscheidungsträgern im Bereich der Nachhaltigkeit. Als Gründungsmitglied der European Sustainable Energy Innovation Alliance (eseia) hat die TU Graz im Jahr 2009 bereits eine strategische Partnerschaft auf europäischer Ebene im Field of Expertise „Sustainability in Design, Construction and Energy Systems“ etabliert.**

Die Technische Universität Graz profitiert weiters von ihrer exzellenten regionalen Verankerung, nicht zuletzt aufgrund der erfolgreichen, langfristigen Kooperationen mit dem Eco World Styria Unternehmensnetzwerk, der Steirischen Landesregierung und der Stadt Graz.

eseia hat 38 Mitglieder aus 14 europäischen Staaten, darunter 21 Universitäten, zehn Forschungseinrichtungen, sieben Unternehmen sowie auch politische Akteure. Die eseia Mitgliederorganisationen decken im Verbund sämtliche Kompetenzbereiche der nachhaltigen Energien von den Ressourcen bis hin zum Verbrauch ab.

**Mission** von eseia ist es, nachhaltige Energielösungen in die europäischen Regionen zu bringen. Bei der diesbezüglichen Kooperations- und Projektentwicklung orientiert sich eseia an folgenden thematischen Plattformen: Entrepreneurial Education, Usage Scenarios, Energy Provision, Energy Intelligence und Energy Policy.

**Vision 2012:** eseia beabsichtigt, in zehn europäischen Regionen aktiv zu sein, die sich als Innovation Labs in Partnerschaft mit regionalen Akteuren, Unternehmen und Forschungseinrichtungen befinden.

*Graz University of Technology has developed worldwide partnerships with high-profile companies, research and education organisations, and political decision-makers in the field of sustainability. As a founding member of the European Sustainable Energy Innovation Alliance (eseia), Graz University of Technology has already established within the Field of Expertise ‘Sustainability in Design, Construction and Energy Systems’ a strategic partnership at a European level.*

Graz University of Technology also benefits from an excellent regional home base with long-standing cooperation with the Eco World Styria business network, the State Government of Styria and the City of Graz.

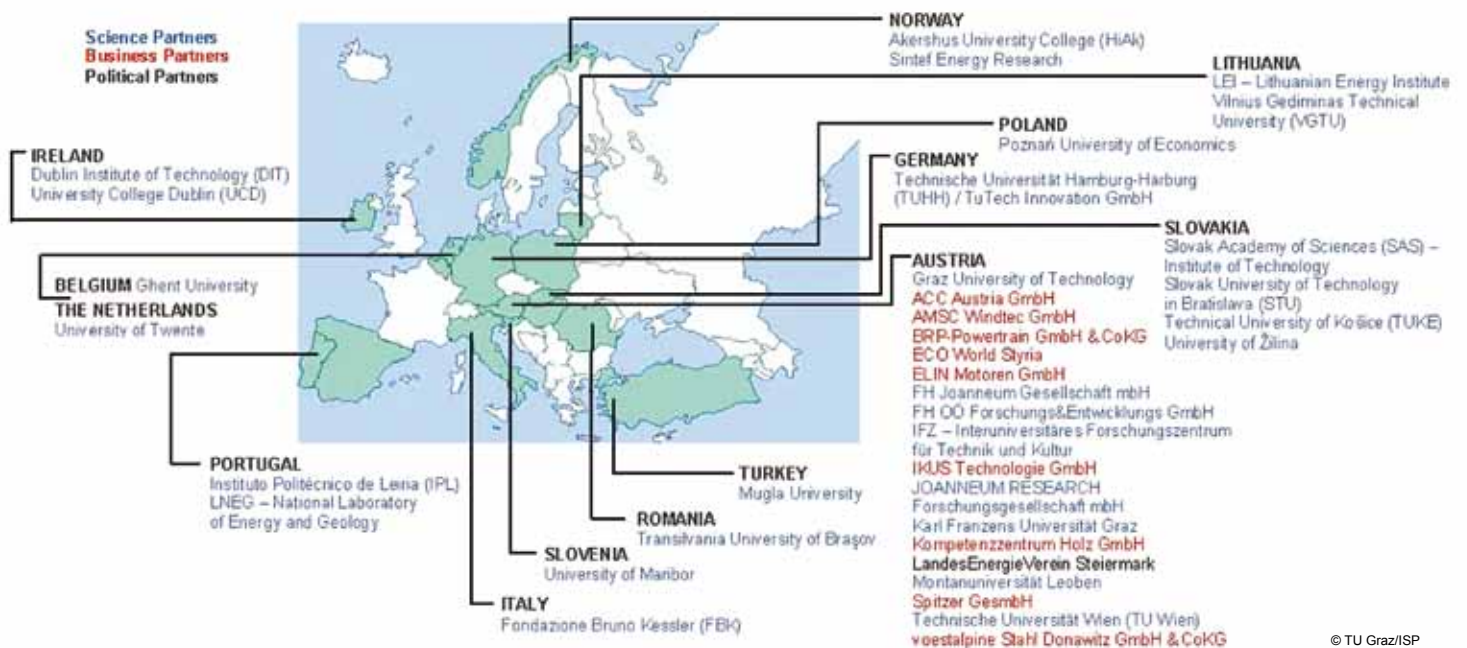
eseia has 38 member organisations from 14 European countries from areas including business, science and education, and politics. These organisations cover the entire range of expertise in the field of sustainable energies from resources to consumption.

**The mission** of eseia is to bring sustainable energy solutions to the European regions.

eseia's network and project development focuses on five platforms: Entrepreneurial Education, Usage Scenarios, Energy Provision, Energy Intelligence und Energy Policy.

**Vision 2012:** eseia aims to operate in 10 European regions acting as innovation labs in partnership with regional players, businesses, institutions, and society.





### Projekte und Proposals

eseia ist an zahlreichen erfolgreichen strategischen, thematischen und Netzwerk-Projekten beteiligt und betreibt proaktiv Kooperations- und Projektanbahnung im Hinblick auf Projekteinreichungen in verschiedensten Förderprogrammen.

Im Besonderen sei folgendes laufende geförderte Strategieprojekt erwähnt, bei dem eseia als Partner involviert ist:

- EU/Central Europe: Introduction of Regional Energy Concepts (Koordinator: Ungarisches Wirtschaftsministerium)

eseia unterstützt seine Mitgliederorganisationen auch im Rahmen folgender COST-Einreichungen:

- Algae Biomass Refinery for the simultaneous capturing of CO<sub>2</sub> and the Generation of fine Chemicals and Bio Fuels (Koordinator: H. Schnitzer, TU Graz)
- Bio-Resource Flow Management (Koordinatorin: I. Körner, Technische Universität Hamburg)
- Energy Grid Link (Koordinator: L. Crema, Fondazione Bruno Kessler)
- Bio-Energy Certificate (Koordinatorin: M. Bavec, Universität Maribor)
- Bio-Business Models (Koordinator: M. Arentsen, Universität Twente)
- Towards affordable and sustainable Living Models for European Communities (Koordinator: J. Suschek-Berger, IFZ – Interuniversitäres Forschungszentrum für Technik, Arbeit und Kultur)

### Projects and Proposals

eseia is participating successfully in several ongoing strategic, thematic and networking projects and is also a pro-active driver initiating new co-operations and developing new project ideas for submission to European and national funding schemes.

An example of note is the following ongoing Strategic project involving eseia as a partner:

- EU/ Central Europe: Introduction of Regional Energy Concepts (Coordinator: Ministry of National Development, Hungary)

eseia supports its member organisations in the context of the following COST proposals:

- Algae Biomass Refinery for the simultaneous capturing of CO<sub>2</sub> and the Generation of fine Chemicals and Bio Fuels (Coordinator: H. Schnitzer, Graz University of Technology)
- Bio-Resource Flow Management (Coordinator: I. Körner, Hamburg University of Technology)
- Energy Grid Link (Coordinator: L. Crema, Fondazione Bruno Kessler)
- Bio-Energy Certificate (Coordinator: M. Bavec, University of Maribor)
- Bio-Business Models (Coordinator: M. Arentsen, University of Twente)
- Towards affordable and sustainable Living Models for European Communities (Coordinator: J. Suschek-Berger, IFZ Inter-University Research Centre for Technology, Work and Culture)

Abb. 1: eseia-Landkarte.

Fig. 1: eseia landscape.



© TU Graz

Aktuell bereitet eseia die Projektanträge „Green Powertrain System“ (EU/ FP7 – IAPP) und „Efficiency RoK“ (EU/ FP7 – Regions) vor. Darüber hinaus initiiert eseia auch in seinem Partnernetzwerk eigene Projekte, wie beispielsweise COPOEN – Co-operative Practice Oriented Education Network oder die eseia Expert Database Horizon 2020.

Currently, eseia is preparing project proposals for People-IAPP, Regions of Knowledge/Regpot: ‘Green Powertrain System’ (EU/ FP7 – IAPP) and ‘Efficiency RoK’ (EU/ FP7 – Regions).

In addition, eseia develops self-financed projects within its partner network; examples hereof are COPOEN - Co-operative Practice Oriented Education Network and the eseia Expert Database Horizon 2020.



► [www.eseia.eu](http://www.eseia.eu)

Für weitere Informationen kontaktieren Sie bitte:

For more information please contact:

Brigitte Hasewend

Leiterin ISP, Vorstandsmitglied und Geschäftsführerin von eseia

Director ISP, member of the Governing Council and director of eseia

Mandellstraße 15/II, A-8010 Graz, Austria

[isp@tugraz.at](mailto:isp@tugraz.at)

► [www.isp.tugraz.at](http://www.isp.tugraz.at)

# STYRIAN ACADEMY for Sustainable Energies – eine europäische Aus- und Weiterbildungsplattform

## STYRIAN ACADEMY for Sustainable Energies: A European Life-long Learning Platform

Brigitte Hasewend

**Im Europa der Zukunft werden die Regionen zu Schlüsselakteuren in der sich bereits abzeichnenden Energiewende. Um diese Herausforderung zu meistern, benötigen Europas Regionen neue Rahmenbedingungen für Wissenstransfer und Innovationsmodelle sowie neue Berufsbilder. Die Region Steiermark, in der sich die TU Graz als wissenschaftlicher Motor im Bereich erneuerbare Energien etabliert hat, stellt sich proaktiv dieser Herausforderung.**

### Life-Long-Learning-Plattform

2010 wurde die STYRIAN ACADEMY for Sustainable Energy Systems als internationale Aus- und Weiterbildungsplattform der TU Graz gegründet. Die STYRIAN ACADEMY richtet sich an Wirtschaftstreibende, Forschende und Politikerinnen und Politiker, aber auch an exzellente Studierende und die breite Öffentlichkeit.

Die STYRIAN ACADEMY zeichnet sich gegenüber vergleichbaren Angeboten vor allem durch folgende Alleinstellungsmerkmale aus:

1. Thinking out of the box: Entwicklung vernetzter Denkweisen und neuer Perspektiven im Bereich nachhaltiger Energiesysteme abseits von eingefahrenen Mustern und somit die Schärfung von kreativ-mutigen Lösungsansätzen außerhalb der Komfortzone.
2. Inter-regional: Hochwertiger Wissensaustausch durch internationale Topvortragende zur Vermittlung von transferierbaren Lösungen in einzelnen europäischen Regionen.
3. Peer to peer: Gezielter Austausch von Erfahrungen und Geschäftslösungen zwischen Schlüsselakteuren aus der Wirtschaft auf der Basis von peer-to-peer.
4. Systemic and inter-disciplinary: Förderung einer gesamthaften interdisziplinären Betrachtung des Energiesystems im Gegensatz zu einer isolierten Komponentenentwicklung.

*In the future, European regions will become key decision-makers as a result of a shift away from fossil fuels and towards renewable energy resources. This growing challenge for European regions will require new know-how, human resources, and innovation models and processes. They also call for innovative logistical systems, social structures, and business models. The Austrian Region of Styria, where Graz University of Technology is based, actively addresses these challenges in research, technology and education.*

### Life-Long Learning Platform

In 2010, Graz University of Technology founded the STYRIAN ACADEMY for Sustainable Energies, an international life-long learning platform catering for the needs of entrepreneurs, researchers, politicians, as well as top students and the general public.

The goal of the STYRIAN ACADEMY is to combine state-of-the-art international research with entrepreneurial expertise and to provide knowledge and know-how required for the development of innovative sustainable energy solutions.

*Informationen zur Autorin:  
siehe Seite 34.*

*For information about  
the author, see page 34.*





5. Targeting practitioners outside academia: Neueste und verständlich aufbereitete wissenschaftliche Information für Business-Partner und Entscheidungsträger aus Politik und Wirtschaft direkt von der Know-how-Quelle.
6. Focusing on skills training: Gezielte Förderung unternehmerischer Fertigkeiten sowie Ausbau von fachlichen und sozialen Kompetenzen zur Erarbeitung von Lösungen in hochkomplexen interdisziplinären Teams.

Dabei vereint die STYRIAN ACADEMY international anerkannte Forschung quer über die Disziplinen mit Praxiserfahrung aus der Wirtschaft und bietet so den Teilnehmerinnen und Teilnehmern das notwendige Wissen und Know-how für innovative nachhaltige Energielösungen.

Im Rahmen von Business Training Seminars, Summer & Winter Schools, Garden Talks & Fireside Chats sowie öffentlichen Diskussionsveranstaltungen werden Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus aller Welt im Umgang mit nachhaltigen Energieressourcen weitergebildet.

Master- und PhD-Studierende steirischer und internationaler Hochschulen versammeln sich im Rahmen der International Summer School und bekommen dort ein umfassendes Bild der technischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklungen zum Thema vermittelt. Auf die Bewerberinnen und Bewerber mit den überzeugendsten Projektideen warten Stipendien, die auch Verpflegung und Unterkunft umfassen. Das International Business Training Seminar zielt auf Schlüsselakteure aus der Wirtschaft und regionale Entscheidungsträger ab. Internationales Wissen zu Konzeption und Umsetzung nachhaltiger Energiesysteme soll hier auf regionale und lokale Ebene umgesetzt werden.

Offen für alle Interessierten sind Fireside Chat und Garden Talk, die einen informellen Rahmen für Diskussionen bieten.

The STYRIAN ACADEMY is distinguished by the following unique selling propositions:

1. Thinking out of the box: Moving participants out of the comfort zone by encouraging cross-linked inter-disciplinary thinking and providing new perspectives beyond entrenched habits for shaping bold and creative approaches.
2. Inter-regional: High-quality knowledge transfer by international top experts providing transferable solutions for European regions.
3. Peer to peer: Focused exchange of experience and business solutions between key players from business, science and politics on the basis of peer-to-peer knowledge transfer.
4. Systemic and inter-disciplinary: Promotion of a holistic view of technological systems across disciplines rather than the isolated development of components.
5. Targeting practitioners outside academia: Top scientific information for business partners and decision-makers from business and politics presented in an accessible way.
6. Focusing on skills training: Entrepreneurial skills training as well as training of technical and social competences for the development of innovative solutions and their implementation in the market in highly dedicated inter-disciplinary teams.

In Business Training Seminars, Summer & Winter Schools, Garden Talks & Fireside Chats as well as public expert talks, the STYRIAN ACADEMY presents the essentials needed in dealing with sustainable energy resources.

International Summer Schools offer a comprehensive overview of technical, economic and social developments in sustainable energies. Students with outstanding project ideas on the topic are awarded scholarships which include board and lodging.

The International Business Training Seminars target key players from business and politics. The focus is placed on the interpretation of interna-

Veranstaltet wird die STYRIAN ACADEMY in Kooperation mit internationalen strategischen Partnern und dem Land Steiermark.

#### **Aktuelle Termine im Überblick**

- Business Training Seminar  
IT Solutions for a +Energy Life Style  
15. – 16.02.2012, Leibnitz
- Fireside Chat  
IT Solutions for a +Energy Life Style  
15.02.2012, Leibnitz
- International Summer School  
Societal Energy  
02. – 13.07.2012, Graz
- Business Training Seminar  
Sustainable Energy Business and Society  
04. – 05.07.2012, Graz
- Garden Talk  
Winners, Silent Beneficiaries and Losers in the so-called 'Energie-Wende'  
04.07.2012, Graz



tional sustainability know-how in the context of regional and local developments.

Fireside Chats and Garden Talks furnish stakeholders with updates on trends in sustainable energies, and offer an informal setting for discussions.

The STYRIAN ACADEMY is organised in cooperation with international strategic partners from eseia and the State Government of Styria.

#### **Upcoming STYRIAN ACADEMY events**

- Business Training Seminar  
IT Solutions for a +Energy Life Style  
15. – 16.02.2012, Leibnitz
- Fireside Chat  
IT Solutions for a +Energy Life Style  
15.02.2012, Leibnitz
- International Summer School  
Societal Energy  
02. – 13.07.2012, Graz
- Business Training Seminar  
Sustainable Energy Business and Society  
04. – 05.07.2012, Graz
- Garden Talk  
Winners, Silent Beneficiaries and Losers in the so-called 'Energie-Wende'  
04.07.2012, Graz

Information, Anmeldung/Information, Registration:

▶ [www.styrianacademy.eu](http://www.styrianacademy.eu)

Für weitere Informationen kontaktieren Sie bitte:

For more information please contact:

Brigitte Hasewend

Leiterin ISP, Vorstandsmitglied und Geschäftsführerin von eseia

Director ISP, member of the Governing Council and director of eseia

Mandellstraße 15/II, A-8010 Graz, Austria

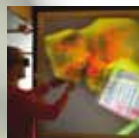
[isp@tugraz.at](mailto:isp@tugraz.at)

▶ [www.isp.tugraz.at](http://www.isp.tugraz.at)

▶ [www.eseia.eu](http://www.eseia.eu)

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

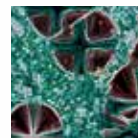
Five areas with a promising future in research and teaching go to form the unmistakable fingerprint of Graz University of Technology on its path to excellence. These fields of expertise will become distinctive hallmarks of Graz University of Technology in the 21st century. They will be strengthened by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



Information, Computing, and Communication Technologies



Human- & Biotechnology



Advanced Materials Science

# FOE

Fields of Expertise

Mobility Research and Production Sciences



Sustainability in Design, Construction and Energy Systems



**Impressum:** Eigentümer: TU Graz. Herausgeber: Büro des Rektorates, Leitung: Ursula Tomantschger-Stessl, im Namen des Vizerektors für Forschung und Technologie. Redaktion: Ines Hopper-Pfister, TU-research@tugraz.at, Redaktionsadresse: TU Graz, Büro des Rektorates, Rechbauerstraße 12/I, 8010 Graz. Gestaltung/Layout/Satz: Christina Fraueneder. Druck: Medienfabrik Graz. Auflage: 4500 Stück. Wir danken den Autorinnen und Autoren für die Bereitstellung der Texte und Fotos. Geringfügige Änderungen sind der Redaktion vorbehalten. Titelbild: ANK – Fotolia.com. TU Graz *research* erscheint zweimal jährlich.

ISSN 2074-9643

© Verlag der Technischen Universität Graz 2011, www.ub.tugraz.at/Verlag