

# **Profillinien der Technischen Universität Ilmenau**

**Senatsausschuß Forschung**

Arbeitsstand: 29.06. 1999

## Begleitpapier der AG Universitätsentwicklung

Die Arbeitsgruppe Universitätsentwicklung hat sich auf Vorschlag des Rektors der TU Ilmenau, Magnifizienz Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. W. Gens, am 09. Januar 1998 unter Leitung von Frau Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. D. Schipanski konstituiert und ihre Arbeit aufgenommen. Ihr wichtigstes Arbeitsziel war es, Vorschläge zur Profilbildung in Forschung und Lehre zu erarbeiten und der Hochschulöffentlichkeit zur weiteren Diskussion vorzustellen. Sie ließ sich dabei von der Überzeugung leiten, daß in Zukunft die Hochschulen einem stärkeren nationalen und internationalen Wettbewerb unterliegen und die Herausbildung eines scharfen wissenschaftlichen Profils gerade für eine kleine Universität und gerade unter den Bedingungen kurzfristig kaum zu behobender Standortnachteile unverzichtbar sind.

Als einzige Technische Universität eines kleinen Bundeslandes sollten wir ganz besonders auf die Schärfung unseres wissenschaftlichen Profils bedacht sein. Denn es wird sehr wesentlich, national wie international, unseren wissenschaftlichen Ruf bestimmen und damit auch die Wertschätzung und Unterstützung, die wir in unserem Lande Thüringen genießen. Darum sollte unser Profil auch so angelegt sein, daß es sich im Lande widerspiegeln kann; daß es also die Grundlage für einen langfristigen und gewichtigen Beitrag unserer Universität dazu ist, Thüringen zu einem modernen Technologieland zu machen. Einzelne Forschungsaktivitäten sollten dabei nicht vergessen, die Wechselwirkungen aller unserer Handlungen mit der Umwelt zu berücksichtigen. Daran muß man bei der Werkstoff- und Produktentwicklung (Recyclingaspekt) ebenso denken wie bei den Prozessen (Abfallprodukte) oder Medien (Streß, Informationsflut).

Als erstes Ergebnis ihrer Arbeit stellt die Arbeitsgruppe am 19.01.1999 der Hochschulöffentlichkeit sechs Profillinien vor, die unsere Universität mittelfristig ausprägen und in Forschung und Lehre umsetzen sollte. Ausgangspunkt sind dabei aktuelle Entwicklungslinien der internationalen Forschung, zu denen wir auf Grund unserer wissenschaftlichen Kompetenzen beitragen können. Sie werden in hohem Maße auch die Lehre, zumindest in den oberen Semestern, und die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses bestimmen – beides Themen, mit denen sich die Arbeitsgruppe im weiteren befassen wird. Die vorgeschlagenen Profillinien tragen in alphabetischer Reihenfolge die Bezeichnung:

- 1. *Biomedizintechnische Systeme, Verfahren, Materialien und Informationssysteme im Gesundheitswesen***
- 2. *Entwurf, Simulation und Verifikation komplexer Systeme***
- 3. *Informations- und Kommunikationssysteme in Technik, Wirtschaft und Gesellschaft***
- 4. *Nanotechnologie***
- 5. *Neue Prinzipien und Optimierung der Energieversorgung***
- 6. *Unternehmen, Märkte und Ordnungen im Wandel – Innovative Produkte und Prozesse***

Diese Profillinien, die im weiteren inhaltlich in wesentlichen Konturen dargestellt werden, sind das Resultat langer Diskussionen und vieler Kompromisse, die zu einem ersten Konsens geführt haben. Die Mitglieder der Arbeitsgruppe wissen deshalb, daß sie nicht jedermann zufriedenstellen und nicht allen Bedürfnissen gerecht werden können. Viele werden sich in diesen Profillinien ohne Mühe wiederfinden. Das ist natürlich wichtig, denn ihre erfolgreiche Realisierung in der täglichen Arbeit bedarf vieler engagierter Mitstreiter. Andere werden sich nicht so gut damit identifizieren können. Auch das kann nicht anders sein; denn die Profillinien sind kein Arbeitsbericht der Universität, sie müssen sich auf abgegrenzte Inhalte beschränken und in die Zukunft weisen. Das bedeutet, daß sie zu keinem

Zeitpunkt die gesamten Aktivitäten einer Universität in Lehre und Forschung überdecken können. Und das sollen sie auch gar nicht. Auch neben den Profillinien soll es gute Forschung und Lehre an unserer Einrichtung geben, nicht zuletzt deshalb, damit sich daraus später vielleicht einmal neue Zukunftsperspektiven entwickeln können.

Manchem wird die Anzahl der Profillinien zu groß oder zu gering erscheinen. Freilich, es gibt keinen Algorithmus dafür, diese Zahl zu optimieren. Sie sollte wohl nicht größer als sechs sein, denn jede Profillinie soll schon eine erhebliche personelle und sächliche Kapazität bündeln. Sie zu verkleinern war aber auch kaum möglich, ohne bis zur Unverbindlichkeit verbreiterte Profillinien in Kauf zu nehmen oder große Bereiche unserer Universität auszuklammern – und das wollten wir vermeiden.

Natürlich kann man auch darüber streiten, in welchem Umfang solche Profillinien auf vorhandene Erfahrungen und Leistungen zurückgreifen müssen und in welchem Maße sie Neues, noch nicht Vorhandenes oder noch nicht einmal Gedachtes in den Vordergrund stellen müssen. Auf die rechte Mischung kommt es an; und die fällt im Detail verschieden aus. So sind einige wichtige Bereiche an unserer Universität – zum Glück! – noch ganz jung und noch im Aufbau begriffen. Sie haben es schwerer, auf Bewährtes zurückzugreifen; aber sie sollten dies als Vorteil nutzen, um so unbefangener nach vorn zu denken. Nach vorn denken – darauf wird es ankommen, und dazu sollen die vorgeschlagenen Profillinien vor allem anregen. Denn wir müssen gleichzeitig den wissenschaftlichen Rahmen unserer Universität verbreitern und durch ein schärferes Profil eine dauerhafte Basis für Internationalität schaffen.

Die Arbeitsgruppe stellt hiermit ein Arbeitsergebnis vor, ohne einen Beschluß zu fassen – dazu hat sie keine Kompetenz. Ihr Wunsch ist es, daß sie damit eine breite Diskussion eröffnet, an der sich möglichst viele Hochschulangehörige beteiligen – in den Instituten und Fakultäten, in kleinen fachkundigen Diskussionsrunden wie in den Gremien der Selbstverwaltung. Dabei mahnt die Arbeitsgruppe auch an, die Diskussion in einer angemessenen Zeit zu einem glücklichen Ende zu bringen. Natürlich muß sie in verbindlichen Beschlüssen der Universitätsgremien hierzu münden, die dafür Kompetenz besitzen: der Räte der Fakultäten und Institute, des Senats und seiner Ausschüsse. Diese Beschlüsse sollen dann die Grundlage eines neuen und zukunftsweisenden Universitäts-Entwicklungsplanes bilden, den wir noch im Jahre 1999 brauchen. Er ist keine "Verzierung" unserer Arbeit; er wird vielmehr wesentlich über unseren Platz in der Thüringer Hochschullandschaft und über unsere Ressourcen in einer Zeit härteren Wettbewerbs und knapper Mittel bestimmen. Ziel der Diskussion sollte es zunächst sein, einen breiten Konsens über die Profillinien als Grundlage der zukünftigen Universitätsentwicklung zu erreichen. Aber hierbei dürfen wir nicht stehenbleiben; das Wichtigste ist, die Profillinien durch Forschungsschwerpunkte zu untersetzen. Dabei sollen die Forschungsschwerpunkte auf vorhandener Fachkompetenz in den Fakultäten aufbauen, zugleich aber sollen neue Verbindungen und Netzwerke über die Fakultätsgrenzen hinaus geknüpft werden, um eine vielfältige interdisziplinäre Bearbeitung der gewählten Themen zu gewährleisten.

Die Arbeitsgruppe hat nicht versucht zu definieren, was unter einer Profillinie zu verstehen ist: Eine Profillinie spricht entweder für sich – oder sie ist keine, zumindest keine für unsere Universität geeignete. Wohl aber hält sie es für angebracht, Kriterien für die enger abzugrenzenden Forschungsschwerpunkte in die Diskussion zu bringen. Die folgenden Fragen sollten wohl als "Tauglichkeitskriterium" Beachtung finden:

- Hat das Forschungsvorhaben innovativen Charakter?
- Welchen internationalen Stellenwert hat die bearbeitete Themenstellung?
- Kann das Forschungsvorhaben zu Alleinstellungsmerkmalen unserer Universität führen?

- Welche Vernetzungen sind innerhalb der Universität, insbesondere über Fakultätsgrenzen hinaus, bereits vorhanden?
- In welchem Umfang wird interdisziplinäre Arbeit stimuliert, also ein Beitrag zur Vernetzung der Institute und Fakultäten geleistet?
- Welche internationale Einbindung ist möglich bzw. erforderlich?
- Welche Fachkompetenzen, ausgewiesen durch Drittmittelverträge, Veröffentlichungen in anerkannten Fachzeitschriften, Vorträge auf internationalen Konferenzen und Patente, sind vorhanden?
- Anzahl der qualifizierten Mitarbeiter, Einbeziehung von Nachwuchswissenschaftlern und Beitrag zur Doktorandenausbildung?
- Welche Fördermöglichkeiten durch die DFG und andere Drittmittelgeber sind erkennbar?
- Wie wird das Forschungsvorhaben den Wissenstransfer von der Universität zur Wirtschaft befördern?
- Welcher Beitrag wird zur Erweiterung des Grundlagenwissens erwartet?

Dieser Fragen- und Kriterienkatalog ist sicher nicht vollständig, soll aber die Grundlinien skizzieren. Dabei sind wir uns völlig darüber im klaren, daß nicht alle Kriterien für jeden Forschungsschwerpunkt zutreffend sind; denn das hängt vom Charakter der Projekte ab, z. B. davon, ob sie eher anwendungs- oder grundlagenorientiert sind.

Mitglieder der Arbeitsgruppe:

Frau Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. D. Schipanski, Vors. der AG  
 Herr Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. W. Gens, Rektor  
 Frau Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. I. Philippow, Prorektorin W  
 Herr Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. H. Kern, Prorektor B  
 Herr Univ.-Prof. Dr. sc. techn. B. Brüderlin  
 Herr Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. G. Henning  
 Herr Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. E. Kallenbach  
 Herr Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Ch. Schnittler  
 Herr Univ.-Prof. Dr. jur. habil. J. Weyand  
 Herr R. Staut, Studentenrat  
 Herr Dr.-Ing. R. Füßl, Sekr. der AG

## **Präambel**

Mit der Formulierung von Profillinien als disziplinübergreifende Schwerpunkte in Forschung und Lehre wird die Herausbildung eines schärferen wissenschaftlichen Profils der TU Ilmenau angestrebt, um im verstärkten nationalen und internationalen Wettbewerb der Hochschulen die für eine kleine Universität kurzfristig kaum zu behebenden Standortnachteile zu kompensieren.

Die definierten Profillinien sollen national wie international den wissenschaftlichen Ruf bestimmen und damit auch die Wertschätzung, welche die TU Ilmenau im Land Thüringen genießt, unterstützen. Das Profil sollte deshalb auch so ausgeprägt sein, daß es die Grundlage für einen langfristigen und gewichtigen Beitrag der TU Ilmenau darstellt, Thüringen zu einem modernen Technologieland zu entwickeln. In den einzelnen Forschungsaktivitäten sollten sich die komplexen Wechselwirkungen aller Handlungen mit der Umwelt widerspiegeln. Daran muß man bei der Werkstoff- und Produktentwicklung (Recyclingaspekt) ebenso denken wie bei den Prozessen (Abfallprodukte) oder Medien (Streß, Informationsflut).

Ausgangspunkt für die folgenden sechs Profillinien sind die aktuellen Entwicklungsrichtungen der internationalen Forschung, zu denen die TU Ilmenau auf Grund ihrer wissenschaftlichen Kompetenzen einen Beitrag leisten kann. Sie werden in hohem Maße auch die Lehre, zumindest in den oberen Semestern, sowie die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses bestimmen.

Die im folgenden in wesentlichen Konturen dargestellten Profillinien sind in alphabetischer Reihenfolge:

- 1. *Biomedizintechnische Systeme, Verfahren, Materialien und Informationssysteme im Gesundheitswesen***
- 2. *Entwurf, Simulation und Verifikation komplexer Systeme***
- 3. *Informations- und Kommunikationssysteme in Technik, Wirtschaft und Gesellschaft***
- 4. *Nanotechnologie***
- 5. *Neue Prinzipien und Optimierung der Energieversorgung***
- 6. *Unternehmen, Märkte und Ordnungen im Wandel – Innovative Produkte und Prozesse***

Diese Profillinien umfassen weder das gesamte derzeitige Spektrum von Forschung und Lehre, noch ist damit für die Zukunft eine Beschränkung der wissenschaftlichen Ausprägung einzelner Fachgebiete beabsichtigt. Sie bilden jedoch ein Angebot für disziplinübergreifende Forschung und Lehre, für die Bildung von Schwerpunktthemen einschließlich der damit verbundenen verstärkten Möglichkeit der konzentrierten Einwerbung von Drittmitteln, der Bildung von Graduiertenkollegs etc.

## **1. Profillinie: *Biomedizinische Systeme, Verfahren, Materialien und***

## **Informationssysteme im Gesundheitswesen**

Biomedizinische Technik ist ein interdisziplinäres Gebiet an der Grenze zwischen Medizin und Ingenieurwissenschaften; seine zutiefst humane Zielorientierung ist auf die Verbesserung der gesundheitlichen Betreuung des kranken Menschen in Diagnostik, Therapie und Rehabilitation gerichtet. Medizintechnik ist eine Wachstumsbranche mit hohem wirtschaftlichen Potential; in Deutschland erzielt sie über lange Zeit die relativ höchste Exportquote. Aktuelle Studien weisen ihr einen Platz unter den zehn führenden high-tech-Branchen der ersten Jahrzehnte des 21. Jahrhunderts zu.

Die aktuelle wissenschaftliche Entwicklung wird bestimmt durch den zunehmenden Übergang von invasiven diagnostischen Verfahren auf nichtinvasive, also den Patienten weniger belastende und nicht gefährdende Methoden. Weiterhin zeichnet sich durch die verstärkte Integration von biologischen und technischen Systemen der Langzeiteratz ausgefallener Organfunktionen ab, wobei die Entwicklung kompatibler Biowerkstoffe eine entscheidende Voraussetzung ist. Durch das Verschmelzen von bildgebender Diagnostik und virtual reality in Systemen für Therapieplanung, aber auch durch den Einsatz von Therapierobotern wird die Therapie in der Medizin entscheidende Veränderungen erfahren. Teleradiologie, Telemonitoring und Teletherapie bilden die Basis moderner medizinischer Betreuung von Patienten, das sind neue Entwicklungslinien, die auch das Profil unserer Universität für die Zukunft bestimmen können. Neben der Medizintechnik haben sich auch die Gebiete des Managements und die der Informationssysteme im Gesundheitswesen als fakultätsübergreifende Arbeitsschwerpunkte etabliert.

Beispiele für mögliche, zukunftsweisende wissenschaftliche Aufgabenstellungen sind:

- *nichtinvasive diagnostische Meßverfahren und Systeme*
  - Entwicklung innovativer Methoden zur Funktionsdiagnostik
  - Entwicklung von Monitoring-Systemen für die neuronale Funktionsdiagnostik von Früh- und Neugeborenen
  - Entwicklung von Verfahren für das nichtinvasive Monitoring von Herzleistungsparametern
- *optische Meßverfahren für die medizinische Diagnostik*
  - neue optische Meßverfahren, z.B. für Blutgas-Monitoring
  - Entwicklung von Verfahren zur Gewebecharakterisierung mit nichtinvasiven Methoden z.B. mit Streulicht
- *Therapietechnik*
  - Entwicklung von Methoden und technischen Lösungen für eine Neurofeedback-basierte Epilepsie- und Schmerztherapie
  - Entwicklung intelligenter Systeme zur intensivmedizinischen Therapieführung
- *Qualitätsmanagement in der ambulanten und klinischen Patientenbetreuung*
  - Entwicklung multidimensionaler Optimierungsstrategien zum Qualitätsmanagement in der ambulanten und klinischen Versorgung von Patienten
  - Entwicklung von Systemlösungen für die Qualitätssicherung in der Therapie chronischer Erkrankungen (Diabetes, Hypertonie,...)
- *Sensoren für physiologische Parameter*
  - Erforschung neuer Sensorprinzipien für die Erfassung physiologischer Parameter

- Entwicklung von Sensoren für das nichtinvasive kontinuierliche Monitoring wichtiger diagnostischer Meßgrößen (z. B. Blutglucose, intraokularer Druck)
- *Entwicklung und Charakterisierung von neuen Werkstoffen*
  - Entwicklung von Enzym- und Katalysatorträgern für biotechnologische Prozesse
  - Entwicklung neuer Implantatwerkstoffe sowie aktiver, stützender Implantate
  - Entwicklung bioaktiver, -kompatibler und -inertter Beschichtungen und Werkstoffe für Implantate
- *Mechanisch aktive Baugruppen in orthopädischen Hilfsmitteln*
  - Entwicklung neuartiger Antriebsprinzipien für geschmeidige Bewegungen
  - Antriebe zur geregelten Krafterzeugung und Verstärkung z. B. in Prothesen
  - Ansteuerung der Antriebe durch Auswertung von lokal auflösenden Oberflächenelektromyogrammen
- *Werkzeuge für die Minimal-Invasive Chirurgie*
  - Entwicklung von mikromechanischen Instrumenten, Effektoren und Sonden
  - Antriebe für Pumpen in Mikrofluidsystemen
  - Vortriebe für nachgiebige Sonden, z. B. nach dem Peristaltikprinzip
- *Entwicklung moderner Organisationskonzepte zur Effizienzsteigerung und Unterstützung des Klinikmanagements*
  - Entwicklung und Einsatz von Informationssystemen, inklusive der Evaluation resp. Optimierung des Lösungsbeitrags von Klinikinformationssystemen
  - organisatorische und informationstechnische Vernetzung von Leistungserbringern
  - empirische Untersuchungen zur Vorbereitung, Begleitung und Absicherung strategischer Entscheidungen

An der TU Ilmenau kann eine wesentliche Verstärkung des wissenschaftlichen Potentials für dieses expandierende Anwendungsfeld durch interdisziplinäres Zusammenführen vorhandener Basiskompetenzen auf Gebieten der Physik, der Chemie, der Mikroelektronik, der Informatik, der Medientechnologie, der Technischen Optik, der Werkstofftechnik, der Mechatronik, der Mikrosystemtechnik, der Präzisionsantriebs- und -meßtechnik, der Wirtschaftswissenschaften und ihre Fokussierung auf aktuelle Problemfelder der Medizin erreicht werden.

## **2. Profillinie: Entwurf, Simulation und Verifikation komplexer Systeme**

Moderne Produkte zeichnen sich zunehmend durch eine wachsende Komplexität und Heterogenität aus. Sie enthalten heterogene mechanische, elektrische, elektronische, optische und informationstechnische Komponenten, deren Wechselwirkung und Integration innovative Eigenschaften ermöglichen.

Beispiele dafür sind "Smarte Maschinen" und medizinische Geräte, mobile und autonome Systeme, Roboter, Automobile, Flugzeuge, Weltraumsonden, Großanlagen, aber auch vermehrt Gegenstände des täglichen Lebens (multimediale Geräte, intelligente Haustechnik). Diese bestehen typischerweise aus mechanischen, elektronischen und informationsverarbeitenden Komponenten, Sensoren, Kommunikationskomponenten und Komponenten zur Steuerung, Regelung und Bewegungsplanung. Produkte müssen über ihren gesamten Lebenszyklus gesehen werden, dazu gehören auch Test, Wartung und Recycling.

Das komplizierte Zusammenspiel unterschiedlicher Teilfunktionen und Teilstrukturen wird mit heutigen computergestützten Entwurfsmethodiken noch zu wenig beherrscht. Es fehlen geeignete Entwurfsmethoden, -umgebungen und –werkzeuge.

Beim Entwurf solcher Produkte und Systeme, allgemein als virtuelles Prototyping bezeichnet, müssen unterschiedliche Kriterien wie z. B. Form, Ästhetik, Funktionalität, physikalische Eigenschaften, Fertigung, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit ganzheitlich behandelt und optimiert werden. Dazu sind Simulationsmodelle erforderlich, die zur Auslegung bis hin zur modellbasierten automatischen Fertigung und Steuerung eingesetzt werden können. Ziel der Simulation ist es, das Verhalten eines noch im Entwurfsstadium befindlichen Produktes hinsichtlich seiner Funktion, seiner Reaktion auf Störeinflüsse, seiner Fertigung, seines Transports, seiner Wartung u. ä. wichtiger Aspekte vorauszubestimmen und zu optimieren.

Simulation, Visualisierung und Test virtueller Systeme helfen dabei, schon in frühen Phasen des Entwurfs Entscheidungen zu treffen, die die technischen Parameter und die Kosten maßgeblich beeinflussen. Dafür müssen diese Systeme zunächst auf hoher Abstraktionsebene definiert und analysiert werden können. Da beim Entwurf Fachleute verschiedener Disziplinen miteinander kommunizieren müssen, sind intuitive (graphisch interaktive) Benutzerschnittstellen und kooperative Entwurfsmethoden über Netze unabdingbar.

Zur Bewältigung dieser Aufgabe werden die Verknüpfung von Methoden des geometrischen Modellierens (CAD), der geometrischen und funktionellen Constraints, räumliche Zugriffsstrukturen für hochdimensionale Datenbanken (Geodatenbanken), case-based reasoning sowie Regelungs- und Steuerungstechnik, Computational Intelligence, Sensorik, Bildverarbeitung, Mustererkennung, Satellitenkommunikation, mobile Kommunikation und Global Positioning System (GPS) notwendig.

Solche Systeme und Produkte sind ohne eine effiziente Softwaretechnologie nicht denkbar. Die notwendige Software wird immer komplexer, nicht zuletzt auch aufgrund von Verteilungs- und Sicherheitsaspekten. Für eine Modellbildung komplexer Systeme fehlt zur Zeit ein durchgängiges Modulkonzept auf der Basis bereits entwickelter und getesteter Teilkonzepte.

Die Beherrschung des Entwurfes derartiger integrierter heterogener Systeme von der Forschung bis in den Marketingbereich ist eine wettbewerbsentscheidende Herausforderung der modernen Industriegesellschaft, die unter dem Gesichtspunkt der weltweiten Globalisierung zusätzlich an Bedeutung gewinnt. Desgleichen sind volkswirtschaftliche Systeme und Teilsysteme Gegenstand der Modellierung und Simulation, um gegebenenfalls Folgen von Regulierungs- und Deregulierungsmaßnahmen abschätzen zu können.

Beispiele für mögliche, zukunftsweisende wissenschaftliche Fragestellungen sind:

- *Realisierung von verschiedenen Sichtweisen auf Entwurfsaufgaben*
  - Entwicklung von Möglichkeiten von kooperierenden, parallelen Bearbeitungen unter Berücksichtigung der Abhängigkeiten
  - Entwicklung von symbolischen, mathematischen und effizienten Algorithmen und Verfahren
  - geometrischen Relationen und mit logischen Formeln und Regeln
- *Beherrschung der Komplexität durch Modularisierung, hierarchisierte Strukturierung und Definition von Zuständigkeitsbereichen*



- nahtlose Integration von interaktiver computergestützter Lösungsfindung mit vollautomatischer Problemlösung von beherrschbaren Teilproblemen
- Verfahren zur computergestützten Analyse und Dekomposition von Systemen
- *neue algorithmische und softwaretechnische Ansätze zur effizienten Simulation von Gesamtsystemen*
  - Entwicklung objektorientierter, hierarchischer Strukturen
  - Trennung von Modell (Modellentwicklung) und Simulation
  - Entwicklung und Anwendung von Methoden der verteilten, wissensbasierten und kooperativ-intelligenten Simulation
- Entwicklung von effizienten mathematischen Verfahren und Algorithmen zur Analyse, Verifikation und Simulation komplexer Systeme
- *Verifikations- und Validierungsmethoden*
  - Verfahren und Methoden zur Formalisierung
  - formale und halbformale Spezifikationsverfahren
- *Entwicklung robuster, hierarchischer sowie mehrkriterieller Optimierungstechniken*
  - für dynamische Systeme und von Entscheidungsstrategien unter Einbeziehung von Entscheidungsmodellen menschlichen Handelns
  - auf der Basis von Techniken für hochdimensionale nichtlineare Steuerungsprobleme
  - durch echtzeitfähige Optimierungstools
  - durch Erhöhung von Robustheit und Einsatzbreite modellgestützter Entscheidungshilfen (model predictive control) unter Verwendung von Koordinationsmethoden für Multi-Agenten-Systeme
- *Mensch-Maschine Kommunikation in der Automatisierung*
  - Entscheidungshilfen unter Verwendung von regelbasiertem und unscharfen Wissen
  - Entwicklung und Einbeziehung von Entscheidungsmodellen menschlichen Handelns
- *Simulationsbasierte Analyse von Unternehmensprozessen*
  - Simulationsbasierte Bewertung von Unternehmens- und Prozeßführungsentscheidungen
  - Simulationsbasierte Steuerung hochkomplexer Fertigungsprozesse, z. B. in der Halbleiterindustrie

Die Realisierung solcher Aufgabenstellungen erfordert die Zusammenarbeit von Fachgebieten aus der Informatik, der Automatisierung, dem Maschinenbau, der Elektrotechnik und Informationstechnik, der Mathematik, der Physik, den Medienwissenschaften und den Wirtschaftswissenschaften. Wünschenswert ist eine Erweiterung durch die Biotechnologie.

### **3. Profillinie: Informations- und Kommunikationssysteme in Technik, Wirtschaft und Gesellschaft**

Eine globalisierte Wissensgesellschaft ist im Entstehen, für die Information und Kommunikation Wesenselemente sind. Ihre prägende Bedeutung erstreckt sich vom Bereich der Wirtschaft über staatliche und andere Verwaltungen, Kultur und Bildung bis in die private Sphäre. Innovationen im Bereich dieses Themenfeldes haben für die wirtschaftliche, gesell-

schaftliche und kulturelle Entwicklung regionaler und überregionaler Strukturen einen existentiellen Rang.

Information im hier verwendeten allgemeinen Sinne umfaßt Input, Output und Verarbeitungsgegenstand nicht nur von technischen Anordnungen (z. B. Computer, Datenbanken, Kommunikationsnetzen), sondern auch von biologischen (z. B. dem menschlichen Gehirn), wirtschaftlichen und gesamtgesellschaftlichen Strukturen. Sie ist Entscheidungs- und Aktionsbasis.

Kommunikation als Informationsaustausch ist wegen ihrer systemerhaltenden Funktion unabdingbar. Medien sind in diesem Zusammenhang von besonderer Bedeutung und in der Profillinie mit eingeschlossen.

Der bereits jetzt hohe Entwicklungsstand des oben skizzierten Komplexes beruht auf vielen wissenschaftlicher Einzeldisziplinen, die aus unterschiedlicher Sicht Beiträge leisteten und die angesichts der aktuellen Situation, allein schon durch das massiv ansteigende Volumen an Aufkommen, Transport und Verwaltung von Information, subtile und komplexe neue Aufgaben lösen müssen.

Im Bereich von Produktion, Implementierung und Anwendung informationstechnischer Geräte und Infrastrukturen vollzieht sich derzeit ein schneller Wandel, der auf verschiedenen Ebenen durch Integration und Konvergenz gekennzeichnet ist. Informations- Kommunikations- und Medientechnologien (IKM-Technologien) beruhen nicht nur auf vielfach gemeinsamen Funktions- und Produktionsprinzipien, sondern werden auch als Erzeugnisse, insbesondere infolge der Einführung multimedialer Techniken, zunehmend mit integrierter Funktionalität marktwirksam. Gemeinsam ist ebenso die massive Tendenz der Vernetzung, und zwar in integrierten Netzen mit praktisch unbegrenzter Reichweite aber auch beliebiger Adaptivität hinsichtlich der Bedürfnisse der Anwender. Durchgängig ist ebenso die weitgehende Software-Orientierung. Allerdings spielen unter den Bedingungen einer fortschreitenden Globalisierung und Liberalisierung der Märkte sowie der zunehmenden Anwendungsbreite und -intensität nunmehr in entscheidend höherem Maße auch nichttechnische wissenschaftliche Disziplinen im Komplex von Information und Kommunikation eine Rolle. Sozial-, Wirtschafts-, Ingenieur- und Naturwissenschaftler müssen bereits in der Forschung auf diesem Gebiet verstärkt zusammenarbeiten. Forschungs- und Entwicklungsphilosophie sowie Produkt- und Produktionsstrategie sind schon immer nicht nur mit neuen technisch nutzbaren physikalischen, chemischen oder biologischen Erkenntnissen sowie ingenieur- und wirtschaftswissenschaftlichen Lösungsmethoden verknüpft, sondern auch mit wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen verschiedener Art sowie nicht zuletzt mit sozialwissenschaftlichen Gegenständen, insbesondere der ethischen Dimension der IKM-Technologien. Diese Verknüpfung wird immer bedeutsamer. Es wird ein weiter gespanntes Konvergenzbedürfnis sichtbar, das gefördert werden muß.

Unter dem Begriff "Informations- und Kommunikationssysteme in Technik, Wirtschaft und Gesellschaft" werden daher eine informationstechnische und eine kommunikationswissenschaftliche Komponente zu einer Profillinie vereint, die den wissenschaftlichen Handlungsbedarf auf diesem Sektor in gebotener Breite und mit ihren spezifischen Methoden abdeckt und zusätzlich interdisziplinäre Themen aufgreifen soll. Sie dient dem Ziel effizienter Entwicklung und Nutzung von Informations-, Kommunikations- und Medientechnologien mit Hilfe technischer Einrichtungen, Softwareprodukten und Medienerzeugnissen und den zugehörigen Infrastrukturen. Zunehmend sind Entwurf, Produktion und Anwendung einschließlich sozial- und politikwissenschaftlicher Erkenntnisse in ihrer gegenseitigen Abhängigkeit zu berücksichtigen. Es sind neue Strategien, Methoden und Verfahren zu erforschen. Der Rahmen erstreckt sich von theoretischen und technischen Grundlagen über Algorithmen und deren softwaretechnische Umsetzung bzw. schaltungstechnische Realisierung bis zu produktionstechnischen Verfahren auf der einen Seite sowie wirt-

schaftspolitischen, ordnungspolitischen, medienpolitischen, insbesondere auch bildungspolitischen Zusammenhängen auf der anderen Seite.

Beispiele für Forschungskomplexe:

- *Informations- und Kommunikationsverfahren für spezifische Anforderungen*
  - hinsichtlich Informationsinhalt bzw. Datenumfang, Verarbeitungs- bzw. Übertragungsgeschwindigkeit, Mobilität, Komplexität, Sicherheit, Robustheit und Zuverlässigkeit
  - Signal- und Informationsverarbeitung aus technischer und domänenspezifischer Sicht mit neuen, z. B. neuronalen und bioinformatischen Ansätzen.
- *Komplexe integrierte Fertigungstechnologien*
  - informationstechnische Erzeugnisse mit Schwerpunkten wie Multichipbaugruppen, Packaging, Umweltrelevanz.
- *Mobile terrestrische und satellitengestützte Informations- und Kommunikationssysteme*
  - unter Nutzung von Höchsthfrequenztechnik und Photonik für Kommunikation und Informationsgewinnung darunter Fernerkundung, Sensorsysteme, Ortung und Navigation.
- *Multimediale Breitband- bzw. Hochgeschwindigkeitsnetze*
  - für Kommunikations- und Mediensysteme, Netzwerktechnologien, Kompressions- und Sicherungsverfahren, Netzwerkmanagement, darunter Weiterentwicklung intelligenter Netze, Netzwerkkonvergenz
- *Produktionstechnologien für Medien*
  - Audio- und Video-Studioteknik, Visualisierung, Präsentation
  - augmented reality, virtuelle Welten
- *Kommunikation zwischen Mensch und Maschine*
  - Verfahren für die Interaktion auf Basis intelligenter Systeme unter Verwendung von Sprache, Gesten, Posen
  - Informations- und Handlungsbeziehungen in Mensch-Maschine-Verbindungen
- *Komplexe Anwendungen in verteilten Umgebungen*
  - Basistechnologien, Entwicklungswerkzeuge, Kompatibilität
  - Verfahren und Komponenten zur Wiederverwendung
- *Entwicklung von Softwareentwicklungsumgebungen mit der Möglichkeit der Wiederverwendung*
  - Frameworks, Component Software, Design Patterns, Modeling Patterns
  - applikationsorientierte Softwarearchitekturen
  - Aufbau von multidisziplinären Modellbibliotheken
- *Methoden zur Softwaresicherheit (security und safety)*
  - Softwarequalitätssicherung und Softwaretestverfahren
  - Verfahren zur Entwicklung sicherheitskritischer Software
- *Einfluß neuer Informations- und Kommunikationstechnologien auf wirtschaftliche Strukturen und Mechanismen*
  - Untersuchungen des Zusammenwachsens bisher separierter Märkte
  - neue Konzepte zu Marketing- und Produktinformation (Online-Marketing)

- Untersuchungen neuer Unternehmensorganisationen und –kulturen (virtuelle Unternehmen) unter dem Einfluß eines neuen Informations- und Wissensmanagements und einer neuen Kommunikationskultur
- *Informations- und Kommunikationssysteme zur Planung und Steuerung von industriellen Leistungs- und Leitungsprozessen*
  - Entwicklung und Implementierung entscheidungsunterstützender Systeme auf der Grundlage von analytischen Modellen, Simulationstechniken, Fuzzy-Ansätzen und Multiagentensystemen
  - Simulation, Analyse und Synthese von Unternehmensprozessen und -strukturen
  - Entwurf und Implementierung von unternehmensinternen und unternehmensübergreifenden Kommunikationsstrukturen
- *Informationssysteme in Dienstleistung und Verwaltung*
  - Entwicklung und Evaluierung wissensbasierter Systeme in betriebswirtschaftlichen Anwendungsgebieten (Künstliche und Verteilte Intelligenz)
  - Anwendungssystementwicklung und Grundlagenforschung auf dem Gebiet der intelligenten Softwareagenten und der Multiagentensysteme
  - Medien und Medienintegration in der Wirtschaftsinformatik
- *Informationstechnologien und Informationsmanagement*
  - intelligente Datenhaltungssysteme in der Wirtschaft
  - Geschäftsprozesse im Internet
  - Gestaltung hypermedialer Informationssysteme
  - Workflow-, Dokumentenmanagement- und Information Retrievalsysteme in verteilten Umgebungen
- *Electronic Commerce*
  - Digitalisierung der Wertschöpfung
  - Marktsegmentierung
  - Veränderungen der Organisationsstrukturen
  - Technologische und organisatorische Anforderungen an die Infrastruktur
  - Regulierung: Rechtliche und politische Rahmenbedingungen
- *Europäische IKM-Technologiepolitiken im Vergleich*
  - Schwerpunkte der nationalen und der supranationalen IKM-Technologiepolitik
  - Politische Instrumentarien, Akteure und ihre Konstellationen
  - Zusammenhang von politischen Strukturen und politischen Leistungen
- *Hypertextualität*
  - Rezeptionsweisen und Rezipiententypen in der Netzkommunikation
  - Textstrukturen in der Netzkommunikation
  - Anforderungen an die Methoden empirischer Medienforschung durch Netzkommunikation

Unter den Bedingungen der Globalisierung zielt die Profillinie auf die Verbesserung der Rezeption und der Teilnahme an der internationalen Kommunikation und auf die Integration und Weiterentwicklung bislang eher disziplinär erarbeiteten Wissens innerhalb der einzelnen Fachdisziplinen. Die Profillinie ist deshalb explizit fächerübergreifend ausgerichtet.

Zur Bearbeitung solcher Problemstellungen ist das Zusammenwirken von Wissensgebieten aus naturwissenschaftlich, technisch und wirtschaftlich orientierten Fachdisziplinen (Physik,

Informatik, Informations- und Kommunikationstechnik, Medientechnik, Wirtschaftsinformatik, Volks- und Betriebswirtschaftslehre) sowie mathematisch und geisteswissenschaftlich ausgerichteten Fachdisziplinen (Mathematik, Kommunikations- und Medienwissenschaften, Rechtswissenschaften) erforderlich.

#### **4. Profillinie: Nanotechnologie**

Die bisherige Entwicklung in der Mikroelektronik, der Mikrosystemtechnik, der Optik, der Robotik und der Sensorik ist durch die technologische Ausnutzung von physikalischen Strukturen im Mikrometermaßstab gekennzeichnet. Gegenwärtig vollzieht sich in vielen der oben genannten Gebiete der Übergang zu Nanometerstrukturen, deren lineare Ausdehnung den hundertsten bis tausendsten Teil der Bauelementgrößen der bisher genutzten Strukturen in Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik betragen. In Zukunft könnten auch Objekte nutzbar werden, die auf atomarer bzw. molekularer Skala physikalische, chemische und biologische Prinzipien zur Erzeugung neuer oder bekannter Funktionen nutzen.

Eine wesentliche Herausforderung an die wissenschaftliche Forschung besteht daher in der Herstellung von Nanostrukturen, der eingehenden Untersuchung ihrer Eigenschaften und schließlich ihrer Integration zu neuen Systemen unter dem Aspekt einer bestimmten zu erzielenden Funktion. Strukturen mit atomaren Abmessungen können aber nur in begrenztem Maße mit zur Zeit beherrschten Technologien erzeugt werden; es wird daher nötig sein, auf neue Herstellungsprinzipien zu setzen und diese zu entwickeln. Als gangbare Verfahren zeichnen sich z. B. sowohl das "atomic engineering", also das Manipulieren von einzelnen Atomen und Molekülen auf Oberflächen, als auch die Ausnutzung der Prinzipien der Selbstorganisation ab.

Die Erforschung der grundlegenden Eigenschaften von Nanostrukturen und die Entwicklung neuartiger Verfahren zu ihrer Herstellung darf aber nicht nur unter dem Aspekt ihrer potentiellen technologischen Anwendbarkeit gesehen werden. Forschung auf diesem Gebiet wird auch die klassischen Grundlagenwissenschaften wie die Physik und die Chemie in kaum abzusehender Weise bereichern. Die Welt im Nanometermaßstab ist eben nicht einfach eine bloße Herabskalierung makroskopischer und mesoskopischer Systeme, sie hält aller Voraussicht nach neue Phänomene zur Entdeckung bereit.

Auf dem Gebiet der Nanotechnologie und der Nanowissenschaften liegen also Herausforderungen an Physiker, Chemiker, Biologen, Informatiker, Mathematiker und Ingenieure, denen die Wissenschaft nur in sehr enger Zusammenarbeit der genannten Disziplinen gewachsen sein wird und die deswegen eine einzigartige Chance zur Transdisziplinarität bieten.

Beispiele für mögliche Forschungs- und Entwicklungsaufgaben seien in folgender Zusammenstellung angegeben:

- *Bewertung von Strukturierungsverfahren im Nanometerbereich für die Massenproduktion von Bauelementen*
  - Entwicklung neuer Verfahren
  - Untersuchung der Anwendbarkeit von Standardverfahren auf bestehenden Prozeßlinien
- *Verständnis und Nutzung neuer funktioneller Eigenschaften von Nanopartikeln und nanostrukturierten Materialien*

- Entwicklung einer breiten Palette von Nanomaterialien
- Entwicklung supramolekularer Einheiten für den selbstorganisierten Systemaufbau
- Herstellung von Schichtstrukturen im Nanometerbereich
- *Nanoelektronik*
  - Erforschung möglicher quantenmechanischer Bauelemente
  - Anwendung des Prinzips der Selbstorganisation in der Bauelementherstellung
  - Anwendung neuer Speicherprinzipien und neuartiger Schaltungsorganisationen
- *Bereitstellung der notwendigen Analysen- und Charakterisierungsverfahren*
  - Anpassung der Standardverfahren an spezielle Herausforderungen der Nanomaterialien
  - Nutzung neuer Wechselwirkungen, auch der in weicher Materie
- *Ausrüstungen (Nanomaschinen) für die Nanotechnologie*
  - Entwurf, Konstruktion, Werkstoffe und Tribologie
  - Komponenten (Nanoantriebe, Führungen, Bewegungs- und Positioniersysteme)
- *Herstellung nanoskaliger Werkstoffe*
  - Anwendung von Magnetofluidynamikprinzipien
  - Anwendung chemischer Reaktionen und physikalischer Prinzipien
- *Untersuchungen zum Einsatz spezieller optischer Verfahren und Prinzipien*
  - optische und optoelektronische Sensorik und Meßtechnik
  - digitale Bildverarbeitung und optische Inspektion
  - Technische Optik, Justierung, Präzisionsantriebstechnik

Die Realisierung solcher Aufgabenstellungen erfordert die Zusammenarbeit von Fachgebieten aus dem Maschinenbau, der Elektrotechnik und Informationstechnik, der Mathematik, Chemie und der Physik. Wünschenswert ist eine Erweiterung durch die Biologie.

## **5. Profillinie: Neue Prinzipien und Optimierung der Energieversorgung**

Die ausreichende Verfügbarkeit von Energie ist eine entscheidende Voraussetzung für die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und Zukunftsfähigkeit jeder Gesellschaft. Infolge des wachsenden Energiebedarfs bei begrenzten technisch-wirtschaftlich nutzbaren Energiequellen besitzt die langfristige Energievorsorge eine herausragende Bedeutung für den sozialen Ausgleich und das friedliche Zusammenleben der Völker. Ziel der Energieforschung ist die Sicherung einer wirtschaftlichen, rationellen Energieversorgung bei gleichzeitiger Verwirklichung von Umwelt-, Klima- und Nachwelt-Schutzziele. Dies ist nur durch Produkt- und Prozeßinnovationen auf allen Stufen der Energiebereitstellungskette möglich. Für das Industrieland Deutschland ist der Erhalt seiner wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit, einschließlich der Exportmöglichkeiten auf diesem Gebiet, lebensnotwendig.

Für die meisten Schwerpunkte im riesigen Komplex der Energieforschung sind überwiegend aufwendige apparative Ausstattungen und Großforschungseinrichtungen erforderlich. Der Beitrag der TU Ilmenau soll sich deshalb auf innovative Forschungsgebiete der elektrischen Energietechnik stützen, für die bereits große Anlagen bestehen (Hochleistungs-, Hochstrom-, Hochspannungslabore u. a.). Zum anderen bestehen gute Voraussetzungen

bei der fachübergreifenden Aufgabe der Analyse, Simulation und Optimierung komplexer energetischer Prozesse.

Auf diesen Gebieten ist die aktuelle wissenschaftliche Entwicklung gekennzeichnet durch die wachsende Integration von Informationstechnologien und Steuerungssystemen in Geräte, Anlagen und Systeme der Energieversorgung. Neue Lösungen sind auch für die angestrebte gleichzeitige Übertragung von hohen Leistungen und Informationen im Elektroenergiesystem zu entwickeln; dabei spielen Forderungen nach unterbrechungsfreier Stromversorgung, Energiequalität und elektromagnetischer Verträglichkeit eine dominierende Rolle.

Von weitreichender Bedeutung sind die Forschungen zu neuen Technologien für Anlagen und Prozesse der Energiewandlung, -übertragung und -speicherung.

Um den wachsenden Einsatz von regenerativen Energien (Wasserkraft, Windkraft, Solarenergie) zu ermöglichen, sind Grundsatzuntersuchungen sowohl zu den Wandlungsverfahren, als auch zur Auslegung der Wandler und zur Betriebsführung dieser regenerativen Energieanlagen erforderlich.

Steigender Energiebedarf, höhere Energiekosten und gewachsenes Umweltbewußtsein werden die Optimierung der Energieversorgung unter gesamtgesellschaftlichen Bedingungen erzwingen. Ebenso werden politische Entscheidungen, wie die Liberalisierung des Energiemarktes, großen Einfluß auf die Energieträgerstruktur haben. Dies führt zu entscheidenden Veränderungen in der Prozeßführung komplexer energetischer Prozesse. Hierfür besteht ein erheblicher wissenschaftlicher Handlungsbedarf. Die dynamische Optimierung der energetischen Versorgungssysteme basiert auf der Analyse und Modellierung der Prozesse und Systeme und schließt auch die Erfassung des Einflusses ökonomischer, ökologischer, klimatischer, politischer, rechtlicher und demografischer Entwicklungen ein.

Entscheidend dafür, ob in der Praxis alle Möglichkeiten zur effizienten Energieversorgung entdeckt und genutzt werden, ist der ordnungspolitisch gesetzte Rahmen. Die europäischen Verträge und der angestrebte gemeinsame Energiemarkt in der EU gaben in den letzten Jahren den Anstoß für eine Änderung der wettbewerbsfeindlichen Ordnungen und der tradierten Strukturen. Nun gilt es, die neue Ordnung vorzubereiten, daß sich ein wirksamer Wettbewerb entfaltet, dezentrale und innovative Anbieter nicht diskriminiert, vertikale und horizontale Barrieren abgebaut werden sowie ein freier Handel mit Strom auf allen Ebenen möglich wird.

Daraus ergeben sich folgende mögliche Forschungs- und Entwicklungsaufgaben:

- *Managementsysteme für die Führung von Energieverbundsystemen unter Berücksichtigung*
  - von Spartenbereichen (Elektro, Fernwärme, Gas)
  - von Verbundlokalisierungen (Kommune, Region, liberalisierter Handel)
  - der Energieversorgung mit alternativen Energien insbesondere Wasserkraft, Wind-Sonnenenergie
  - der Schaffung kostengünstiger Systemlösungen z. B. für solarthermische Systeme
- *Entwicklung intelligenter und steuerbarer energietechnischer Geräte und Anlagen*
  - Integration von Schutz- und Diagnostikeinrichtungen
  - Sicherung der elektromagnetischen Verträglichkeit, der Störfestigkeit und der Energiequalität
  - Integration von Informationstechnologien in energietechnische Geräte und Anlagen
- *Entwicklung neuer Wirkprinzipien und Technologien für Anlagen und Prozesse der Energiewandlung und -übertragung*

- Wirkungsgradverbesserung von PV-Zellen, optimale Auslegung von Modulen und Anlagenkomponenten, Erhöhung der Zuverlässigkeit
- optimale Auslegung der Komponenten von Windkraftanlagen, energetische Amortisation
- Geräte und Anlagen zur Steuerung der Energieeinspeisung
- leistungselektronische Steuereinrichtungen für die Optimierung der Energiebereitstellung
- supraleitende Geräte und Übertragungsstrecken
- *Verfahren zur optimalen Betriebsführung elektrischer Energieanlagen*
  - integriertes Management von Erzeugung, Übertragung, Speicherung und Anwendung elektrischer Energie
  - optimale Integration regenerativer Energien
  - Netzausbaustrategien
- *Energieoptimierte Prozeßführung von Produktionssystemen und energieoptimiertes Bauen*
  - energetische Analyse von Produktionsprozessen
  - volkswirtschaftlich optimierter Einsatz von Energieformen
  - effektive Nutzung regenerativer Energien
- *Optimierung komplexer Energieversorgungsprozesse (einschließlich Elektroenergie, Wärmeenergien, mechanische Energie)*
  - Analyse der Bedarfsstrukturen und –entwicklungen
  - Entwicklung bedarfsorientierter dynamischer Versorgungsmodelle, Realisierung des *Energiemix*
  - Untersuchung der Wechselwirkung mit Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft
- *Entwicklung eines ordnungspolitischen Rahmens für dynamische Wettbewerbsprozesse und einen freien Handel mit Strom*

Die Realisierung dieser Vorhaben erfordert die Zusammenarbeit von Wissensgebieten aus der Elektrotechnik, der Informationstechnik, dem Maschinenbau, der Informatik, der Automatisierung, der Mathematik, der Physik und aus den Wirtschaftswissenschaften.

## **6. Profillinie: Unternehmen, Märkte und Ordnungen im Wandel – Innovative Produkte und Prozesse**

An der Schwelle zum 21. Jahrhundert vollzieht sich ein rascher und sich beschleunigender Wandel der hochentwickelten Industriegesellschaften zu Dienstleistungs- und Wissensgesellschaften, die sich überdies einem zunehmend globalisierten Wettbewerb ausgesetzt sehen. Die beschleunigte Integration nationaler Märkte in den europäischen und internationalen Wettbewerb wurde durch Änderungen in den Ordnungen möglich und wird durch neue Kommunikations- und Transporttechniken stark gefördert.

Wirtschaftliche Aktivitäten wurden in den letzten Jahren liberalisiert und privatisiert. In der EU vereinfacht und verbilligt das europäische Recht das wirtschaftliche Handeln im Gemeinsamen Markt, und reduziert die Möglichkeiten zur Abschirmung nationaler Märkte und staatlicher Monopole gegenüber neuen Wettbewerbern. Obgleich zunehmender Wettbewerb die Wohlfahrt steigert, gefährden Abwehrreaktionen traditionell privilegierter Gruppen, staatliche Subventionen und Bemühungen zur Rücktransformation die Märkte. So gilt es,



die dezentralen marktwirtschaftlichen Systeme durch wissenschaftlich fundierte Ordnungen weiterzuentwickeln und ein Umfeld zu schaffen, in dem sich unternehmerische Kräfte kreativ entfalten können.

Die internationale Standardisierung von Ordnungen, Rechten, Zahlungsmitteln und Kommunikationsplattformen sowie die entfachte Wettbewerbsdynamik führen durch real sinkende Informations-, Kommunikations-, Transport- und Transaktionskosten zu Umbrüchen in den Strukturen von Wirtschaft und Gesellschaft. Die über Jahrzehnte gewachsenen Grundsätze, Institutionen und Organisationen sehen sich mit fundamental geänderten Umfeldbedingungen konfrontiert. Unternehmen sind gezwungen, ihre Führungs- und Organisationskonzepte, ihre Innovations-, Produktions- und Logistiksysteme sowie ihre Entwicklungs- und Controllingkonzepte den dynamisch wandelnden technischen, rechtlichen und sozialen Bedingungen anzupassen. So werden z. B. große, unbewegliche und lokal ausgerichtete Unternehmen durch schlanke, flexible und kundenorientierte Einheiten ersetzt, die in internationalem Verbund tätig sind. Unternehmen sind gefordert, den schnellen Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Praxis zu bewältigen, geeignete Produkt- und Prozeßinnovationen umzusetzen und durchzusetzen, die wachsenden Informationsströme zu bewältigen und die Mensch-Maschine-Kommunikation zu verbessern. Bei diesen Aufgaben benötigen die Unternehmen wissenschaftliche Unterstützung.

In Wirtschaft und Gesellschaft vollzieht sich ein Wandel in der Bedeutung der Faktoren: Ging es im Industriezeitalter primär darum, mit Rohstoffen und Energie effizient umzugehen sowie die Produktivität von Maschinen zu steigern, so sind Wachstum und Entwicklung künftig in zunehmendem Maße von der Ausschöpfung der geistig-psychischen Potentiale der Menschen - Motivation, Kreativität, Wissen, Zusammenarbeit – abhängig, die dezentral verstreut sind. Mit dieser Entwicklung korrespondiert ein wachsender Stellenwert von wirtschaftlichen und sozialen Kompetenzen in allen Berufs- und Wissenschaftsfeldern. In den Mittelpunkt rücken (Er-)Kenntnisse über wirtschaftliche und soziale Zusammenhänge und Funktionsprinzipien in Unternehmen und Gesellschaft sowie die Wirtschaftlichkeit von Produkten und Prozessen. Für eine Technische Universität, die erkenntnis-, anwendungs- und produktorientierte Forschungen als gleichwertige, sich gegenseitig anregende Teilbereiche der Wissenschaft versteht und die die verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen zu verbinden weiß, ergibt sich daraus die Chance, auf diesen Entwicklungsprozeß nachhaltig Einfluß zu nehmen.

Beispiele für mögliche, zukunftsweisende wissenschaftliche Fragestellungen sind:

- *Entwicklung geeigneter Ordnungen für dezentrale-marktwirtschaftliche Systeme*
  - Konzeption von Regeln für wirksame Wettbewerbsprozesse auf nationalen, europäischen und internationalen Märkten
  - Industrieökonomische Analysen zu den Voraussetzungen und Wirkungen von technischem Fortschritt
  - Analyse zu den Wirkungen von Staatseingriffen in Marktprozesse
  - Regionalwissenschaftliche Analysen zum Standortwettbewerb
  - Entwicklung geeigneter und sozial akzeptierter Mechanismen, mit denen Eigentumsrechte definiert, verteilt, abgegrenzt, gebündelt, gehandelt und geschützt werden
- *Entwicklung moderner Controllingkonzepte*
  - controllingorientierte Gestaltung und Nutzung von Kosten-Leistungsrechnungssystemen
  - Controllingkonzepte für die mittelständische Wirtschaft
  - strategische und operative Controllingkonzepte im Medienbereich

- *Marketingkonzepte und -methoden*
  - Entwicklung neuer Instrumente des Mittelstands- und Regionalmarketing
  - internationales Marketing im Kontext von Transformationsprozessen
  - neue kommunikationsstrategische Ansätze im Marketinginstrumentarium (Integration neuer Medien)
- *Innovation und Finanzierung*
  - Entwicklung innovativer Instrumente zur Kommunikation zwischen KMU und (potentiellen) Kapitalgebern
  - Auswahl und Adaption von Verfahren der Wirtschaftlichkeitsrechnung unter spezifischen Anforderungen von KMU
  - Innovationsfinanzierung in KMU mittels finanzierungstheoretischer Ansätze
  - finanzwirtschaftliche Anreizsysteme unter Berücksichtigung von Informationsasymmetrien und Marktunvollkommenheiten
- *Unternehmensführung und Organisationsentwicklung*
  - Erklärung und Gestaltung personalen Veränderungswiderstandes
  - marktorientiertes Redesign organisationaler Strukturen, Prozesse und Führungssysteme
  - Management von Markteintritten mit innovativen und/oder imitativen Produkten
  - Organisationsentwicklung in Industrie, Dienstleistung und Verwaltung
- *Innovative Produktionssysteme*
  - Produktionsstrategien und Bewertung produktionsstrategischer Entscheidungen
  - kostenorientierte Produktentwicklung/Kostenprognose für neue Erzeugnisse im Angebots- bzw. frühen Entwicklungsstadium
  - hybride Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme für heterogene Produktionsstrukturen
  - industrielle Dienstleistungen als Komponenten komplexer Leistungsbündel
  - Entwurfsmethodik für technische Produkte unter besonderer Berücksichtigung des Ganzheitsentwurfs des Concurrent Engineering
- *Rapid Product Development*
  - Weiterentwicklung des Prototypenmanagement im Rahmen einer integrierten Produktentwicklung unter Einbeziehung informationstechnischer, technologischer und organisatorischer Methoden, Werkzeuge und Verfahren
  - Schaffung neuer Grundlagen für realistische Produktmerkmalsdefinitionen mit Hilfe von virtuellen und physischen Prototypen zur frühzeitigen Überprüfung und Evaluierung von Produktvarianten im Entwicklungsprozeß
- *Logistik und Simulation*
  - Entwicklung und Strukturierung neuartiger alternativer Logistik-(Teil-)Systeme und die Evaluierung des dynamischen Systemverhaltens durch Simulation
  - Untersuchung der Zuordnung physischer dispositiver, administrativer und informativer Ebenen durchgängiger unternehmensübergreifender Logistik-Systeme unter Berücksichtigung absehbarer neuer Nutzungen von IuK-Technologien
- *Entwicklung von Verfahren zum Schutz und zum Transfer geistigen Eigentums (Patentinformationssysteme, Urheberrecht)*

- *Untersuchung und Weiterentwicklung von mathematischen Methoden zur Behandlung von diskreten, stetigen und stochastischen Modellen des Operations Research*

Einbezogen in die Realisierung dieser Vorhaben sind Fachgebiete aus Wissenschaftsgebieten der Wirtschaftswissenschaften, der Informatik, der Automatisierung, der Elektrotechnik, der Informationstechnik, des Maschinenbaus, der Mathematik, und den Medienwissenschaften.