

# Executive Abstract



## Grand Challenges der Technischen Informatik

**ITG**



**VDE**

## Impressum

**VDE** VERBAND DER ELEKTROTECHNIK  
ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK e.V.  
Informationstechnische Gesellschaft im VDE (ITG)  
Stresemannallee 15 · 60596 Frankfurt am Main  
Tel. 069 6308-0 · Fax 069 6312925  
<http://www.vde.com> · E-Mail: [itg@vde.com](mailto:itg@vde.com)

Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)  
Ahrstrasse 45 · 53175 Bonn  
Tel. 0228 302147 · Fax 0228 302167  
<http://www.gi-ev.de> · E-Mail: [gs@gi-ev.de](mailto:gs@gi-ev.de)

Titelbild: Siemens

Gestaltung: Michael Kellermann · Graphik-Design · Schwielowsee-Caputh

März 2008

# „Grand Challenges der Technischen Informatik“

## Executive Abstract

**Prof. Dr. Theo Ungerer**  
**Institut für Informatik, Universität Augsburg**  
**Sprecher Fachausschuss ITG 6.1/GI 3.1 (ARCS)**

Die rasante Entwicklung in der Informationsverarbeitung hat dazu geführt, dass rechnerbasierte Geräte bereits heute unser tägliches Leben fast komplett durchdrungen haben. Die in der Technischen Informatik entwickelten Lösungen bieten dem Menschen zukünftig Unterstützung in allen Lebensbereichen. Assistenzsysteme im Gesundheits- und Lebensbereich, in Verkehrs- und Automobiltechnologie und im Bereich der Service-Roboter werden in den Grand Challenges als Anwendungsbeispiele für solche technischen Unterstützungen für die Menschen aufgegriffen. Diese Unterstützungen sollen dem Menschen in unaufdringlicher Weise zur Verfügung gestellt werden. Wir wollen auch in einer sauberen Umwelt leben, in der sparsam mit den Rohstoffen und Ressourcen umgegangen wird. Technische Informationssysteme können einerseits durch ihre elektrische Leistungsaufnahme zu einer Verschärfung der globalen Umwelt- und Ressourcenprobleme führen, haben jedoch auch die Potenz durch intelligente Steuerungen zu einer Verringerung der Leistungsaufnahme technischer Systeme und zu einem geringeren CO<sub>2</sub>-Ausstoß beizutragen. Für unsere Industriegesellschaft gilt es aber auch, Arbeitsplätze zu erhalten und neue zu schaffen.

Diese Ziele stellen hohe Herausforderungen an die Technische Informatik, von der notwendigen Grundlagenforschung bis hin zu den Anwendungsbereichen. Die Grand-Challenge-Initiative der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) und der Informationstechnischen Gesellschaft (ITG) zeigt Forschungs- und Entwicklungsthemen der Technischen Informatik auf, die zu einer langfristigen Arbeitsplatzsicherung beitragen können. Von Interesse sind Themen, die zu Anwendungen und Produkten führen können, die eine besondere industrielle Bedeutung in den nächsten zwanzig Jahren haben könnten, um zukünftige Geschäftsfelder durch zielgerichtete und frühzeitige Vorfeldforschung zu unterstützen.

Das Leitungsgremium des GI/ITG-Fachausschusses ARCS hat die Notwendigkeit erkannt, diese Themenstellungen zu formulieren, und auf der Sitzung am 15.3.2006 die Initiative „Grand Challenges der Technischen Informatik“ ins Leben gerufen. Unter fachlicher Zuarbeit der angegliederten Fachgruppen wurden mögliche Themenfelder erarbeitet. Auf einem Workshop des GI/ITG-Fachausschusses ARCS am 31.10.2006 sind schließlich die im Folgenden ausgearbeiteten Themen ausgewählt worden. Mit der Sitzung des Leitungsgremiums des Fachbereichs „Technische Informatik“ am 13.3.2007 wurde die Grand-Challenge-Initiative auch auf GI-Fachbereichsebene weitergeführt. Parallel dazu wurde vom BMBF das Forschungsförderprogramm IKT 2020<sup>1</sup> erarbeitet, dessen Themen mit den hier erarbeiteten Fragestellungen teilweise überlappen.

Als „Grand Challenges der Technischen Informatik“ wurden insgesamt acht Themenbereiche ausgewählt, die im folgenden kurz vorgestellt werden. Sie bilden die Schlüsseltechnologien („Enabling Technologies“) für zukünftige industrielle Anwendungen und erfordern, mit Nachdruck erforscht zu werden. Weiterhin wurden drei Anwendungsgebiete mit voraussichtlich hoher wirtschaftlicher Bedeutung ausgewählt, an denen stellvertretend für eine Vielzahl ähnlicher Anwendungen die Notwendigkeit der Lösung der genannten Herausforderungen aufgezeigt wird. Für die Formulierung und Ausarbeitung der einzelnen Themenstellungen wurde jeweils eine Arbeitsgruppe mit Experten auf den jeweiligen Gebieten eingesetzt.

Die drei Anwendungsgebiete können unter dem Oberbegriff „Smart Machines and Environments“ betrachtet werden und sind im Einzelnen:

- A1: Ambient Assisted Living
- A2: Smart Mobility
- A3: Service-Roboter

*Ambient Assistant Living* steht für Assistenzsysteme im Gesundheits- und Lebensbereich. Ähnliche technische Anforderungen stellen sich auch für Krankenzimmer und Operationssäle im Krankenhaus, Reha-Kliniken, Seniorenheime und Seniorenwohnungen, Fitnesstrainer u.v.m. *Smart Mobility* durch Car-to-Car- und Car-to-Infrastructure-Kommunikation betrifft unser liebstes Verkehrsmittel, das Auto, das sicherer, komfortabler, robuster und vor allem umweltfreundlicher werden soll. *Service-Roboter* können im Haushalt, in Bürogebäuden und in öffentlichen Gebäuden eingesetzt werden, um Routine- oder Reinigungsarbeiten zu erledigen.

---

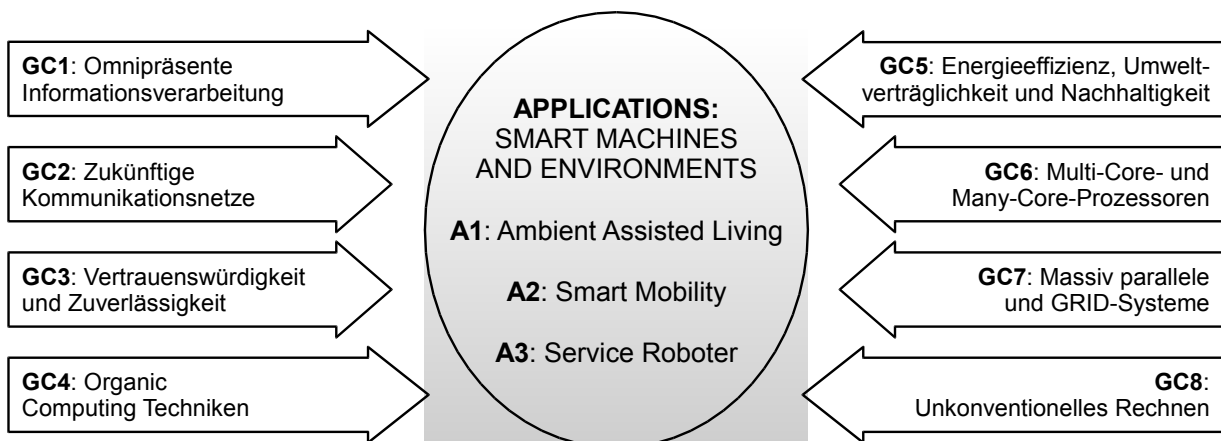
<sup>1</sup> siehe: <http://www.bmbf.de/pub/itk2020.pdf>

Die sich daraus ergebenden wissenschaftlichen Herausforderungen betreffen

- den Umgang mit Information,
- die Kommunikation mit und zwischen technischen Geräten,
- die Vertrauenswürdigkeit und Zuverlässigkeit der Infrastruktur,
- Techniken der Komplexitätsreduktion und -bewältigung,
- den verantwortungsbewussten Umgang mit Energie,
- Umweltverträglichkeit und Nachhaltigkeit bei der Herstellung, im Betrieb und der Entsorgung informationstechnischer Geräte und
- neue Rechner-Entwicklungen, um die damit erreichbaren höheren Verarbeitungsleistungen für die Anwendungsziele verfügbar zu machen.

Die acht Grand Challenge Themen (GC1 bis GC8) der Technischen Informatik sind in der folgenden Abbildung dargestellt:

### GRAND CHALLENGES DER TECHNISCHEN INFORMATIK



*Omnipräsente Informationsverarbeitung* (GC1) umfasst die Aspekte des überall verfügbaren Zugriffs, der verteilten Speicherung und Verwaltung von Informationen. Neu ist hier insbesondere die Integration von Sensorsystemen ins allgemein verfügbare, heute durch das Internet gegebene Wissensnetz, so dass komplexe Informationen über Vorgänge der realen Welt online abgefragt werden können. Wichtige Herausforderungen betreffen dafür die Interoperabilität und Integrität der Datenbestände, die Konfiguration und Kooperation der Informationsquellen, die Zuverlässigkeit und Vertrauenswürdigkeit der Quellen sowie geeignete Filterungsmechanismen, die den Anforderungen des Persönlichkeitsschutzes beim Zugriff genügen und die gewünschten Informationen möglichst zutreffend bereit stellen.

Im Bereich „Personal Health and Care“ wird ein selbstorganisierendes Assistenzsystem auf Basis einer mobilen Geräteplattform zur Information und Motivation der Patienten vorgeschlagen. Ziel des Fitness-Coachs ist es u.a., die Nutzer in Abhängigkeit von ihren eigenen Verhalten und den Vorgaben des Fachpersonal zu gezielten Übungen im Fitness-Bereich zu motivieren, die Organisation der Übungen weitestgehend zu übernehmen und deren Durchführung in Verbindung mit dem Gesundheitszustand des Gasts zu überwachen. Die Ergebnisse sollen in Form einer persönlichen Fitnesskurve (Fitness-Analyse) und für das medizinische Fachpersonal dokumentiert werden. Hierzu ist es notwendig, dass der Fitness-Coach mit diversen mobilen oder auch stationären Geräten, Sensoren, Aktoren und auch mit Planungs- bzw. Datenbanksystemen verbunden ist und mit diesen interagiert. Beispiele für die im System eingebundenen Subsysteme sind: Sensorsysteme am Körper für die Überwachung der Herz-/Kreislauffunktion oder die Gelenkbelastung, Fitness-/Trainingsgeräte zur Einstellung der Geräteparameter, Patientendatenbanken und der Interaktion mit dem Facility Management.

*Zukünftigen Kommunikationsnetze (GC2)*, in drahtgebundener oder drahtloser Form, müssen hinsichtlich ihrer Technologien, logischen Strukturen, Protokollen und Effizienz weiter entwickelt werden. Denn sie sind die Voraussetzung für jede Art verteilter Informationsverarbeitung, zu der das Sammeln, Zusammenfassen, Interpretieren und Verteilen gehört.

Unser tägliches Handeln in allen Lebensbereichen wird wesentlich davon bestimmt, inwieweit wir Objekten unserer Umwelt Vertrauen entgegenbringen können. Dies gilt insbesondere für informationsverarbeitende Systeme, die Dienstleistungen erbringen. GC3 befasst sich mit den verschiedenen Facetten von *Vertrauenswürdigkeit und Zuverlässigkeit* wie der Korrektheit, der Sicherheit (im Sinne von „security“), der Verlässlichkeit (im Sinne von „safety“ und „dependability“), der Verfügbarkeit, der Zuverlässigkeit, der Robustheit, dem vertraulichen und bestimmungsgemäßen Umgang mit Information (Privatheit) und den Fragen der Haftbarkeit, d.h., ob das System tatsächlich die zugesagte Leistung erbringt und wer für ein Fehlverhalten des Systems verantwortlich ist.



Ärzte, Pfleger und Patienten führen mobile Geräte mit sich, die die Übermittlung von Informationen ermöglichen aber noch Zusatzfunktionalität anbieten. Die mobilen Geräte dienen dabei als Nutzerschnittstellen zu einer Vielzahl von Sensoren sowie als Schnittstelle zu elektronischen Patientenakten. Ärzte können ihr mobiles Gerät auch benutzen, um Informationen auf elektronischen Weg mitzunehmen und diese Daten dann auf andere Displays zu übertragen, um die Anzeigqualität zu verbessern oder Zusatzinformationen zu den Daten zu erhalten. Außerdem kann durch das personalisierte Zugriffsgerät sichergestellt werden, welche Person lesend und schreibend auf die Daten Zugriff nimmt.

Derart komplexe verteilte Informationssysteme, wie sie die Zukunft noch verstärkt bringen wird, können nur mit neuen Techniken zur Beherrschung der Komplexität verwaltet werden. Ziel des *Organic Computing* (GC4) ist es, die wachsende Komplexität der uns umgebenden Systeme durch Mechanismen der Selbstorganisation zu beherrschen und an den Bedürfnissen der Menschen zu orientieren. Ein „organisches Computersystem“ soll sich entsprechend den gewünschten Anforderungen dynamisch und selbstorganisierend den Umgebungsverhältnissen anpassen. Das heißt, es soll sich abhängig vom konkreten Anwendungsbedarf selbstorganisierend, -konfigurierend, -optimierend, -heilend, -schützend, -erklärend (abgekürzt unter dem Begriff der Selbst-X-Eigenschaften), vorausschauend und umgebungsbewusst verhalten. Hierbei stellen sich die Herausforderungen der Kontrolle von Selbstorganisation und Emergenz, der Entwicklung geeigneter Organic-Computing-Architekturen und der Entwicklung geeigneter Selbst-X-Techniken.

Die aktuelle Diskussion um den Verbrauch an Rohstoff-Ressourcen und den durch Treibstoffgase aus Verbrennungsprozessen zur Energieerzeugung folgenden Klimawandel muss auch von der Technischen Informatik aufgegriffen werden. Der durch moderne Kommunikations- und Rechentechnik verursachte Energieverbrauch steigt von Jahr zu Jahr. GC5 widmet sich einer der Grand Challenges der Menschheit: *Energieeffizienz, Umweltverträglichkeit und Nachhaltigkeit*. Die Herausforderungen bestehen in der Erforschung energieeffizienter Techniken

in der Hardware, in der System-Software und sogar in den Anwenderprogrammen / in den Anwendungen. Neben der Verringerung des Energieverbrauchs auf allen Ebenen informationstechnischer Systeme sollen jedoch auch die Möglichkeiten der Energieersparnis durch bessere elektronische Steuerungen in Autos, Flugzeugen, Kraftwerken und Maschinen bis hin zu Heizungen in Wohn- und Geschäftshäusern erforscht werden. Darüber hinaus müssen Lösungen für ein umweltschonende und nachhaltig ressourcenschonende Herstellung, Betrieb und Entsorgung informationstechnischer Geräte gewährleistet werden.

Die Prozessorentwicklung befindet sich derzeit mitten in einem grundlegenden Paradigmenwechsel. Trotz auch weiterhin zu erwartenden hohen Steigerungsraten bei der Anzahl der Transistoren pro Chip ist eine weitere Erhöhung der Taktrate zur Steigerung der Performanz in dem Maße, wie sie in der letzten Dekade zu beobachten war, nicht mehr möglich. In Zukunft wird die Leistungssteigerung vornehmlich durch die Integration mehrerer Prozessorkerne (Cores) auf einem Chip erreicht werden. Der Grand Challenge 6 *Hardware-, Software-Architekturen und Werkzeuge für Multi-Core- und Many-Core-Prozessoren* greift diese Thematik auf. Daraus entstehende Forschungsfragestellungen betreffen nicht nur die Hardware-Entwicklung sondern insbe-

### Szenario Unfallvermeidung

Man betrachte ein Auto, das vor einer unübersichtlichen Kurve zum Überholen ansetzt. Unter normalen Umständen ist die Verkehrslage so, dass selbst bei entgegen kommendem Verkehr genug Zeit zum Bremsen oder Ausweichen über die Standspur bleibt. Trotzdem kann es zu einer Unfallsituation kommen, die mit technischen Mitteln vermeidbar wäre: aus der Gegenrichtung nähert sich ein Auto mit überhöhter Geschwindigkeit, in der Kurve gibt es eine Baustelle, die die Standspur blockiert, eine glatte Fahrbahn verlängert den Bremsweg. Die Informationen, die notwendig wären, um in dieser Situation einen Unfall zu verhindern, sind im Prinzip in elektronischer Form vorhanden. Beide Fahrzeuge kennen über ihre Navigationssysteme ihre Position und Geschwindigkeit. Die Baustelle ist im Computer des Straßenbauamtes verzeichnet. Selbst die Information über die Glätte könnte vorhanden sein, wenn vorher bei einem Fahrzeug in der Kurve ESP aktiviert worden wäre. Das Problem ist, dass heute die notwendigen Informationen nicht zusammengebracht bzw. (im Falle des ESP Signals) gar nicht erst gespeichert werden, und damit dem Fahrer im entscheidenden Moment nicht zur Verfügung stehen.



sondere auch die Software, da neue Betriebssysteme und Software-Tools bis hin zu neuen parallelen Programmiersprachen von Nöten sind. Existierende, heute meist sequentielle Anwendungsprogramme müssen geeignet parallelisiert werden und neue Multi-Core-Anwendungsprogramme werden entstehen. In der Betriebssystemforschung erscheint insbesondere der Ansatz einer Virtualisierung, welche die Hardware-Struktur gegenüber der Anwendung weitgehend verbirgt, von besonderem Interesse.

Zur Lösung der vielen drängenden Probleme der Menschheit ist die Bereitstellung sehr hoher Rechenleistung durch Hochleistungsrechner notwendig. GC7 betrifft deshalb *Hardware-, Software-Architekturen und Werkzeuge für massiv parallele Systeme und GRID-Computer für das Hochleistungsrechnen*. Die Integration von Multi-Core-Prozessoren in Parallelrechnersysteme wird zu einem Performanzsprung bei Hochleistungsrechnern und Grid-Computern führen. Kennzeichnend für Grid-Systeme ist das Überwinden administrativer Einheiten, d.h. einer rein lokalen Administration, beim Zusammenschluss der Ressourcen und beim transparenten Zugriff auf diese. Mit hohen Rechenleistungen im Peta-FLOPS-Bereich werden viele von Naturwissenschaftlern und Ingenieuren durchgeführte Simulationen genauere und damit brauchbarere Werte liefern.

*Unkonventionelles Rechnen* (GC8) bezeichnet ein zumeist interdisziplinär ausgerichtetes Forschungsgebiet mit dem Ziel neue und alternative Methoden für die Rechentechnik zu entwickeln, die sich stark von der klassischen von-Neumann-Architektur unterscheiden. Dazu zählt man u.a. Optisches Rechnen, DNA Computing, Quantenrechnen, Rechnen unter Nutzung von Nanostrukturen („nano computing“) oder auch die analoge Rechentechnik. Ein großes wirtschaftliches Potential besitzen hier die nano-elektromechanischen Systeme.

Ein ausführlicher Report zu den Grand Challenges der Technischen Informatik findet sich auf den Webseiten des gemeinsamen Fachausschuss ITG 6.1/GI 3.1 (ARCS):

<http://www.gi-ev.de/gliederungen/fachbereiche/technische-informatik-ti/fa-arcs/>

und

<http://www.vde.com/de/fg/ITG/Arbeitsgebiete/Fachbereich%206/Seiten/Fachausschuss%206.1.aspx>







**VERBAND DER ELEKTROTECHNIK  
ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK e.V.**

Informationstechnische Gesellschaft im VDE (ITG)  
Stresemannallee 15  
60596 Frankfurt am Main

Telefon 069 6308-0  
Telefax 069 6312925  
<http://www.vde.com>  
E-Mail [service@vde.com](mailto:service@vde.com)



Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)  
Ahrstrasse 45  
53175 Bonn  
Telefon 0228 302147  
Telefax 0228 302167  
<http://www.gi-ev.de>  
E-Mail [gs@gi-ev.de](mailto:gs@gi-ev.de)

