



**IT<sup>IS</sup>** FOR HEALTH

GRUNDLAGENFORSCHUNG  
FÜR DIE INDIVIDUALISIERTE MEDIZIN

# INFORMATIONSTECHNOLOGIE FÜR DIE GESUNDHEIT

## Im Gespräch mit Professor Dr. Niels Kuster, Gründer und Leiter der IT'IS Foundation

*Niels Kuster, Ihre Stiftung heisst IT'IS Foundation for Research on Information Technologies in Society. Das klingt spannend und anspruchsvoll. Was machen Sie genau?*

Auf einen einfachen Nenner gebracht: Wir erforschen und entwickeln Messtechniken und computergestützte Verfahren, um komplexe physikalische, chemische und biologische Vorgänge im und um den menschlichen Körper zu simulieren.

*Wie sind Sie dazu gekommen?*

1999, als wir die IT'IS Foundation gründeten, hatte der Mobilfunk unglaubliche Wachstumszahlen. In der Branche herrschte Goldgräberstimmung. Doch die Benutzer stellten eine simple Frage: Haben die elektromagnetischen Felder wirklich keine negativen Auswirkungen auf die Gesundheit? In diesem Spannungsfeld von Technologie-Euphorie und Technologie-Skepsis ging es uns darum, Gewissheit zu schaffen. Unser erstes Ziel war es, die Grundlagen der Expositionsbestimmung zu erforschen

und daraus zuverlässige Prüfverfahren zu entwickeln. Heute werden diese weltweit angewandt. Aber auch mit der Risikoforschung und der Untersuchung der Wechselwirkung von elektromagnetischen Feldern mit biologischen Systemen haben wir uns intensiv beschäftigt. Seit etwa 2005 setzen wir unsere Kernkompetenzen vermehrt in der Medizin ein, z.B. zur Verbesserung der Sicherheit und zur Weiterentwicklung von MRI, Hyperthermie- und Ultraschall-Anwendungen.

*In der Tat hat die IT'IS Foundation weltweit einen hervorragenden Ruf. Wie haben Sie das in so kurzer Zeit geschafft?*

Mit Fleiss, Innovation, Glück – und guten Leuten! Wir konnten mit aussergewöhnlichen Talenten aus verschiedenen natur- und ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen einzigartige und wertvolle Kompetenzen aufbauen. Auch die enge Zusammenarbeit mit Spitzenforschenden der ETH Zürich, der Universität Zürich und anderer führender Hochschulen von den USA bis China war für unseren Erfolg wichtig.

*Titelbild: Simulierter Blutfluss im Aortenbogen (Hemo-Magneto-Dynamic Projekt)*

*Was sind die nächsten Forschungsziele und Schwerpunkte?*

Wir werden natürlich versuchen, unsere Schrittmacherrolle beizubehalten. Wir sind jedoch überzeugt, dass wir über neue Forschungshypothesen und -ansätze noch viel mehr erreichen können, vor allem auf dem Gebiet der individualisierten Medizin (siehe folgende Seiten). Patientenspezifische Therapien sollen gezielter und effektiver werden, d.h. besser, kostengünstiger, mit weniger Nebenwirkungen. In der Krebstherapie könnten zum Beispiel neue Ansätze zur Interaktion elektromagnetischer Felder mit biologischen Geweben zu einem Durchbruch führen. Es werden auch neue Modelle und effiziente Methoden zur Computersimulation gebraucht, um angepasste Diagnose- und Therapieverfahren zu entwickeln und einzusetzen. In solchen Zukunftsbereichen engagieren wir uns mit *IT'IS for Health*.

*Wie wollen Sie diese Forschung, insbesondere IT'IS for Health, finanzieren?*

Wir finanzieren den Auf- und Ausbau unserer Kompetenzen über Projektgelder, die wir mit Erfolg bei Institutionen der öffentlichen Forschungsförderung wie dem Schweizerischen Nationalfonds oder der EU beantragen. Diese Gelder sind in der Regel an ein einzelnes Projekt gebunden und eher kurzfristig. *IT'IS for Health* braucht jedoch längerfristige Mittel, die nur schwer über traditionelle Förderungsquellen zu beschaffen sind. Um mit projekt- und kompetenzenübergreifenden Ansätzen Fortschritte zu ermöglichen, sind wir auf die Unterstützung von privater Seite angewiesen. Darum mein Appell an Sie: Wenn auch Sie von der Notwendigkeit der individualisierten Medizin überzeugt sind und die Grundlagenforschung dazu unterstützen wollen, engagieren Sie sich für *IT'IS for Health*!

*Prof. Niels Kuster, Leiter der IT'IS Foundation, in aktivem Austausch mit seinem Team.*

# IM SCHNITTBEREICH VON MEDIZIN, BIOLOGIE UND TECHNIK

## Die Geschichte der IT'IS Foundation

Am 17. November 1999 wurde mit Unterstützung der Schulleitung und des Departements Informationstechnologie und Elektrotechnik der ETH Zürich die *IT'IS* gegründet: *The Foundation for Research on Information Technologies In Society*. Ziel dieser gemeinnützigen Stiftung ist es, als interdisziplinäre Einheit die dringenden Forschungsaufgaben im Schnittbereich von Technik, Biologie und Medizin unabhängig und effektiv zu lösen.

Unsere erste Aufgabe war es, die wissenschaftlichen und technischen Grundlagen zur Bestimmung der gesundheitlichen Implikationen der drahtlosen Informationstechnologien zu erforschen. Heute kommen die von den Forschenden der IT'IS erarbeiteten Verfahren zur Bestimmung der Exposition durch Mobilfunkgeräte, Basisstationen und WLAN Hotspots weltweit bei Behörden, Hochschulen und in der Industrie zum Einsatz. Die von IT'IS entwickelten *in vitro* und *in vivo* Expositionssysteme sowie Systeme zur Exposition von Probanden haben sich als Standard für die qualitativ hochstehende

bioelektromagnetische Forschung durchgesetzt. Die Simulationswerkzeuge werden zur Optimierung von auf dem Körper getragenen Sendern eingesetzt. IT'IS gehört heute zu denjenigen Instituten, die in den Normen und im Bericht der *International Agency for Research on Cancer* zur Beurteilung des Krebsrisikos durch Mobilfunk am häufigsten zitiert werden.

In den letzten fünf Jahren haben wir unsere Kenntnisse auf dem Gebiet des Mobilfunks auf niederfrequente

*Um neue, wesentliche Erkenntnisse zu gewinnen, müssen wir das linear deterministische Wissen zu einem interaktiven System verknüpfen.*

Prof. Jakob Nüesch  
Präsident der ETH Zürich, 1990-1997

Anwendungen ausgeweitet. Gleichzeitig haben wir Methoden und Techniken für die Analyse und Verbesserung der MRI-Sicherheit und -Kompatibilität medizinischer Implantate geschaffen sowie Therapieplanungssysteme für die Hyperthermie entwickelt.

Das weltweite Interesse an unserer Forschung, an unseren detaillierten virtuellen Menschenmodellen und an unseren computergestützten Analysen physikalischer Vorgänge im Körper ist stark gewachsen. Auf der Basis dieser Forschung wollen wir unser zukünftiges Engagement aufbauen.

Weitere Informationen zur Erfolgsgeschichte der IT'IS Foundation und zum Stand unserer Projekte finden Sie auf:

[WWW.ITIS.ETHZ.CH](http://WWW.ITIS.ETHZ.CH)



*IT'IS Forscherin beim Testen von medizinischen Implantaten mit verbesserter elektromagnetischer Störfestigkeit.*

# PATIENTENMODELLE FÜR FORSCHUNG UND KLINIK

## Virtual Population

Die Biologie des Menschen ist so komplex, dass wir auch auf rechnergestützte Verfahren angewiesen sind, um sie besser zu verstehen. Computersimulationen verschaffen der Medizin und den Life Sciences grundlegend neue Einsichten. Sie ermöglichen neue Therapieformen, minimieren die Anzahl Versuche an Menschen und Tieren und werden zu effektiveren und schonenderen patientenspezifischen Behandlungsmethoden führen. Grundlage für die Computersimulation sind hochspe-

*The Virtual Physiological Patient will revolutionize medical device development and treatment optimization as the wheel did for human mobility.*

zifische Methoden der Informatik: Computermodelle, die die individuelle Anatomie und die physiologischen Eigenschaften einzelner Patienten wiedergeben.

IT'IS stellt der Forschungswelt schon heute die detailliertesten anatomischen Ganzkörpermodelle und die grösste Gewebeparameter Datenbank zur Verfügung. Trotzdem stehen wir erst am Anfang. Mit dem rasanten Fortschritt im Bereich der numerischen Simulationsmethoden nehmen auch ihre möglichen Einsatzbereiche zu. Gleichzeitig wächst der Bedarf an zusätzlichen und verbesserten Modellen, die mit noch feineren Details ausgestattet sind (z.B. mit einzelnen Unterregionen des Gehirns).

Hier wollen wir durch die Entwicklung von Modellen mit pathologischen Veränderungen, von Gewebemodellen zur Simulation von Nervenaktivitäten und Tumorstadium sowie von anatomisch-funktionalen Modellen



(z.B. Atmung, Kreislauf, Leberfunktionen) einen wichtigen Beitrag leisten.

Die *Virtual Population* eröffnet der Medizintechnik neue Horizonte. Sie ermöglicht auf neuartige Weise die Erforschung der Grundlagen von Medizin und Life Sciences. Mit diesem Projekt verfolgen wir das ehrgeizige Ziel, unsere Modelle interessierten Forschenden unentgeltlich zur Verfügung zu stellen. Unser Interesse hierbei ist es, zu Durchbrüchen in der individualisierten Medizin beizutragen.

Die IT'IS Foundation ist mit ihren anatomischen Modellen weltweit führend. Zusätzliche Unterstützung wird dazu beitragen, ihre Stellung auf diesem Gebiet zu verstärken und die Entwicklung neuer, für wissenschaftliche Zwecke kostenloser Modelle, zu beschleunigen.

[WWW.ITIS.ETHZ.CH/VIP](http://WWW.ITIS.ETHZ.CH/VIP)

[WWW.ITIS.ETHZ.CH/DATABASE](http://WWW.ITIS.ETHZ.CH/DATABASE)

*Segmentierung medizinischer Ganzkörperbilder zur Entwicklung anatomischer Modelle.*

# IM DIALOG MIT DEN ZELLEN

## Grundlagenwissen für neue Krebsbehandlungen

Die IT'IS Foundation beteiligte sich in den letzten Jahren mit Erfolg an verschiedenen Forschungsprojekten zur Krebsbekämpfung. Etablierte Verfahren wurden verbessert, neue Therapieformen entwickelt. Vielversprechend sind zum Beispiel die Ergebnisse, die wir zusammen mit unseren Partnern vom Comprehensive Cancer Center der University of Alabama at Birmingham, USA, erzielten. Wir gewannen völlig neue Einsichten in die Auswirkungen modulierter elektromagnetischer Felder auf das Tumorwachstum im Menschen und in Zellkulturen.

Die kontrollierte Beeinflussung der elektrochemischen Zellkommunikation (signaling pathway) durch von außen angewandte Felder kann zu neuen und äusserst wirksamen Therapien führen. Einer unserer Forschungsschwerpunkte der kommenden Jahre wird deshalb sein, zusammen mit unseren Partnern die Möglichkeiten und

Grenzen der kontrollierten Beeinflussung der Zellkommunikation zu untersuchen. Um diese Effekte im Detail zu studieren, werden wir an neuen chemophysikalischen Modellen, Modellen von Tumorgeweben und an spezifischen experimentellen Systemen zur Untersuchung von therapielevanten biologischen Auswirkungen elektromagnetischer Felder arbeiten. Diese Forschungsarbeiten werden neues Grundlagenwissen generieren und - im Falle eines Forschungsdurchbruchs – neue Therapien gegen Krebs und andere Krankheiten ermöglichen.

*This line of research provides a unique opportunity to develop new and safe targeted therapies that kill cancer cells without collateral damage.*

Prof. Boris Pasche  
Director, Division of Hematology/Oncology  
University of Alabama at Birmingham, USA

Wir wollen unser Know-How aber auch zur Optimierung von Elektroporation, Hyperthermie und Tumorablation durch interne oder externe Anwendung von Ultraschall oder elektromagnetischen Feldern einsetzen. Es ist unser Ziel, die Simulationswerkzeuge soweit zu verbessern, dass sie in der Klinik zur Behandlungsplanung eingesetzt werden können. Die Entwicklung von Segmentationsverfahren zum Erstellen patientenspezifischer Modelle gehört ebenso dazu wie die Beschleunigung der Rechengeschwindigkeit existierender Methoden, sodass Quasi-Echtzeit-Simulationen möglich werden.

Die IT'IS Foundation ist der Katalysator für diese stark interdisziplinäre Forschung. Zusätzliche Mittel bedeuten mehr Dynamik in der Grundlagenforschung und in der Umsetzung zukunftsreicher Therapieformen.



*Doktorandin bei der Vorbereitung des nächsten Zellexperimentes im „Live-Imaging“ Expositionssystem der IT'IS (Biozentrum Basel).*

# VON DER NANOBIOLOGIE ZUM GANZEN MENSCHEN

## **Multiphysics-multiscale Simulationen**

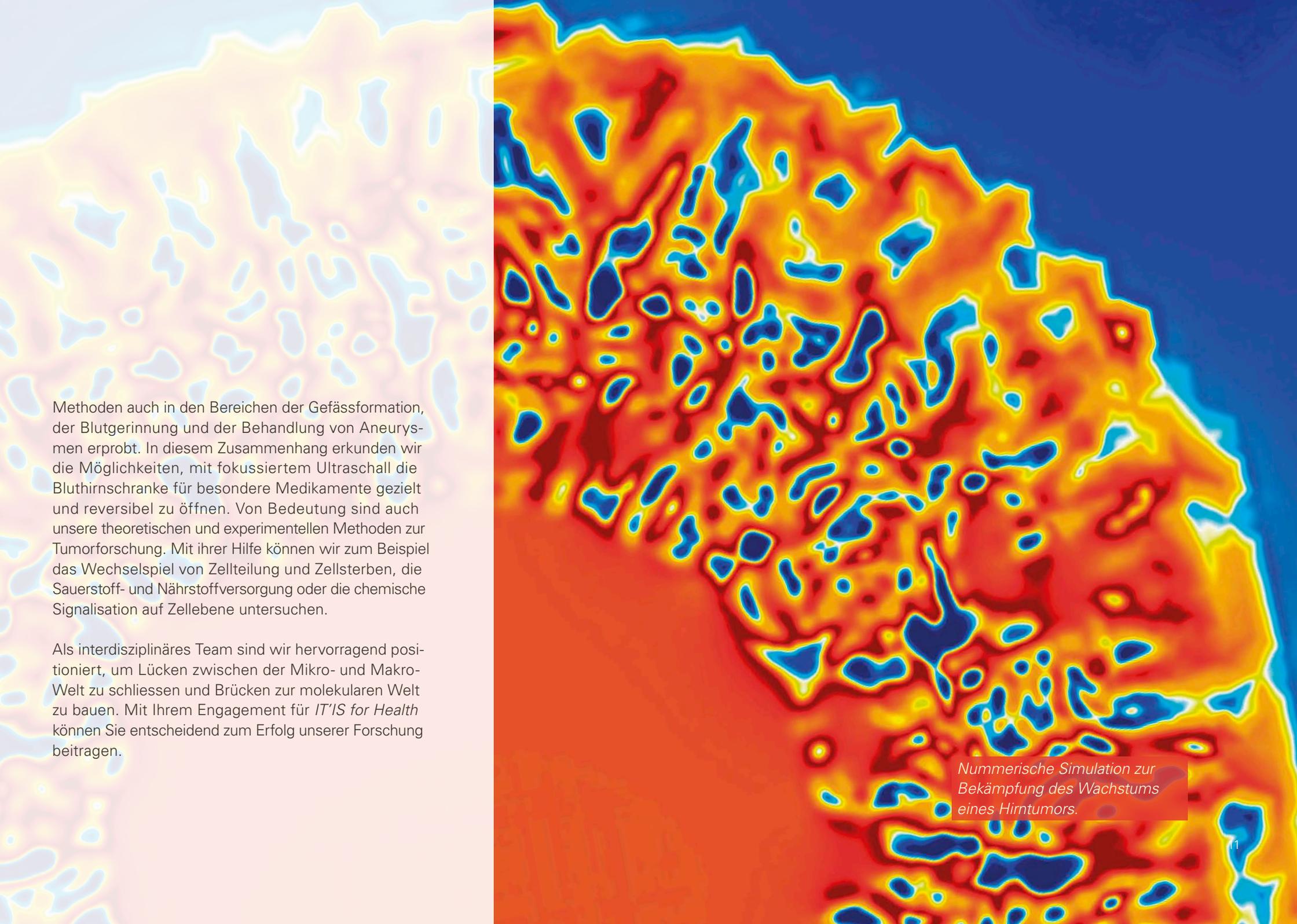
Biologische Prozesse spielen sich über viele Grössenordnungen hinweg ab. Sie können nur multiskalar erfasst werden. Zum umfassenden Verständnis von Anatomie, Physiologie und krankhaften Veränderungen müssen Vorgänge untersucht werden, die von der molekularen Ebene bis hin zu Gewebe und dem ganzen Organismus reichen.

Hier eröffnet uns die rechnergestützte Modellierung die Möglichkeit, die Mechanismen solch komplexer multiskalarer Systeme kontrolliert zu erforschen. Die Simulationsverfahren, die wir entwickeln, bringen eine

neue Dimension in die Grundlagenforschung. Sie öffnen die Tür zur individuellen Optimierung von Diagnoseverfahren, Medikamenten und Therapien.

Die IT'IS Foundation betreibt Grundlagenforschung zu Simulationsverfahren, die in idealer Weise auf die Untersuchung von *multiphysics-multiscale systems* zugeschnitten sind. Wir entwickeln neuartige funktionale Gewebe- und Physiologiemodelle, die auf chemophysikalischen Interaktionen aufbauen. Diese erlauben uns wiederum, patienten- und therapiespezifische Analysen durchzuführen und den Einfluss individueller Parameter gesondert zu erforschen. Unsere Multiphysics Methoden werden bereits erfolgreich bei der Entwicklung schnellerer und besserer MRI-Bildgebungsverfahren, störfester Implantate oder neuer Diagnoseverfahren für Kreislauferkrankungen eingesetzt. Weiter werden unsere

*In silico medicine for  
specific treatment of  
individual problems.*



Methoden auch in den Bereichen der Gefäßformation, der Blutgerinnung und der Behandlung von Aneurysmen erprobt. In diesem Zusammenhang erkunden wir die Möglichkeiten, mit fokussiertem Ultraschall die Bluthirnschranke für besondere Medikamente gezielt und reversibel zu öffnen. Von Bedeutung sind auch unsere theoretischen und experimentellen Methoden zur Tumorforschung. Mit ihrer Hilfe können wir zum Beispiel das Wechselspiel von Zellteilung und Zellsterben, die Sauerstoff- und Nährstoffversorgung oder die chemische Signalisation auf Zellebene untersuchen.

Als interdisziplinäres Team sind wir hervorragend positioniert, um Lücken zwischen der Mikro- und Makro-Welt zu schliessen und Brücken zur molekularen Welt zu bauen. Mit Ihrem Engagement für *IT'IS for Health* können Sie entscheidend zum Erfolg unserer Forschung beitragen.

*Nummerische Simulation zur Bekämpfung des Wachstums eines Hirntumors.*

# IT<sup>IS</sup> FOR HEALTH BRAUCHT

## ENGAGIERTE SPONSOREN

Die Zukunft liegt in der individualisierten Medizin, einer Medizin, die auf die besonderen Bedürfnisse des einzelnen Patienten ausgerichtet ist. Dank unserem weltweit führenden Mix von Kompetenzen können und wollen wir diese Zukunft massgeblich mitgestalten. Dafür brauchen wir jedoch eine projektübergreifende und nachhaltige Finanzierung durch Sponsoren wie Sie, die unsere Visionen mittragen. Der Auf- und Ausbau der einzelnen Kompetenzen und der spezifischen Anwendungen soll jedoch wie bisher über projektgebundene Forschung (öffentliche Forschungsförderung und Industrie) finanziert werden.

Als Sponsor von *IT<sup>IS</sup> for Health* nehmen Sie an der projektübergreifenden transdisziplinären Grundlagenforschung teil. Mit Ihrem finanziellen Engagement tragen Sie unmittelbar zur Gewinnung neuer Therapieformen bei. In der Art Ihres Engagements sind Sie frei: Sie können die Initiative *IT<sup>IS</sup> for Health* generell

unterstützen oder sich auf ausgewählte Forschende konzentrieren und bei ihrer Betreuung mitwirken. Als Sponsor können Sie sich aber auch direkt an bestehenden oder neuen Projekten beteiligen und an Fachsitzungen teilnehmen. Zum Beispiel können Sie die Entwicklung virtueller Körper- und Organmodelle unterstützen oder spezifische Simulationsverfahren für die Untersuchungen von Erkrankungen oder Therapien fördern.

Ihr Beitrag für die Spitzenforschung in der individualisierten Medizin zahlt sich aus. Ich freue mich auf den Kontakt mit Ihnen und lade Sie herzlich zu einem persönlichen Gespräch ein.

PROF. DR. NIELS KUSTER  
+41 44 245 96 90  
SPONSOR@ITIS.ETHZ.CH  
WWW.ITIS.ETHZ.CH/ITIS4HEALTH