

Bettina Schleidt

**Kompetenzen für Ingenieure  
in der unternehmensübergreifenden  
virtuellen Produktentwicklung**

**Schriftenreihe VPE**

**Band 7**

Herausgeber: Prof. Dr.-Ing. Martin Eigner

**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.

**Bibliographic information published by Die Deutsche Bibliothek**

Die Deutsche Bibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data is available in the Internet at <http://dnb.ddb.de>.

Herausgeber: Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik  
Lehrstuhl für Virtuelle Produktentwicklung  
Prof. Dr.-Ing. Martin Eigner  
Postfach 3049  
Technische Universität Kaiserslautern, Gebäude 44  
D-67653 Kaiserslautern

Verlag: Technische Universität Kaiserslautern

Druck: Technische Universität Kaiserslautern  
Abteilung Foto-Repro-Druck

D-386

© Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik, Kaiserslautern 2009

Alle Rechte vorbehalten, auch das des auszugsweisen Nachdrucks, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe (Photographie, Mikroskopie), der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und das der Übersetzung.

Als Manuskript gedruckt. Printed in Germany.

ISBN 978-3-941438-34-7

ISSN 1863-7051

# **Kompetenzen für Ingenieure in der unternehmensübergreifenden virtuellen Produktentwicklung**

Vom Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik  
der Technischen Universität Kaiserslautern  
zur Verleihung des akademischen Grades

**Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.)**

genehmigte Dissertation

von

**Diplom-Psychologin Bettina Schleidt**

aus Lich

Vorsitzender der Prüfungskommission:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Sauer
1. Berichterstatter:	Prof. Dr.-Ing. Martin Eigner
2. Berichterstatter:	Prof. Dr.-Ing. Detlef Zühlke
3. Berichterstatter:	Prof. Dr. habil. Klaus J. Zink
Tag der mündlichen Prüfung:	13. Juli 2009

**Kaiserslautern 2009**

D-386

## Vorwort

Die vorliegende Arbeit wurde im Sommersemester 2009 vom Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik der Technischen Universität Kaiserslautern als Dissertation angenommen und ich möchte dieses Vorwort nutzen, um mich bei den Personen, die mich in den vergangenen Jahren auf meinem Weg unterstützt haben, zu bedanken.

An erster Stelle steht mein akademischer Lehrer, Herr Prof. Dr. Martin Eigner, ohne den diese Arbeit nicht entstanden wäre. Er hat durch seine Initiative, Anregungen und vielfältigste Unterstützung maßgeblich zum Gelingen beigetragen und ich habe von ihm in den letzten Jahren nicht nur beruflich sondern auch persönlich viel lernen dürfen. Ebenfalls danken möchte ich den Herren Prof. Dr. Klaus J. Zink und Prof. Dr. Detlef Zühlke für die Übernahme der Zweitbegutachtung und Herrn Prof. Dr. Bernd Sauer für die Übernahme des Vorsitzes der Prüfungskommission.

Auch Herrn Prof. Dr. Stephan Dutke gebührt mein Dank: er hat mir vor allem in der Anfangsphase wertvolle konzeptionelle Unterstützung zukommen lassen und die Sicherheit gegeben, dass der Ansatz meiner Arbeit an der Schnittstelle zwischen Ingenieurwissenschaften und Psychologie sinnvoll und wichtig ist.

Den Kollegen am Lehrstuhl für Virtuelle Produktentwicklung möchte ich ebenfalls für ihre Unterstützung danken. Besonders erwähnen möchte ich Herrn Thorsten Hollerith, der immer für die Funktionsfähigkeit meiner IT-Infrastruktur sorgte. Mein Dank gebührt außerdem Frau Ursula Aydt, die stets die erste Anlaufstelle für mich war und die passenden Worte und Taten zur richtigen Zeit fand. Schließlich sei den angehenden Diplom-Ingenieuren Tim Hettesheimer, Sergej Leleko und Patrick Schäfer gedankt, die mich in den verschiedensten Bereichen bei der Erstellung dieser Arbeit unterstützt haben. Eine wichtige Rolle hatten auch Frau Dr. Anja Liebrich sowie die Herren Dr. Michael Bitzer und Dr. Mathias Zagel inne, die für mich von Beginn an als fachliche Ansprechpartner fungierten.

Besondere Erwähnung finden sollten ferner die Mitglieder des industriellen Arbeitskreises, der diese Arbeit und das damit verbundene Thema „Factor Mensch im Engineering“ begleitete. Ohne ihr Engagement und ihre Beiträge wäre diese Arbeit nicht zustande gekommen. Den teilnehmenden Herren sei ebenfalls herzlich gedankt.

Schließlich möchte ich mich bei meinen Eltern, Roswitha und Josef Amtmann, für den Rückhalt, den ich Zeit meines Lebens erfahren durfte, herzlich bedanken. Mein besonderer Dank gilt außerdem den Herren Matthias Engler, Peter Sandor, Uwe Sauer und Klaus Schleidt sowie meinem Lebensgefährten Ruedi Boser für die vielfältige Unterstützung – sei es beispielsweise durch aufmunternde und stärkende Worte, kritische Diskussionen oder geduldiges Korrekturlesen.

## Kurzzusammenfassung

Bedingt durch den zunehmenden Einsatz von Informationstechnologien und eine immer stärkere Globalisierung und Vernetzung der Arbeit tritt die Bedeutung von virtueller bzw. verteilter Zusammenarbeit über Unternehmensgrenzen hinweg stärker in den Vordergrund. Dies gilt auch für die Automobilindustrie als einer der führenden Industrien Deutschlands und damit verbunden die unternehmensübergreifende Entwicklung von neuen und innovativen Produkten. In diesem dynamischen Umfeld nimmt auch die Bedeutung des Menschen als Humanressource stetig zu.

Eine wesentliche Voraussetzung für den Erfolg von unternehmensübergreifenden Kooperationen ist ein effektiver und auf bestehende Arbeitsbedingungen abgestimmter Umgang mit überfachlichen Kompetenzen. Während auf der Ebene einzelner Unternehmen bereits verschiedene Instrumente zum systematischen Umgang mit Mitarbeiterkompetenzen eingesetzt werden, fehlt eine solche methodische Unterstützung bisher in Bezug auf Kooperationen in der unternehmensübergreifenden Entwicklung von Produkten.

Zunächst werden die allgemeinen Rahmenbedingungen, unter denen innovative Produktentwicklung heute stattfindet, betrachtet. Anhand der Analyse des Engineering Change Management Prozesses wird herausgearbeitet, dass für eine effiziente unternehmensübergreifende Kooperation neben technischen und organisatorischen Aspekten auch der Faktor Mensch in Form von Mitarbeiterkompetenzen adäquate Berücksichtigung finden sollte, damit eine unternehmensübergreifende Zusammenarbeit in der virtuellen Produktentwicklung effizient und erfolgreich gestaltet werden kann.

Im konzeptionellen Teil werden Begriffe definiert und ein Ansatz zur psychologischen Arbeitsanalyse sowie verschiedene Ansätze zur Messung von Arbeitsbedingungen für virtuelle Teams erläutert. Danach werden Möglichkeiten der Kompetenzmessung und -entwicklung für virtuelle Kooperationen erläutert. Diese Themenkomplexe bilden die Grundlagen für den zu entwickelnden *theoretischen Ansatz* der Arbeit, in dem zum einen Zusammenhänge zwischen Arbeitsbedingungen und für diese Arbeitsbedingungen erforderliche Kompetenzen und zum anderen inhaltliche Dimensionen von Arbeitsbedingungen und Kompetenzen thematisiert werden. Er basiert auf dem theoretischen Modell der Person-Umwelt-Passung.

Aufbauend auf den konzeptionellen Grundlagen wird schließlich eine *Methode zum systematischen Umgang mit Kompetenzen* für die *unternehmensübergreifende virtuelle Produktentwicklung* und das *Cross Enterprise Engineering* entwickelt. Das so genannte *House of Engineering Competencies* leistet einen Beitrag dazu, die Qualität der Kompetenzentwicklung im beschriebenen Arbeitsumfeld zu steigern.

Als wesentliche Ergebnisse der empirischen Untersuchungen konnten zum einen verschiedene Dimensionen der Arbeitsbedingungen und zum anderen individuelle personale und soziale (d.h. überfachliche) Kompetenzen identifiziert und einer Indexierung zugeführt werden. Diese Indizes können im Zuge der betrieblichen Anwendung des *House of Engineering Competencies* eingesetzt werden.

## Abstract

Due to the effects of globalization and the growing influence of information technology the importance of virtual cooperation over enterprise frontiers raises more and more. This can be seen especially in the automotive area as one of the leading industries regarding the development of new and innovative products. In this dynamic environment the importance of the human being as one of the main resources is increasing, too.

One of the key success factors for so called *cross enterprise* cooperation is the structured management of competencies in relation to existing working conditions. Even if many companies have people of varying disciplines and competency management systems in place, a systematic support of competency development for cross enterprise cooperation is frequently missing.

After the introduction of general concepts and conditions of Cross Enterprise Engineering and Virtual Product Development, the main influencing factors for these areas are addressed. In the next step, Engineering Change Management, as one core process, and an operational application example is analysed regarding its challenges for employees involved in the process.

In the conceptual part of this work leading concepts of the literature for competency measurement and development, for competencies needed in a virtual working environment, and for the measurement of virtual working conditions are described. The chapter ends with the development of a theoretical approach that combines working conditions and related competencies and addresses the interface between these two areas. The approach is based on the psychological theory of *person-environment fit* as an overall theoretical framework.

Chapter 4 starts with an introduction of the quality management concept of *Quality Function Deployment (QFD)*. In this context, the varying possibilities of application of this method are described. This approach builds on the foundation of a systematic management of competencies – the so called *House of Engineering Competencies* - that is presented in the next chapter. This method contributes to enhancing the systematic handling of competencies in a virtual working environment like described in this thesis.

The main results of the empirical analysis are, on the one hand, the identification of dimensions that can describe working conditions in *cross enterprise virtual product development* - the so called CEE\_VPE index, and on the other hand the identification of relevant cross functional competencies needed for this environment.

Keywords: virtual product development, competency development, quality function deployment, person-environment fit, cross enterprise engineering, competencies

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>1</b>
1.1	Einleitung und Motivation	1
1.2	Forschungsproblem	5
1.3	Forschungsziel und Forschungsfragen	6
1.4	Wissenschaftlicher Rahmen	7
1.5	Aufbau der Arbeit	8
<b>2</b>	<b>Rahmenbedingungen und Problemanalyse</b>	<b>11</b>
2.1	Die Entwicklung virtueller Produkte	11
2.1.1	Der Produktlebenszyklus	12
2.1.2	Produktentstehung und Produktentwicklung	13
2.1.3	Virtuelle Produktentwicklung	16
2.1.4	Einflussfaktoren auf die virtuelle Produktentwicklung	17
2.2	Unternehmensübergreifende Kooperationen	20
2.2.1	Begriff der Kooperation und Formen der Kooperation	21
2.2.2	Ansätze zur unternehmensübergreifenden Kooperation	24
2.2.2.1	Computer Supported Cooperative Work	24
2.2.2.2	Engineering Collaboration	25
2.2.2.3	X-Engineering	26
2.2.2.4	Cross Enterprise Engineering	28
2.3	IT-Lösungen für die virtuelle Produktentwicklung	34
2.3.1	Produktdatenmanagement	34
2.3.2	Produktlebenszyklus-Management	36
2.4	Änderungsmanagement in der Produktentwicklung	39
2.4.1	Begriffsdefinitionen und Grundlagen zur Prozessdarstellung	39
2.4.2	Engineering Change Management	41
2.4.3	Der ECM Prozess	45
2.4.4	ECM Partner Modell	49
2.4.5	Bewertung des ECM Referenzprozesses	51
2.5	Der Mensch im virtuellen Arbeitsumfeld	53
2.6	Zusammenfassender Gestaltungsrahmen	56
2.7	Problemabgrenzung	58
2.8	Anforderungen an eine Methode zur Kompetenzentwicklung	59
<b>3</b>	<b>Stand der Forschung und theoretischer Ansatz</b>	<b>61</b>
3.1	Analyse von Arbeitsbedingungen	61
3.1.1	Arbeitsanalyse und Begriffsdefinitionen	62
3.1.2	Ein bedingungsbezogenes Verfahren	64
3.2	Kompetenzentwicklung im betrieblichen Kontext	68
3.2.1	Begriffsdefinitionen und Abgrenzungen	68
3.2.2	Ansätze zum Kompetenzmanagement	75

---

3.2.3	Methoden zur Ermittlung von Kompetenzen.....	81
3.3	Arbeitsbedingungen in der virtuellen Zusammenarbeit.....	85
3.3.1	Begriffsdefinitionen.....	85
3.3.2	Parameter zur Messung von virtuellen Arbeitsbedingungen .....	87
3.3.2.1	Ansatz nach Chudoba et al. ....	87
3.3.2.2	Ansatz nach Lipnack und Stamps .....	88
3.3.2.3	Ansatz nach Konradt und Hertel .....	89
3.3.2.4	Ansatz nach Vartiainen .....	89
3.4	Kompetenzen für die virtuelle Zusammenarbeit .....	93
3.4.1	Ansatz nach Hertel et al. ....	93
3.4.2	Ansatz nach Auffermann et al. ....	94
3.4.3	Ansatz nach Shin .....	95
3.5	Bewertung und Handlungsbedarfe .....	96
3.6	Ansatz zur Kompetenzentwicklung.....	98
3.6.1	Theorie der Person-Umwelt-Passung .....	98
3.6.2	Begriffsdefinition bzw. „Was ist Fit?“ .....	100
3.6.3	Arten des Fit und der Person-Job Fit.....	101
3.6.4	Kritische Würdigung und Relevanz .....	103
3.7	Ansatz der Person-Umwelt Passung für die unternehmensübergreifende virtuelle Produktentwicklung.....	105
3.7.1	Begriffsdefinitionen und Grundannahmen .....	106
3.7.2	Der theoretische Ansatz .....	107
3.7.3	Weitergehende Präzisierungen .....	110
<b>4</b>	<b>Methode und empirischer Bezug .....</b>	<b>115</b>
4.1	Methode zur Kompetenzentwicklung.....	115
4.1.1	Quality Function Deployment .....	116
4.1.2	Die Methode zur Kompetenzentwicklung im Überblick.....	120
4.1.3	Phase 1: Analyse der Arbeitsbedingungen .....	123
4.1.4	Phase 2: Entwicklung des Kompetenzmodells .....	125
4.1.5	Phase 3: Beurteilung der Wechselwirkungen .....	127
4.1.6	Phase 4: Ableitung des Kompetenzentwicklungsbedarfs .....	129
4.1.7	Bewertung und Diskussion .....	131
4.2	Erste empirische Studie.....	134
4.2.1	Zielsetzung und Methode .....	134
4.2.2	Fragebogen .....	135
4.2.3	Stichprobe und Durchführung.....	135
4.2.4	Ergebnisse .....	136
4.2.5	Input-Prozess-Output Modell für Teams.....	137
4.3	Zweite empirische Studie .....	139
4.3.1	Zielsetzung und Zielgruppe .....	140
4.3.2	Fragestellung und Methode.....	140
4.3.3	Fragebogen .....	141

4.3.4	Pretest und Durchführung.....	145
4.3.5	Beschreibung der Stichprobe.....	146
4.3.6	Statistische Überprüfung .....	147
4.3.6.1	Zusammenhänge zwischen Variablen der Arbeitsbedingungen ..	147
4.3.6.2	Interpretation der Dimensionen der Arbeitsbedingungen.....	151
4.3.6.3	Zusammenhänge zwischen Variablen der Kompetenzen.....	153
4.3.6.4	Interpretation der Dimensionen der Kompetenzen .....	163
4.3.7	Fazit und Kritik .....	164
4.4	Synthese von Methode und empirischen Ergebnissen .....	167
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>171</b>
<b>6</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>175</b>
6.1	Basisdefinitionen zum ECM Prozess .....	175
6.2	Fragebogen der Online-Befragung .....	176
6.3	Einzelitems mit Ladungen für die finalen vier Kompetenzklassen .....	185
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>187</b>
<b>8</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>205</b>
<b>9</b>	<b>Lebenslauf .....</b>	<b>209</b>