

# Advanced Systems Engineering – Forschung an einer innovativen Produktentwicklungssystematik

„Systems Engineering“ steht für die ganzheitliche und disziplinübergreifende Entwicklung komplexer technischer Systeme, die sich besonders durch einen hohen Vernetzungsgrad ihrer Teilsysteme und ihre zunehmende Intelligenz und Flexibilität auszeichnen. Das IPEK – Institut für Produktentwicklung des Karlsruher Instituts für Technologie forscht im Bereich „Systems Engineering“ an generalisierten, anwenderorientierten Prozessen und Methoden, sowie deren Umsetzung in geeigneten Werkzeugen. Dabei ist es selbstverständlich, die theoretischen Grundlagen gemeinsam mit Industrie- und Forschungspartnern an konkreten Systemen zu evaluieren und zu validieren. Das Ziel der Forschung am IPEK ist es, Produktentwickler in ihrer Arbeit und in ihrem Arbeitsumfeld durch effizientes Handwerkszeug zu unterstützen.

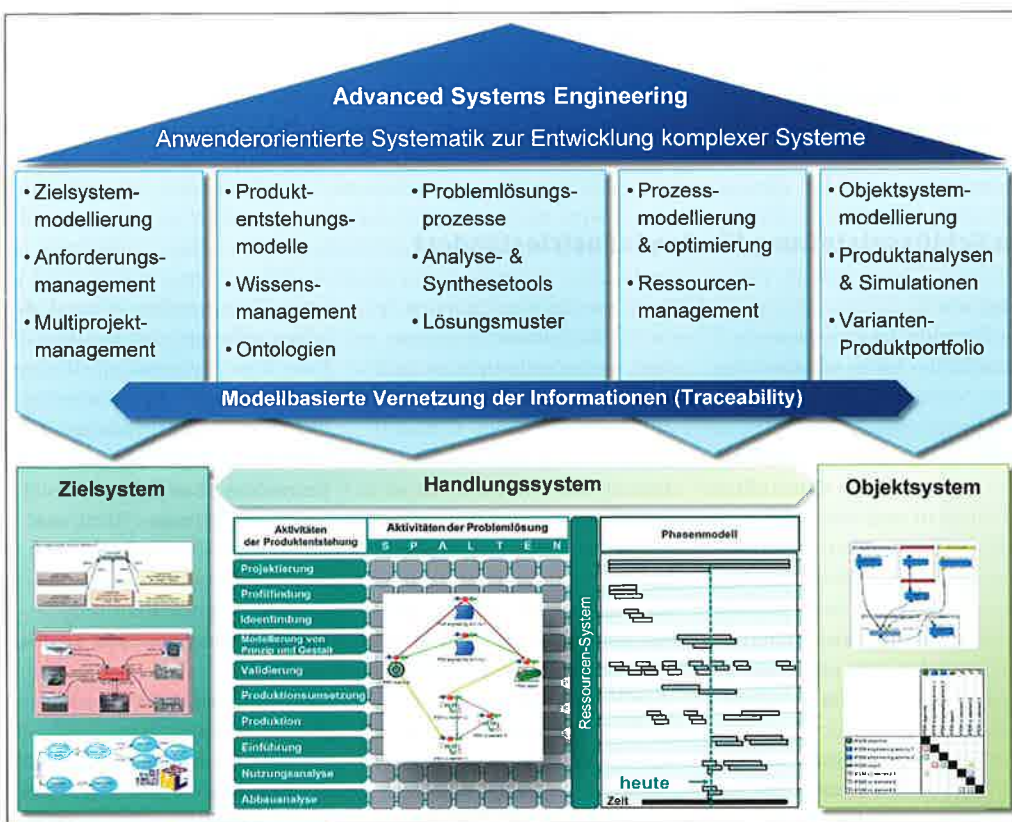


Bild 1

Forschungsportfolio „Advanced Systems Engineering“

Um dem oben genannten Anspruch nachzukommen, untersuchen Forscher des IPEK gemeinsam mit Entwicklungsingenieuren aus dem Umfeld der Automobilindustrie, wie neueste theoretische Erkenntnisse praxisnah umgesetzt werden können.

Beispielhaft dafür steht das Forschungsprojekt „Funktionale Lenkung mechatronischer Produkte“, bei dem das IPEK unter der Federführung des Virtual-Vehicle-Research-Center in Graz gemeinsam mit dem Lehrstuhl PE der TU München sowie den In-

dustriepartnern AVL List GmbH und BMW AG zusammenarbeitet. Hier werden die Kompetenzen der Forschungspartner im Bereich Strukturelles Komplexitätsmanagement, Model-Based Systems Engineering und Ontologien gebündelt, um eine Methodik für

effizientes Produktportfolio-management zu entwickeln. Die Basis bildet die modellbasierte Beschreibung von Produkten, deren Varianten basierend auf ihren Funktionen – und nicht komponentenbasiert – strukturiert werden. Somit kann ein durchgängiger Übertragungspfad von den Kundenanforderungen auf eine optimal darauf zugeschnittene Produktlösung geschaffen werden. Diese Methodik kann Unternehmen nicht nur dabei helfen, auf die individuellen Bedürfnisse des Kunden optimal zu reagieren, sondern darüber hinaus aktiv auf Innovations- und Ergänzungspotenziale im Pro-

## Autoren / Ansprechpartner

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Albert Albers  
Institutsleiter,  
Dipl.-Ing. Christian Zingel,  
Dr.-Ing. Matthias Behrendt,  
alle: Institut für Produktentwicklung  
Karlsruhe (IPEK) am Karlsruher  
Institut für Technologie (KIT)  
Campus Süd  
Kaiserstr. 10  
76131 Karlsruhe  
Tel.: 07 21/6 08-4 23 71  
Fax: 07 21/6 08-4 60 51  
E-Mail: sekretariat@ipek.kit.edu  
www.ipek.kit.edu

duktportfolio hinweisen. Gleichsam werden damit weitere Stärken modellbasierter Systementwicklung adressiert: automatisierte Dokumentation, effizientere Kommunikation, Wiederverwendbarkeit von Teilmodellen und die Möglichkeit zur direkten Vernetzung etablierter Softwarewerkzeuge (bspw. Anforderungsmanagementtools, Konstruktions-, Simulations- und Optimierungswerkzeuge).

## Fundierte wissenschaftliche Arbeiten für die Entwicklungspraxis

Die Advanced-Systems-Engineering-Systematik des IPEK stützt sich auf das integrierte Produktentstehungsmodell „iPeM“, und damit verbunden auf die modellbasierte Beschreibung und Vernetzung von Ziel- und Objektsystem (Bild 1). Diese Vernetzung soll beispielsweise durch die anwendungsnahe Weiterentwicklung konstruktionsmethodischer Theorien wie z. B. dem Contact-&-Channel-Ansatz dargestellt

werden. Dieser unterstützt die modellbasierte Beschreibung des Zusammenhangs von Funktion und Gestalt mechanischer Systeme im Kontext komplexer mechatronischer Produkte.

## Der Anwender im Mittelpunkt

Bei der Erforschung von Methoden und Werkzeugen zur Entwicklung komplexer Systeme steht vor allem die Steigerung der Anwenderakzeptanz

### Ein Bericht der WiGeP

Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktentwicklung WiGeP – Berliner Kreis & WGMK  
c/o Prof. Dr. Jürgen Gausemeier  
Heinz Nixdorf Institut  
Fürstenallee 11  
33102 Paderborn  
Tel.: 0 52 51/60 62 67  
Fax: 0 52 51/60 62 68  
E-Mail: [info@wigep.de](mailto:info@wigep.de)  
[www.wigep.de](http://www.wigep.de)

durch vereinfachte Handhabung komplexer Modelle und eine verständliche Filterung und Darstellung von interessierenden Informationen im Vordergrund. Ein wesentlicher Grund für mangelnde Akzeptanz heutiger fachdisziplinübergreifender Modellierungsansätze wie z. B. SysML liegt in dem großen Abstraktionsschritt von räumlich-bildlichen Mentalmodellen bzw. 3D-CAD-Modellen zu zweidimensionalen, weitgehend geometrieneutralen Blockdiagrammen. Aktuelle Forschungsarbeiten des IPEK verfolgen daher die Vision, diesen Übergang durch Zwischenschritte mit geeigneter Darstellung zu überwinden. Neben dieser konkreten Maßnahme werden am IPEK auch Methoden und Prozessmodelle entwickelt, die eine Vernetzung von Informationen ermöglichen. Ziel ist dabei die anwenderorientierte Unterstützung strategischer Multiprojektmanagementkonzepte, die effiziente Nutzung von Ressourcen wie Personal und Maschinen sowie

der bedarfsgerechte Einsatz von Lösungen zum Anforderungs- und Wissensmanagement. Dabei sollen prozess- und produktrelevante Informationen derart miteinander in Relation gesetzt werden, dass alle relevanten Aspekte und Randbedingungen in die Planung von Unternehmensprozessen angemessen einbezogen werden können. Dazu gehören neben der Modellbildung auch Untersuchungen zu Vorgehensstrategien von Produktentwicklern bei der Analyse und Synthese von Systemen in Problemlösungsprozessen.

Methoden und Prozesse des Advanced Systems Engineering sollen auf die heutigen und zukünftigen Bedürfnisse und Herausforderungen der Entwicklungspraxis zugeschnitten sein. An diesem Leitbild orientiert sich die Forschung am IPEK. Besonders effektiv funktioniert das in fruchtbaren Kooperationen mit dem zukünftigen Anwender selbst – den Entwicklern und Managern in der Industrie.

## Studie: Konstrukteure haben Schlüsselstellung für den Industriestandort

Der Konstrukteur in den Ingenieurwissenschaften ist Treiber und Entwickler bei der Entstehung neuer Produkte. Für den Erfolg produzierender Unternehmen stellt er die Weichen. Fachkräfte sind deshalb besonders begehrte. Dennoch streben nur wenige Studierende diese Karriereoption an. Die nun erschienene Studie „Faszination Konstruktion – Berufsbild und Tätigkeitsfeld im Wandel“ gibt Empfehlungen an Industrie, Hochschulen und Politik, wie das Berufsbild attraktiver gestaltet werden kann.

„Konstrukteure im Rennsport genießen hohes Ansehen. Konstrukteure im Alltag stehen im Schatten ihrer Produkte“, bringt es Albert Albers vom KIT (Karlsruher Institut für Technologie) auf den Punkt. Zusammen mit Berend Denkena von der Leibniz Universität Hannover hat er die Studie geleitet, die von der acatech (Deutsche Akademie der Technikwissenschaften) beauf-

tragt wurde. Studierende der Ingenieurwissenschaften haben oftmals keine klare Vorstellung vom Konstruktorsberuf und wählen ihn daher selten. Das Problem ist strukturell: Das Berufsbild Konstrukteur ist unscharf und nicht eindeutig. Das Berufsbild muss attraktiver gestaltet werden. Eine Schärfung des Berufsbildes könnte z.B. über die Einführung einer geschützten Berufsbezeichnung, etwa „Systemkonstrukteur“, erreicht werden.

Die Verantwortung für die Förderung von Konstrukteuren liegt aber nicht allein bei den Hochschulen, sondern auch bei den Unternehmen. Sie können den Beruf des Konstrukteurs attraktiver darstellen und gestalten. In den Interviews wurden Wertschätzung, finanzielle Anreize, systematische Personalentwicklung und Karriereoptionen als zentrale Faktoren benannt. Die Studie beschäftigt sich mit verschiedenen Facetten dieser

Prognose: Auch orientiert sich die Hochschulausbildung zu stark an Einzeldisziplinen und nicht an Berufskompetenzen. Konstrukteure haben sich zumeist über ein Maschinenbaustudium spezialisiert. Alternative Qualifikationswege laufen beispielsweise über Studiengänge der Luft- und Raumfahrttechnik, Mechatronik oder Fahrzeugtechnik. Eine eigene Vertiefungsrichtung Konstruktion wird nicht an allen Hochschulen angeboten. Die Studieninhalte variieren zum Teil erheblich.

Die Studie empfiehlt den Hochschulen daher, verstärkt konstruktionsrelevante Kompetenzen zu vermitteln und die Studierenden besser auf eine spätere Konstruktionstätigkeit vorzubereiten. Das Studium sollte darüber hinaus auf ein lebenslanges Lernen vorbereiten und Studierende dazu befähigen, sich neue Kompetenzbereiche selbstständig zu erschließen. Innovative Lehr- und Lernformate – beispiels-

weise Teamprojekte, offene Aufgabenstellungen und kontinuierliche Präsentationsmöglichkeiten für Studierende – sollten im Studium fest verankert werden. Neben klassischem Konstruktions-Know-how, räumlichem Vorstellungsvermögen und Kreativität braucht der Konstrukteur auch Informatik- und Programmierkenntnisse sowie Kenntnisse über Elektrotechnik und Mechatronik.

Die interdisziplinäre Projektgruppe „Konstrukteur 2020“, hat sich intensiv mit dem Beruf des Konstrukteurs und der Aus- und Weiterbildung von Konstrukteuren auseinandergesetzt. Anhand empirischer Untersuchungen und zwei Experten-Workshops wurden Empfehlungen erarbeitet. Die Ergebnisse des Projektes dokumentiert die acatech-STUDIE, die Empfehlungen fasst die gleichnamige acatech-POSITION zusammen. Die Studie ist über die acatech zu beziehen: [www.acatech.de](http://www.acatech.de).