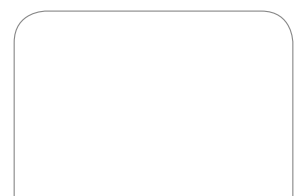
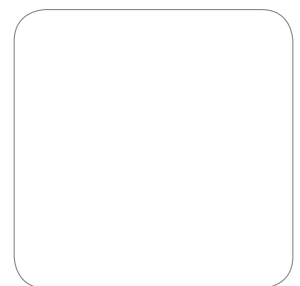
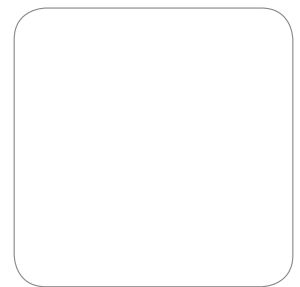
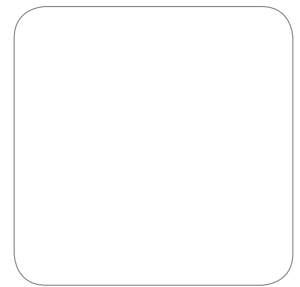
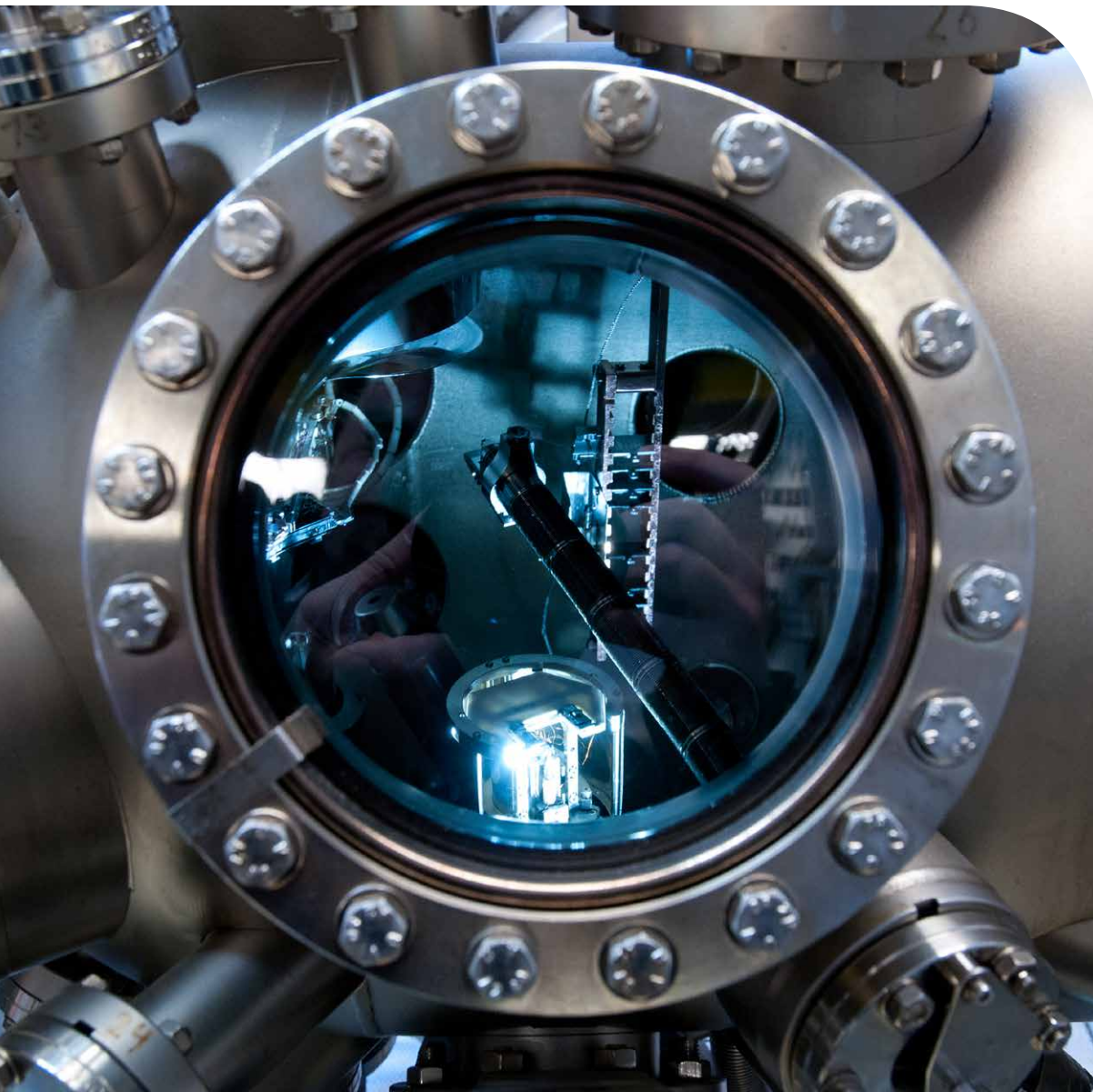
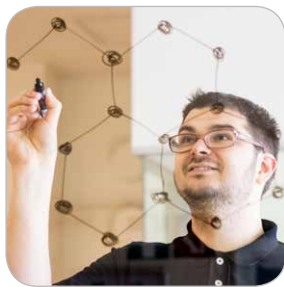


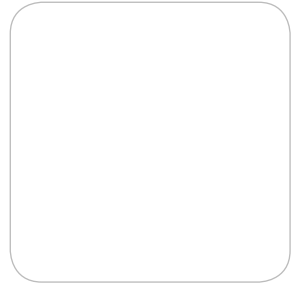
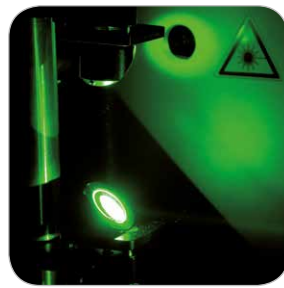


TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN

# FORSCHUNG RESEARCH

Die Forschungsstrategie der TU Wien  
TU Wien Research Strategy





# Content

<i>Rector's Introduction</i>	5
<i>Research: Introduction of the Vice-Rector for Research and Innovation</i>	6
<i>The Five Research Focal Areas of TU Wien</i>	10
<i>Computational Science and Engineering</i>	12
<i>Quantum Physics and Quantum Technologies</i>	16
<i>Materials and Matter</i>	20
<i>Information and Communication Technology</i>	24
<i>Energy and Environment</i>	28
<i>Additional Fields of Research</i>	32
<i>TU Goes BIO</i>	34
<i>TUWIn 4.0</i>	36
<i>Entrepreneurial University</i>	38



# Inhalt

Vorwort der Rektorin	5
Forschung: Vorwort des Vizerektors für Forschung und Innovation	7
Die fünf Forschungsschwerpunkte der TU Wien	11
Computational Science and Engineering	13
Quantum Physics and Quantum Technologies	17
Materials and Matter	21
Information and Communication Technology	25
Energy and Environment	29
Additional Fields of Research	33
TU Goes BIO	35
TUWIn 4.0	36
Entrepreneurial University	38



DER PFLEGE ERWEITERUNG VEREDLUNG,  
DES GEWERBSFLEISSES DER BÜRGERKUNSTE DES HÄNDLS  
FRANZ DER ERSTE

TECHNISCHE HOCHSCHULE

Sabine Seidler,  
Rektorin / Rector



# Rector's Introduction Vorwort der Rektorin

*The largest technical and scientific university in Austria provides its more than 3,700 scientists with a research environment which promotes high-quality fundamental and application-oriented research in equal measure and purveys the cornerstones of a modern university: research, teaching and innovation. Throughout its 200-year history, TU Wien has evolved into a modern research university with high aspirations. Numerous successful cooperation projects between science and economy mean that innovation can be driven forward as a shared duty of University and companies. The great extent of external funding that has been raised clearly shows that TU Wien is essential to consolidating the research centre and strengthening the Central European innovation location of Austria and its capital Vienna.*

3.700 TU Wien-Wissenschaftler\_innen finden an der größten technisch-naturwissenschaftlichen Universität in Österreich ein Forschungsumfeld vor, das qualitativ hochwertige Grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung gleichermaßen fördert und das die Grundpfeiler für eine moderne technische Universität, bestehend aus Forschung, Lehre und Innovation, bildet. Die Technische Universität Wien hat sich in ihrer mehr als 200-jährigen Geschichte zu einer modernen Forschungsuniversität mit hohem Anspruch an sich selbst entwickelt. Zahlreiche erfolgreiche Kooperationen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft ermöglichen, Innovation als gemeinsame Aufgabe von Universität und Unternehmen wahrzunehmen. Mit einem hohen Anteil an eingeworbenen Drittmitteln zeigt die TU Wien deutlich, dass sie für die Festigung des Forschungsstandortes und Stärkung des zentraleuropäischen Innovationsstandortes Österreich und der Bundeshauptstadt Wien unverzichtbar ist.

Sabine Seidler



# Research

*The five great "pillars" of TU Wien's research profile focus on "Computational Science and Engineering", "Quantum Physics and Quantum Technologies", "Materials and Matter", "Information and Communication Technology" and "Energy and Environment". TU Wien's activities are assigned to fields of research that are mostly interdisciplinary (embracing multiple faculties or institutes) and fall within these focal areas. The research profile is developed along the lines of this "TUW research matrix" and underpinned by an appointments policy, internal advancement programmes, the alignment of research infrastructure and complementary support for researchers who are successful in attaining renowned grants and sponsorships.*

*In order to distinguish, evaluate and promote research pooled according to specialism outside the five key TU areas, four "Additional Fields of Research" have been added to the TU research matrix, encompassing the development of the arts and basic (financial) mathematical research. What is particularly important is to ensure that the interaction between fundamental research and application-oriented research bridges the gap between the natural sciences and engineering. An institution such as TU Wien should meet the standards expected of a research university as well as those expected of an entrepreneurial university. In order to build a value chain stretching from fundamental research (the university's*

*core activity) through applied research to innovation, the i<sup>2</sup>c, TU Wien's Innovation Incubation Center, was set up to run activities such as a diploma supplement on innovation, the StartAcademy for scientists, the TUW i<sup>2</sup>ncubator and an entrepreneurship platform for students and researchers with seminal ideas, thus laying the groundwork for start-ups.*

*Furthermore, TU Wien has established TU-Bio to provide a home base for its research activities in this area. At TU Wien, expertise in bioscientific and biotechnical activities within many fields of the TU research matrix is merged under the umbrella of TU -Bio and is therefore made visible not only internally, but also externally in academia and business, as well as to funding bodies, in the form of interdisciplinary material.*

Johannes Fröhlich,  
Vizektor für Forschung  
und Innovation  
*Vice-Rector for Research  
and Innovation*



# Forschung

Die fünf großen „Säulen“ des Forschungsprofils der TU Wien fokussieren auf „Computational Science and Engineering“, „Quantum Physics and Technologies“, „Materials and Matter“, „Information and Communication Technology“ sowie „Energy and Environment“. Die Aktivitäten der TU Wien sind mit überwiegend interdisziplinären bzw. fakultäts- oder institutsübergreifenden, diesen Forschungsschwerpunkten untergeordneten Forschungsfeldern hinterlegt. Entlang dieser „TUW-Forschungsmatrix“ erfolgt die Profilbildung, insbesondere über die Berufungspolitik, die internen Förderprogramme, die Ausrichtung der Forschungsinfrastruktur sowie die komplementäre Unterstützung von Forscher\_innen, die bei renommierten Grants und Förderprogrammen erfolgreich sind.

Um jenen, durch entsprechende Leistungen ausgewiesenen, fachlich gebündelten Forschungen außerhalb der fünf TU-Schwerpunkte, Sichtbarkeit zu geben und diese auch evaluieren/profilieren zu können, ist die TU-Forschungsmatrix durch vier „Additional Fields of Research“ erweitert. Diese betreffenden Bereiche umfassen die Entwicklung der Künste und der (wirtschafts-)mathematischen Grundlagenforschung. Besonders wichtig ist, durch das Zusammenwirken der Grundlagenforschung und der anwendungsorientierten Forschung eine Brücke von den Natur- zu den Ingenieurwissenschaften zu bilden.

Eine Institution wie die TU Wien soll den Ansprüchen einer „Research University“ ebenso wie der einer „Entrepreneurial University“ gerecht werden. Dafür, um eine Wertschöpfungskette von der Grundlagenforschung – das Kerngeschäft einer Universität – über die angewandte Forschung zur Innovation zu bauen, wurde das i<sup>2</sup>c, das Innovation Incubation Center der TUW, eingerichtet, das mit Aktivitäten wie einem Diploma Supplement on Innovation, der StartAcademy für Wissenschaftler\_innen, dem TUW i<sup>2</sup>nkubator und einer Entrepreneurship Plattform für Studierende und Forscher\_innen mit Gründungsideen den Nährboden für Start-ups legt.

Weiters gibt die TU Wien mit „TU-Bio“ ihren dahingehend orientierten Forschungsaktivitäten eine „Homebase“: An der TU Wien werden in vielen Feldern innerhalb der TU-Forschungsmatrix angesiedelte Expertisen zu biowissenschaftlichen und biotechnischen Aktivitäten unter diesem Schirm gebündelt und somit sowohl inneruniversitär als auch nach außen für Akademia und Wirtschaft sowie für Fördergeber als interdisziplinäre Querschnittsmaterie sichtbar gemacht.

Die auf Basis der „Ressource TU Wien“ erzielten Erfolge können sich sehen lassen: zahlreiche Teilnahmen an den Exzellenzprogrammen des FWF (Spezialforschungsbereiche: SFB, Doktoratskollegs: DKs und Nationale Forschungsnetzwerke (NFN), über 20 START-Preisträ-

» Research  
» Forschung



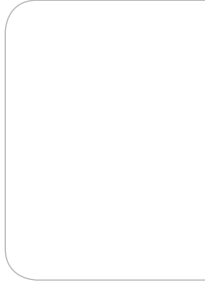
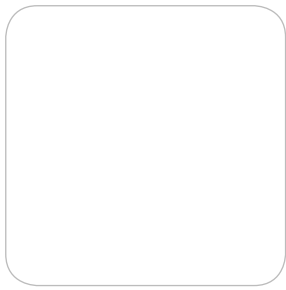
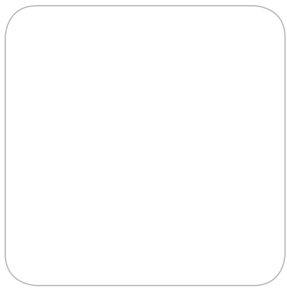
*The success achieved based on "Resource TU Wien" is plain to see: regular participation in the FWF excellence programmes (special research areas: SFB, doctoral courses: DKs and national research networks: NFN), over 20 START award winners, several Wittgenstein award winners, 19 ERC grant-holders and major prizes at the Houska Award given by the B&C Privatstiftung in recognition of applied research projects implemented with partners from commerce. With 14 active Christian Doppler (CD) laboratories, TU Wien is the most represented university within this research advancement programme.*

*2016 saw the university receive approx. EUR 89 million of third-party funding. In the seventh framework programme organised by the EU, TU Wien was the most successful institution and, by launching more than 360 projects, raised some EUR 103 million in total. The launch of the new EU research framework programme Horizon 2020 has also been successful, attracting approx. EUR 52 million of funding. In terms of transferring technology and knowledge through the patent system, TU Wien is also spearheading progress in Austria, not least because of the support the researchers receive from the "Research and Transfer Support" service unit. In the inventors' ranking issued by the Austrian patent office in 2014, 2015 and 2016 TU Wien stands alongside businesses as the only Austrian university to feature in the top ten for*

*number of patents awarded and is also the only Austrian university to have won top INVENTUM awards for patents during the years 2014 and 2015. In 2016, a joint project of TU Wien and BOKU won the "Staatspreis Patent". Patents must be seen as important assets for TUW spin-offs but also as marketing benefits for researchers intending to collaborate with companies.*

*This success shows that TU Wien is making an outstanding contribution to innovations all the way along the value chain, from fundamental research to the translation of this into applied research, right through to application. TU Wien is hallmarked by the excellence of its researchers in the areas in which TU Wien specialises. It follows that TU Wien has the very best conditions in which to continue its success story.*





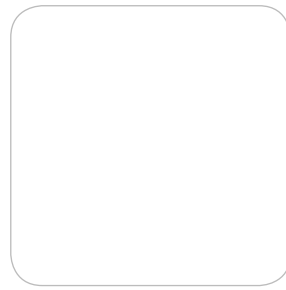
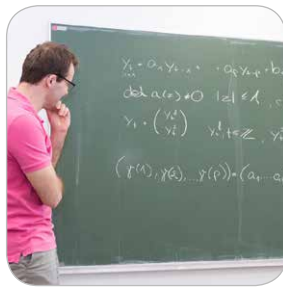
ger\_innen, mehrere Wittgenstein-Preisträger\_innen, 19 ERC-Grant-Inhaber\_innen und Hauptpreise beim Houska-Preis, der von der B&C Privatstiftung für mit Partnern aus der Wirtschaft umgesetzte, angewandte Forschungsprojekte vergeben wird. Mit 14 aktiven Christian Doppler (CD) Laboren ist die TU Wien die am stärksten vertretene Universität im Rahmen dieses Forschungsförderungsprogramms.

2016 wurden Drittmittelerlöse in der Höhe von etwa 89 Millionen Euro lukriert. Im abgelaufenen 7. Rahmenprogramm der EU war die TU Wien die erfolgreichste Institution und hat mit mehr als 360 Projekten insgesamt etwa 103 Millionen Euro eingeworben. Der Start in das neue EU-Forschungsrahmenprogramm Horizon 2020 ist mit ca. 52 Millionen Euro an Fördermitteln ebenfalls gut gelungen. Auch im Bereich Technologie- und Wissenstransfer durch Patente ist die TU in Österreich im Spitzenfeld positioniert, nicht zuletzt aufgrund der Unterstützung, die die Forscher\_innen aus der Serviceeinrichtung „Forschungs- und Transfersupport“ bekommen. Im Erfindungsranking der Jahre 2014, 2015 und 2016 des Österreichischen Patentamtes findet sich die TU Wien als einzige österreichische Universität bei erteilten Patenten inmitten der Unternehmenslandschaft jeweils unter den Top Ten, ebenso beim INVENTUM für die Patente der Jahre 2014 und 2015. 2016 gewann ein Gemeinschaftsprojekt von TU Wien und BOKU den

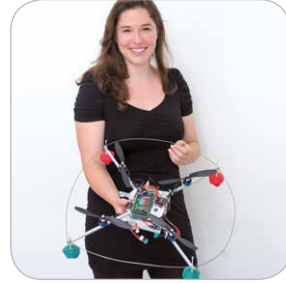
„Staatspreis Patent“. Patente sind als wichtige Assets für TUW-Spin-offs, aber auch als Marketing-Vorteil für Forscher\_innen bei Kooperationsvorhaben mit Unternehmen zu betrachten.

Diese Erfolge zeigen, dass die TU Wien entlang der Wertschöpfungskette von der Grundlagenforschung über angewandte Forschung in der Translation bis hin zur Anwendung einen herausragenden Beitrag zu Innovationen leistet. Die TU Wien definiert sich über die Exzellenz ihrer Forscherinnen und Forscher in den Kompetenzgebieten der TU-Forschungsschwerpunkte: Damit sind die allerbesten Voraussetzungen für eine Fortsetzung der Erfolgsgeschichte TU Wien gegeben.

Johannes Fröhlich



Research strategy  
Forschungsstrategie



# Five Research Focal Areas Fünf Forschungsschwerpunkte

*TU Wien is Austria's largest technical and scientific university. It sees itself primarily as a research institution. As a university of technology, TU Wien covers a wide spectrum – from abstract pure research and the fundamental principles of science, to applied technological research and partnership with industry. Theory and application are not opposites for TU Wien – linking both areas adds value to both research and teaching.*

*Science is not limited by national borders. TU Wien is part of an international network and benefits from numerous collaborative ventures with partner establishments worldwide and competes with the leading experts on the planet. An international reputation for research is achieved only by concentrating capabilities and focussing on particular fields. TU Wien has therefore selected five research focal areas:*

- Computational Science and Engineering
- Quantum Physics and Quantum Technologies
- Materials and Matter
- Information and Communication Technology
- Energy and Environment

*All these research focal areas are interdisciplinary; this encourages networking amongst the various research groups from TU Wien and working together to achieve even greater international recognition.*

*Naturally, it is impossible to be completely rigid in the setting of such focal areas. There will always be individual research projects that at first sight do not fit neatly within one of the five research focal areas. The rectorate of TU Wien is committed to continuing support of other research fields – overly rigid control could inhibit creativity and innovation and would also contravene the freedom of research as protected by law.*

*Some of the scientific fields that go beyond the research focal areas of TU Wien were specifically considered as the "Additional Fields of Research" within the TU Wien research strategy including the development of the arts that play an important role in the Faculty of Architecture and Planning, town planning, research into basic mathematics and mathematical methods in economics.*

Computational Science and Engineering	Quantum Physics and Quantum Technologies	Materials and Matter	Information and Communication Technology	Energy and Environment	Additional Fields of Research
Computational Materials Science	Photonics	Surfaces and Interfaces	Logic and Computation	Energy Active Buildings, Settlements and Spatial Infrastructures	Development and Advancement of the Architectural Arts
Computational Fluid Dynamics	Quantum Metrology and Precision Measurements	Materials Characterization	Computer Engineering and Software-intensive Systems	Sustainable and Low Emission Mobility	Urban and Regional Transformation
Computational System Design	Quantum Modeling and Simulation	Metallic Materials	Automation and Robotics	Climate Neutral, Renewable and Conventional Energy Supply Systems	Fundamental Mathematics Research
Mathematical and Algorithmic Foundations	Nanoelectronics	Non-metallic Materials	Information Systems Engineering	Environmental Monitoring and Climate Adaptation	Mathematical Methods in Economics
Computer Science Foundations	Design and Engineering of Quantum Systems	Composite Materials	Visual Computing and Human-Centered Technology	Efficient Utilisation of Material Resources	
Modeling and Simulation	Quantum Many-body Systems Physics	Biological and Bioactive Materials	Digital Transformation in Manufacturing	Sustainable Production and Technologies	
		Special and Engineering Materials	Telecommunication		
		Structure-Property-Relationship	Sensor Systems		

Die Forschungsmatrix der TU Wien  
[The TU Wien research matrix](#)

Die Technische Universität Wien ist die größte technisch-naturwissenschaftliche Universität Österreichs. Sie versteht sich in erster Linie als Forschungsinstitution. Als technische Universität deckt die TU Wien ein breites Spektrum ab – von der abstrakten Grundlagenforschung und den fundamentalen Pfeilern der Wissenschaft bis hin zur angewandten technologischen Forschung und Kooperationen mit der Industrie. Theorie und Anwendung sind an der TU Wien kein Gegensatz – durch die Verknüpfung beider Seiten entsteht ein Mehrwert in Forschung und Lehre.

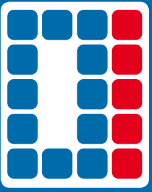
Wissenschaft kennt keine Staatsgrenzen. Die TU Wien ist international vernetzt, profitiert von zahlreichen Kooperationen mit Partnereinrichtungen auf der ganzen Welt und steht im Wettbewerb mit den klügsten Köpfen auf unserem Planeten. Internationale Strahlkraft kann man in der Forschung nur erreichen, wenn man seine Fähigkeiten bündelt und in bestimmten Gebieten fokussiert. Die TU Wien hat daher fünf strategische Forschungsschwerpunkte ausgewählt:

- Computational Science and Engineering (Computerbasierte Wissenschaften)
- Quantum Physics and Quantum Technologies (Quantenphysik und Quanten-Technologien)
- Materials and Matter (Materialwissenschaften)

- Information and Communication Technology (Informations- und Kommunikationstechnologie)
- Energy and Environment (Energie + Umwelt)

Alle diese Forschungsschwerpunkte sind interdisziplinär angelegt: Forschungsgruppen aus unterschiedlichen Instituten und Fakultäten der TU Wien werden dadurch motiviert, sich zu vernetzen und gemeinsam eine noch höhere internationale Sichtbarkeit zu erreichen. Freilich kann eine solche Schwerpunktsetzung nicht rigide verordnet werden: Es wird immer einzelne Forschungsprojekte geben, die auf den ersten Blick nicht ins Zentrum eines der fünf Schwerpunkte fallen. Die Leitung der TU Wien bekennt sich dazu, weiterhin auch diese Forschungsfelder zu unterstützen – eine allzu strikte Steuerung könnte Kreativität und Innovationskraft hemmen und würde auch der gesetzlich verankerten Freiheit der Forschung widersprechen.

Einige der über die Forschungsschwerpunkte der TU Wien hinausgehenden Wissenschaftsgebiete wurden in der Forschungsstrategie der TU Wien explizit als „Additional Fields of Research“ verankert: Dazu gehört die Entwicklung der Künste, die an der Fakultät für Architektur und Raumplanung eine wichtige Rolle spielt, die Stadtplanung, die Forschung in der fundamentalen Mathematik und die mathematischen Methoden in der Ökonomie.



Research Focal Area

Forschungsschwerpunkt

COMPUTATIONAL SCIENCE AND ENGINEERING

Computational Materials Science  
Computational Fluid Dynamics  
Computational System Design  
Mathematical and Algorithmic Foundations  
Computer Science Foundations  
Modeling and Simulation

# Computer Technology for a Knowledge-based Society

*Along with experimentation and mathematical calculations, computer simulations have become a third pillar of modern science. Many research questions are now so complicated that they can only be answered with time-consuming numerical calculations. For several years, the computer science services provided by TU Wien have won widespread international acclaim.*

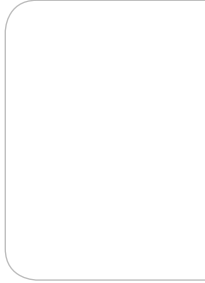
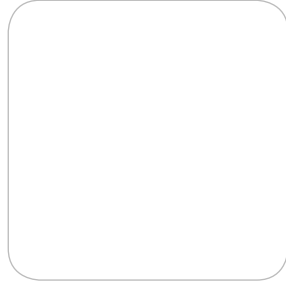
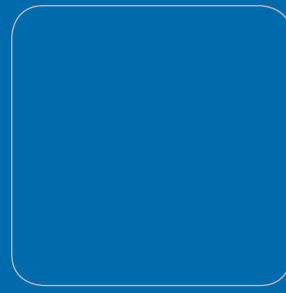
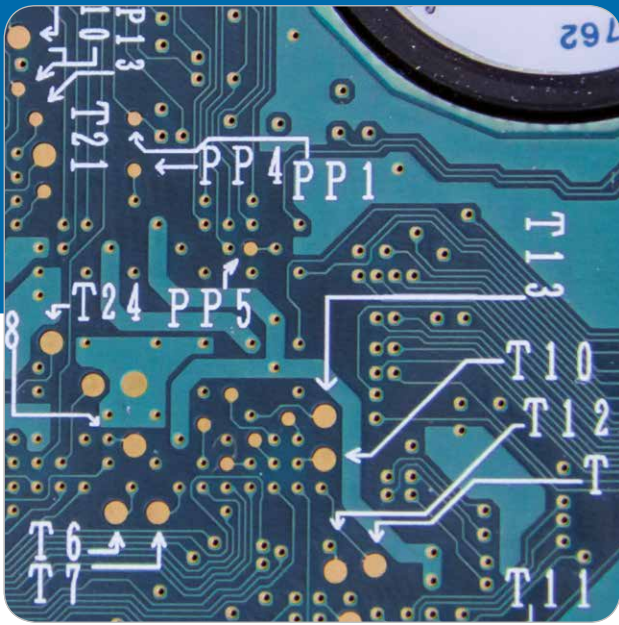
## **Faster, better, more accurate**

*TU Wien carries out research not only into the fundamentals of computer technology, but also into applications for specific scientific and technological questions. New mathematical methods are being developed to be able to solve a wide variety of computational tasks more efficiently. In information technology, established knowledge in the software and hardware fields is being used to extend the limits of the possible ever further. However, irrespective of how powerful modern parallel computers become, and how clever modern numerical methods are, for the increasing demands that science and technology place upon computers, only the best is good enough.*

*Whether it is in nuclear physics or construction analysis, in materials chemistry or fluid mechanics, every advance in computing power is used immediately to increase the accuracy and depth of detail of simulations and modeling calculations.*

*At TU Wien, a particularly powerful mainframe computer is available for numerical simulations: The Vienna Scientific Cluster (VSC) is operated at TU Wien and is used for a variety of research projects, in collaboration with other Austrian universities.*

*The computer supported material sciences are an example of the excellent research in this field. The cross-faculty cooperation centre "Computation of Materials" is one of the world's leading research centres for the quantum mechanical calculation of material properties. If the behaviour of the very smallest material components is understood, it is possible not only to answer fundamental scientific questions, but also to develop new materials for the industry.*



# Computertechnologien für die Wissensgesellschaft

Neben Experimenten und mathematischen Berechnungen sind Computersimulationen zu einer dritten großen Säule der modernen Wissenschaft geworden. Viele Forschungsfragen sind heute so komplex, dass sie nur mit aufwändigen numerischen Berechnungen beantwortet werden können. Seit Jahren stößt die TU Wien mit Leistungen aus der Computertechnologie auf große internationale Beachtung.

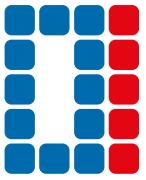
## Schneller, besser, genauer

An der TU Wien wird sowohl an den Fundamenten der Computertechnologie geforscht als auch an der Anwendung für konkrete naturwissenschaftliche und technologische Fragestellungen. Neue mathematische Methoden werden entwickelt, um umfangreiche Rechenaufgaben effizienter lösen zu können. In der Informatik werden durch fundiertes Wissen aus dem Software- und Hardwarebereich die Grenzen des Möglichen immer weiter hinausgeschoben. Doch egal wie leistungsfähig große, moderne Parallelrechner werden, egal wie intelligent neue numerische Methoden sind – für die ständig wachsenden Anforderungen, die Wissenschaft und Technik an Computer und ihre Rechenleistung stellen, ist das Beste immer nur gerade gut genug.

Ob in der Atomphysik oder der Baustatik, ob in der Materialchemie oder der Strömungslehre – jede Verbesserung der Rechenleistung wird sofort genutzt, um die Genauigkeit und Detailtiefe von Simulationen und Modellrechnungen zu erhöhen.

An der TU Wien steht ein ganz besonders leistungsfähiger Großrechner für numerische Simulationen zur Verfügung: Der Vienna Scientific Cluster (VSC) wird an der TU Wien betrieben und gemeinsam mit anderen österreichischen Universitäten für viele unterschiedliche Forschungsprojekte genutzt.

Ein Beispiel für die exzellente Forschung in diesem Bereich sind die computergestützten Materialwissenschaften. Das fakultätsübergreifende Kooperationszentrum „Computation of Materials“ gilt als eines der weltweit führenden Forschungszentren in der quantenmechanischen Berechnung von Materialeigenschaften. Wenn man das Verhalten der kleinsten Materiebausteine versteht, kann man nicht nur grundlegende naturwissenschaftliche Rätsel lösen, sondern auch neue Werkstoffe für die Industrie entwickeln.



Research Focal Area

Forschungsschwerpunkt

COMPUTATIONAL SCIENCE AND ENGINEERING



## Examples / Beispiele

### BREAKING BONES ON THE COMPUTER

*Computer simulations give an insight into the behaviour of complex materials.*

*Materials such as concrete, wood or bone are extremely complex. To be able to understand them, they must be investigated at different structural levels. At first sight, bone material looks uniform, but closer inspection reveals pores and small structures. If these structures are examined more closely, other sub-structures can be identified at a still smaller scale, right down to individual mineral grains and individual proteins.*

*At TU Wien, methods are developed to simulate these hierarchically structured materials on the computer. This enables their properties to be calculated, better understood and used in a technologically more targeted way.*



#### ERC GRANTS

*Research at TU Wien has been awarded a series of ERC Grants from the European Research Council.*

*Additional information: [tuwien.ac.at/erc](http://tuwien.ac.at/erc)*

### TU COMPUTER PROGRAM ACHIEVES WORLD SUCCESS

*Modern material science at an atomic level requires powerful calculation capacity – and intelligent computer programs, as developed at TU Wien*

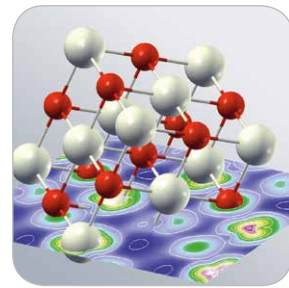
*Computer software is developed at TU Wien that can enable advances to be made in the atomic dimension – for example the "WIEN2k" program. This can be used to simulate many different crystals or surfaces and understand their chemical bonds. This is of great significance in modern materials science. At the computer stage it is possible to tailor materials such that they assume exactly the properties required.*

*The TU Wien computer codes are now used worldwide. To date, over 2.000 software licences have been issued for "WIEN2k", which clearly shows the high regard in which TU Wien developed products are held throughout the world.*



*The Vienna Computational Materials Laboratory – a Special Research Program of the Austrian Science Fund FWF  
[www.sfb-vicom.at](http://www.sfb-vicom.at)*

Elektronendichte in Kristallen –  
berechnet mit WIEN2k  
*Electron density in crystals –  
calculated with WIEN2k*



Mit Computerberechnungen  
wird die Festigkeit von  
biologischen Materialien  
erforscht. Dafür ging ein  
ERC Grant an die TU Wien.

*Computer calculations are  
used to research the strength  
of biological materials. This  
TU Wien research project  
was awarded an ERC Grant.*

## KNOCHEN BRECHEN AM COMPUTER

Computersimulationen geben Einblicke in das Verhalten komplizierter Materialien.

Materialien wie Beton, Holz oder Knochen sind höchst kompliziert: Um sie verstehen zu können, muss man sie auf unterschiedlichen Größenskalen untersuchen. Auf den ersten Blick wirkt Knochenmaterial zwar gleichmäßig homogen, doch bei näherer Betrachtung erkennt man Poren und kleine Strukturen. Sieht man sich diese Strukturen näher an, erkennt man wieder andere Unterstrukturen auf noch kleinerer Skala – bis hinunter zu einzelnen Mineralienkörnchen und den einzelnen Proteinen.

An der TU Wien werden Methoden entwickelt, diese komplizierten hierarchisch strukturierten Materialien am Computer zu simulieren. Dadurch kann man ihre Eigenschaften berechnen, sie besser verstehen und technologisch gezielter nutzen.



**ERC GRANTS**  
Die Forschung der TU Wien wurde mit einer Reihe von ERC Grants des European Research Council ausgezeichnet.  
Mehr dazu: [tuwien.ac.at/erc](http://tuwien.ac.at/erc)

## TU-COMPUTERPROGRAMM WIRD ZUM WELTERFOLG

Moderne Materialwissenschaft auf atomarer Ebene braucht gewaltige Rechenkapazität – und kluge Computerprogramme, wie sie an der TU Wien entwickelt werden.

An der TU Wien wird Computersoftware entwickelt, mit der man in der Materialforschung in atomare Dimensionen vordringen kann – etwa das Programm „WIEN2k“. Damit kann man verschiedenste Kristalle oder Oberflächen simulieren und deren chemische Bindungen verstehen. Für die moderne Materialwissenschaft ist das von großer Bedeutung. So kann man bereits am Computer Materialien so maßschneidern, dass sie genau die gewünschten Eigenschaften annehmen. Die Computercodes der TU Wien werden heute weltweit verwendet, für „WIEN2k“ wurden mittlerweile über 2.000 Softwarelizenzen vergeben – das zeigt deutlich, welche Wertschätzung dem an der TU Wien entwickelten Produkt weltweit entgegengebracht wird.



Das Vienna Computational Materials Laboratory – ein Spezialforschungsbereich des FWF  
[www.sfb-vicom.at](http://www.sfb-vicom.at)



Photonics

Quantum Metrology and Precision Measurements

Quantum Modeling and Simulation

Nanoelectronics

Design and Engineering of Quantum Systems

Quantum Many-body Systems Physics

# Using the Quantum World for Technology

*It is seldom understood just how deeply quantum technology is rooted in our everyday lives today. Microchips control our electronic devices, laser beams are used for information transfer and high-tech sensors make our lives safer. What was a few decades ago still fundamental academic research is now the basis of whole branches of industry.*

*Modern electrical engineering uses many aspects of quantum theory. Micro-electronic components are developed with knowledge gained from quantum research. Novel light sources are produced at TU Wien, such as special lasers in the terahertz range, that previously were barely technically achievable, or quantum cascade lasers that can be used for versatile sensor systems. Ultra-short laser pulses are opening up brand new possibilities for the investigation of the world of atoms and molecules.*

*Quantum research is also now essential for chemistry. Especially in the field of materials chemistry, quantum physics and chemistry are often merged seamlessly with each other.*

## *From the basics to quantum technology*

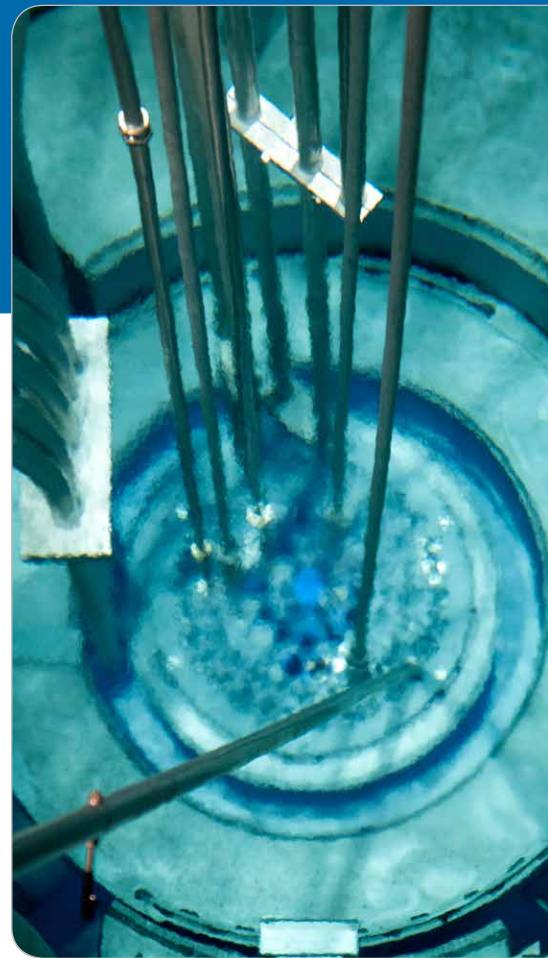
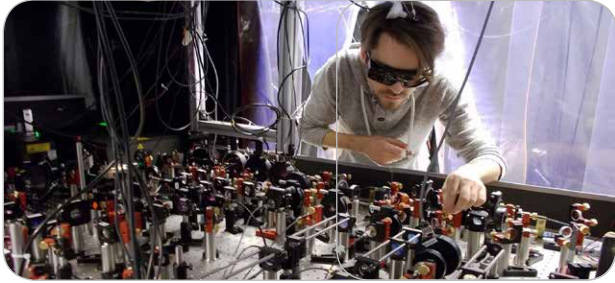
*With spectacular scientific success in the field of quantum research, TU Wien continues to attract international acclaim. Atom chips enable deeper insight into atomic physics. A better understanding of quantum interference and quantum decoherence opens the door to possible new applications. Perhaps quantum information technology and quantum computers will one day be just as common as microchips and lasers.*

*Without a solid theoretical basis, further development of quantum technology is not possible. In theoretical and numerical quantum research, the achievements of TU Wien extend from computer analysis of experimental results, through large quantum theoretical computer simulations that have for a long time been essential for solid state physics, to the most fundamental and abstract questions that modern science has to pose, from areas such as quantum field theory, string theory or quantum gravity.*



Der TRIGA Mark-II-Forschungsreaktor am Atominstitut ist unerlässlich für physikalische Grundlagenforschung, fundamentale Quantenphysik, sowie Forschung zu Medizin und Strahlenschutz. [tuwien.ac.at/triga](http://tuwien.ac.at/triga)

*The TRIGA Mark II research reactor at the Institute of Atomic and Subatomic Physics is crucial for fundamental physical research, quantum physics as well as research in the area of medicine and radiation protection. [tuwien.ac.at/triga](http://tuwien.ac.at/triga)*



# Die Quantenwelt technisch nutzen

Wie fest die Quantentechnologie heute bereits in unserem Alltag verwurzelt ist, wird uns oft kaum bewusst: Mikrochips steuern unsere elektronischen Geräte, Laserstrahlen dienen zur Informationsübertragung, High-Tech-Sensoren machen unser Leben sicherer. Was vor einigen Jahrzehnten noch akademische Grundlagenforschung war, ist heute die Basis ganzer Industriezweige.

Die moderne Elektrotechnik nutzt viele Aspekte der Quantentheorie. Mikroelektronische Bauteile werden mit Erkenntnissen der Quantenforschung weiterentwickelt. Neuartige Lichtquellen werden an der TU Wien hergestellt – etwa spezielle Laser im Terahertz-Bereich, der bisher technologisch kaum zugänglich war, oder Quanten-Kaskaden-Laser, die man für vielseitige Sensorsysteme einsetzen kann. Ultrakurze Laserpulse eröffnen ganz neue Möglichkeiten, die Welt der Atome und Moleküle zu untersuchen.

Auch für die Chemie ist fundierte Quantenforschung heute unerlässlich – gerade im Bereich der Materialchemie gehen Quantenphysik und Chemie oft nahtlos ineinander über.

## Von den Grundlagen zur Quanten-Technologie

Mit spektakulären wissenschaftlichen Erfolgen im Bereich der Quantenforschung sorgt die TU Wien immer wieder für internationales Aufsehen. Atom-Chips ermöglichen tiefere Einblicke in die Atomphysik. Ein besseres Verständnis von Quanten-Interferenz und Quanten-Dekohärenz öffnet die Türen zu möglichen neuen Anwendungen: Vielleicht werden Quanten-Informationstechnologie und Quanten-Computer eines Tages ebenso alltäglich sein wie Mikrochips und Laser.

Ohne eine solide theoretische Basis ist eine Weiterentwicklung der Quantentechnologie nicht möglich. In der theoretischen und numerischen Quantenforschung reichen die Leistungen der TU Wien von der rechnerischen Analyse von experimentellen Ergebnissen über große quantentheoretische Computersimulationen, wie sie etwa in der Festkörperphysik längst unverzichtbar geworden sind, bis hin zu den fundamentalsten, abstraktesten Fragestellungen, die unsere moderne Naturwissenschaft zu bieten hat – etwa aus dem Bereich der Quantenfeldtheorie, der Stringtheorie oder der Quantengravitation.



Research Focal Area

Forschungsschwerpunkt

QUANTUM PHYSICS AND QUANTUM TECHNOLOGIES

## Examples / Beispiele

### QUANTUM EFFECTS IN SUPER SLOW MOTION

*Using laser pulses, shorter and shorter time periods can be observed. This enables a completely new insight into the physics of atoms and molecules.*

*Have you ever tried to photograph a passing dragonfly? Fast movements or rapid processes are difficult to observe. This particularly applies to processes in the quantum world. The time scale on which atomic processes take place is so small that it is almost beyond human comprehension. Nevertheless, by making use of ultra-short laser pulses, it is now possible to observe the time evolution of quantum processes. Highly successful research has been carried out at TU Wien into this matter.*

#### **Attoseconds: The beat of the quantum dance**

*Electrons are torn from atoms, molecules break apart – such quantum phenomena, that take place on an ultra-short time scale can be investigated by firing ultra-short laser pulses at individual atoms or molecules.*

*Now, laser pulses can be generated with a duration of the order of attoseconds. An attosecond is one billionth of a billionth of a second, therefore  $10^{-18}$  seconds. Compared with time scales that we deal with from day to day, this is unimaginably short. An attosecond is to one second what a second is to more than twice the age of the universe.*

#### **SPECIAL RESEARCH PROGRAMS**

*Quantum research at TU Wien is also sponsored through Special Research Programs (SFB – Spezialforschungsbereiche) of the Austrian Science Fund FWF, such as "IR-ON" (Nano structures for Infra Red Photonics), "Next Lite" (Next Generation Light Synthesis and Interaction) or "FoQuS" (Foundations and Applications of Quantum Science).*



*A complete listing of TU participation in Special Research Programs of the FWF (Austrian Science Fund) can be found at [tuwien.ac.at/sfb](http://tuwien.ac.at/sfb)*

### VIENNA – A QUANTUM CAPITAL

#### **Quantum physics as future technology**

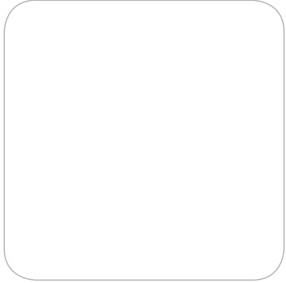
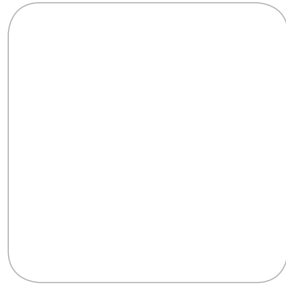
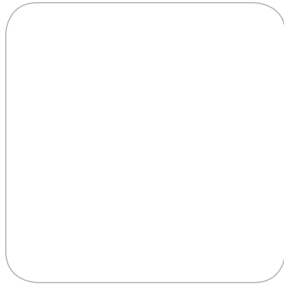
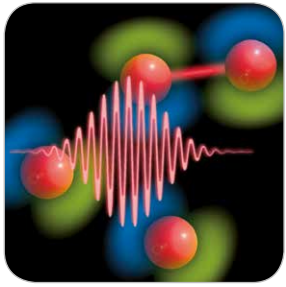
*Just short of a century ago, the Viennese-born Erwin Schrödinger was investigating the remarkable physics of tiny particles. Back then, it was a matter of beginning to understand quantum systems for the first time and to develop a mathematical description. Today the objective is to control and monitor quantum systems and to use quantum technology.*

*In Vienna, there are many highly regarded research groups from the field of quantum information and quantum technology. As a result, in 2010 the "Vienna Center of Quantum Science and Technology" (VCQ) was established by the University of Vienna, TU Wien and the Austrian Academy of Sciences.*

*Quantum research at TU Wien is highly regarded, as born out by several ERC Grants and important awards (such as EURYI, Wittgenstein- and START-prizes). A combination of quantum optics, atomic physics, solid state physics and nanotechnology opens the door to new quantum technologies. Using special atom chips, atom clouds can be precisely monitored and the behaviour of extremely cold Bose-Einstein condensates can be studied. Nano mechanical devices enable quantum characteristics to be transported between different systems. Ultra-thin glass fibres enable the manipulation and detection of individual atoms, molecules and photons. Quantum metrology enables measurements with previously unachievable precision, for instance by developing new nuclear clocks.*



*The Vienna Center of Quantum Science and Technology:  
[vcq.quantum.at](http://vcq.quantum.at)*



Mit ultrakurzen Laserpulsen wird das Verhalten von Atomen erforscht.  
*Ultra short laser pulses are used to study the behaviour of atoms.*



## QUANTENEFFEKTE IN SUPER-ZEITLUPE

Mit Hilfe von Laserpulsen lassen sich immer kürzere Zeiträume auflösen. Dadurch eröffnen sich ganz neue Einblicke in die Physik der Atome und Moleküle.

Haben Sie schon einmal versucht, eine vorbeifliegende Libelle zu fotografieren? Schnelle Bewegungen oder rasche Prozesse sind schwer zu beobachten. Ganz besonders trifft das auf Vorgänge in der Quanten-Welt zu: Die Zeitskala, auf der atomare Prozesse ablaufen, ist so kurz, dass sie mit unserer menschlichen Vorstellung kaum fassbar ist. Trotzdem gelingt es heute mit Hilfe ultrakurzer Laserpulse, den zeitlichen Ablauf von Quantenprozessen zu beobachten. An der TU Wien wird daran höchst erfolgreich geforscht.

### Attosekunden: Der Takt, in dem die Quanten tanzen

Elektronen, die aus dem Atom herausgerissen werden, oder Moleküle, die auseinanderbrechen: Quantenphänomene, die auf ultrakurzen Zeitskalen stattfinden, lassen sich untersuchen, indem man ultrakurze Laserpulse auf einzelne Atome oder Moleküle abfeuert.

Mittlerweile lassen sich Laserpulse in der Größenordnung von Attosekunden herstellen. Eine Attosekunde ist ein Milliardstel eines Milliardstels einer Sekunde, also  $10^{-18}$  Sekunden. Verglichen mit den Zeitskalen, mit denen wir im täglichen Leben zu tun haben, ist das unvorstellbar kurz: Eine Attosekunde verhält sich zu einer Sekunde etwa so wie eine Sekunde zum doppelten Alter des Universums.

### SPEZIALFORSCHUNGSBEREICHE

Die Quantenforschung an der TU Wien wird auch durch Spezialforschungsbereiche (SFB) des österreichischen Wissenschaftsfonds FWF gefördert – etwa „Next Lite“ (Next Generation Light Synthesis and Interaction) oder „FoQuS“ (Foundations and Applications of Quantum Science).



Eine vollständige Auflistung der TU-Beteiligungen an Spezialforschungsbereichen des FWF finden Sie unter [tuwien.ac.at/sfb](http://tuwien.ac.at/sfb)

## WIEN IST QUANTEN- HAUPTSTADT

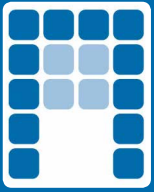
### Quantenphysik als Zukunfts-Technologie

Als der gebürtige Wiener Erwin Schrödinger vor knapp hundert Jahren über die merkwürdige Physik der winzig kleinen Dinge nachdachte, ging es darum, Quantensysteme erstmals zu verstehen und mathematisch zu beschreiben. Heute besteht das Ziel darin, Quantensysteme bewusst zu steuern, zu kontrollieren und technologisch zu nutzen.

In Wien gibt es eine ganze Reihe hochangesehener Forschungsgruppen aus dem Bereich der Quanteninformation und Quantentechnologie. Daher wurde 2010 von der Universität Wien, der TU Wien und der Österreichischen Akademie der Wissenschaften das „Vienna Center of Quantum Science and Technology“ (VCQ) gegründet. Die Quanten-Forschung an der TU Wien ist höchst angesehen, wie mehrere ERC Grants und wichtige Auszeichnungen (etwa EURYL, Wittgenstein- und START-Preise) beweisen. Eine Verbindung von Quantenoptik, Atomphysik, Festkörperphysik und Nanotechnologie öffnet den Weg zu neuen Quantentechnologien: Mit speziellen Atomchips können Atomwolken präzise kontrolliert werden. So kann man das Verhalten von extrem kalten Bose-Einstein-Kondensaten studieren. Nano-mechanische Systeme erlauben es, Quanteneigenschaften zwischen verschiedenen Systemen zu transportieren. Ultradünne Glasfasern ermöglichen die Manipulation und Detektion von einzelnen Atomen, Molekülen und Photonen. Quanten-Metrologie ermöglicht Messungen von bisher unerreichter Präzision, etwa durch die Entwicklung neuer nuklearer Atomuhren.



Das Vienna Center of Quantum Science and Technology:  
[vcq.quantum.at](http://vcq.quantum.at)



Research Focal Area

Forschungsschwerpunkt

MATERIALS AND MATTER

Surfaces and Interfaces  
Materials Characterization  
Metallic Materials  
Non-metallic Materials  
Composite Materials  
Biological and Bioactive Materials  
Special and Engineering Materials  
Structure-Property-Relationship

# Understanding the Properties of Materials

*Stone Age, Bronze Age, Iron Age – we name entire historical eras after these materials whose use became widespread at the time. Which materials will define our lives in the future? TU Wien is achieving important pioneering work in many different research projects in the search for the materials of tomorrow.*

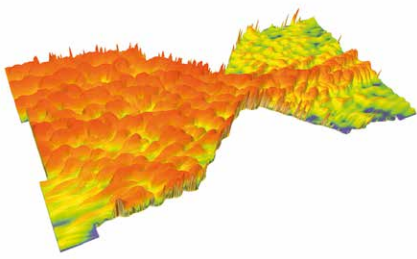
*Material science is a particularly interdisciplinary field. Many research questions can only be answered if people from different scientific fields work together. At TU Wien there are highly successful cross-faculty research projects, for example the work on metal oxides, which is mostly carried out between the Faculties of Physics and Technical Chemistry, or the light controlled production of micro-structures, in which research teams from mechanical engineering and chemistry are collaborating.*

## **Large and small**

*Material research is carried out on vastly different length scales. It is just as involved with the atomic properties of new types of nanostructures as it is with the strength of new building materials or special metals for cars or aircrafts. Sometimes it is also essential to combine the microscopic and the macroscopic world in one research project. Macroscopic material properties can be explained at the micro level.*

*Completely new and exotic material properties promise exciting technological applications. Even today, the phenomenon of superconductivity is still presenting us with unresolved questions and fascinating new electromagnetic material properties play an important role in micro-electronics. In such fundamental research fields, material research is closely related to the research focal area of "Quantum Physics and Quantum Technologies" and "Computational Science and Engineering".*

*Many of the best materials have already been discovered by nature. Biomimetics, the imitation of ideas from nature for technological applications, plays an important role in material research. Micro structures on the skin of sharks optimise their hydrodynamic properties. Trees grow to a height of dozens of metres because their wood provides them with remarkable stability. If we understand nature's tricks, we can copy them and ultimately extend their technological use way beyond the examples from nature.*



Eine Elektronenwelle in Graphen  
*Electron waves in graphene*

Der „Vienna Scientific Cluster“ (VSC) ist ein High-Performance-Computer (HPC) und mit bis zu 600 TFlops Rechenleistung Österreichs leistungsfähigster Großrechner. Die unterstützten wissenschaftlichen Themen sind vielfältig und ziehen sich quer durch die TU-Forschungsschwerpunkte. [vsc.ac.at](http://vsc.ac.at)

*The „Vienna Scientific Cluster“ (VSC) is a High-Performance-Computer (HPC), operating with up to 600 TFlops Austria's highest performance mainframe computer. The scientific subjects for which the VSC is used are extremely varied and are represented throughout all of TU Wien's research focal areas.* [vsc.ac.at](http://vsc.ac.at)



# Die Eigenschaften von Materialien verstehen

Steinzeit, Bronzezeit, Eisenzeit – ganze historische Epochen benennen wir nach den Materialien, die damals verarbeitet wurden. Welche Materialien werden in Zukunft unser Leben bestimmen? Die TU Wien leistet in vielen ganz unterschiedlichen Forschungsprojekten wichtige Pionierarbeit auf der Suche nach den Materialien von morgen.

Materialwissenschaft ist ein ganz besonders interdisziplinäres Gebiet. Manche Forschungsfragen lassen sich nur dann beantworten, wenn unterschiedliche Fachrichtungen zusammenarbeiten. An der TU Wien gibt es höchst erfolgreiche fakultätsübergreifende Forschungsprojekte: Etwa die Arbeit an Metalloxiden, im Grenzbereich zwischen Physik und Chemie, oder die lichtgesteuerte Herstellung von Mikrostrukturen, an denen Forschungsteams aus Maschinenbau und Chemie beteiligt sind.

## Das Große und das Kleine

Materialforschung wird auf ganz unterschiedlichen Größenskalen betrieben: Sie beschäftigt sich mit den atomaren Eigenschaften neuartiger Nanostrukturen genauso wie mit der Festigkeit neuer Baumaterialien oder speziellen Metallen für Autos oder Flugzeuge. Manchmal ist es auch unerlässlich, die mikroskopische und die makroskopische Welt in einem

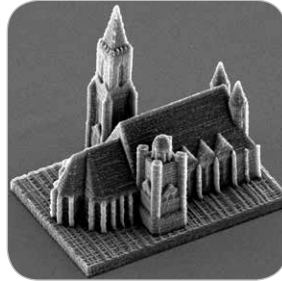
Forschungsprojekt zu vereinen. Makroskopische Materialeigenschaften lassen sich auf Mikro-Ebene erklären.

Ganz neue, exotische Materialeigenschaften versprechen spannende technologische Anwendungen. Das Phänomen der Supraleitung stellt uns bis heute vor ungelöste Fragen. Faszinierende neue elektromagnetische Materialeigenschaften spielen eine wichtige Rolle in der Mikroelektronik. In solchen besonders grundlegenden Forschungsgebieten hängt die Materialforschung eng mit den Forschungsschwerpunkten „Quantum Physics and Quantum Technologies“ sowie „Computational Science and Engineering“ zusammen.

Viele der besten Materialien hat die Natur bereits erfunden. Biomimetik, das Nachahmen von Ideen aus der Natur für technologische Anwendungen, spielt gerade in der Materialforschung eine wichtige Rolle. Mikrostrukturen auf der Haut von Haifischen optimieren ihre hydrodynamischen Eigenschaften. Bäume wachsen dutzende Meter in den Himmel, weil ihr Holz ihnen bemerkenswerte Stabilität verleiht. Wenn wir die Tricks der Natur verstehen, können wir sie nachahmen und schließlich in der technologischen Nutzung noch weit über die natürlichen Vorbilder hinausgehen.



## Research Focal Area Forschungsschwerpunkt MATERIALS AND MATTER



Wiener Stephansdom mit  
ca. 50  $\mu\text{m}$  Länge  
St. Stephen's Cathedral with  
a length of 50  $\mu\text{m}$



Die TU Wien ist ein starker Partner für die Industrie – das zeigt sich auch an der hohen Anzahl an Beteiligungen am COMET-Programm der FFG. Der Forschungsschwerpunkt „Materials and Matter“ spielt dabei eine wichtige Rolle.  
[tuwien.ac.at/comet](http://tuwien.ac.at/comet)

The TU Wien is a strong partner for the industry. This is demonstrated by the large number of participations in the COMET-Programme of the FFG. The research focal area "materials and matter" plays an important role in these cooperations. [tuwien.ac.at/comet](http://tuwien.ac.at/comet)

## Examples / Beispiele

### UP TO THE SURFACE AND MUCH, MUCH FURTHER

*Surfaces are much more difficult to understand than the inside of solid bodies. This is what makes them such a promising area of research.*

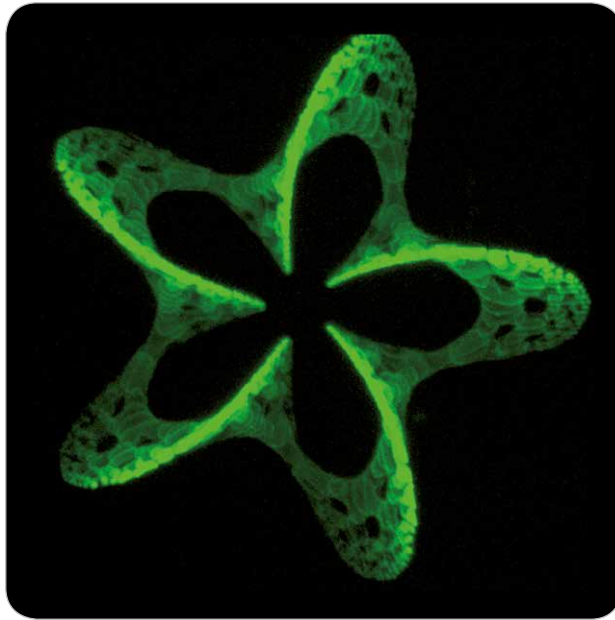
*The world as we perceive it is a world of surfaces. We see the shimmering brightness of metal, the half-transparent reflections on glass and the matt structure of plastic. The atomic and electronic structure of surfaces is responsible for many important effects. Nevertheless, we know much less about surfaces than we do about the interior of materials. Surfaces are more complex – there is still much more to be discovered about them. As part of the FOXSI (Functional Oxide Surfaces and Interfaces) cross-faculty Special Research Program, processes that take place on the surface of metallic oxides and metallic nanoparticles are being investigated at an atomic level at TU Wien. These processes can often also influence the interior of the material. There are many applications for this, for example in the manufacture of catalytic converters and fuel cells or in sensor systems.*

### 3D PRINTER WITH NANO-PRECISION

*Nano-precision and bio-materials: TU Wien is a world leader in 3D printing.*

*Today, 3D printers are playing an ever greater role in industry. Conventional printing methods have a significant disadvantage. Either one allows less precision and surface quality or one accepts materials that are not particularly firm or stable. The Additive Manufacturing Technologies research group at TU Wien has found a way, however, to fulfil both requirements at the same time.*

*TU Wien spans the gap between essential basic research – receiving awards such as an ERC Grant – and applied research. The fact that today 3D printing can be used industrially with success is shown by the TU spin-off company Lithoz GmbH, specialising in 3D printing of ceramic materials. A major topic for the future is 3D printing combined with bio-medical applications. On the one hand, bio-tolerable implants can be produced in this way and on the other hand living cells can be specifically embedded in a three-dimensional structure, in much the same way as it occurs in natural tissue. Furthermore, 3D printers for digital dental medicine are being developed in a Christian Doppler Laboratory.*



Wichtige Auszeichnungen unterstreichen die Bedeutung der Additive Manufacturing-Gruppen an der TU Wien – etwa der hochdotierte Houska-Preis 2013, ein Christian Doppler Labor oder auch ein ERC Grant. Damit soll Additive Manufacturing künftig etwa auch für die Biotechnologie eingesetzt werden. Im Bild: 3D-Muster, erzeugt durch Photografting (180 µm Breite). Grün fluoreszierende Moleküle werden in einem Hydrogel fixiert.

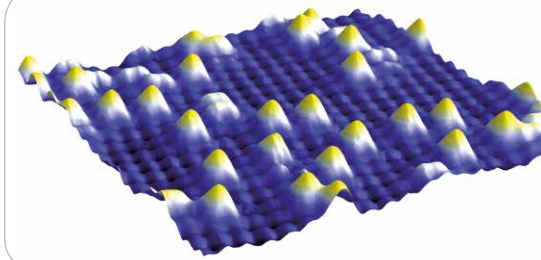
*Important awards underline the significance of the Additive Manufacturing Groups at TU Wien – such as the prestigious Houska Award 2013, a Christian Doppler Laboratory and, in addition, an ERC Grant, thanks to which Additive Manufacturing will now also be used for biotechnology. In the illustration: 3D sample, generated by photografting (180 µm width). Green fluorescent molecules are fixed in a hydrogel.*



Die Christian Doppler Forschungsgesellschaft fördert die Kooperation von Wissenschaft und Wirtschaft. Auflistung der Christian Doppler Laboratorien an der TU Wien: [tuwien.ac.at/cdlabs](http://tuwien.ac.at/cdlabs)

*The Christian Doppler Research Association promotes the cooperation between science and business. Listing of Christian Doppler Laboratories at the TU Wien: [tuwien.ac.at/cdlabs](http://tuwien.ac.at/cdlabs)*

Rastertunnelmikroskop-Bild einer Eisenoxid-Oberfläche mit einzelnen Goldatomen  
*Scanning Tunneling Microscope-Image of the iron-oxide surface – with gold atoms on top*



## BIS AN DIE OBERFLÄCHE UND NOCH VIEL, VIEL WEITER

Oberflächen sind viel schwieriger zu verstehen als das Innere von Festkörpern – und gerade das macht sie zum zukunftssträchtigen Forschungsgebiet.

Die Welt, die wir wahrnehmen, ist eine Welt der Oberflächen. Wir sehen den schimmernden Glanz von Metall, die halbtransparenten Reflexionen auf Glas, die matte Struktur von Kunststoff. Für viele wichtige Effekte ist die atomare und elektronische Struktur von Oberflächen verantwortlich – und trotzdem weiß man nach wie vor über Oberflächen weniger als über das Innere von Materialien. Oberflächen sind eben komplizierter – über sie gibt es noch viel Neues zu entdecken. Im Rahmen des fakultätsübergreifenden Spezialforschungsprogrammes FOXSI (Functional Oxide Surfaces and Interfaces) werden an der TU Wien auf atomarer Skala die Vorgänge untersucht, die sich auf der Oberfläche von Metalloxiden und Metall-Nanoteilchen abspielen und oft auch das Innere des Materials beeinflussen. Anwendungen dafür gibt es viele: Etwa bei der Herstellung von Katalysatoren, Brennstoffzellen oder in der Sensorik.

## 3D-DRUCKER MIT NANO-PRÄZISION

**Nanopräzision und Biomaterialien:** Die TU Wien ist international führend im 3D-Druck.

3D-Drucker spielen heute eine immer größere Rolle in der Industrie. Allerdings haben herkömmliche Druckmethoden einen ganz gewichtigen Nachteil: Entweder gibt man sich mit bescheidener Präzision und Oberflächenqualität zufrieden, oder man begnügt sich mit Materialien, die nicht besonders fest und stabil sind. Die Forschungsgruppe für Additive Manufacturing Technologies an der TU Wien hat jedoch einen Weg gefunden, beide Anforderungen gleichzeitig zu erfüllen. Die TU Wien spannt damit einen Bogen von der fundamentalen Grundlagenforschung – prämiert u.a. mit einem ERC Grant – zur angewandten Forschung. Dass der 3D-Druck mittlerweile mit großem Erfolg industriell eingesetzt werden kann, beweist das TU-Spin-off-Unternehmen Lithoz GmbH, das sich auf 3D-Druck mit keramischen Werkstoffen spezialisiert hat. Ein großes Zukunftsthema ist der 3D-Druck auch in Kombination mit biomedizinischen Anwendungen: Einerseits können so bioverträgliche Implantate produziert werden, andererseits werden lebende Zellen gezielt in einer dreidimensionalen Struktur eingebettet, ähnlich wie das in natürlichem Gewebe geschieht. Ein eigenes Christian Doppler Labor widmet sich der Aufgabe, 3D-Drucker für die digitale Zahnmedizin weiter zu entwickeln.



Research Focal Area

Forschungsschwerpunkt

INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY

Logic and Computation  
Computer Engineering and Software-intensive Systems  
Automation and Robotics  
Information Systems Engineering  
Visual Computing and Human-Centered Technology  
Digital Transformation in Manufacturing  
Telecommunication  
Sensor Systems

# Technology that Lets Us Talk to Each Other

*Which developments will future generations regard as the decisive achievements of our age? Information and communications technology will certainly feature amongst them. Electronic data processing, mobile communications and the internet have completely changed our lives and this revolution is still going on today.*

*TU Wien is extremely well equipped to make a significant contribution to this research focal area, which is of such great social and commercial significance. The focal area of "Information and Communications Technology" is of central interest to both the Faculty of Informatics and the Faculty of Electrical Engineering and IT faculty in particular. Whether in relation to mobile telephones or the internet, to fibre-optic cables or microchips – in many cases data transfer and data processing cannot be considered separately. Hardware and software must be drawn into the research together. Only a large research organisation like TU Wien can pursue these different topics together effectively.*

## *Data and ideas networks*

*The theoretical basis of this research field lies in formal logic. Several decades ago it was still a purely abstract basic research field. Today, it drives the software industry. Powerful computers and rapid data transfer are continuously opening up new fields for research. Telecommunications must keep pace with increasing demands. Computer networks and large parallel computers must be planned and operated efficiently. The internet is still bringing us new opportunities and confronting us with fresh challenges, such as data security. The working relationship between people and computers is constantly changing, and virtual realities and visualisation technologies are being developed.*

*It is routine today for our computers to be networked worldwide. TU Wien is investigating how these networks might become denser and more comprehensive. Automatically communicating cars should make street traffic safer. Networked buildings and equipment should save energy. An "Internet of Things" is emerging. The world is networking, we are networking with it.*



Virtuelle Realität,  
entwickelt an der TU Wien  
*Virtual reality,  
developed at TU Wien*



# Technik, die uns miteinander reden lässt

Welche Entwicklungen werden zukünftige Generationen als die entscheidenden Leistungen unserer Epoche betrachten? Mit Sicherheit wird die Informations- und Kommunikationstechnologie dazugehören. Elektronische Datenverarbeitung, mobile Kommunikation und das Internet haben unser Leben völlig verändert, und diese Revolution dauert noch immer an.

Die TU Wien ist bestens dafür gerüstet, wichtige Beiträge zu diesem gesellschaftlich und wirtschaftlich so bedeutenden Forschungsschwerpunkt zu liefern. Der Forschungsschwerpunkt „Informations- und Kommunikationstechnologie“ ist insbesondere an der Fakultät für Informatik sowie an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik verankert. Ob Mobiltelefon oder Internet, ob Glasfaserkabel oder Mikrochip – in vielen Fällen lassen sich Datenübertragung und Datenverarbeitung nicht strikt getrennt von einander betrachten. Hardware- und Softwareaspekte müssen gemeinsam in die Forschung einbezogen werden. Nur eine große Forschungseinrichtung wie die TU Wien kann diese unterschiedlichen Themen wirkungsvoll zusammenführen.

## Netze aus Daten und Ideen

Die theoretischen Fundamente dieses Forschungsbereichs liegen in der formalen Logik. Vor einigen Jahrzehnten war sie noch ein rein abstraktes Grundlagenforschungsgebiet, heute liefert sie entscheidende Impulse für die Softwareindustrie. Leistungsfähigere Computer und schnellere Datenübertragung eröffnen ständig neue Forschungsfelder: Die Telekommunikation muss mit den steigenden Anforderungen Schritt halten, Computernetzwerke und große Parallelrechner müssen effizient geplant und betrieben werden. Das Internet bringt uns nach wie vor neue Chancen, konfrontiert uns aber auch mit neuen Herausforderungen, etwa im Bereich der Datensicherheit. Die Zusammenarbeit zwischen Mensch und Computer wird neu überdacht, virtuelle Realitäten und zeitgemäße Visualisierungstechnologien werden erarbeitet.

Dass unsere Computer weltweit vernetzt sind, ist heute ganz selbstverständlich. Die TU Wien erforscht, wie diese Vernetzung in Zukunft noch umfassender und dichter wird: Automatisch kommunizierende Autos sollen den Straßenverkehr sicherer machen. Vernetzte Gebäude und Geräte sollen Energie sparen – ein „Internet of Things“ entsteht. Die Welt vernetzt sich, wir vernetzen uns mit ihr.



Research Focal Area

Forschungsschwerpunkt

INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY

## Examples / Beispiele

### TRANSMISSION FROM CAR TO CAR

*How can cars communicate with each other? In the future, cars should be able to exchange information automatically whilst on the move and thus increase traffic safety.*

*The fact that driving a car is becoming safer is due not least to electronic aids – from ABS to distance sensors or ice warning systems. The further this development progresses and the more information vehicles can obtain about their surroundings, the more useful will it be to share this information with other road users as well. For this purpose, reliable radio communication between cars is required in conjunction with the development of a completely new radio and ICT infrastructure to which the car passes information via roadside stations. If such data is statistically analysed, cars can be warned of hazards in good time, for example, before an icy patch round the next bend.*

*Since 2008, a radio frequency band has been reserved throughout Europe for intelligent traffic systems. Cooperation between vehicles should be made possible by reliable radio technology to make road traffic safer, cleaner and more efficient.*

### THE CENTRE FOR LOGIC AND ALGORITHMS AT TU WIEN

***More intelligent, more efficient and more flexible computer programs: TU Wien is an important international centre for logic in information technology.***

*Logic and algorithms are the scientific basis for countless future technologies in the field of information technology. How can human knowledge be represented in computer programs and data bases? How can computers work with incomplete or imprecise information? How can faults in computer programs be identified by other computer programs? To answer such questions, we need methods from modern logic. These are being developed and applied at TU Wien.*

*Over the past few years, TU Wien has become a globally recognised centre of excellence in this research field. Numerous awards and the introduction of international study courses are testament to the significance of this area of scientific focus at TU Wien. The "Vienna Center for Logic and Algorithms" (VCLA) is further reinforcing the leading position held by TU Wien in this field and has made it an international focal point for research into logic and algorithms.*



Vienna Center for Logic and Algorithms  
[www.vcla.at](http://www.vcla.at)



## FUNK VON AUTO ZU AUTO

Wie können Autos miteinander kommunizieren? In Zukunft sollen Autos während der Fahrt ganz automatisch Informationen austauschen und dadurch die Verkehrssicherheit erhöhen.

Dass Autofahren immer sicherer wird, liegt nicht zuletzt an elektronischen Hilfsmitteln – von ABS bis zu Abstandssensoren oder Glatteis-Warnsystemen. Je weiter diese Entwicklung fortschreitet und je mehr Informationen Fahrzeuge über ihre Umgebung aufnehmen, umso nützlicher wird es, diese Informationen auch mit anderen Fahrzeugen zu teilen.

Dafür sind verlässliche Funkverbindungen zwischen den Autos notwendig – in Verbindung mit dem Aufbau einer völlig neuen Funk- und IKT-Infrastruktur, an die das Auto über Stationen am Straßenrand Informationen weitergibt. Wenn solche Daten statistisch analysiert werden, können Autos vor Gefahren rechtzeitig gewarnt werden, etwa vor einer eisigen Stelle hinter der nächsten Kurve.

Bereits seit 2008 ist in ganz Europa ein Funk-Frequenzband im Mikrowellenbereich für intelligente Verkehrssysteme reserviert: Kooperation unter Fahrzeugen soll durch zuverlässige Funktechnologie ermöglicht werden, um den Straßenverkehr sicherer, sauberer und effizienter zu machen.

## DAS ZENTRUM FÜR LOGIK UND ALGORITHMEN AN DER TU WIEN

**Klügere, effizientere, flexiblere Computerprogramme:**  
Die TU Wien ist ein wichtiges internationales Zentrum für Logik in der Informatik.

Logik und Algorithmen sind die wissenschaftlichen Grundlagen für zahlreiche Zukunftstechnologien der Informatik: Wie kann menschliches Wissen in Computerprogrammen und Datenbanken dargestellt werden? Wie können Computer mit unvollständigen oder unpräzisen Angaben arbeiten? Wie können Fehler in Computerprogrammen von anderen Computerprogrammen erkannt werden? Für die Beantwortung solcher Fragen brauchen wir Methoden aus der modernen Logik – an der TU Wien werden sie entwickelt und angewandt.

In den vergangenen Jahren wurde die TU Wien zu einer weltweit anerkannten Exzellenzinstitution in diesem Forschungsgebiet. Zahlreiche Auszeichnungen und die Einführung internationaler Studiengänge belegen die Bedeutung dieses wissenschaftlichen Fokuspunktes an der TU Wien. Durch das „Vienna Center for Logic and Algorithms“ (VCLA) wird die hervorragende Position der TU Wien in diesem Bereich noch weiter ausgebaut und macht sie zu einem internationalen Brennpunkt der Forschung in Logik und Algorithmen.



Vienna Center for Logic and Algorithms  
[www.vcla.at](http://www.vcla.at)



Research Focal Area

Forschungsschwerpunkt

ENERGY AND ENVIRONMENT

Energy Active Buildings, Settlements and Spatial Infrastructures  
Sustainable and Low Emission Mobility  
Climate Neutral, Renewable and Conventional Energy Supply Systems  
Environmental Monitoring and Climate Adaption  
Efficient Utilisation of Material Resources  
Sustainable Production and Technologies

# Green Research

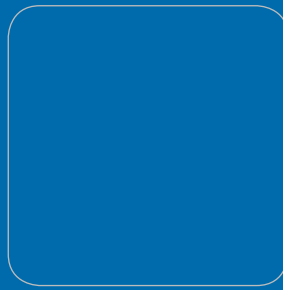
*How do we solve the challenges of energy supply? What does climate change mean for us? How do we make sensible use of our resources and how do we keep the air and water clean? Research questions from the "Energy and Environment" topics affect our lives directly. At the same time, this research focal area is the most interdisciplinary and most multi-faceted. All the faculties at TU Wien are participating in this research focal area. To encourage interdisciplinary collaboration, the "Energy and Environment" research centre was set up to collect, link and promote the existing research initiatives in house.*

*In the future we shall get our electricity from many different energy sources. TU Wien is providing valuable research ideas for this – from water power to solar energy. In the field of biomass recovery, TU Wien has enjoyed international recognition for years. The pilot plants in Güssing, developed with TU Wien know-how, have meanwhile achieved global recognition. Electricity generation is only the beginning. It is just as important to consider possibilities for saving and storing energy. Even the electricity supply grids will look different in the future. If our large power stations are to be replaced by small alternative electricity generators, then we need smart grid networks to cope with the situation. All these technical ideas must ultimately be considered against an economic and political background.*

## Technology for the environment

*Almost all aspects of our daily lives could be made more environmentally friendly and this begins right at home. TU Wien is involved with energy efficient construction, with new, environmentally friendly building materials and with environmentally friendly buildings technology. Sociological aspects should not go unconsidered either – right up to planning ideas for complete towns or regions. Sustainable production processes can save energy and raw materials. New ideas for mobility should reduce our consumption of fossil fuels.*

*How we handle our resources will be decisive for our future. Materials cycles must be closed. This also means not viewing waste as an unwanted burden, but as a valuable store of raw materials. TU Wien is working on environmental analysis methods, from the measurement of contaminants in the ground or in the air to satellite supported high water monitoring. The subject of water is of particular importance for TU Wien, with the maintenance of water purity being just as significant as hydro-engineering and flood protection.*



Von der Mobilität bis zum Energieverbrauch: „Energie + Umwelt“ verbindet viele verschiedene Themen.  
*From mobility to energy consumption: "Energy and Environment" combines many different topics.*



# Forschung in Grün

Wie lösen wir die Herausforderungen im System Energie? Was bedeutet der Klimawandel für uns? Wie gehen wir vernünftig mit unseren Ressourcen um, und wie halten wir Luft und Wasser sauber? Forschungsfragen aus dem Themenbereich Energie + Umwelt berühren unser Leben ganz direkt. Gleichzeitig ist dieser Forschungsschwerpunkt der wohl interdisziplinärste und vielfältigste: Alle Fakultäten der TU Wien sind an diesem Forschungsschwerpunkt beteiligt. Um die interdisziplinäre Zusammenarbeit zu fördern, wurde das Forschungszentrum „Energie + Umwelt“ eingerichtet, das die bestehenden Forschungsinitiativen im Haus gliedert, verknüpft und fördert.

In Zukunft werden wir unseren Strom aus vielen verschiedenen Energiequellen gewinnen. Die TU Wien liefert wertvolle Forschungsideen dafür – von Wasserkraft bis zur Solarenergie. Im Bereich der Biomasseverwertung sorgt die TU Wien seit Jahren für internationales Aufsehen. Die Versuchsanlagen in Güssing, entstanden mit Know-how der TU Wien, haben mittlerweile weltweiten Bekanntheitsgrad erlangt. Doch die Stromerzeugung ist erst der Anfang: Genauso wichtig ist es, über Energiesparmöglichkeiten und über Energiespeichermethoden nachzudenken. Auch die Stromnetze werden in Zukunft anders aussehen als heute. Wenn unsere großen Kraftwerke durch viele kleine alternative Stromerzeuger ersetzt werden sollen, dann brauchen wir smarte Netze, die damit umgehen können. All diese technischen Ideen

müssen letztlich auch in einem ökonomischen und politischen Kontext betrachtet werden.

## Technik für die Umwelt

Fast alle Aspekte unseres Lebens könnten wir noch umweltfreundlicher gestalten, das beginnt bereits beim Wohnen. Die TU Wien beschäftigt sich mit energieeffizientem Bauen, mit neuen, umweltfreundlichen Baustoffen und mit umweltfreundlicher Gebäudetechnologie. Auch soziologische Aspekte dürfen nicht außer Acht gelassen werden – bis hin zu Planungsideen für ganze Städte oder Länder. Nachhaltigere Produktionsprozesse und Technologien können uns helfen, Energie und Rohstoffe zu sparen. Neue Mobilitätsideen sollen unseren Bedarf an fossilen Brennstoffen reduzieren.

Entscheidend für unsere Zukunft ist, wie wir mit unseren Ressourcen umgehen. Stoffkreisläufe müssen geschlossen werden. Das bedeutet auch, Abfälle nicht als schädliche Last, sondern als wertvolles Rohstofflager zu sehen. Die TU Wien arbeitet an Umweltanalysemethoden, von der Messung von Schadstoffen im Boden oder in der Luft bis hin zum satellitengestützten Hochwasser-Monitoring. Dem Thema Wasser kommt an der TU Wien eine besondere Bedeutung zu: Die Reinhaltung des Wassers steht dabei genauso im Blickfeld wie Wasserbau und Schutz vor Überflutungen.



Research Focal Area

Forschungsschwerpunkt

ENERGY AND ENVIRONMENT

## Examples / Beispiele

### HOUSEHOLD AND CONSTRUCTION WASTE - THE RAW MATERIALS OF THE FUTURE?

*Demolished buildings or discarded consumables can be turned into valuable sources of raw materials.*

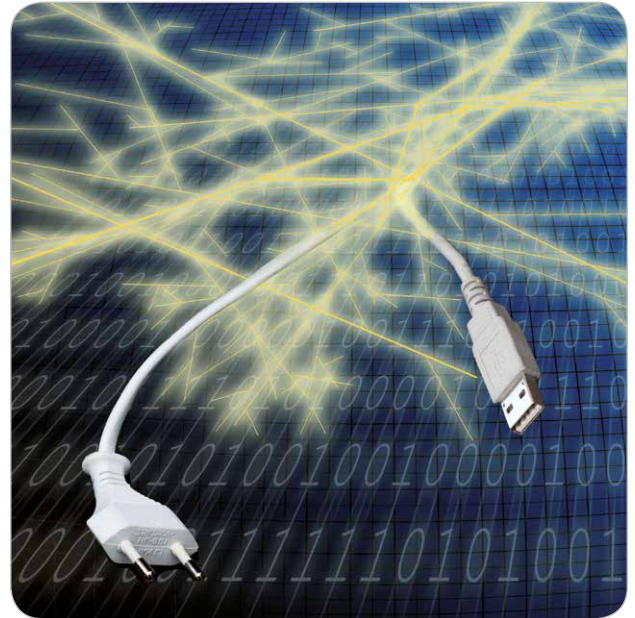
Generally, today's raw materials come from natural deposits. These natural reserves of quality metal ores or minerals are limited, however. In the future, recycling will therefore play an increasingly important role. Many of the materials that we use industrially are far too good to just be thrown away.

The TU Wien "Anthropogenic Resources" CD laboratory investigates how raw materials can be used that are already contained in consumer goods or the infrastructure. Methods are being developed to assess man-made secondary deposit sites, in much the same way as primary sources of raw materials are discovered, prospected and evaluated.



#### WHAT DOES THE FUTURE LOOK LIKE FOR EUROPEAN CITIES?

The interdisciplinary doctoral college EWARD – Energy and Resource Awareness in Urban and Regional Development takes up the current scientific and public debate on transformation processes of European cities such as resource demand (consumption) and supply (provision). For an overview of TU's doctoral courses and its participation in FWF doctoral programmes, visit [tuwien.ac.at/doktoratskollegs](http://tuwien.ac.at/doktoratskollegs)



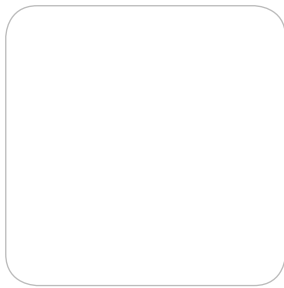
### SMART COMMUNITIES AND TECHNOLOGY (SMART CT)

*Technical ideas for a better community: new energy concepts, smart mobility, healthy living.*

A key research initiative at TU Wien has been named "Smart City" and refers to a resource-efficient and sustainable lifestyle and commercial approach, which embraces many different current developments that are intended to make our cities better, more sustainable and smarter in future. It ranges from well-conceived mobility systems and smart energy supply, through networked communication technology and efficient production, right up to responsible use of our resources. Smart construction technology and innovative spatial, urban and transport planning protect the environment, whilst new technical developments contribute to people's well-being and improve the quality of life in our cities. Interdisciplinary teaching and research is being done at all eight faculties to help this smart and attractive region ensure quality of life for its citizens in the long term. A strategic cooperation with the Wiener Stadtwerke is aimed at developing Vienna into a Smart City and sustaining that position, as well as supporting it as a scientific and commercial centre and promoting a powerful research and development environment for cities of the future.



Concentrated research in the Smart Community field  
[tuwien.ac.at/smartcity](http://tuwien.ac.at/smartcity)



Die TU Wien eröffnete 2014 das erste Plus-Energie-Bürohochhaus Österreichs. Durch wissenschaftlich begleitete, integrale Planung gelang es, ein extrem energiesparendes Bürogebäude zu entwickeln, das mehr Energie ins Netz einspeist als für Gebäudebetrieb und Nutzung benötigt wird.

*In 2014, TU Wien opened Austria's first "energy-plus" office tower. Many new scientific ideas were put into practice to create an extremely low-energy office building. It feeds more energy into the power grid than is required for operation and use of the building.*



## ABFÄLLE UND BAUSCHUTT – DIE ROHSTOFFE DER ZUKUNFT?

Abgerissene Gebäude oder weggeworfene Gebrauchsgegenstände können zu wertvollen Rohstofflieferanten werden.

Unsere Rohstoffe kommen heute meist aus natürlichen Lagerstätten – doch diese natürlichen Reserven wertvoller Metallerze oder Mineralien sind begrenzt. Recycling wird in der Zukunft daher eine wachsende Rolle spielen. Viele der Materialien, die wir heute abbauen und industriell verwenden, sind viel zu schade, um sie wegzuworfen.

Das CD-Labor „Anthropogene Ressourcen“ an der TU Wien untersucht, wie man Rohstoffe nutzen kann, die bereits in Konsumgütern oder Infrastruktur eingebaut sind. Man entwickelt Methoden, um anthropogene Sekundärlagerstätten zu beurteilen – ähnlich wie auch natürliche Primärrohstoffquellen entdeckt, erkundet und bewertet werden.

## SMART COMMUNITIES AND TECHNOLOGIES (SMART CT)

Technische Ideen für eine bessere Gemeinschaft: neue Energie-Konzepte, kluge Mobilität, gesundes Leben.

Ein Hauptaspekt der Forschung an der TU Wien liegt im Bereich der „Smart City“ – der Begriff basiert auf einem ressourcenschonenden und nachhaltigen Lebens- und Wirtschaftsstil und fasst viele verschiedene aktuelle Entwicklungen zusammen, die unsere Städte und Kommunen in Zukunft besser, nachhaltiger und schlauer machen sollen: Von durchdachter Mobilität und intelligenter Energieversorgung über vernetzte Kommunikationstechnologie und effiziente Produktion bis hin zu einem verantwortungsvollen Umgang mit unseren Ressourcen. Intelligente Gebäudetechnik und innovative Siedlungs-, Stadt- und Verkehrsplanung schonen die Umwelt, neue technische Errungenschaften unterstützen das Wohlergehen der Menschen und machen unsere Städte lebenswerter.

An allen acht Fakultäten der TU Wien wird interdisziplinär am Thema gelehrt und geforscht, damit die intelligente und lebenswerte Region die Lebensqualität der Bürgerinnen und Bürger langfristig sicherstellt. Eine strategische Kooperation mit den Wiener Stadtwerken hat zum Ziel, die Entwicklung und nachhaltige Positionierung Wiens als Smart City sowie als Wirtschafts- und Wissenschaftsstandort zu unterstützen und eine leistungsfähige Forschungs- und Entwicklungsumgebung für Städte der Zukunft voranzutreiben.



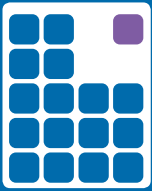
Gebündelte Forschung im Bereich Smart City  
[tuwien.ac.at/smartcity](http://tuwien.ac.at/smartcity)



### WIE SIEHT DIE ZUKUNFT EUROPÄISCHER STÄDTE AUS?

Das interdisziplinäre Doktoratskolleg EWARD – Energiebewusste Stadt- und Regionalentwicklung greift aktuelle wissenschaftliche und öffentliche Debatten zu Transformationsprozessen in europäischen Städten wie Ressourcennachfrage oder Versorgung auf.

Übersicht über die TU-Doktoratskollegs und TU-Beteiligung an Doktoratsprogrammen des FWF:  
[tuwien.ac.at/doktoratskollegs](http://tuwien.ac.at/doktoratskollegs)



## ADDITIONAL FIELDS OF RESEARCH



At TU Wien, Additional Fields are dedicated to significant and visible research fields in the areas of mathematics and architecture.

In the **"Development and Advancement of the Architectural Arts"** research field, TU Wien joins science and art together – essential for research and for teaching architecture.

A further research field of TU Wien is dedicated to **"Urban and Regional Transformation"**. The development of urban and regional spaces is liable to constant change and transformation processes, influenced by technological, social/cultural, economic and ecological developments and challenges.

**"Mathematical Methods in Economics"** is a field that it is impossible to imagine modern mathematics being without. Fields such as economy, econometrics, finance or insurance mathematics require complex mathematical tools.

**"Fundamental Mathematics Research"** deals with questions of pure mathematics that are generally not derived from specific technological applications, but from curiosity about basic mathematics itself. Scientific history reveals how often such apparently non-applicable fields have enabled industrial research, for example research in partial differential equations, for which the **"Vienna Center for Partial Differential Equations"** has been established together with the University of Vienna.

Additional Fields widmen sich an der TU Wien wichtigen und sichtbaren Forschungsfeldern im Bereich Mathematik und Architektur.

Im Forschungsfeld **„Development and Advancement of the Architectural Arts“** knüpft die TU Wien Verbindungen zwischen Wissenschaft und Kunst – unverzichtbar für Forschung und Lehre in der Architektur.

Ein weiteres Forschungsfeld der TU Wien widmet sich **„Urban and Regional Transformation“**. Im Einfluss technologischer, gesellschaftlich/kultureller, ökonomischer und ökologischer Entwicklungen und Herausforderungen, unterliegt die Entwicklung städtischer und regionaler Räume steten Veränderungs- bzw. Transformationsprozessen.

**„Mathematical Methods in Economics“** ist ein Feld, das aus der heutigen Mathematik nicht mehr wegzudenken ist: Bereiche wie Volkswirtschaft, Ökonometrie, Finanz- oder Versicherungsmathematik benötigen komplexe mathematische Werkzeuge.

Im Forschungsfeld **„Fundamental Mathematics Research“** geht es um Fragestellungen aus der reinen Mathematik, die sich meist nicht von konkreten technologischen Anwendungen ergeben, sondern aus der Neugier an der fundamentalen Mathematik selbst. Die Wissenschaftsgeschichte zeigt, wie oft gerade solche scheinbar anwendungsfernen Gebiete die industrielle Forschung erst ermöglichen – etwa im wichtigen Bereich der partiellen Differentialgleichungen, für deren Erforschung gemeinsam mit der Universität Wien das **„Vienna Center for Partial Differential Equations“** gegründet wurde.



A complete list of all cooperation centers can be found at:

Eine vollständige Auflistung aller an der TU Wien stattfindenden Kooperationszentren:  
[tuwien.ac.at/tu\\_kooperationszentren](http://tuwien.ac.at/tu_kooperationszentren)





In der Mathematik hat man es oft mit Unendlichkeiten zu tun. Trotzdem haben mathematische Bücher eine endliche Seitenanzahl. Wie kann man mit endlichen Ausdrücken über Unendliches reden? Durch eine Förderung des WWTF (Wiener Wissenschafts-, Forschungs- und Technologiefonds) konnte an der TU Wien eine Forschungsgruppe eingerichtet werden, in der man Beweistheorie und die Theorie formaler Sprachen verbinden will.

*In mathematics, the concept of infinity often arises. Despite this, mathematical books have a finite number of pages. How is it possible to talk of infinity with finite terminology? As a result of sponsorship by the Vienna Science and Technology Fund (WWTF), it was possible to set up a research group to bring together proof theory and formal language theory.*

Am „Center for Geometry and Computational Design“ entwickelt man neue mathematische Methoden zur Umsetzung außergewöhnlicher Architektur-Ideen. Darin eingebunden ist das Doktoratskolleg Computational Design DC:{CD}, das eine Schnittstelle zu relevanten Forschungsbereichen bietet.

*At the „Center for Geometry and Computational Design“, new mathematical methods for the realization of exceptional architectural ideas are developed. The doctoral college Computational Design DC:{CD} is integrated into it and offers an interface to relevant research areas.*



## WHY ARE SOAP BUBBLES ROUND?

**Basic mathematical research: Convex and Discrete Geometry**

*The research group for Convex and Discrete Geometry at TU Wien is involved with the description and classification of geometric objects. In this way, for example, the ratio between the edge and the content of an object is described by variants of the "isoperimetric inequality". It states that a circle is the figure that for a given perimeter contains the largest surface area. In three dimensions it is a sphere that for a given surface area contains the greatest volume – that is why soap bubbles are always round. Generalizations and intensifications of the isoperimetric inequality are the subject of research at TU Wien – sponsored by the ERC Grant "Isoperimetric Inequalities and Integral Geometry".*

## 3D ADVENTURE FOR SCIENCE

**Go for a walk in virtual cities**

*In the Urban Areas Simulation Laboratory [SRL:SIM] at TU Wien, buildings or complete cities are constructed on the computer and enhanced with additional data. There, one can pass three dimensionally through virtual worlds. This makes a completely new type of scientific work possible. The opportunities for practical usage range from city policy or archaeology to engineering science. New planning ideas can be tried out and experienced. Ancient, long abandoned groups of buildings reawaken to a virtual new life.*

## WARUM SIND SEIFENBLASEN RUND?

**Mathematische Grundlagenforschung: Konvexe und diskrete Geometrie**

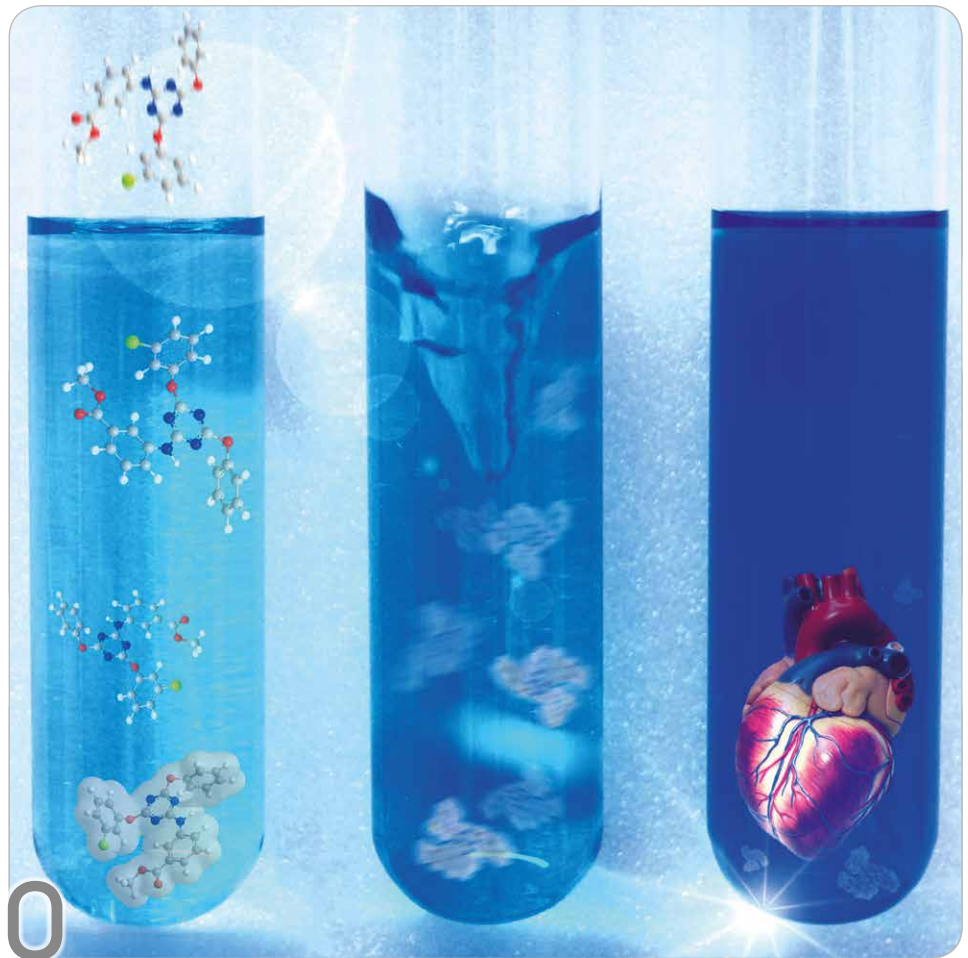
Die Forschungsgruppe für konvexe und diskrete Geometrie an der TU Wien beschäftigt sich mit der Beschreibung und Klassifikation geometrischer Objekte. So wird etwa der Zusammenhang zwischen Rand und Inhalt eines Objektes durch Varianten der „isoperimetrischen Ungleichung“ beschrieben. Sie sagt aus, dass ein Kreis jene Figur ist, bei der ein gegebener Umfang den größtmöglichen Flächeninhalt einschließt. Dreidimensional ist es die Kugel, die bei gegebener Oberfläche das größte Volumen einschließt – daher sind Seifenblasen immer rund. Erweiterungen und Verschärfungen der isoperimetrischen Ungleichung werden an der TU Wien erforscht – gefördert durch den ERC Grant „Isoperimetric Inequalities and Integral Geometry“.

## 3D-ABENTEUER FÜR DIE WISSENSCHAFT

**Spazierengehen in virtuellen Städten**

Im Stadtraum-Simulationslabor [SRL:SIM] an der TU Wien werden Gebäude oder ganze Städte am Computer gebaut und mit zusätzlichen Daten angereichert. In dreidimensionalen Spaziergängen kann man sich dort durch virtuelle Welten bewegen. Eine ganz neue Art des wissenschaftlichen Arbeitens wird dadurch möglich. Praktische Einsatzmöglichkeiten reichen von der Stadtpolitik über die Archäologie bis hin zu den Ingenieurwissenschaften. Neue Planungsideen können ausprobiert und erlebt werden. Uralte, längst verfallene Gebäudeensembles erwachen virtuell zu neuem Leben.

Zukunftsvision:  
Herzgewebe aus dem Labor  
The vision: Heart tissue,  
created in the lab



# TU Goes BIO

*TU Wien combines expertise in the research fields of the TU research matrix concerning biotechnology, biochemistry, biosynthesis, bio-engineering, bioanalysis, biophysics, bioelectronics, biomechanics, biomaterials and bioinformatics and makes them visible under the umbrella term "TU-Bio".*

*Technology is by no means still only related to machines and measuring devices, it also relates to life itself. The biosciences and their technologies are some of the disciplines that are developing very rapidly. With "TU-Bio", TU Wien is providing a home base for its research activities in this area. The success of application-related implementation of fundamental research in this area is proved by numerous patents and cooperation projects with industry partners, as shown by two Christian Doppler laboratories, one for methods to improve bioprocesses and one for photopolymers in digital and restorative dentistry.*

## **Anatomy of the cell and multicellular organisms**

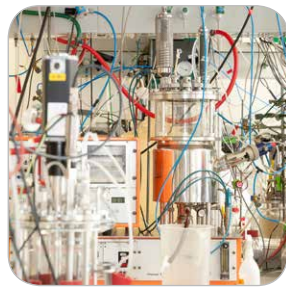
*The doctoral college "Molecular and Elemental Imaging in Biosciences (MEIBio)" combines the strengths of imaging techniques, opening up alternative ways of combining a variety of specialized visualization methods. The aim is to achieve further knowledge and understanding of the structural organization of biological specimens.*

## **Nature as a chemical factory**

*Today, science and industry are trying to make natural processes useful. A whole number of research projects at TU Wien addresses this topic: specially manipulated fungi can produce valuable drugs from chitin and other fungi help in the production of biofuels. Walnut extracts can be used to combat the dreaded fire blight pathogen in fruit trees, meaning that it is not necessary to use antibiotics.*

## **Biotechnology at TU Wien**

*The portfolio of "TU-Bio" includes numerous other promising projects – for example in the area of rehabilitation technology, a new ultra-microscopic method for imaging procedures which makes the tissue transparent, the production of ceramic tooth implants with high-precision 3D printers or the structural study of materials such as bone or wood for "tissue engineering".*



Schimmelpilze werden für die Produktion von Bio-Treibstoff verwendet.  
*Mould fungi are used to produce biofuel.*



# TU Goes BIO

An der TU Wien werden Expertisen in den Forschungsfeldern der TU-Forschungsmatrix mit Bezug zu den Themenbereichen BioTechnologie, BioChemie, BioSynthese, BioEngineering, BioAnalytik, BioPhysik, BioElektronik, BioMechanik, BioMaterialien und BioInformatik unter dem „Schirm“ TU-Bio gesammelt und sichtbar gemacht.

Technik hat längst nicht mehr bloß mit Maschinen und Messgeräten zu tun, sondern auch mit dem Leben selbst. Die Biowissenschaften und deren Technologien gehören zu jenen Disziplinen, die sich sehr rasch weiterentwickeln. Die TU Wien gibt mit „TU-Bio“ ihren dahingehend thematisch orientierten Forschungsaktivitäten eine „Homebase“. Wie erfolgreich dabei Grundlagenforschung anwendungsnah umgesetzt wird, beweisen zahlreiche Patente und Kooperationen mit Industriepartnern, wie z.B. drei Christian Doppler Labors, eines für Methoden zur Verbesserung von Bioprozessen und eines für Photopolymere in der digitalen und restaurativen Zahnheilkunde,

## Anatomie der Zelle und von multizellularen Organismen

Das Doktoratskolleg „Molecular and Elemental Imaging in Biosciences (MEIBio)“ verbindet die Stärken von bildgebenden Verfahren und eröffnet alternative

Wege für neue Kombinationen von bildgebenden Verfahren. Ziel ist es, mehr Wissen und Verständnis für die räumliche Anordnung in biologischen Objekten zu erhalten.

## Die Natur als Chemiefabrik

Wissenschaft und Industrie versuchen heute, natürliche Prozesse nutzbar zu machen. Eine ganze Reihe von Forschungsprojekten an der TU Wien beschäftigt sich damit: Speziell manipulierte Pilze können aus Chitin wertvolle Arzneiwirkstoffe herstellen, andere Pilze helfen bei der Erzeugung von Biotreibstoffen. Walnussextrakte lassen sich für die Bekämpfung des gefürchteten Feuerbranderregers in Obstbäumen einsetzen, auf Antibiotika lässt sich somit verzichten.

## „Bio-Technik“ an der TU Wien

Im Portfolio „TU-Bio“ befinden sich in diesem Kontext noch zahlreiche weitere erfolgsversprechende Projekte – etwa im Bereich der Rehabilitationstechnik, bei bildgebenden Verfahren eine neue Ultramikroskop-Methode, die das Gewebe durchsichtig werden lässt. Die Herstellung von keramischen Zahnimplantaten mit Hochpräzisions-3D-Druckern oder das strukturelle Studium von Materialien wie Knochen oder Holz für „tissue engineering“ zählen ebenso zu den „TU-Bio“-Projekten.



# TUWIn 4.0 – Focus on Industry 4.0

*Industry 4.0, the next industrial revolution, is not just a buzzword at TU Wien – it's a reality. It is reflected in the 'TUWIn 4.0' initiative, in which four faculties are participating: Mechanical and Industrial Engineering, Informatics, Electrical Engineering and Information Technology, as well as Civil Engineering. The aim of this initiative is to promote knowledge sharing between the university and industry in order to improve the quality of training and further education for students and industry. The ultimate goal is to achieve more efficient production processes, and largely self-controlling and self-optimising production facilities that independently compensate for the failure of individual components in the production process.*

## **From the training factory to the pilot factory and the CDP competence centre**

*A training factory has been designed to make the learning environment as realistic as possible for students; giving them hands-on training on a real project. The aim was to teach all the tasks involved in the product creation process in a practical way – during university education and in further training measures for industry partners. Building on this, the pilot factory was built in Aspern: a realistic, fully functioning model of a factory for joint innovation work. This enables developments to be tested and research projects to be implemented – using real*

*industrial machinery and logistics systems.*

*In the Austria Center for Digital Production (CDP) K1 centre, set up under the COMET programme, the university works with industry partners on flexible automation, on machine communication and on the virtualisation of production.*

## **Qualification 4.0**

*The interdisciplinary Cyber-Physical Production Systems doctorate course brings together experts in mechanical engineering and production technology, business administration, computer science, informatics, electrical engineering and information technology. The aim of the doctorate course is to forge research collaborations among the next generation of researchers and to exploit synergies based on the different methods, approaches and findings in these areas in order to gain a solid understanding of complex industrial processes.*

*The DigiTrans 4.0 innovation course guides participating companies into the age of Industry 4.0, making them fit for the future. The aim of transferring this knowledge from TU Wien into the industry is to prepare industry so that it is better equipped to tackle future transformation processes in product development and production.*



# TUWIn 4.0 – Schwerpunkt Industrie 4.0

Industrie 4.0, die nächste industrielle Revolution, ist an der TU Wien nicht nur Schlagwort sondern gelebte Realität. Sie findet sich in der Initiative „TUWIn 4.0“ wieder, an der vier Fakultäten beteiligt sind: Maschinenwesen und Betriebswissenschaften, Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik sowie Bauingenieurwesen. Ziel ist es, den Erfahrungsaustausch zwischen Universität und Industrie zu forcieren, um eine Qualitätssteigerung in Aus- und Weiterbildung für Studierende und Industrie zu erzielen. Angestrebt werden effizientere Produktionsprozesse, und sich großteils selbststeuernde und selbstoptimierende Produktionen, die Ausfälle einzelner Komponenten im Produktionsprozess eigenständig kompensieren.

## Von der Lernfabrik zur Pilotfabrik und zum Kompetenzzentrum CDP

Für das Lernen am realen Projekt und möglichst realistisches „hands-on-Training“ wurde eine Lernfabrik konzipiert. Ziel war es, alle Aufgaben im Produktentstehungsprozess praxisnah zu vermitteln – in der universitären Ausbildung und in Weiterbildungsmaßnahmen für Industriepartner. Darauf aufbauend entstand die Pilotfabrik in Aspern: Ein realitätsnahes, voll funktionsfähiges Modell einer Fabrik für gemeinsame Innovationsarbeit. Diese ermöglicht es, Entwicklungen zu testen und Forschungsprojekte umzusetzen – an realen Industriemaschinen und Logistiksystemen.

Im K1-Zentrum „Austria Center for Digital Production (CDP)“ des COMET-Programms forscht man gemeinsam mit Partnern aus der Wirtschaft an flexibler Automation, Maschinenkommunikation und an der Virtualisierung der Produktion.

## Qualifizierung 4.0

Das interdisziplinäre Doktoratskolleg „Cyber-Physical Production Systems“ bringt Expert\_innen aus den Bereichen Maschinenbau und Produktionstechnik, Betriebswirtschaft, Computer Science, Informatik, Elektrotechnik sowie Informationstechnik zusammen. Das Ziel des Doktoratskollegs ist es, Forschungs Kooperationen zwischen der nächsten Generation von Forscher\_innen zu schaffen und Synergien basierend auf den unterschiedlichen Methoden, Ansätzen und Erkenntnissen aus diesen Bereichen zu nutzen, um ein gutes Verständnis für komplexe Industrieprozesse zu erhalten.

Der Innovationslehrgang DigiTrans 4.0 führt die teilnehmenden Unternehmen in das Zeitalter von Industrie 4.0 und macht sie damit zukunftsfit. Der Wissenstransfer von der TU Wien in die Industrie soll diese vorbereiten, zukünftigen Transformationsprozessen in Produktentwicklung und Produktion auf allen Ebenen besser vorbereitet zu begegnen.

# Entrepreneurial University

## From a scientific idea to business success

*There is no hard line between basic research and applied technology. TU Wien is proud to accommodate the entire scientific and technological value chain under one roof – from the first, often speculative idea to the finished product. This is possible because TU Wien takes a whole range of measures to assist scientists in the technological implementation of their ideas. The large number of patents, prototype sponsorships, start-ups and spin-offs, as well as many examples of direct implementation in industry, are the result of this awareness, of this scientific and technological value chain. This is also why TU Wien is able to attend important technology fairs such as the Hannover Messe trade fair with ideas that are already ready for the market.*



Viele Forschungsergebnisse der TU Wien lassen sich in der Industrie direkt umsetzen. Weltweit neue Partner zu gewinnen gelingt durch große Industriemessen, spezielle internationale Veranstaltungen und gezieltes Marketing.



Hannover Messe

*A lot of the research results obtained at TU Wien can be implemented directly in industry. New partners are gained around the world through industrial fairs, special international events and targeted marketing.*



Ein Dissertationprojekt an der TU Wien, heute High-Tech-Unternehmen: Xarion Laser Acoustics

*What started as a dissertation project at TU Wien is now a high-tech company: Xarion Laser Acoustics  
<http://xarion.com>*

## Von der wissenschaftlichen Idee zu wirtschaftlichen Erfolgsgeschichten

Zwischen Grundlagenforschung und angewandter Technologie gibt es keine scharfe Grenze. Die TU Wien ist stolz darauf, die gesamte wissenschaftlich-technologische Wertschöpfungskette unter einem Dach zu vereinen – von der ersten, oft spekulativen Idee bis zum fertigen Produkt. Das gelingt, weil die TU Wien ihre Wissenschaftler\_innen mit einer ganzen Reihe von Maßnahmen bei der technologischen Umsetzung ihrer Ideen unterstützt. Die hohe Zahl an Patenten, Prototypenförderungen, Start-ups und Spin-offs sowie direkte Umsetzungen in der Industrie sind das Ergebnis dieser „Awareness“, der wissenschaftlich-technologischen Wertschöpfungskette. So präsentiert sich die TU Wien auch mit bereits marktreifen Ideen auf wichtigen Technologiemesen wie der Hannover Messe.

## i<sup>2</sup>C: ENTREPRENEURSHIP AT TU WIEN

*TU Wien's Innovation Incubation Center (i<sup>2</sup>c) offers bespoke activities on the topic of entrepreneurship – from training and incubation programmes, start-up consultancy and lecture series through to networking events with potential investors and industry partners. At the StartAcademy, which is Austria's only 'boot camp' for the commercialisation of technological ideas, scientific results are assessed in terms of their commercial utility. Commercial awareness is also promoted among students by means of a supplementary study course provided by visiting professors from all over the world.*

## i<sup>2</sup>c: ENTREPRENEURSHIP AN DER TU WIEN

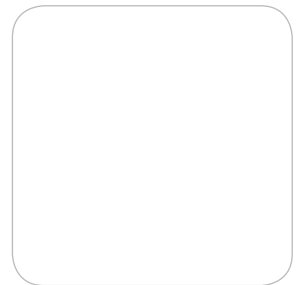
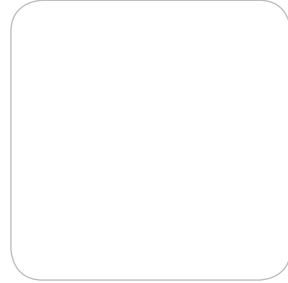
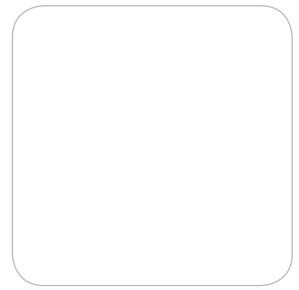
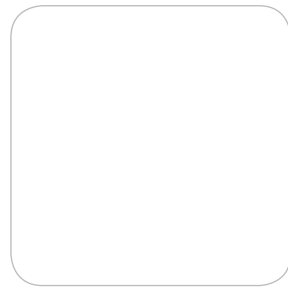


Das TU Wien-eigene Innovation Incubation Center (i<sup>2</sup>c) bietet maßgeschneiderte Aktivitäten rund ums Unternehmertum an – von Ausbildungs- und Inkubationsprogrammen, Gründungsberatung, Vortragsreihen bis zu Vernetzungsevents mit potenziellen Investor\_innen und Industriepartnern. In der „StartAcademy“, einem österreichweit einzigartigem „Bootcamp“ für die Kommerzialisierung technologischer Ideen, werden wissenschaftliche Ergebnisse auf ihre wirtschaftliche Verwertbarkeit überprüft. Auch das Wirtschafts-Know-how der Studierenden wird gezielt gefördert – in einem Ergänzungsstudium mit internationalen Gastprofessor\_innen.

# Forschung und Innovation

NMR-Z AIC XRC Analytical Instrumentation Center  
Programme zur Entwicklung und Erschließung der Künste (PEEK)  
Angewandte Forschung Grundlagenforschung Forschungsprofil  
EODC START-Preis [Forschungsfacilities](#) Profilbildung  
ReposiTUM Spezialforschungsbereiche (SFB) Kompetenzgebiete  
URBEM TU-Forschungsfelder Nationale Forschungsnetzwerke (NFN)  
Wittgenstein-Preis [Forschungsdatenbanken](#) ERC-Grant  
Additional Fields of Research Horizon2020 (H2020) COMET-Programm  
CD Labors Laura Bassi Center TRIGA Mark II-Nuklearreaktor  
Ludwig Boltzmann Institute **Technik für Menschen**  
Innovationsmotor EU-Forschungssupport Kooperationszentren  
Wissenschaftspreis Projektdatenbank TOP-/Anschubprogramm  
[Forschungsnetzwerke](#) Tieftemperaturanlagen  
Publikationsdatenbank [Forschungsmarketing](#) Röntgenzentrum  
Water & Health Doktoratsprogramme (DK) Forschungsportfolio  
VSC-RC ICC Forschungsleistungen ZMNS Innovative Projekte  
TU-Forschungsmatrix VCQ [TUW-Forschungsförderung](#)  
[Forschungssupport](#) Forschungs- und Transfersupport  
Forschungszentrum Energie & Umwelt **USTEM** **JASEC**





**Publisher / Herausgeber:**

Technische Universität Wien  
Karlsplatz 13, A-1040 Wien  
www.tuwien.ac.at

**Editorial Office / Redaktion:**

Christine Cimzar-Egger, Florian Aigner,  
Barbara Kusebauch

**Contact / Kontakt:**

Büro für Öffentlichkeitsarbeit  
Technische Universität Wien  
Resseltgasse 3/E011, A-1040 Wien  
T: +43/1/58801-41024  
F: +43/1/58801-41093  
pr@tuwien.ac.at  
www.tuwien.ac.at/pr

**Graphic Arts / Grafik:**

Anita Frühwirth  
EFFundWE Grafik & Typo  
Andreas Guzei, TU Wien

**Printed by / Druck:**

resch druck, Wien

**Photo Credits / Bildernachweis:**

ABA, R. Tanzer (S.2 - Zeile 1 links; S.3 - Zeile 1 links, Zeile 2; S.8 beide; S.9 Zeile 1; S 40 links); Thomas Blazina (S.4); Raimund Appel (S.5, S.7); Matthias Heisler (S.6 - 3.Foto v.l.; S.20 - Zeile 2; S.36, S.37); Friedrich Jakupec, TU Wien (S.17 beide); Klaus Cicha, TU Wien (S. 22); LISI - Solar Decathlon Team Austria (S. 29 - Zeile 1 rechts); David Alexander, TU Wien (S. 31); Tibor Rauch (S. 38, Zeile 1); Xarion (S.38, Zeile 2); alle anderen TU Wien

**Texts / Texte:**

Vorwort: Sabine Seidler, Johannes Fröhlich  
Texte: Florian Aigner, Christine Cimzar-Egger

**Translation / Übersetzungen ins Englische:**

Eurocom Translation Services

**Text editing (English) / Englisch-Lektorat:**

Neil Cowen, Christine Cimzar-Egger