

Forscher am Heinz Nixdorf-Lehrstuhl für Medizinische Elektronik der TUM entwickeln auch eigene Sensorchips für biologische und medizinische Sensorik / Researchers at the Heinz Nixdorf Institute for Medical Electronics also develop their own sensor chips for biological and medical sensors

# Von der Medizintechnik zum Bioengineering / From medical technology to bioengineering

Seit der Gründung ihrer Medizinfakultät (1967) hat die Technische Universität München richtungsweisende Beiträge zur Integration der Ingenieurwissenschaften in die moderne Medizin geleistet. Ein frühes Beispiel war die fakultätsübergreifende Zusammenarbeit zwischen dem Neurologen Albrecht Struppler und dem Elektroingenieur Hans Werner Lorenzen. Das Klinikum rechts der Isar und das Deutsche Herzzentrum

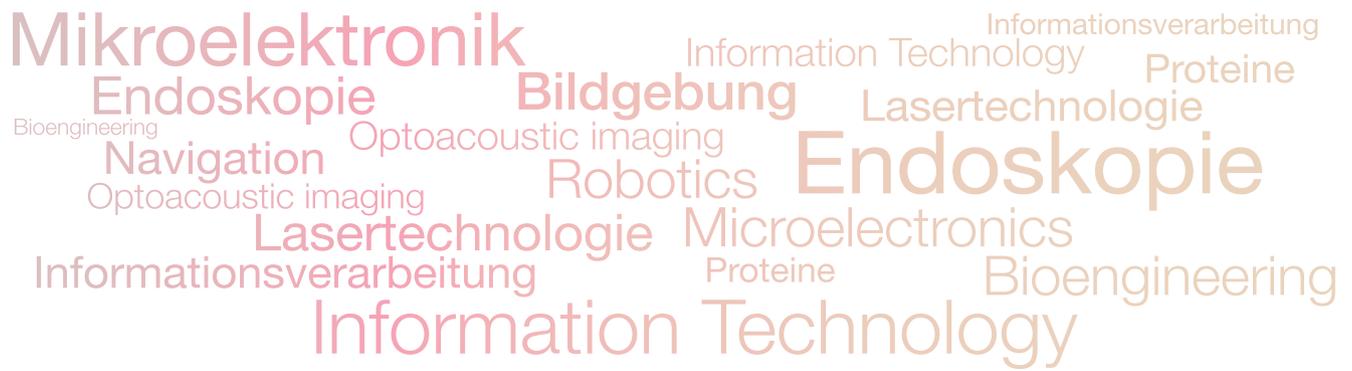
Ever since the foundation of its Faculty of Medicine (1967), Technische Universität München (TUM) has pioneered the integration of engineering in modern medicine. An early example was the interfaculty collaboration between neurologist Albrecht Struppler and Hans-Werner Lorenzen, an electrical engineer. TUM's rechts der Isar university hospital and Deutsches Herzzentrum München heart center have achieved

„Aus der klinischen Medizin sind Implantate, minimalinvasive Chirurgie, Navigation, Robotik, Bildgebung, Mikroelektronik und Informationstechnologie nicht mehr wegzudenken.“

“Implants, minimally invasive surgery, navigation, robotics, imaging procedures, microelectronics and information technology are all integral parts of daily clinical workflows”

trum München sind international renommierte Häuser, in denen Spitzentechnologien tagtäglich Anwendung finden. Aus der klinischen Medizin sind Implantate, minimalinvasive Chirurgie, Navigation, Robotik, Bildgebung, Mikro- ▶

international renown for their track record in deploying state-of-the-art technologies. Implants, minimally invasive surgery, navigation, robotics, imaging procedures, microelectronics and information technology are all integral parts of daily ▶



elektronik und Informationstechnologie nicht mehr wegzu-denken. Unternehmensausgründungen wie z. B. SurgicEye (2008) wollen die Invention zur Innovation machen, aus der Wissenschaft in den Markt, ganz im Geiste einer unternehmerischen Universität. Das neue Heft unserer Faszination Forschung greift technologische Fortschritte auf, die auf die Herausforderungen der modernen Medizin antworten.

Für die Medizintechnik von morgen zeichnen sich weite Horizonte ab. So darf man davon ausgehen, dass der gewaltige Wissenszuwachs in den Biowissenschaften zu einem Bioengineering neuer Art führen wird. Zurückgreifen wird man auf die Funktion der Gene, auf den Informationstransport zwischen den Zellen, auf die Prozesse der Proteinfaltung und auf das strukturell-mechanistische Zusammenspiel von Proteinen. Mit diesem neuen Wissen wird der Kompass der medizinischen Technologien neu eingestellt.

So könnten uns künftig molekulare Sonden (sog. Biomarker) mitteilen, welches Protein an welcher Stelle im Organismus gebildet wird und wo es seine Wirksamkeit entfaltet. Sol-

„Biophysik, Halbleitertechnologie und Robotik stehen plötzlich im Zentrum einer neuen, molekülbasierten und miniaturisierten Medizintechnik.“

chen Erkenntnissen sagt man eine weitreichende Bedeutung in der therapeutischen Medizin von morgen voraus, in der Prävention und Rehabilitation, aber auch in der industriellen Produktion von biobasierten Grundstoffen (sog. Industrielle Biotechnologie).

Es wird also darauf ankommen, dass wir an der TUM verstärkt die biologische Grundlagenforschung wie auch den Umgang mit „Big Data“ in die Medizintechnik integrieren. Das heißt: Biophysik, Halbleitertechnologie und Robotik stehen plötzlich im Zentrum einer neuen, molekülbasierten und miniaturisierten Medizintechnik. Das ist es, was die Avantgarde des Bioengineering ausmacht! Dort liegt folglich auch die Zukunft von IMETUM, unserem Zentralinstitut für Medizintechnik unter Leitung des Physikers Axel Haase. Die TUM und ihre Partner verfolgen Forschungsansätze, die alsbald die medizinische Diagnose und Therapie revolutionieren

können: Zu nennen sind optoakustische Bildgebung, welche die Emission von Ultraschall nach Absorption von Laserlicht in ausgewählten Molekülen für die 3-D-Darstellung von Stoffwechselfvorgängen nutzt, phasenkohärente Röntgenstrahlung und Lasertechnologien zur Früherkennung von Tumoren im Millimeterbereich sowie neuartige In-vivo-Spektroskopien. Alle diese Konzepte basieren auf der raschen Erfassung riesiger Datenmengen, für deren Auswertung und Gewichtung neue mathematische Methoden ebenso wichtig sind wie der naturwissenschaftliche Erkenntnisfortschritt.

„Glücklicherweise haben wir die Mathematik und Informatik an unserer Universität zu Zentren der Spitzenforschung entwickelt; ohne sie wären wir auf unserem Weg in das Bioengineering untermotorisiert.“

Glücklicherweise haben wir die Mathematik und Informatik an unserer Universität zu Zentren der Spitzenforschung entwickelt; ohne sie wären wir auf unserem Weg in das Bioengineering untermotorisiert. Mit dem 3-Petaflop-SuperMUC steht uns im Garching Leibniz-Rechenzentrum einer der schnellsten, leistungsfähigsten Großrechner der Welt zur Verfügung. Entlang dieser Konzeptlinie gestalten wir maßgeblich Verbünde der Exzellenzforschung, so etwa Munich-Centre for Advanced Photonics (MAP) und das Center for Advanced Laser Applications (CALA), gemeinsam mit der LMU München und dem Garching Max-Planck-Institut für Quantenoptik. Bioengineering: Das ist die Erkenntnis- und Wertschöpfungskette Molekül – Organismus – Patient, geleitet von der naturwissenschaftlichen Forschung, ausgestattet von den Ingenieur- und Computerwissenschaften. Dafür sind wir an der TUM gut vorbereitet. Denn wir haben gelernt, die disziplinären Grenzen der Wissenschaft zu überwinden. Wenige Universitäten in Europa verfügen über ein so breites und differenziertes Fächerportfolio wie wir an der TUM. Die hieraus entstandene Kooperationskultur kann jetzt ihre Früchte tragen.

**Prof. Wolfgang A. Herrmann**  
Präsident der TU München



clinical workflows. And by establishing companies such as SURGIcEye® (2008), we aim to turn ideas into innovations, bringing science to the market, completely in the spirit of an entrepreneurial university. This latest edition of our “Faszination Forschung” magazine zooms in on technical advances that are rising to the challenges of modern medicine.

“Biophysics, semiconductor technology and robotics are suddenly at the center of a new realm of molecule-based and miniaturized medical technology”

Looking to the future, wide horizons are opening up in medical engineering. It is safe to assume that the explosion of knowledge in life sciences will herald a whole new type of bioengineering. This will have its roots in gene functionality, information transfer between cells, protein folding processes and the structural and mechanistic interplay between proteins. These new findings are set to change the map of medical technology.

It may soon be possible for molecular sensors or biomarkers to tell us what proteins are formed where within an organism, and where they work. Revelations such as this are expected

to have a far-reaching impact not only on therapeutic medicine – on tomorrow’s prevention and treatment practices – but also on industrial biotechnology, or the production of biomaterials. So it is essential that we redouble our efforts here at TUM to integrate both biological basic research as well as big data analytics into medical engineering. Biophysics, semiconductor technology and robotics are suddenly at the center of a new realm of molecule-based and miniaturized medical technology – and that is what defines the leading edge of bioengineering. Needless to say, this is also the future of our Institute of Medical Engineering (IMETUM), under the leadership of physicist Axel Haase.

TUM and its partners pursue avenues of research that could soon revolutionize medical diagnosis and treatment options. These include opto-acoustic imaging methods that create 3D images of metabolic processes based on certain molecules’ emission of ultrasound after they absorb laser light, phase-coherent X-rays and laser technologies for early detection of tumors in the millimeter range and innovative in-vivo spectroscopy. All these approaches depend on rapid acquisition of huge amounts of data, and new mathematical methods to

“Fortunately, we have developed mathematics and information technology into centers of research excellence at our university; without them our progress in bioengineering would be underpowered”

evaluate and quantify these are just as crucial as the scientific advances themselves. Fortunately, we have developed mathematics and information technology into centers of research excellence at our university; without them our progress in bioengineering would be underpowered. Indeed, the 3 petaflop SuperMUC computer at Garching’s LRZ computer center places one of the fastest, most powerful mainframes in the world at our disposal.

In the same vein, we are playing a decisive role in clusters of excellence such as Munich Advanced Photonics (MAP) and the Center for Advanced Laser Applications (CALA), alongside the Ludwig Maximilian University of Munich (LMU) and the Max Planck Institute of Quantum Optics in Garching. Bioengineering may be viewed as the knowledge and value chain extending from the molecule through the organism to the patient, spearheaded by scientific research and shaped by engineering and computing. At TUM, we are well prepared for such progress. It helps that we have already learned to overcome the traditional boundaries between scientific disciplines – there are few universities in Europe with such a wide-ranging and finely differentiated subject offering. Now, more than ever, the resulting culture of collaboration is set to bear fruit.

**Prof. Wolfgang A. Herrmann**

President of TU München