

Innovationen live - IT als Treiber für Business Excellence

Hans-Jörg Bullinger

Fraunhofer-Gesellschaft für Angewandte Forschung e.V.

Hansastraße 27 c

D-80686 München

hans-joerg.bullinger@zv.fraunhofer.de

Abstract: Als Enabler für Zukunftstechnologien spielen IuK-Technologien eine überragende Rolle im Innovationsprozess. Sie liefern die entscheidenden Werkzeuge, um das Innovationstempo zu erhöhen. Sie bringen neue Funktionen in Produkte, machen sie intelligent, benutzerfreundlich und sicher. In Deutschland hängen über die Hälfte der Industrieproduktion und über 80 Prozent der Exporte vom Einsatz moderner IuK-Technologien ab. Die starke Rolle der IT spiegelt sich auch in den Schwerpunktthemen für Forschung und Entwicklung in Deutschland wider. Die Fraunhofer-Gesellschaft hat in einem umfangreichen Diskussions- und Auswahlprozess mit internen und externen Spezialisten Themen identifiziert, die unter dem Motto "Perspektiven für Zukunftsmärkte" Erfolg versprechende Wege weisen.

1 Perspektiven für Zukunftsmärkte – IT im Fokus

Deutsche Unternehmen haben im globalen Wettbewerb nur eine Chance: Sie müssen der Konkurrenz aus den Niedriglohnländern Innovationen entgegensetzen – einzigartige Produkte, Verfahren und Dienstleistungen, für die Verbraucher auch bereit sind, einen höheren Preis zu zahlen. Gleichzeitig verlangt die Globalisierung von den Unternehmen, auch in fernen Märkten präsent zu sein, unmittelbar liefern und Services leisten zu können. Unternehmerischer Erfolg wird zunehmend bestimmt werden von Orientierung am Kunden, individualisierten Produkten und integrierten, weltweit vernetzten Geschäftsprozessen. So nimmt die Bedeutung der Informationstechnik für die Wettbewerbsfähigkeit weiter zu – der Anteil von Software an der Wertschöpfung wächst.

Die Bedeutung der IT für unsere Innovationsfähigkeit spiegelt sich auch in den Schwerpunktthemen für Forschung und Entwicklung wider, die die Fraunhofer-Gesellschaft unter dem Motto „Perspektiven für Zukunftsmärkte“ veröffentlicht hat. In einem umfangreichen Diskussionsprozess mit internen und externen Spezialisten aus Wissenschaft und Wirtschaft hat die Fraunhofer-Gesellschaft zwölf Themenbereiche mit besonders hohem Innovationspotential identifiziert. Die Auswahl, die das gesamte Spektrum angewandter Forschung - von der Produktionstechnologie bis hin zu den Life Sciences - umfasst, wird deutlich von IT bestimmt, sei es durch dezidierte IT-Themen oder durch Themen, die ihr Innovationspotential erst durch IT-Beiträge entfalten.



Abbildung 1: Perspektiven für Zukunftsmärkte – die 12 Leitthemen der Fraunhofer-Gesellschaft

In den folgenden Abschnitten werden vier dieser Themen näher beleuchtet, die aus Sicht der angewandten IT-Forschung besonderes Gewicht haben: Das „Internet der Dinge“ steht für zukünftige selbstgesteuerte Logistiksysteme, in denen Transportgüter wie autonome Agenten selbständig ihren Weg durch inner- und außerbetriebliche Netze finden und die dazu erforderlichen Ressourcen und Dienste anfordern. Das Thema „Intelligente Produkte und Umgebungen“ beschreibt allgemeiner die Vision von dynamischen IT-Systemen, deren Komponenten in Alltagsprodukte und die uns umgebende Infrastruktur eingebettet sind und die selbstständig, proaktiv, intelligent und situationsspezifisch auf die Bedürfnisse unterschiedlicher Akteure eingehen können. „Simulierte Realität für Produkte und Prozesse“ steht für einen Qualitätssprung in der interaktiven Simulation naturwissenschaftlich-technischer Vorgänge: Unter „Simulierter Realität“ wird der Ansatz verstanden, *Simulation* und Optimierung mit modernen Visualisierungs- und Interaktionsmethoden (wie Virtueller *Realität*) zusammenzuführen. Das Potential Grid-basierter Services für Unternehmen unterschiedlicher Branchen ist die Motivation des vierten Themas, „Grid Computing für Unternehmen“.

2 Das Internet der Dinge

Die Anforderungen, die moderne Logistikkonzepte in Zukunft an innerbetriebliche und außerbetriebliche Materialflusssysteme hinsichtlich Flexibilität und Adaptivität stellen, lassen sich mit Systemen der heutigen Generation nicht realisieren. Mit der zunehmenden Dynamisierung der logistischen Prozesse bedarf es vielmehr solcher

Systeme, die eine ständige Anpassung an den logistischen Gesamtprozess ermöglichen und zudem die lückenlose, echtzeitnahe Verfolgung der Waren gewährleisten (vgl. Abbildung 2). Auf Grund der Komplexität der Anforderung sowohl globaler als auch echtzeitnaher Entscheidungsfindung ist hierzu der Einsatz alternativer Strategien notwendig, die über zentralistische Steuerungsphilosophien konventioneller ERP-Systeme hinausgehen. Die laufende Einführung AutoID-basierter logistischer Objekte als Träger von Information *und* Steuerungslogik bieten hierfür eine richtungsweisende Technologie.

In der Einführung autonomer selbststeuernder Objekte und in der resultierenden Selbstorganisation logistischer Systeme liegt der entscheidende Schritt zum *Internet der Dinge*, in dem das logistische Objekt (Paket, Behälter oder Palette) durch eingebettete Intelligenz seinen Weg autonom durch inner- *und* außerbetriebliche Netze finden und die dazu notwendigen Ressourcen selbständig anfordern wird [HL04].

Ein erster wesentlicher Schritt zur angestrebten Selbststeuerung ist die Realisierung der Verfolgbarkeit logistischer Objekte in den Logistiknetzen und darauf aufbauend die Schaffung von zeitnaher Transparenz über den Netzwerkzustand auf Basis der RFID-Technologie. Gesetzliche Auflagen im Hinblick auf die Rückverfolgbarkeit von Waren (EU-Verordnung 178/2002) nehmen einen weiteren, absehbaren Einfluss auf die Gestaltung von Informationsflüssen in der Logistik. Um eine lückenlose, echtzeitfähige Erfassung von Materialströmen zu gewährleisten, ist ein verstärkter Einsatz von RFID-Technologien absehbar. Durch RFID wird das geforderte, durchgängige Tracking & Tracing der Waren auf einfache Weise ermöglicht und damit werden allen Beteiligten die erforderlichen Zeit-, Ort- und Mengeninformationen echtzeitnah bereitgestellt.

Transparenz allein reicht bei der hohen Komplexität der Netzwerke und der steigenden Geschwindigkeit, in welcher die Prozesse im Netzwerk ablaufen müssen, aber nicht mehr aus. Die Status-Informationen aus dem Netzwerk müssen möglichst zeitnah verdichtet und interpretiert werden, um Ausnahmesituationen zu erkennen und darauf im Netzwerk schnell reagieren zu können. Die Interpretation der verdichteten Statusinformationen aus dem Netzwerk über ein Supply Chain Event Management kann relevante und kritische Ereignisse identifizieren und entsprechende Informationen an die betroffenen Unternehmen zur Initiierung einer Problemlösung weiterleiten. Die hieraus resultierende Entkopplung, bzw. autonome Verarbeitung des echtzeitnahen Steuerungsbereiches ist ein weiteres wesentliches Merkmal dieser Entwicklung.

Die Steuerungsphilosophie autonomer, selbststeuernder logistischer Systeme findet ihre logische Fortsetzung in agentenbasierter Kommunikation und Organisation auf den überlagerten Ebenen komplexer Netzwerktopologien. In Summe ergibt sich ein selbstorganisierendes logistisches System auf Basis autonomer, echtzeitnaher Objekte.

Wesentliches Element zukünftiger Logistiksysteme dieser Art sind *Aware Objects*, die über Anwendungsszenarien, in denen wesentlich die Identifikationsfähigkeit von Objekten mittels eines RFID-Tags genutzt wird, einen entscheidenden Schritt hinausgehen. Awareness bezieht das sensorische Erfassen von Umgebungsgrößen (z.B. Temperatur, Koordinaten) ebenso mit ein wie den wechselseitigen Informationsaustausch dieser

Größen und das selbständige Entscheiden über die Abwicklung operativer Prozesse. Im Internet der Dinge wird ein Aware Object (verbunden z.B. mit einem Ladehilfsmittel) seinen Weg dann selbständig durch inner- und außerbetriebliche Netze finden und die dazu notwendigen Ressourcen anfordern. Hierzu muss das Aware Object über entsprechende Kommunikationsmöglichkeiten mit benachbarten Objekten und eine immanente Strategiefindung verfügen, bspw. zur Bildung von Sortierreihenfolgen oder Verteilungsstrategien. Die implizite Aufhebung zentraler Steuerungsinstanzen ist damit konträr zu den Grundsätzen konventioneller Steuerungssysteme und stellt einen Paradigmenwechsel dar, der nicht mehr auf die möglichst präzise Vorhersage des Systemverhaltens, sondern auf die autonome Adaption sich dynamisch verändernder Situationen fokussiert. Erste Versuche im materialflusstechnischen Bereich lassen erkennen, dass die Selbststeuerung und Selbstorganisation auch komplexer Systeme mit Aware Objects möglich ist [HSL04].

Dieser Wandel von der *Steuerung der Pakete* zur *Steuerung durch die Pakete* durch Aware Objects in der Logistik wird eine der ersten physischen Umsetzungen künstlicher Intelligenz im globalen industriellen Maßstab sein.

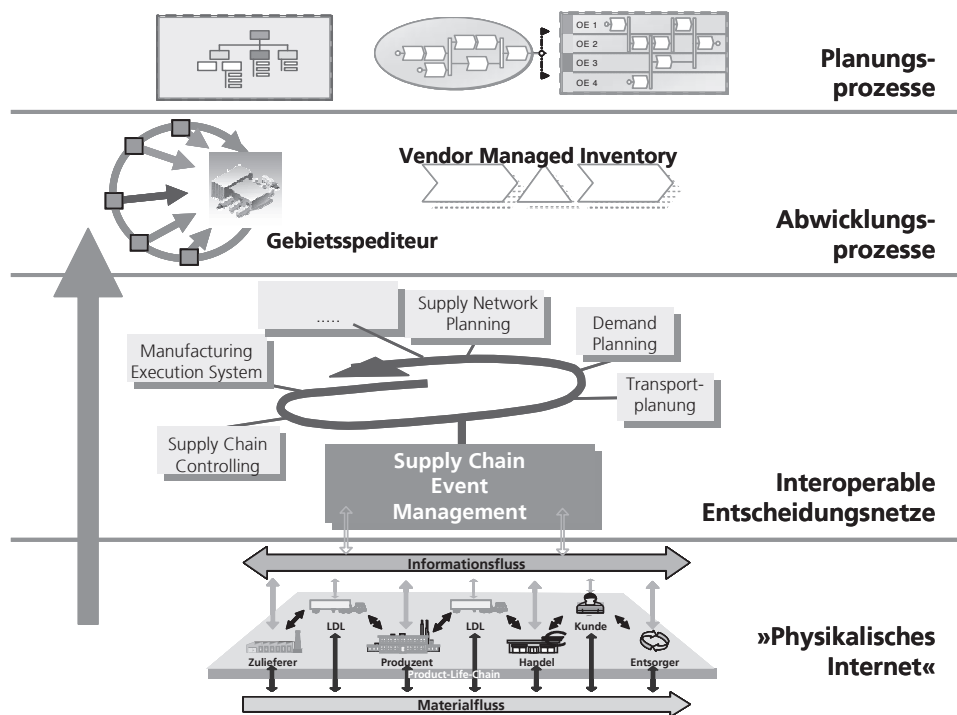


Abbildung 2: Schichtenmodell für intelligente Logistiknetzwerke [Fraunhofer IML]

3 Intelligente Produkte und Umgebungen

Das Thema „Intelligente Produkte und Umgebungen“ beschreibt die Vision von dynamischen IT-Systemen, deren Komponenten in Alltagsprodukte und die uns umgebende Infrastruktur eingebettet sind und die selbstständig, proaktiv, intelligent und situationsspezifisch auf die Bedürfnisse unterschiedlicher Akteure eingehen können. Für diese Vision, die in den letzten Jahren aus unterschiedlichen Sichten und mit unterschiedlichen Schwerpunkten formuliert wurde, wurde im EU-Kontext der Begriff Ambient Intelligence (AmI) geprägt [AE05].

AmI betrachtet über die elektronische Assistenz hinaus nicht nur den Menschen, sondern auch Maschinen, Fahrzeuge, Nutztiere oder allgemein Objekte als Smart Player, die von ihrer Umgebung in Abhängigkeit vom Umgebungskontext und ihren Bedürfnissen mit Dienstleistungen unterstützt werden. Die Realisierung der Vision von Ambient Intelligence bedeutet die Abkehr vom heutigen geräteabhängigen, funktionszentrierten Nutzungsparadigma hin zu einer zielorientierten, kontextsensitiven Umgebung, in der sich alle vorhandenen Geräte als ein kohärentes Ensemble zum Nutzen der sich in der intelligenten Umgebung befindlichen Akteure zusammenfinden.

Kerngedanke dieser Vision ist die Vorstellung, dass die Funktionen dieser Geräte unsichtbar in die täglichen Lebens- und Arbeitsumgebungen eingebettet sind. In derartigen, intelligenten Umgebungen wird eine Vielzahl von Einzelfunktionen bereitgestellt, die sich „spontan“ zusammenfinden (Ensembles), um ein spezifisches Nutzerbedürfnis zu erfüllen. Es ist dabei gleichzeitig eine Kernherausforderung, dass der Mensch mit mehr Technik einfacher interagieren können soll, als mit der vergleichsweise überschaubaren Anzahl von Geräten, denen er sich im heutigen Alltag gegenüber sieht. Es ist offensichtlich, dass ein Mensch nicht in der Lage sein wird, geschweige denn Willens, sich mit einer großen Anzahl von Geräten auseinander zu setzen, von deren Existenz – da unsichtbar – er möglicherweise noch nicht einmal etwas ahnt. Ambient Intelligence bezeichnet somit ein neues Paradigma der Interaktion zwischen den Akteuren und ihren Umgebungen.

In einem solchen Netzwerk wird potentiell jede Aktion bzw. Äußerung des Nutzers und jede Änderung der Umgebung erfasst („sensorisches Potential“). Gleichzeitig bietet die Geräteinfrastruktur eine Vielzahl von Möglichkeiten für die Steuerung der Umgebung, für die Darstellung von Informationen und für den Zugriff auf Dienste („effektorisches Potential“). Ein derartig umfassendes und vollständiges Bild des Nutzers und seiner Interaktion mit der Umgebung erlaubt es potentiell, die Wünsche und Bedürfnisse mit bisher nicht möglicher Präzision zu ermitteln und aufzugreifen – mit geringstmöglicher expliziter Interaktion durch den Nutzer.

Zur Umsetzung einer Ambient Intelligence Vision mit Smart Environments müssen viele verschiedene Technologien im Bereich intelligenter Produkte und Umgebungen aus den Bereichen Middleware, dem Mobile, Ubiquitous und Pervasive Computing, der Kontext- und Situationserkennung und von Wissensbasierten Systemen kombiniert werden. Anwendungsszenarios für *Smart Environments* müssen interdisziplinär entwickelt und ausgearbeitet werden, um einerseits den Paradigmenwechsel vollständig zu erfassen, um

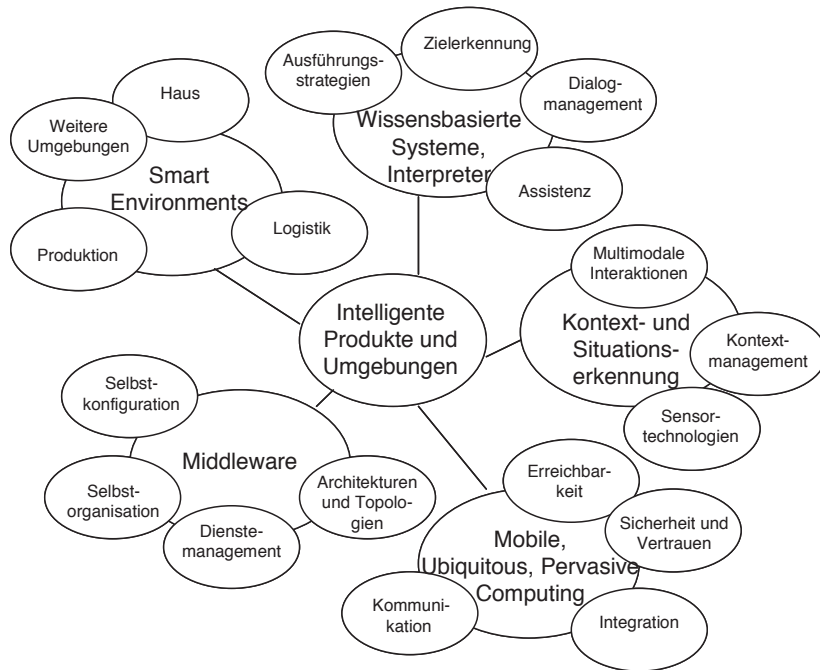


Abbildung 3: Technologie- und Anwendungsfelder des Leitthemas Intelligente Produkte und Umgebungen [AmI05]

aber auch andererseits die Interaktion zwischen verschiedenen Elementen und Akteuren einer Umgebung und deren Zusammenspiel bestmöglich unterstützen zu können. Nur wenn die Anforderungen aller unterschiedlichen Akteure erfasst werden, ist es möglich Ambient Intelligence in seiner Gesamtheit zu realisieren. Ambient Intelligence kann dann auch den Wechsel von einer Umgebung in eine andere und den Rollenwechsel von Akteuren bewältigen. Abbildung 3 zeigt hierzu mögliche Betätigungsfelder für intelligente Produkte und Umgebungen.

Die Vielfalt von heterogenen Technologien die im Kontext von AmI zum Einsatz kommen bedingen die Bereitstellung von geeigneten *Middleware* Technologien für spontan vernetzte Systeme, die zum einen die Verschiedenartigkeit bestimmter Technologien vor Anwendungsentwicklern oder Smart Playern verstecken zum anderen aber situationsabhängig reagieren müssen. Hierdurch kann gewährleistet werden, dass Geräte ein spontanes (Ad-hoc) Geräteensemble bilden und einen kohärenten und koordinierten Verbund schaffen. Die Kooperation der unterschiedlichen Geräte dieses Systems wird ermöglicht durch neue Strategien, die die Selbstorganisation und Selbstkonfiguration von Geräteensembles unterstützen und hierbei eine Adaption an die jeweiligen Bedürfnisse oder Wünsche der unterschiedlichen Akteure ermöglichen.

Zusätzlich müssen hard- und softwaretechnischen Grundlagen für die Geräte und Geräteensembles entwickelt werden, die für Intelligente Produkte und Umgebungen von grundsätzlicher Notwendigkeit sind. Hierzu bedient man sich den Forschungsrichtungen des *Mobile, Ubiquitous und Pervasive Computing*. Die verwendeten Geräte sind im

allgemeinen mobil, verfügen über hohe Leistungsfähigkeit zur Kommunikation mit anderen Geräten und sind in der Lage sich spontan in anderen Gerätenetzen zu integrieren. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist der Einsatz adäquater Sicherheitsmechanismen, die der Kommunikation der unterschiedlichen Ambient Intelligence Teilkomponenten unterliegt. Hierbei ist das Vertrauen in die neue Technologie ein wichtiger Punkt für die Akzeptanz von Ambient Intelligence sowohl bei den unterstützenden Akteuren als auch auf den wirtschaftlich bedeutenden Zielmärkten der Ambient Intelligence Realisierungen.

Zur Umsetzung der Vision von Ambient Intelligence ist ebenfalls erforderlich, mittels Sensortechnologien und Methoden des *Kontext-Managements* die gegenwärtigen Situationen der Umgebung und ihrer Akteure zu erfassen und zu integrierten Kontextinformationen zusammenzufassen. Hierzu werden wissensbasierter Systeme benötigt, die die spezifische Situation erfassen können und zu möglichen Benutzerzielen und Umgebungsreaktionen interpretiert werden. *Situationserkennung* setzt je nach Umgebung die Unterstützung durch unterschiedliche Arten an Technologien voraus. Hierbei kann es sich um reine Sensor- oder Trackingtechnologien handeln aber auch Interaktionstechnologien für die Unterstützung natürlichsprachiger Kommunikation oder Gestik mit einbeziehen.

Über *Wissensbasierte Systeme und Interpreter* können Mechanismen angeboten werden, mit deren Hilfe die vom Kontext bereitgestellten Informationen gedeutet werden können. Hieraus können mögliche Ziele und Bedürfnisse der Akteure erkannt und gegebenenfalls Strategien für die Reaktion der Umgebung entwickelt und angewandt werden. Kontextinterpretierer und Dialogmanagement erfassen aus Benutzeräußerungen und sensorisch aufgenommenen Kontextinformationen die möglichen Benutzerziele bzw. erkennen möglichen pro-aktiven Unterstützungsbedarf der beteiligten Akteure.

An Ambient Intelligence angelehnte Funktionen haben in zahlreiche Anwendungsbereiche, wie beispielsweise Heimautomatisierung, Produktion, Wartung und Instandhaltung, Landwirtschaft, Automobil, Freizeit, Logistik, Verkehr sowie Gesundheitsassistenten Einzug gehalten. Im Mittelpunkt steht hierbei die Entwicklung von bedarfs- und benutzerorientierten Dienstplattformen, sowie die Entwicklung, Miniaturisierung und Integration von IT-Systemen bis zur Chip-Ebene. Beispielhaft sind hier Ergebnisse zu nennen, wie sie u.a. in den Projekten Smart Wear [KT03], wearIT@work [www.wearitatwork.com], DynAMITE [HK04a, HK04b], InHaus [Sch04, SGV04, www.inhaus-duisburg.de] und CHIL [SSW04] erarbeitet werden.

4 Simulierte Realität für Werkstoffe, Produkte und Prozesse

Die frühzeitige rechnergestützte Absicherung von Werkstoff- und Produktentwicklungen sowie den zugehörigen Produktionsprozessen wird für eine wettbewerbsfähige industrielle Wertschöpfung immer wichtiger. Dabei führt die integrierte Betrachtung von Werkstoffen, Produkten und Prozessen auf komplexe Auslegungs- und Optimierungsfragestellungen. Ein geeigneter Ansatz zur softwareseitigen Lösung solcher Problemstellungen basiert auf dem Konzept der Simulierten Realität (SR). Unter diesem Begriff,

der von der Fraunhofer-Gesellschaft geprägt wurde [IuK04], wird der Ansatz verstanden, naturwissenschaftlich/technische Simulation und Optimierung mit modernen Visualisierungs- und Interaktionsmethoden wie Virtual Reality (VR) zusammen zu führen.

Dabei fokussiert sich die Fraunhofer-Gesellschaft innerhalb des breit gefächerten Forschungsbereiches Simulierte Realität zunächst auf die Entwicklung von Softwarewerkzeugen für ein integriertes Design von Werkstoffen, Produkten und Prozessen. Diese gestatten sowohl die simulationsbasierte Abwägung von Varianten (Computational Engineering) als auch eine multikriterielle Optimierung (Reverse Engineering). Reverse Engineering meint hierbei die Nutzung von Optimierungsstrategien bei der Simulation und umfasst die Bereiche von der inversen Modellierung bis hin zu einem robusten Design. Simulierte Realität beschleunigt durch Multiskalenmaterialmodellierung die Bauteilentwicklung und verbessert das Verständnis des Bauteilverhaltens. Insbesondere für ein integriertes Design von Produkten und Prozessen können sie als VR-basierte interaktive Entscheidungswerkzeuge bereitgestellt werden.

Die Entwicklung von SR-Tools erfordert ein breit gefächertes interdisziplinäres Kompetenzspektrum. Dieses berührt in Mathematik und Informatik die Bereiche Modellierung, Simulation, Optimierung, Visualisierung, Interaktionstechniken, Softwareentwicklung und Softwaresysteme sowie – je nach Anwendungsfeld – verschiedene ingenieur- und naturwissenschaftliche Forschungsgebiete. Die Entwicklung von Software-Werkzeugen wirft eine Reihe von FuE-Themen auf, die sich gemäß dem Konzept der Simulierten Realität in drei Bereiche gliedern:

- Multiskalenmodellierung [Gu03]
 - Modellierung: Prozessketten, Multiphysics, Modellstrukturvariabilität
 - Kopplung physikalischer Struktur-Eigenschaft-Beziehungen über die Skalen
 - Verbesserte Werkstoffgesetze mit physikalische Gesetzmäßigkeiten
 - mikrostrukturbasierte Stoffgesetze entlang der gesamten Prozesskette
- Computational und Reverse Engineering [LK97]
 - Effiziente Numerik: hierarchische Methoden, Multiskalenintegration
 - Integrationsplattformen zur Simulatorkopplung und CAx-Anbindung
 - Paralleles Rechnen, interaktives Grid Computing
 - Multikriterielle und sukzessive Optimierung in hierarchischen Modellen
 - Tools zur interaktiven Entscheidungsfindung
 - Robust Design
- Virtuelle Realität, Visualisierung, Interaktion
 - Immersive Konstruktion und CAx-Integration
 - Intuitive Mensch-Computer-Schnittstellen (hybrid, multimodal)
 - Visualisierung hochdimensionaler Datenmengen
 - Aufgaben-orientierte Visualisierung

Als beispielhafte Anwendung sei hier die Entwicklung von interaktiven Softwaretools für das Filterdesign erwähnt. Ein integriertes Design erfordert zum Verständnis und

damit zur Auslegung von Filtern die ganzheitliche Betrachtung aller relevanten Skalen: vom Filtermedium (Partikelanlagerung im Filtermedium) über Filterbauteil (Filterkartusche, -kerze etc.) bis hin zur Prozessauslegung (Kläranlage, Klimaanlage, Auspuff). Die wesentliche Innovation der Simulierten Realität zum virtuellen Filterdesign ist die Verknüpfung geeigneter Simulationen zur Beherrschung der Skalen mit multikriteriellen Optimierungsstrategien und interaktiven Visualisierungen auf unterschiedlichen Ortschaften, um dem Endanwender ein intuitiv nutzbares Entwicklungswerkzeug an die Hand zu geben. Das Design von Filtern ist ein typisches Beispiel, in dem die gezielte Auswahl und Optimierung von Materialien (Schäume, technische Textilien, Composites) fast nur noch durch Simulationen ermittelt werden können.

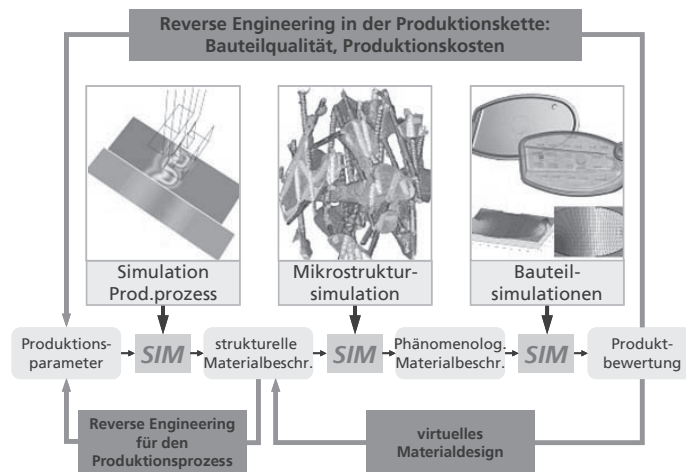


Abbildung 4: Zukunftsszenario Integrierte Prozess- und Materialauslegung für neue Produkte

Weitere typische Anwendungen der Methode der Simulierten Realität betreffen z.B. die Optimierung der Auslegung von Spinnprozessen, die Prozessoptimierung von Beschichtungsanlagen, die Steuerung und Überwachung autonomer Energiesysteme oder die durchgängige virtuelle Abbildung komplexer Prüfanordnungen. Generell gilt, dass das Effizienzpotential simulationsbasierter IT-Methoden im Entwicklungsprozess innovativer Produkte in vielen Anwendungsbereichen noch kaum genutzt ist.

5 Grid Computing für Unternehmen

Grid Computing steht für die Nutzung verteilter, vernetzter IT-Ressourcen in transparenter, einheitlicher, Web-ähnlicher Weise, ohne dass sich die Benutzer mit Details der zugrunde liegenden Komponenten und Systeme auseinandersetzen müssen. Der Begriff des „Grid“ beschreibt eine universelle, verteilte und service-orientierte IT-Infrastruktur, die Computer, Daten, Software, Dienstleistungen und Maschinen in einem Netzwerk umfassend integriert. Mit dem Fokus auf Kooperation und Services geht das

„World-Wide Grid“ über das World-Wide Web hinaus, das sich entsprechend seiner ursprünglichen Aufgabe noch immer überwiegend auf Kommunikation und Dokumentenaustausch beschränkt. Dieser Ausprägung entspricht auch eine vielzitierte Definition, die die Vision des Grid Computing bewusst in den Kontext virtueller Organisationen stellt: „Grid Computing is concerned with coordinated resource sharing and problem solving in dynamic, multi-institutional virtual organizations [FKT01]“. Mit dem Trend zu weltweit vernetzten, integrierten Geschäfts- und Produktionsprozessen hat Grid Computing das Potential, in Zukunft ein weites Spektrum industrieller Wertschöpfung zu beeinflussen.

Das hier beschriebene umfassende Verständnis von Grid Computing schlägt sich in einer Klassifikation unterschiedlicher Grid-Typen nieder, die die unterschiedlichen Sichten auf die Nutzung verteilter IT-Ressourcen zusammenbringt. Als *Compute Grids* werden Grid-Dienste bezeichnet, bei denen die Lastverteilung rechenintensiver Aufgaben im Vordergrund steht (High Performance Computing). Mit spektakulären Rechenproblemen aus den Naturwissenschaften hat diese Art von Grids den Begriff Grid Computing in der öffentlichen Wahrnehmung der vergangenen Jahre besetzt. Bei *Data Grids* steht die Integration unterschiedlicher datenverwaltender Systeme zur transparenten Versorgung der Nutzer mit Daten und Informationen im Vordergrund. Data Grids sind damit auch die Grundlage von semantischen Grids (s.u.) und adressieren die grundlegenden Probleme des Zugangs zu Daten in verteilten Systemen. *Application Grids* kombinieren Compute und Data Grids mit darauf aufbauenden Software-Services, die in Workflows integriert zur Lösung komplexer Aufgaben zur Verfügung gestellt werden. Im *Semantic Grid* werden verteilte Daten und Informationen im semantischen Kontext zu Wissen aggregiert und verfügbar gemacht.

Am Beispiel der Produktherstellung in der Fertigungsindustrie lässt sich darstellen, wie verschiedene Grid-Konzepte dieser Art im Ansatz des „Production Grid“ zusammenspielen. Die stetig stetig zunehmende Variantenvielfalt und die damit einhergehenden kleineren Losgrößen stellen hohe Anforderungen an die Fertigungssteuerung. Unter Berücksichtigung einer Vielzahl produktionsrelevanter Daten müssen in kurzen Zeiträumen Entscheidungen getroffen werden, für die vielfach weder umfassende Informationen noch Entscheidungshilfen bereitstehen. Grid Technologien können unterschiedliche Beiträge in diesem Umfeld leisten, z.B. durch:

- Bereitstellung der Schnittstellen zu entscheidungsrelevanten Informationen (Daten) über Produktionszustände und deren Abhängigkeiten (im Sinne des Data Grid)
- Bereitstellung erforderlicher Rechenleistung (im Sinne des Compute Grid) um Entscheidungshilfen, wie beispielsweise Simulationsverfahren, einzusetzen, deren Antwortzeiten heute vielmals einen Einsatz im Tagesbetrieb nicht ermöglichen.
- Verbindung der Informationen und Rechenleistung, um den gesamten Produktionsablauf im Tagesbetrieb zu optimieren. Im Sinne der inversen Modellierung werden die Simulationen mit aktuellen Daten versorgt.

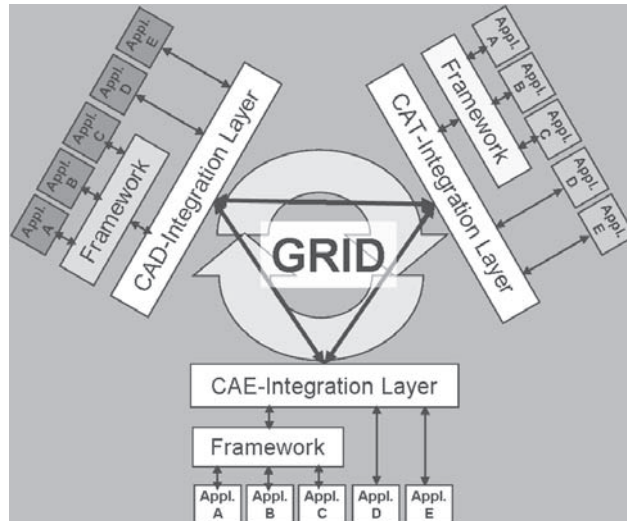


Abbildung 5: Automobile Industrie - Die Herausforderung der Integration unterschiedlicher Disziplinen (CAD, CAE, CAT) sowie unterschiedlicher Standorte und Organisationen im Rahmen der verteilten Produktentwicklung

Aktuelle Projekte wie das EU-Integrated Project SIMDAT stellen diese integrierte Sicht in unterschiedlichen industrierelevanten Anwendungsszenarien in den Mittelpunkt der Arbeiten [SIM04]. Strategisches Ziel von SIMDAT ist, Grid Technologie ins Zentrum industrieller Prozesse zu lenken. Die Kopplung von Problemlösungsumgebungen für das Design von Produkten und Prozessen ermöglicht einen nahtlosen Übergang zur Nutzung von Grid-Technologien für Schlüsselindustrien, u. a. durch

- Unterstützung verteilter Produkt- und Verfahrensentwicklungen
- Test und Erweiterung der Grid-Technologie für den Zugang zu verteilten Datenbanken
- Tools für die semantische Transformation zwischen diesen Datenbanken
- Grid-Unterstützung für Knowledge Discovery

Die Arbeiten im Projekt SIMDAT vereinfachen den Einsatz von Grid-Technologien in den Bereichen Entwurf von Produkten und Produktionsverfahren, Life Sciences und Geo-Modellierung. Zugleich fördert SIMDAT die Nutzung des Grid in anderen Gebieten mit ähnlichen Anforderungen an das Management großer Datenmengen und an das Knowledge Discovery. Damit leistet SIMDAT einen Beitrag zur Transformation des Paradigmas der lokalen Nutzung von Daten und Rechenleistung hin zu einer Virtualisierung und Verteilung von Ressourcen.

6 Fazit

Als Enabler für Zukunftstechnologien spielen IuK-Technologien eine überragende Rolle im Innovationsprozess. Themenfelder wie die in diesem Beitrag beschriebenen Leitthemen bergen dabei besonderes Innovationsspotential. Sie adressieren Zukunftsmärkte, in denen sich die in Deutschland und Europa starken Industrien weiterentwickeln können und „Business Excellence“ entsteht – mit Informations- und Kommunikationstechnik als Innovationstreiber.

Literaturverzeichnis

- [AE05] Aarts, E.; Encarnação, J. L.: Into Ambient Intelligence, Chapter 1 in: True Visions: Tales on the Realization of Ambient Intelligence. E. Aarts and J. Encarnação (Eds.), Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2005, im Druck
- [AmI05] Fraunhofer-Gesellschaft 2005, <http://www.ambient-intelligence.de/>
- [FKT01] Foster, I ; Kesselmann, C ; Tuecke, S. : The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations, International J. Supercomputer Applications 15(3), 2001
- [Gu03] P. Gumbsch: *Computational Materials Sciences*. In: Der Stoff, aus dem Innovationen sind., Proceedings 1. WING Konferenz, Potsdam, 2003, S. 70-81
- [HK04a] Hellenschmidt, M; Kirste, T.: A Generic Topology for Ambient Intelligence, in: Markopoulos, P. et al. (eds), Ambient Intelligence: Second European Symposium (EUSAD), LNCS 3295, Springer Verlag Berlin, 2004, S. 112-12
- [HK04b] Hellenschmidt, M; Kirste, T.: Software Solutions for Self-Organizing Multimedia Appliances, in: Computer & Graphics 28, 2004, 5, S. 643-655
- [HL04] ten Hompel, M.; Lammers, W.: Das Internet der Dinge - Die RFID-Technologie ermöglicht die Selbstorganisation logistischer Prozesse. Ein grundlegender Wandel für den automatisierten Materialfluss, In: Logistik inside (2004), Sonderheft Who is Who der Logistik 2005, S.118-120, ISSN 1618-484X.
- [HSL04] ten Hompel, M.; Stuer, P.; Liekenbrock, D.L.: Realtime Logistics – Echtzeitfähigkeit als Voraussetzung für Logistics on Demand, In: Wissenschaftssymposium Logistik der BVL (2004)
- [IuK04] Fraunhofer IuK-Gruppe: Lösungen für eine Gesellschaft und Wirtschaft im Wandel, Visionen der Informations- und Kommunikationstechnik, 2004, S. 63-69
- [KT03] Königsmann, T.; Löffeler, T.: Mobile Informationsversorgung für Journalisten bei Sportveranstaltungen, In: Pousttchi, K. (ed.), Mobile Commerce – Anwendungen und Perspektiven, Proceedings 3. Workshop Mobile Commerce, Augsburg 2003, GI-Edition – Lecture Notes in Informatics (LNI) – Proceedings 25, 2003, S. 117-129
- [LK97] Y. H. Lee, Y. B. Kim: Single Run Optimization using the Reverse-Simulation Method, Proceedings Winter Simulation Conference, 1997
- [Sch04] Scherer, K.: Gewerkeübergreifende Systemlösungen im Wohnbereich – Status und Zukunftspotenziale. In: Raumautomation. Düsseldorf: VDI-Verl., 2004, pp. 1-12
- [SGV04] Scherer, K.; Grinewitschus, V.; VomBögel, G.: Das vernetzte Haus: vernetzen was, womit, wie und wozu? , In: Innovationen für Menschen. Berlin [u.a.]: VDE-Verl., 2004, S. 27-32
- [SIM04] <http://www.scai.fraunhofer.de/simdat.html>
- [SSW04] Stiefelhagen, R.; Steusloff, H.; Waibel, A.: CHIL - Computers in the Human Interaction Loop, In: Proceedings of 5th International Workshop on Image Analysis for Multimedia Interactive Services, Lisbon, Portugal, April 2004