

Klaus Brökel  
Jörg Feldhusen  
Karl-Heinrich Grote  
Frank Rieg  
Ralph Stelzer  
(Hrsg.)

## 11. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik 2013

Standortvorteil Methodik

Schriftenreihe Produktentwicklung und Konstruktionsmethodik

Band 15

**Klaus Brökel, Jörg Feldhusen, Karl-Heinrich Grote,  
Frank Rieg, Ralph Stelzer (Hrsg.)**

**11. Gemeinsames Kolloquium  
Konstruktionstechnik 2013**

Standortvorteil Methodik

Shaker Verlag  
Aachen 2013

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Copyright Shaker Verlag 2013

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-2182-0

ISSN 1438-4930

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

# Interdisziplinäre Produktentwicklung an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (OvGU) am Beispiel des Elektroautos editha

Kevin Kuhlmann, Daniel Schaub, Matthias Heinicke, Gerd Wagenhaus

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg,  
Institut für Maschinenkonstruktion, Lehrstuhl für Konstruktionstechnik  
Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
E-Mail: kuhlmann@ovgu.de Internet: <http://www.ovgu.de>

***Inhalt:** In einem vorausgegangen Paper wurde bereits auf die Bedeutung der Elektromobilität und den wachsenden Entwicklungsbedarf im Bereich der Nachhaltigkeit zur Mobilitäts-erhaltung hingewiesen. Dieses Paper soll nun Anschluss daran finden. Es zeigt die Gründe und Auslöser für den Start des Projektes „editha“ an der OvGU auf. Insbesondere wird dargestellt, inwieweit die Modelle für die integrative Produktentwicklung zur Realisierung des Vorhabens umgesetzt wurden.*

***Abstract:** In a previous paper the necessity of electro mobility has already been discussed. Moreover, the increasing need for further development in order to keep a sustainable mobility was pointed out. This paper is a successor and shows the motivation for the start of the project “editha” at OvGU. It mainly focusses on the models used for the integrative product development and shows how these were realized within the project.*

***Stichwörter:** Elektromobilität, interdisziplinäre Produktentwicklung, Smart Engineering,*

***Keywords:** electro mobility, integrative product development, smart engineering,*

## 1 Einleitung

Die Preise für fossile Brennstoffe und der Druck der Politik auf die Autobauer emissionsfreie Fahrzeuge zu bauen steigen stetig. Vor allem in den Großstädten und deren Umfeld ist die Nutzung von Elektrofahrzeugen wesentlich effizienter, sauberer und kostengünstiger als der Einsatz von Fahrzeugen mit klassischen Verbrennungsmotoren. Studien haben gezeigt, dass über 90 % der täglich genutzten PKW weniger als 100 km zurücklegen. [1]

Um die Elektromobilität und vor allem deren Akzeptanz zu erforschen, wurde das Projekt „smarter als smart“ ins Leben gerufen. Die Initiative zur Umsetzung entstand aus dem Bestreben Lehre, Forschung und Praxis für die Studierenden, Lehrenden und Mitarbeiter

der Hochschule besser „erfahrbar“ zu machen. In deren Folge wurde unter der Mitarbeit von fünf Lehrstühlen der Fakultät für Maschinenbau der OvGU und einem externen Partner, ein konventioneller Smart der ersten Generation auf einen rein elektrischen Antrieb umgerüstet. Von Beginn bis zur Straßenzulassung verging weniger als ein Jahr. Dies ist auf die interdisziplinäre Entwicklung und die ausschließliche Nutzung von sofort verfügbaren Komponenten zurückzuführen. Im Laufe des Projektes erhielt das „Kind“ einen Namen – editha. Damit wird bewusst ein Bezug zur Ottostadt Magdeburg geschaffen. Das Projekt editha kann als virtuelles Unternehmen verstanden werden, welches ein Elektrofahrzeug entwickelt und vermarktet. Ein Gewinn für die Universität wird dabei aus den unterschiedlichen Erfahrungen und Arbeiten der Projektteilnehmer generiert. Das Projekt bringt die unterschiedlichen Fachbereiche, insbesondere der Fakultät für Maschinenbau, näher zusammen. So wird die Interaktion zwischen den unterschiedlichen Bereichen gefördert und integrative Produktentwicklung überhaupt erst möglich. Ein weiteres Augenmerk liegt auf der Einbindung der Studenten. Durch ihre Mitarbeit wenden sie das gelernte Wissen zur Entwicklung von marktgerechten Lösungen an. Sie erarbeiten und differenzieren zwischen unterschiedlichen Kostenmodellen sowie Produktionsmöglichkeiten.

### 1.1 Teilnehmer

Am Projekt editha sind insbesondere beteiligt:

- Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
  - Fakultät für Maschinenbau
    - IAF - Institut für Arbeitswissenschaft, Fabrikautomatisierung
      - Lehrstuhl für Fabrikbetrieb und Produktionssysteme
      - Lehrstuhl für Arbeitswissenschaft und Arbeitsgestaltung
    - IFME - Institut für Mechanik
      - Lehrstuhl für Technische Dynamik
    - IMS - Institut für mobile Systeme
      - Lehrstuhl für Mechatronik
    - IMK - Institut für Maschinenkonstruktion
      - Lehrstuhl für Konstruktionstechnik
    - Studenten
- L.E. mobile Leipzig
- Dekra Leipzig

## 2 Systeme der Integrativen Produktentwicklung

Für den wirtschaftlichen Erfolg ihrer innovativen, intelligenten Produkte und Geschäftsmodelle müssen deutsche Unternehmen aufrüsten: Es fehlt interdisziplinär geschultes Führungspersonal und es fehlen interdisziplinär denkende Fachkräfte. Ebenso mangelt es an einer Methodik zur fachgebietsübergreifenden Entwicklung intelligenter, softwarebasierter Systeme sowie an IT-Werkzeugen zur interdisziplinären Abstimmung und Synchronisation der verschiedenen Fachdisziplinen. [2]

Abhilfe schaffen dafür die Ansätze der integrativen Produktentwicklung, welche diese Defizite einerseits durch Ausweitung des Produktverständnisses andererseits durch die Schaffung einer Vernetzung und Integration aller Produktentwicklungen beilegen.

Für die Produktentwicklung stehen bisher für die einzelnen Fachbereiche angepasste Modelle zur Verfügung. Beispiele für den Bereich der Konstruktion findet man in [3]. Das System, das dort dargestellt wird, bietet einen in Phasen untergliederten Ablauf. Die Phasen werden durch ein iteratives Vorgehen verifiziert. Die Ansätze für das integrative Entwickeln sind häufig modifizierte Varianten der jeweiligen Grundmodelle, wie z. B. bei Interdisziplinäre Produktentwicklung - Modellbasiertes Systems Engineering. Als Modifikation werden diese Modelle vor allem um externe Effekte erweitert und dadurch die grundlegende Produktsicht verändert. Diese vergrößerte Sicht auf Produkt und Beteiligte bildet dann einen Handlungsrahmen für das integrative Entwickeln, welches alle geplanten Aktivitäten und Akteure beinhaltet. Die Prozesse zum Finden dieser integrativen Entwicklungs-Grids beschreibt [4]. Orientiert an dem Gedanken der konstruktiven Didaktik, die eine dem Prozesswissen innenliegende Bestrebung zur Selbstorganisation beschreibt, entstehen aus der Dynamik des Systems Prozesse zur Bewältigung der Produktentwicklung. Beispiele für solche Systeme zur Bewältigung von Entwicklung und Innovation gibt es viele, mit jeweils an die Situation angepassten Entwicklungsideen und Konzepten. So gibt es für Innovationsprozesse unter Unwissen das Konzept des Heldenmythos, bei welchem sich an Heldenmythen orientiert wird, um den Prozess der Aufarbeitung von „nicht-wissen“, und Genese der Innovation darzustellen und dadurch ein Handlungsschema liefert, welches der Projektkoordination Orientierungspunkte gibt [5]. Für das Projekt Editha entstand ebenfalls ein individuelles System. Durch die Einbindung von erfahrenen Mitarbeitern für den Bereich der Projektkoordination konnte aufbauend auf den Produktentwicklungskompetenzen ein funktionierendes System entstehen. Dies bedeutet, dass für Editha ebenfalls

ein eigenes System entstand. Durch die Individualität des entstandenen Systems empfiehlt es sich für das Projekt Editha den vorgefundenen integrativen Entwicklungsprozess mit einem möglichst ähnlichen theoretischen Rahmen zu vergleichen. Als passend haben sich dabei die Grundlagen der Konstruktionslehre [3] und die Gedanken zum integrativen Entwickeln der Acatech Diskussion [2, 4] angeboten.

## 2.1 Einordnung des integrativen Entwickelns beim editha Projekt

Maßgeblich soll sich bei der Einordnung an den Vorgeanken der Acatech Diskussion orientiert werden. Die Abbildung 1 liefert einen ersten Überblick über eben diese Vorgeanken. Anschließend werden die Parallelen beim editha Projekt aufgezeigt und Struktur entsprechend aufgebaut.

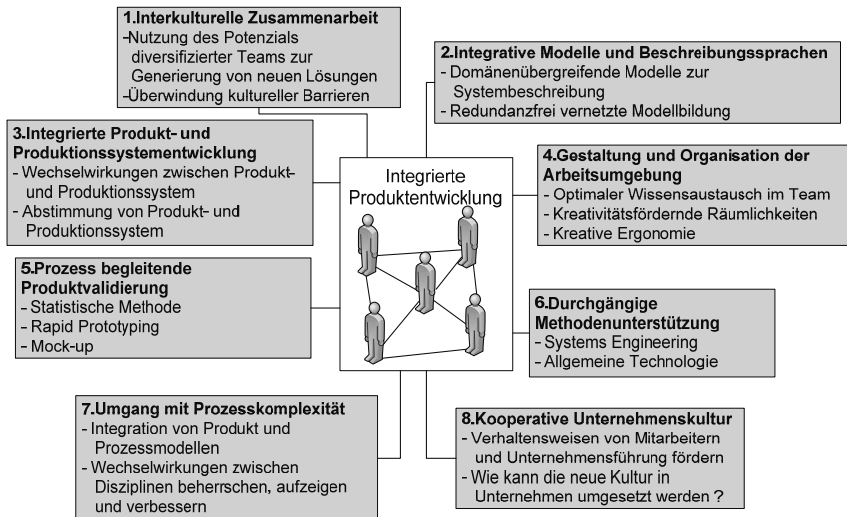


Abbildung 1: Integrierte Produktentwicklung [2,4]

1. Interkulturelle Zusammenarbeit stellt sich im Rahmen der Universität in zwei Ausprägungen dar. Die stärkere Einbeziehung der Studenten in das Projekt und damit die Verwischung der kulturellen Grenze des Schüler-Lehrer-Verhältnisses, als auch die klassische Integration der ausländischen Studierenden bzw. Mitarbeiter.

2. Integrative Modelle und Beschreibungssprachen finden in der Form keine Anwendung. Ursache ist, dass alle Variationen von editha mithilfe von verfügbarer Software der Universität entwickelt werden und somit eine enge Begrenzung für eine Diversifikation der Entwicklertools besteht.
3. Integrierte Produkt- und Produktionssystementwicklung. Das editha Projekt nutzt zum Bau des Elektromobils einen möglichst großen Teil von Standardteilen bzw. Komponenten, die sofort verfügbar sind. Dadurch wird das Produktionssystem bzw. die entstehende Produktion immer wechselseitig angepasst.
4. Gestaltung und Organisation der Arbeitsumgebung. Die Arbeitsumgebung des editha Projektes ist durch die verteilt gelegenen Büros höchst individualisiert und von den jeweiligen Inhabern an die eigenen Bedürfnisse angepasst. Aufgrund der intrinsischen Motivation der Projektmitarbeiter ist jeder bestrebt sich optimal einzubringen und gestaltet seinen eigenen Aufgabenbereich entsprechend effizient. Als gemeinsames Medium wird die IT-Infrastruktur der Universität genutzt, welche geteilte Speicherorte und geteilte Dokumente bietet. Die Treffen der Mitarbeiter finden in den jeweiligen Räumen der Universität oder an Werkplätzen statt.
5. Auf prozessbegleitende Produktvalidierung bzw. Produkterprobung durch die Verwendung von Standardbauteilen kann auf diesen Part größtenteils verzichtet werden. Es wird nach einem Revisionsprinzip gearbeitet, bei welchem das Standardteil ggf. angepasst wird oder das Fahrzeug konstruktionsseitig an die Anforderung eines regulären Bauteiles angeglichen wird.
6. Die durchgängige Methodenunterstützung wird im Rahmen des editha Projektes durch Produkt-Lebenszyklus-Management ersetzt. Es wird insgesamt darauf geachtet, dass alles kompatibel ist. In den Kommunikations- und Reflexionsschleifen werden dann mögliche Schwierigkeiten im Vorhinein geklärt.
7. Der Umgang mit der Prozesskomplexität ist die Kernherausforderung der integrierten Produktentwicklung. Die Überwältigung von Schranken und Barrieren in der Zusammenarbeit war bereits vordefinierte Startbedingung. Für alle Beteiligten war die Auseinandersetzung mit den Unterschieden untereinander der größte Gewinn. Basis für den kompetenten Umgang war hierbei die gute Kommunikation, die es lies, Probleme im offenem Raum anzusprechen und gemeinsam Lösungen zu erarbeiten.



8. Bezugnehmend auf die kooperative Unternehmenskultur schafft die übergreifende Arbeit der Lehrstühle neue Netzwerke innerhalb der Universität. Dies ist auf multidisziplinäre Anforderungen bei der Entwicklung eines Fahrzeuges zurückzuführen - die vielfältigen Kompetenzen der OvGU werden genutzt. Die Studenten und Mitarbeiter arbeiten in Bereichen zusammen, mit denen sie vorher nie in Kontakt gekommen wären. Als Ergebnis davon wird editha zu einem „Kind von allen“ und schafft den Boden für eine zukünftig gute Zusammenarbeit innerhalb der OvGU.

## 2.2 Zuständigkeitssemantik beim Projekt editha

Die folgende Grafik (Abbildung 2) zeigt das semantische Netz, welches die einzelnen Aufgabenbereiche der Lehrstühle aus den jeweiligen Instituten darstellt.

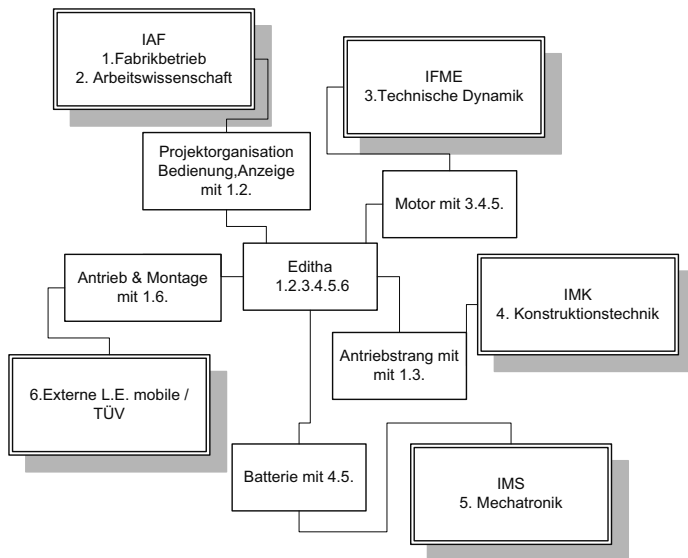


Abbildung 2: Aufgabenverteilung

Bereits die Aufzeichnung des semantischen Netzes offenbart, dass zwar eine klassische Zuordnung zu den Bereichen besteht, jedoch durch die Fachbereiche bereits übergreifend gearbeitet wird. Entsprechend der an sie gestellten Anforderungen bzw. Fachdisziplin werden die Probleme von den integrativen Teams bearbeitet und „gelöst“. Die

Nummern in der Grafik stellen dar, für welchen Aspekt eine sehr enge Kooperation eingegangen wird. So erfolgt z. B. die Entwicklung der Batterie durch den Lehrstuhl für Mechatronik am IMS (5) zusammen mit dem Lehrstuhl für Konstruktionstechnik am IMK (4).

### 2.3 Vergleich mit dem Konstrukt des Smart Engineering

Im Rahmen der acatech Diskussion zum Smart Engineering entwickelten Anderl, Eigner und Sendler den Lösungsraum Smart Engineering, der in Abbildung 3 dargestellt ist. Dieser Raum stellt das Makroprofil für Prozesse der interdisziplinären Produktentwicklung dar.

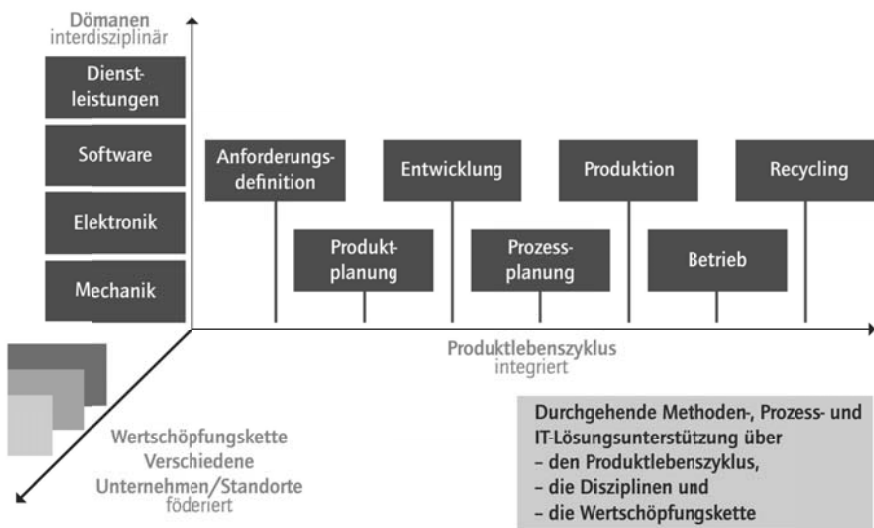


Abbildung 3: Smart Engineering in acatech [4]

Wenn man den Raum des Smart Engineering von acatech als Grundlage nimmt, kann man erfassen, inwieweit die Aufgaben im Prozess die unterschiedlichen Akteure fordern. Die Domänen sind dabei im Rahmen des editha Projektes Umsetzungsschwellen, die mit steigender Achse mehr Individuelle Kompetenz von den bearbeitenden Akteuren voraussetzen. Die Wertschöpfungskette für das editha Projekt besteht in der Genese von neuen Forschungserkenntnissen bzw. Erweiterung des Wissens. Gleichbedeutend mit einem wirtschaftlichen Unternehmen wird im Rahmen der Anwendung von Entwicklungskompe-

tenzen hier neues Potential für die Universität generiert. Die Maßgabe des Produktlebenszyklus' kann durch Entwicklungsschritte substituiert werden.

Das editha Projekt kann in das Feld des Smart-Engineering eingesetzt werden (siehe Abbildung 4). Als Akteure auf der „Wertschöpfungskette“ finden wir die mit unterschiedlichen Entwicklungskompetenzen ausgestatteten Studenten, wissenschaftliche Mitarbeiter und Professoren wieder. Abhängig von der Umsetzungsschwelle steigt nun die Kompetenz der beteiligten Akteure, um den entsprechenden Schritt der Entwicklungsphase umzusetzen.

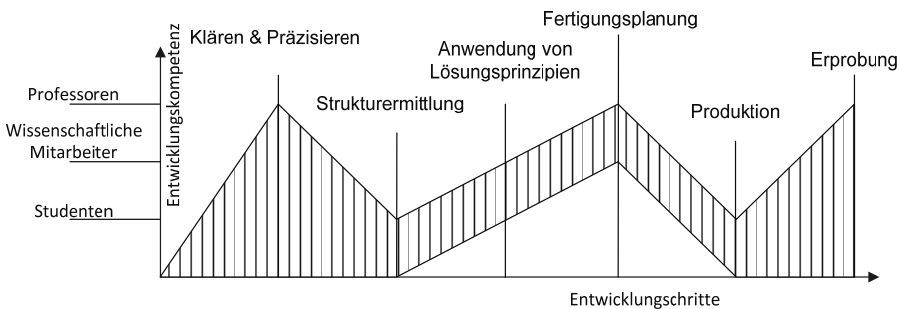


Abbildung 4: Verteilung der Entwicklungskompetenzen mit Fortschritt des Projektes

## 2.4 Wissensdistribution und Kommunikationsschleife

Besondere Bedeutung für das integrative Entwickeln hat die Kommunikation. Als Schlüssel zum Erfolg des Projektes war die Verständigung der Beteiligten maßgeblich. Die beteiligten Studenten, Mitarbeiter und Professoren treffen sich einmal wöchentlich in einem Meeting, bei welchem jeder Akteur jeweils seinen aktuellen Stand kurz skizziert. Bei Problemen wird die Beteiligung der anderen gefordert. Neue Erkenntnisse werden zur Diskussion gestellt. Ebenso wird auf diesen Meetings der Kickstart für Entscheidungen gegeben, was bedeutet, dass eine demnächst geplante Änderung angekündigt wird, die Teilnehmer dann die Optionen evaluieren, um schließlich einen dedizierten Input für die Entscheider zu geben

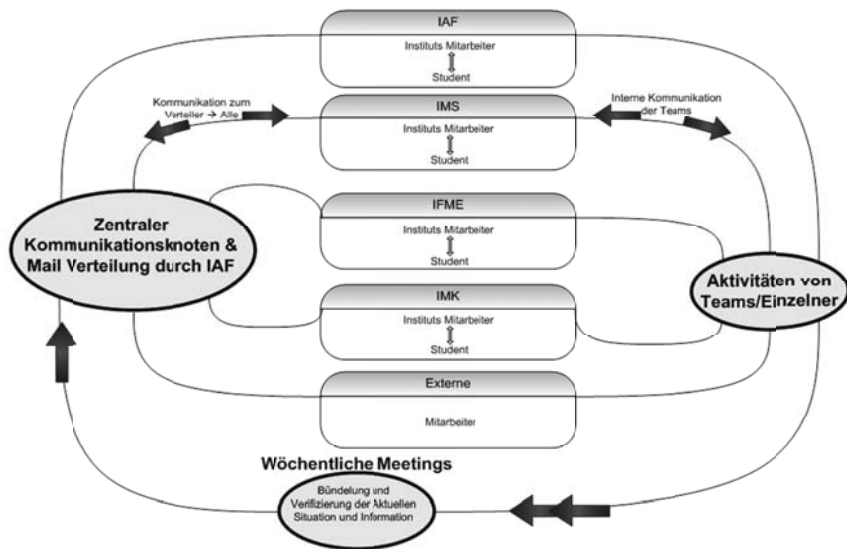


Abbildung 5: Kommunikationsschleife

Dieser Kommunikationstreff wird unabhängig vom Prozessfortschritt jede Woche durchgeführt. Diese Regelmäßigkeit fördert die Vernetzung der beteiligten Personen und verbucht im Nebenspiel den Erfolg, dass die Effizienz gesteigert wird. Beteiligte, die an „Leerlauf leiden“ können aktiv Tätigkeiten abfordern oder sich anderen Projektteilnehmern im Rahmen von Zuarbeit anbieten.

Für die Funktionalität der Kommunikation war aber wiederum eine gesunde soziale Interaktion Bedingung. Alle Teilnehmer fühlen keine direkte Konkurrenz oder sogar Bedrohungssituation. Dadurch steht kein Profilierungsdruck im Raum und das Klima zwischen den Mitarbeitern ist positiv freundlich gestimmt. Dieses Klima ist die Grundlage für eine gute Kommunikation, aus der wiederum eine gute Zusammenarbeit entstehen kann. Aus der Zusammenarbeit entsteht wiederum eine gute interdisziplinäre Arbeit, was wiederum zu einem echten integrativen Arbeiten und integrativen Entwickeln führt.

### 3 Fazit

Integrative Produktentwicklung ist von multiplen Faktoren abhängig. Jede Produktentwicklung ist einzigartig und erfordert Individuelle Lösungen und Prozessmodelle. Kern ei-

ner guten integrativen Entwicklung ist das Maß an integrativer Arbeit zwischen den Beteiligten. Die individuelle Bereitschaft zur Kommunikation und Partizipation ist der sprichwörtliche Schlüssel zum Erfolg. Der Durchlauf der Entwicklungsschleifen und die Fehlerbeseitigung in diesem Bereich sind nur dann möglich, wenn alle an der Schleife partizipieren und sich dabei ohne Konkurrenz gegenüber stehen. Ferner ist es notwendig, konstruktive Kritik zu geben als auch einzufordern. Bedeutsam für die Entstehung eines funktionierenden Modells war die Erfahrung mit systemischen Entwicklungsprozessen. Die „Mikro“-Modelle der Entwicklung müssen den Beteiligten bekannt sein damit mithilfe eines Smart-Engineering Makro-Grid eine umfassende integrative Produktentwicklung entstehen kann.

Bedeutsames Ergebnis ist am Ende die vernetzte Arbeit und die engere Vermischung zwischen den Mitarbeitern, Studenten und Professoren. So können „frische Mitstreiter“ für frischen Wind in Form von neuen Ideen sorgen.

## Literatur

- [1] *Continental-Mobilitätsstudie 2011*, K. Sommer, 2011
- [2] *Entwicklungsmethodik 2.0 aus Interdisziplinäre Produktentstehung*, M. Eigner, R. Anderl, R. Stark, acatech DISKUSSION, 2012
- [3] *Konstruktionslehre - Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung - Methoden und Anwendung*, 7. Aufl., G.Pahl, W. Beitz, J. Feldhusen, K-H. Grote, Springer, 2007
- [4] *"Smart Engineering - Interdisziplinäre Produktentstehung"*, Anderl, R.; Eigner, M.; Sandler, U.; Stark, R. (Hrsg.): acatech DISKUSSION, 1. Aufl., Springer Vieweg Verlag, Berlin, Heidelberg, 2012
- [5] *Integrierte Produktentwicklung. - Methoden für Prozeßorganisation, Produkterstellung und Konstruktion*, 2. Aufl., K. Ehrlenspiel, 2003
- [5] Sigrid Pander, Nina Trobisch *Ein roter Faden für das Projektmanagement* GPM-Magazin PMaktuell - Heft 1/2011