

# **SYSTEMS ENGINEERING**

Stefan Wenzel

## **Organisation und Methodenauswahl in der Produktentwicklung**



Herbert Utz Verlag · Wissenschaft  
München

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

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

Zugleich: Dissertation, München, Techn. Univ., 2002 unter dem Titel *Modellbasierte Dekomposition und Integration zur Entwicklung soziotechnischer Systeme*

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben – auch bei nur auszugsweiser Verwendung – vorbehalten.

Copyright © Herbert Utz Verlag GmbH 2003

ISBN 3-8316-0119-4

Printed in Germany

Herbert Utz Verlag GmbH, München  
Tel.: 089/277791-00 · Fax: 089/277791-01  
[utz@utzverlag.com](mailto:utz@utzverlag.com) · [www.utzverlag.de](http://www.utzverlag.de)

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung und Zielsetzung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Eigenkomplexität: Ursprung und Lösung komplexer Problemstellungen</b>	<b>4</b>
2.1	Grundlagen zum Komplexitätsverständnis	4
2.2	Systemtheoretische Ansätze	8
2.3	Das Handlungssystem als Träger der Eigenkomplexität	15
2.3.1	Das Handlungssystem	15
2.3.2	Methoden, Werkzeuge und Organisationen	19
2.4	Management von Komplexität	31
2.4.1	Reduktion und Erhöhung von Komplexität	31
2.4.2	Generische Prinzipien zum Umgang mit Komplexität	33
2.5	Zusammenfassung	37
<b>3</b>	<b>Organisation und Zusammenarbeit in der Entwicklung</b>	<b>39</b>
3.1	Das System Produktentwicklung	39
3.1.1	Systemtechnisches Modell der verteilten Produktentwicklung	39
3.1.2	Anforderungen und Kennzeichen der Produktentwicklung	45
3.1.3	Innovationen und Produktsystem	50
3.1.4	Kernprozesse der Produktentwicklung	56
3.1.5	Erfolgsfaktor: Organisatorische Gestaltung des Handlungssystems	60
3.2	Einflussfaktoren auf die Gestalt des Handlungssystems	62
3.2.1	Verteilung und Kooperation	62
3.2.2	Synthese und Kombination von Wissen und Erkenntnis	64
3.2.3	Virtualisierung und Modellbasierung	70
3.3	„Essentials“ der verteilten, kooperativen Produktentwicklung	76
<b>4</b>	<b>Aufgabe und methodischer Lösungsansatz</b>	<b>81</b>
4.1	Lenkung und Steuerung	82
4.2	Vernetzung und Struktur	83
4.3	Gliederung und Organisation des Handlungssystems	87
4.3.1	Gliederung und Segmentierung	87
4.3.2	Organisatorische Gestaltung	88
4.4	Organisatorische Gestaltung auf Basis der Systemvernetzung	98
4.4.1	Hypothesen zur Gestaltung des Handlungssystems	98
4.4.2	Lösungsansatz	99

<b>5</b>	<b>Systemtechnisches Modell zur Gestaltung des Handlungssystems .....</b>	<b>101</b>
5.1	Rahmenkonzept .....	101
5.2	Problembeschreibung: Klassifikation des Entwicklungsumfeldes.....	103
5.3	Selektion relevanter Ziele und Anforderungen .....	107
5.4	Dekomposition und organisatorische Integration - Das DIS-Konzept .....	110
5.4.1	Lösungsstrategie A: Dekomposition des Objektsystems.....	112
5.4.2	Lösungsstrategie B: Dekomposition des Prozesssystems .....	127
5.4.3	Beispielrechnung für die Ermittlung „optimierter“ Teamkonstellationen .....	152
5.5	Strukturierte Implementierung von Maßnahmen und Methoden.....	159
5.5.1	Systemische Intervention.....	159
5.5.2	„House of Change“ – Die strukturierte Implementierung von Methoden und Maßnahmen	161
<b>6</b>	<b>Anwendungsbeispiel.....</b>	<b>166</b>
6.1	Fallstudie .....	166
6.2	Problembeschreibung und Zieldefinition .....	167
6.3	Organisatorische Integration der Entwicklung.....	172
6.3.1	Produktsicht.....	172
6.3.2	Prozesssicht.....	174
6.4	Strukturierte Implementierung von Methoden .....	179
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>181</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>185</b>

## 1 Einleitung und Zielsetzung

Um langfristig Erfolge und die Wettbewerbsposition sichern zu können, ist die Bereitstellung, Erhaltung und Steigerung der Innovationskraft für technologieorientierte Unternehmen unerlässlich. Die heutigen Anforderungen an die Unternehmungen haben sich in den letzten Jahren jedoch weiter verschärft. Verursacht werden diese Bewegungen im Wettbewerb vornehmlich durch

- eine mittlerweile selbst Nischenmärkte, mittlere und kleine Unternehmen durchdringende Globalisierung, die sich u.a. auch in der weltweiten Verteilung von Entwicklungs- und Fertigungsaufgaben widerspiegelt,
- den gleichzeitig voranschreitenden und immer leistungsfähigeren Informations- und Kommunikationstechnologien, die sowohl Ergebnis aber auch Bedingung für verteilte Organisationen sind,
- die stark zunehmende Wissensbasierung („embedded intelligence“) bei Produkten, Dienstleistungen, Werkzeugen, Methoden und in Organisationen.

Die Bewältigung bzw. der Umgang mit dieser gesteigerten Umweltkomplexität ist auch ein entscheidender Faktor bei der Entwicklung innovativer Produkte. Neben den Kosten und der Qualität stellt die Geschwindigkeit, mit der Unternehmen auf diese Veränderungen in bestehenden und neuen Märkten reagieren, zunehmend ein weiteres Wettbewerbskriterium dar (WILDEMANN 1997, LINDEMANN ET AL. 1997). Anschauliche Beispiele hierfür finden sich in der Automobilbranche. Typische Herausforderungen zeigen sich hier in den gestiegenen Anforderungen an Funktionalität (vor allem in der Elektrik/Elektronik) und Effizienz der Produkte, in der Vielfalt und Verteiltheit von Know-how, Information und Ressourcen und bei der kontinuierlichen Integration neuer Technologien in Produkt (z.B. Entwicklung der Brennstoffzelle), Prozess und Toollandschaft (z.B. Implementierung mächtiger Produktdatenmanagementsysteme). Abb. 1.1 veranschaulicht deutlich die gestiegene Komplexität der Entwicklungsaufgabe am Beispiel der BMW „3er-Entwicklung“.

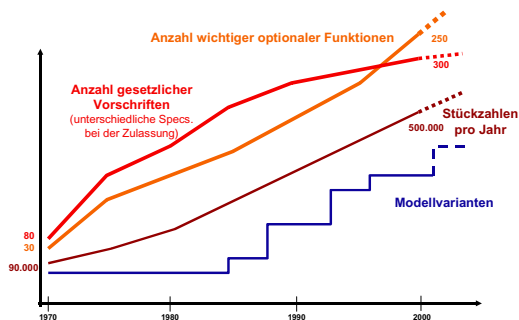


Abb. 1.1: Steigende Anforderungen im Automobilbau (FRISCHKORN ET AL. 2000)

Die technische und wirtschaftliche Entwicklung verlangt von den Unternehmungen adäquate Mittel zur Bewältigung der immer größeren Komplexität. Da sich die gestiegenen Anforderungen nicht wegleugnen lassen, wäre eine „einfache Reduktion“ der Komplexität nur eine unzulässige Vereinfachung der Aufgabenstellung. Die einzige Chance, die gestiegene Komplexität nachhaltig bewältigen zu können, besteht vielmehr darin, *Eigenkomplexität* durch entsprechend angepasste Aufbau-, Ablaufstrukturen, Methoden und Werkzeuge aufzubauen (ASHBY 1964, BAECKER 1997, VESTER 2000, MALIK 2000). Komplexe Probleme erfordern entsprechend komplexe Lösungen, ohne jedoch durch zusätzliche (unnötige) Komplexität die Effizienz zu reduzieren!

Die Anwendung komplizierter Strukturen wird jedoch erst mit zunehmender Größe der jeweiligen Entwicklungsprojekte notwendig. Dann ist die ungeteilte Durchführung und Steuerung durch eine einzelne Person oder ein eng zusammenarbeitendes Team nicht mehr möglich. Es entsteht das Problem einer immer größeren Spezialisierung einzelner Bereiche und Experten und gleichzeitig das Problem der Re-Integration des verteilten Wissens, der Aufgaben und der Erfahrungen durch überbetriebliche Strukturen und Kooperationen. Der Einsatz neuer Informations- und Kommunikationstechnologien und starker rechnergestützter Werkzeuge bei der Systemgestaltung unterstützt dabei den Zugriff auf das verteilte Wissen und den schnellen Austausch von Daten.

Der Interaktionsbedarf innerhalb des Systems „verteilte Produktentwicklung“ ist zweckorientiert und damit dem einzelnen Entwickler u.a. quasi von „außen“ aufgeprägt. Denn neben den persönlichen Fähigkeiten und Erfahrungen der Menschen wird die Kommunikation maßgeblich von den korporativen, übergeordneten Zielen, dem Arbeitsgegenstand/Produkt, der Vorgehenslogik und den eingesetzten bzw. verfügbaren Methoden und Werkzeugen bestimmt.

Dies hat zur Konsequenz, dass Änderungen am Zielsystem, Innovationen am Produkt und Modifikationen am Entwicklungsprozess oder der Werkzeuglandschaft auch die Interaktionsstrukturen innerhalb der Organisation beeinflussen. Dies bedeutet somit auch, dass mit jeder neuen (Produkt)Innovation den geänderten Interaktionszusammenhängen durch angepasste Organisationsstrukturen und Methoden Rechnung getragen werden muss (vgl. REINHART 1997). Hierzu versucht die vorliegende Arbeit einen Beitrag zu leisten, indem ein systemtechnisches Modell entwickelt wird, welches auf Basis der bestehenden Systemzusammenhänge die anforderungsgerechte und reproduzierbare Gestaltung von Organisation, Methoden und Werkzeugen methodisch unterstützt.

Die Lösung dieser Aufgabe erfordert es, die Systementwicklung als soziotechnisches System zu betrachten. Soziale Systeme und deren Interaktionen sind strukturdeterminiert, geschlossen und komplex. Dies bedeutet zum einen, dass die Strukturen der Entwicklungsorganisation bestimmen, welche Veränderungen aus der Umwelt als solche überhaupt wahrgenommen werden und zum anderen, dass „Kochrezepte“ und „how to do“ Weisungen die Gesamtzusammenhänge, Selbstorganisation und Eigendynamik eines Entwicklungsprojektes außer Acht lassen inadäquat sind (MATURANA & VARELA 1987, BAUMGARTNER ET AL. 1998). Der zu entwickelnde Lösungsansatz muss deshalb neben den technischen und ablauforganisatorischen auch die sozialen Aspekte der Produktentwicklung berücksichtigen.

Im *zweiten Kapitel* dieser Arbeit werden aus der Systemtheorie generische Prinzipien zum Umgang mit Komplexität in soziotechnischen Systemen abgeleitet. Dabei wird erläutert und zugrundegelegt, dass Komplexität entsprechende Eigenkomplexität im Umgang mit ihr erfordert. Für das Handlungssystem, das Teilmodell zur Abbildung von Organisation, Methoden und Werkzeuge, wird der Aufbau von Eigenkomplexität beispielhaft veranschaulicht. Im *dritten Kapitel* werden die bestehenden Anforderungen und Charakteristika an das System Produktentwicklung analysiert und die organisatorische Gestaltung des Handlungssystems als ein Erfolgsfaktor für die Durchführung komplexer Entwicklungsprojekte herausgearbeitet. Für die Entwicklung eines gesamtheitlichen Vorgehensmodells werden im *vierten Kapitel* die methodischen Grundlagen vorgestellt und darauf aufbauend ein Lösungsansatz abgeleitet. Das *fünfte Kapitel* erläutert das systemtechnische Vorgehensmodell zur anforderungsgerechten Gestaltung des Handlungssystems. Dazu werden im Kern zwei parallele Lösungsstrategien zur organisatorischen Integration aufgezeigt. Die Struktur der Entwicklungsorganisation wird dabei zum einen auf Basis der technischen, funktionalen Wechselwirkungen am Produkt und zum anderen anhand der informativischen Abhängigkeiten im Entwicklungsablauf bestimmt. Die Anwendung des systemtechnischen Vorgehensmodells und das Zusammenwirken der Teilmodelle wird im *sechsten Kapitel* am Beispiel einer mehrjährigen Fallstudie in der Automobilzulieferindustrie dargelegt. Die Inhalte der Arbeit stützen sich neben diesen Erfahrungen auf Erkenntnisse aus Projekten mit verschiedenen industriellen Partnern und internationalen Forschungseinrichtungen.