

Lehrstuhl für Produktentwicklung  
der Technischen Universität München

# **Auswahl von Werkzeugen und Methoden für verteilte Produktentwicklungsprozesse**

**Jöran Christopher Grieb**

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Maschinenwesen  
der Technischen Universität München  
zur Erlangung des akademischen Grades eines

**Doktor-Ingenieurs**

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh  
Prüfer der Dissertation: 1. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Udo Lindemann  
2. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier,  
Universität-Gesamthochschule Paderborn

Die Dissertation wurde am 18.04.2007 bei der Technischen Universität München  
eingereicht und durch die Fakultät für Maschinenwesen  
am 12.11.2007 angenommen.

### **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.

ISBN 978-3-89963-690-1

© Verlag Dr. Hut, München 2008  
Sternstr. 18, 80538 München  
Tel.: 089/66060798  
[www.dr.hut-verlag.de](http://www.dr.hut-verlag.de)

Die Informationen in diesem Buch wurden mit großer Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler, z.B. bei der Beschreibung des Gefahrenpotentials von Versuchen, nicht vollständig ausgeschlossen werden. Verlag, Autoren und ggf. Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für eventuell verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der Vervielfältigung und Verbreitung in besonderen Verfahren wie fotomechanischer Nachdruck, Fotokopie, Mikrokopie, elektronische Datenaufzeichnung einschließlich Speicherung und Übertragung auf weitere Datenträger sowie Übersetzung in andere Sprachen, behält sich der Autor vor.

1. Auflage 2008

Druck und Bindung: mvr-druck, Brühl ([www.mvr-druck.de](http://www.mvr-druck.de))

# VORWORT DES HERAUSGEBERS

## **Problemstellung**

Produktentwicklungsprozesse werden maßgeblich durch die fortschreitende Globalisierung der Wirtschaft beeinflusst. Für Unternehmen ergibt sich zunehmend der Zwang, Entwicklungsprozesse nicht mehr nur an einem Ort sondern mehr oder weniger verteilt durchzuführen. Hier bietet sich die Chance, für Entwicklungsprozesse weltweite Ressourcen zu nutzen und damit unter anderem Kosten und Entwicklungszeit zu reduzieren. Allerdings sind gerade bei verteilten Entwicklungsprozessen völlig neue und komplexe Herausforderungen zu bewältigen, um das sich bietende Potenzial einer verteilten Produktentwicklung effektiv und effizient nutzen zu können.

Verteilte Entwicklungsprozesse in der Praxis führen immer wieder zu Problemen. Eine wesentliche Ursache besteht darin, dass ein großer Teil der Ansätze zur Unterstützung verteilter Arbeit die speziellen Tätigkeiten und Aufgaben von Ingenieuren im Produktentwicklungsprozess nicht ausreichend berücksichtigt. Insbesondere im Hinblick auf eine ganzheitliche systematische Unterstützung mit besonderer Berücksichtigung der notwendigen situationsgerechten Werkzeuge und Methoden bestehen noch Defizite.

## **Zielsetzung**

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die verteilte Produktentwicklung bedingt durch die hohe Vernetzung besonders kritischer Entwicklungsprozesse durch angemessene Werkzeuge und Methoden zu unterstützen. Neben der Gewinnung wissenschaftlicher Erkenntnisse sollen Unternehmen durch die Ergebnisse dieser Arbeit in die Lage versetzt werden, die sich durch verteilte Entwicklung ergebenden Chancen besser nutzen und die Herausforderungen besser bewältigen zu können.

## **Ergebnisse**

Zunächst werden im Rahmen der Arbeit die besonderen Anforderungen verteilter Entwicklungsprozesse untersucht. Im Mittelpunkt stehen hier die Kommunikation als wesentlicher Erfolgsfaktor und die Medien, die die Kommunikation ermöglichen. Auf der Basis detaillierter empirischer Untersuchungen werden Anforderungen in der verteilten Produktentwicklung erarbeitet. Diese stellen in Verbindung mit der prototyphaften Realisierung eines „idealen“ Kommunikationsraumes für synchrone Kollaboration Richtlinien für den Aufbau einer Kommunikationsumgebung für die verteilte Entwicklung dar.

Weiterhin werden zwei sich ergänzende spezifische Lösungsansätze entwickelt, die ganz konkrete Problemstellungen in der verteilten Produktentwicklung aufgreifen. Erstens erfolgt die Entwicklung eines Application Sharing Skizzierprogramms, welches die speziellen Anforderungen der verteilten Entwicklung gezielt berücksichtigt. Der entwickelte Prototyp des „3D-Shared-Whiteboard“ zeigt ein erhebliches Potenzial zur Unterstützung verteilter

Entwicklungsprozesse, das mit bisherigen Kommunikationsmedien bisher nicht ausgeschöpft werden kann. Weiterhin wird ein System zur situationsgerechten Auswahl von Kommunikationsmedien entwickelt. Das zugrunde liegende Medienmodell berücksichtigt dabei insbesondere die Abhängigkeit der Eignung von Kommunikationsmedien von der jeweiligen Situation im Entwicklungsprozess.

Abschließend wird im Rahmen der Arbeit intensiv auf die Problematik der Übertragung und Anwendung der gewonnenen Erkenntnisse in die industrielle Praxis eingegangen. Zu diesem Zweck wird eine webbasierte Wissensbasis entwickelt, die aufbauend auf den wissenschaftlichen Erkenntnissen der Arbeit ein System zur methodischen und systematischen Unterstützung von verteilten Entwicklungsprozessen darstellt.

### **Folgerungen für die industrielle Praxis**

Die zielgerichtete Unterstützung verteilter Produktentwicklungsprozesse gewinnt vor dem Hintergrund der voranschreitenden Globalisierung der Wirtschaft immer mehr an Bedeutung. Die in dieser Arbeit dargestellten Lösungsansätze ermöglichen eine systematische und methodische Unterstützung verteilter Produktentwicklungsprozesse. Insbesondere bieten die entwickelten Lösungsansätze Möglichkeiten, die Kommunikation als kritischen Erfolgsfaktor in verteilten Entwicklungsprozessen gezielt zu unterstützen.

Allen voran bietet die umfangreiche Wissensbasis zur verteilten Entwicklung Entwicklern in der Praxis konkrete Unterstützung bei der Planung, Vorbereitung und Durchführung von verteilten Entwicklungsprozessen. Leitfäden ermöglichen die gezielte Suche von Informationen. Handlungsanweisungen erleichtern die Umsetzung der einzelnen Schritte. Die intensive Abstimmung der Inhalte mit Entwicklern aus der Praxis stellt dabei die Relevanz der Inhalte sicher.

### **Folgerungen für Forschung und Wissenschaft**

Die umfangreichen und detaillierten Untersuchungen der Kommunikation und der Kommunikationsmedien in verteilten Produktentwicklungsprozessen bilden eine wertvolle Ergänzung von vorhandenen Untersuchungen zur räumlich und zeitlich verteilten Arbeit. Das darauf aufbauende Modell zur Verknüpfung von Situationseigenschaften mit Medieneigenschaften besitzt aufgrund des Abstraktionsgrades ein hohes Maß an Allgemeingültigkeit. Sowohl die Methodik, als auch die hinterlegten Informationen stellen einen Ausgangspunkt für weiterführende Forschungsarbeiten dar.

Garching, im Januar 2008

Prof. Dr.-Ing. Udo Lindemann

Lehrstuhl für Produktentwicklung  
Technische Universität München

## DANKSAGUNG

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Produktentwicklung der Technischen Universität München von April 2003 bis Juni 2007.

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr.-Ing. Udo Lindemann für die Unterstützung, das in mich gesetzte Vertrauen und die mir während meiner Tätigkeit gewährten Freiräume. Ich habe bei ihm sehr viel gelernt und werde die Zeit am Lehrstuhl stets in guter Erinnerung behalten.

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier danke ich für die Übernahme der Zweitberichterstattung. Für die Übernahme des Vorsitzes der Prüfungskommission möchte ich Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh danken.

Die verteilte Produktentwicklung bildete den Schwerpunkt meiner Forschungstätigkeit am Lehrstuhl. Ein erheblicher Teil meiner wissenschaftlichen Arbeit basiert auf der Bearbeitung des von der DFG geförderten Forschungsprojekts „Entwicklung von Gestaltungsrichtlinien für einen integrierten Kommunikationsraum für die verteilte virtuelle Produktentwicklung“. Neben den Förderern dieses Projektes gilt mein Dank den Kollegen aus der Wissenschaft und den Mitarbeitern aus der Industrie, mit denen ich meine Ansätze und Ergebnisse diskutieren und damit auch weiterentwickeln konnte.

Ganz besonders möchte ich mich bei allen meinen Kollegen vom Lehrstuhl für die intensive und kollegiale Zusammenarbeit bei Lehre und Forschung bedanken. Stellvertretend möchte ich insbesondere Josef Ponn, der sich sehr intensiv mit meiner Arbeit auseinandergesetzt hat, und meinen langjährigen Bürokollegen Thomas Anton nennen.

Ebenso möchte ich den Studenten danken, die mich als Diplomanden, Semestranden und studentische Hilfskräfte bei meiner Arbeit unterstützt haben. Stellvertretend möchte ich Frans Fürst, Frank Hoisl, Marco Stern und Christian Scherbel erwähnen.

Ganz herzlich danke ich meiner Freundin Jutta für den verständnisvollen Beistand während der Fertigstellung der Dissertation. Abschließend möchte ich mich bei meinen Eltern für die große Unterstützung während meiner gesamten Ausbildung danken. Ihnen widme ich diese Arbeit.

München, im Januar 2008

Jöran Grieb



# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Ausgangssituation	1
1.2	Problemstellung und Forschungsbedarf	2
1.3	Zielsetzung und Themeneingrenzung	5
1.4	Erfahrungsgrundlage der Arbeit	7
1.5	Aufbau der Arbeit	8
<b>2</b>	<b>Grundlagen verteilter Produktentwicklung</b>	<b>11</b>
2.1	Ursachen und Motivation für verteilte Produktentwicklung	11
2.1.1	Globalisierung - Chancen und Herausforderungen	11
2.1.2	Globalisierung als Treiber für verteilte Entwicklung	16
2.2	Grundlagen zur rechnergestützten verteilten Arbeit	18
2.2.1	Virtuelle Teams und verteiltes Arbeiten	18
2.2.2	Telekooperation, CSCW und Groupware	24
2.3	Kommunikation und Koordination als Voraussetzung für Kooperation	30
2.3.1	Kooperation, Koordination, Kommunikation in der verteilten Entwicklung	30
2.3.2	Das Zusammenspiel von Koordination, Kooperation und Kommunikation	36
<b>3</b>	<b>Stand der Unterstützung der verteilten Entwicklung</b>	<b>39</b>
3.1	Stand der Technik der Kommunikationsmedien	39
3.1.1	Herkömmliche Medien	40
3.1.2	Rechnerbasierte Medien	41
3.1.3	Kommunikationsmedien mit VR-Technologie	47
3.2	Aktueller Einsatz von Kommunikationsmedien	50
3.2.1	Stand der Forschung	50
3.2.2	Eigene Untersuchungen	52
3.2.3	Fazit	63
3.3	Stand der methodischen Unterstützung verteilter Produktentwicklungsprozesse	65
3.3.1	Strategische Ansätze	66

3.3.2	Spezifische Ansätze	68
3.4	Handlungsbedarf	74
<b>4</b>	<b>Entwicklung von Lösungsansätzen</b>	<b>79</b>
4.1	Anforderungen an Kommunikationsmedien in der verteilten Produktentwicklung	80
4.1.1	Versuchsaufbau zur Mediennutzung in der verteilten Entwicklung	80
4.1.2	Datenerfassung	84
4.1.3	Ergebnisse der Experimente	87
4.1.4	Diskussion der Ergebnisse und Ableiten von Anforderungen	91
4.2	Entwicklung eines 3D-Shared-Whiteboard	95
4.2.1	Lösungen für das elektronische Skizzieren	97
4.2.2	Konzept für ein 3D-Shared-Whiteboard	100
4.2.3	Technische Umsetzung eines 3D-Shared-Whiteboard	102
4.3	Unterstützung der Auswahl von Kommunikationsmedien	106
4.3.1	Auswahl von Kommunikationsmedien in der verteilten Entwicklung	106
4.3.2	Das Medienmodell als Lösungsansatz	109
4.4	Aufbau einer Wissensbasis für die verteilte Produktentwicklung	118
4.4.1	Anforderungen an eine Wissensbasis für die verteilte Produktentwicklung	119
4.4.2	Lösungsansatz und Konzept für eine Wissensbasis	121
4.4.3	Implementierung und Umsetzung	128
<b>5</b>	<b>Diskussion und Verifizierung der erarbeiteten Ergebnisse</b>	<b>133</b>
5.1	Anforderungen an Kommunikationsmedien in der industriellen Praxis	133
5.2	Erkenntnisse aus dem 3D-Shared-Whiteboard Prototyp	136
5.2.1	Einsatz des 3D-Shared-Whiteboard in der verteilten Entwicklung	136
5.2.2	Skizzieren mit dem 3D-Shared-Whiteboard in der verteilten Entwicklung	138
5.3	Erkenntnisse aus dem Medienmodell Prototyp	145
5.3.1	Erste Umsetzung des Medienmodells auf der Basis von MS Excel™	145
5.3.2	Entwicklung eines Web-basierten Prototyps und Verifizierung	149
5.4	Diskussion der Wissensbasis VPE	153
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>157</b>
6.1	Problemstellung und Zielsetzung	157

6.2	Vorgehen	158
6.3	Ergebnisse	159
6.4	Ausblick	161
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>163</b>
7.1	Literatur	163
<b>8</b>	<b>Anhang</b>	<b>181</b>
8.1	Leitfäden der Wissensbasis verteilte Entwicklung	182
8.1.1	Phase I (Vorbereitung)	183
8.1.2	Phase II (Einführung)	193
8.1.3	Phase III (Betrieb)	203
8.2	Screenshots Wissensbasis für die Unterstützung der verteilten Entwicklung	210
8.3	Fragebogen zur Mediennutzung in der verteilten Entwicklung	217
8.4	Versuch zur Mediennutzung in der verteilten Entwicklung	231
8.4.1	Entwicklungsaufgabe	231
8.4.2	Versuchsauswertung	237
8.5	Anforderungen an einen integrierten Kommunikationsraum	239
8.6	Glossar	243
<b>9</b>	<b>Dissertationsverzeichnis des Lehrstuhls für Produktentwicklung</b>	<b>245</b>



# 1 Einleitung

*„Mit dem Telegrafen schrumpfen die Entfernungen und riesige Bevölkerungsmassen werden gewissermaßen an einem Punkt versammelt.“ Claude Chappe, 1792*

## 1.1 Ausgangssituation

Der technische Fortschritt in den Kommunikations- und Transporttechniken und die politischen Entwicklungen zur Liberalisierung des Welthandels treiben die Globalisierung unseres Wirtschaftsraums immer weiter voran. Als Prozess der zunehmenden internationalen Verflechtung, insbesondere in den Bereichen der Wirtschaft, beeinflusst die Globalisierung zunehmend das industrielle Umfeld.

Für die Unternehmen bieten sich unter diesen Randbedingungen Chancen und Herausforderungen, denen sie sich stellen müssen. Der durch die günstigen Frachtmöglichkeiten in Verbindung mit einer fortschreitenden Liberalisierung des Handels entstandene weltweite Absatzmarkt ermöglicht sehr hohe Stückzahleffekte, die ein enormes Potenzial zur Kostensenkung darstellen [GIERHARDT 2001, S. 23]. Neben dem Vorhandensein eines nahezu unbeschränkten Absatzmarktes stellt die Möglichkeit, weltweit Ressourcen zu nutzen, eine weitere Chance der Globalisierung dar. Abgesehen von der Möglichkeit, Rohstoffe und Materialien nahezu unabhängig vom Ort günstig zu beschaffen, führen die Fortschritte in der Kommunikationstechnik auch bei dem Einsatz menschlicher und informationsbasierter Ressourcen zu mehr Flexibilität, die z. B. über die Bündelung von Ressourcen Entwicklungszeit verkürzen kann [GAUL 2001, S. 2].

Die Herausforderungen an die Industrieunternehmen beruhen auf der Tatsache, dass die Globalisierung neben globalen Ressourcen und Märkten auch globalen Wettbewerb mit sich bringt. Der weltweite Wettbewerb äußert sich dabei z. B. in steigendem Wettbewerbsdruck durch höhere Anzahl von Konkurrenten, Verkürzung der Produktlebenszyklen und zunehmende Komplexität der Erzeugnisse [GAUSEMEIER ET AL. 2004, S. 1]. Unternehmen können dieser Entwicklung nicht ausweichen. Nur Unternehmen, die sich den Herausforderungen der Globalisierung stellen, ihre Chancen nutzen und lernen sich auf die veränderte Situation einzustellen, werden langfristig Erfolg haben [LEVITT 1983].

Aus diesem Grund werden auch Entwicklungsprozesse zunehmend von der fortschreitenden Globalisierung beeinflusst. Insbesondere die neuen Entwicklungen im Bereich von Informationstechnik und Telekommunikation schaffen in der Vergangenheit nicht vorhanden gewesene Möglichkeiten für verteilte Arbeits- und Organisationsformen und unterstützen damit eine zunehmende Verflechtung der Unternehmen [REICHWALD ET AL. 2000, S. 9]. Eine der Folgen ist, dass die Mitglieder von Entwicklungsteams immer häufiger über große Entfernungen lokal verteilt sind [LINDEMANN ET AL. 2002]. In diesem Sinne stellt auch PODSIADLOWSKI fest, dass die Entwicklung von Produkten in globalen Unternehmen nicht mehr auf einen Standort beschränkt ist, sondern mehr und mehr von verteilten

Entwicklungsteams gekennzeichnet wird, die an unterschiedlichen Orten, in unterschiedlichen Zeitzonen und auch in verschiedenen Kulturen arbeiten [PODSIADLOWSKI 2002]. CHU ET AL. sehen verteilte Produktentwicklung in diesem Zusammenhang sogar als einen entscheidenden Faktor um Kernkompetenzen zu stärken und im globalen Markt wettbewerbsfähig zu bleiben [CHU ET AL. 2005].

## 1.2 Problemstellung und Forschungsbedarf

Auf der einen Seite lässt sich also feststellen, dass die Rahmenbedingungen der Globalisierung eine Zunahme von verteilten Entwicklungsprozessen, Kooperationen und verteilter Arbeit erfordern, die sich auch im industriellen Umfeld beobachten lässt, z. B. [VON LUKAS 2002, S. 41], [LINDEMANN ET AL. 2002]. Auf der anderen Seite wird immer wieder auf die zusätzlichen Schwierigkeiten und Probleme hingewiesen, die gerade bei verteilten Entwicklungsprozessen zu überwinden sind z. B. [KRAUSE ET AL. 2007, S. 71ff], [LARSSON ET AL. 2003]. Durch global verteilte Kooperation in der Produktentwicklung sind völlig neue und komplexe Herausforderungen zu bewältigen, um das sich bietende Potenzial einer verteilten Produktentwicklung effektiv und effizient nutzen zu können. Beispiele für die vielfältigen Problemstellungen, die in nicht verteilten Entwicklungsprozessen nicht oder weniger stark auftreten, sind z. B. die erheblich erschwerte Koordination der Arbeit, das höhere Konfliktpotenzial unter den Mitarbeitern, die langsamere Kommunikation usw. [LARSSON ET AL. 2003].

Der aufgezeigte Konflikt eines wachsenden Bedarfs an verteilter Produktentwicklung, welche in der Praxis allerdings immer noch durch vielfältige Probleme gekennzeichnet ist, beschreibt die allgemeine Problemstellung, die dieser Arbeit zugrunde liegt. Dieser Konflikt erfordert eine Unterstützung von verteilten Produktentwicklungsprozessen, welche die völlig neuen und komplexen Herausforderungen verteilter Entwicklungsprozesse gegenüber herkömmlichen Produktentwicklungsprozessen explizit berücksichtigt. Weiterhin muss diese Unterstützung den beteiligten Entwicklern ermöglichen, die durch das „verteilt Arbeiten“ verursachten Schwierigkeiten gezielt zu bewältigen.

Der Großteil der bisherigen Aktivitäten im Bereich verteiltes Arbeiten findet sich unter den Schlagwörtern „Telekooperation“, „CSCW“ und „Groupware“. Viele Ansätze aus diesen Gebieten beschäftigen sich grundsätzlich mit der Unterstützung verteilter Arbeit und müssen bei der Betrachtung von verteilter Produktentwicklung neben den Grundlagen der Produktentwicklung unbedingt mit einbezogen werden. Allerdings stellt MILNE fest, dass die Forschung in diesem Bereich vor allem von den Bereichen Informatik, Psychologie (und Betriebswirtschaftslehre) betrieben wird und die speziellen Tätigkeiten und Aufgaben von Ingenieuren im Produktentwicklungsprozess nicht ausreichend berücksichtigt [MILNE 2005, S. 1f]. Auch wenn das Gebiet der allgemeinen verteilten Arbeit schon sehr intensiv untersucht worden ist, lässt sich feststellen, dass das spezielle Problemfeld der verteilten Produktentwicklung durchaus noch Forschungsbedarf aufweist.

Bei der Betrachtung verteilter Produktentwicklungsprozesse wird allgemein festgestellt, dass die Kommunikation zwischen den Bearbeitern als der wesentliche Erfolgsfaktor für diese Prozesse gilt [LUCZAK & EVERSHEIM 1999, S. 47]. Einer der größten Nachteile beim verteilten

Arbeiten besteht aber genau in der eingeschränkten Kommunikation zwischen den Teammitgliedern [SCHUELLER & BASSON 2001], die aufgrund der Verteilung nur mit Hilfe von Medien durchgeführt werden kann. Daraus ergibt sich, dass gerade die räumliche Verteilung von Entwicklungsprojekten leistungsfähige Kommunikationssysteme erfordert, welche die beteiligten Personen bei kurzfristig entstehendem Abstimmungsbedarf unterstützen. Dadurch können komplexe Problemzusammenhänge dargestellt und diskutiert werden [HOFFMANN 2000, S. 31]. Eine rechnergestützte Kommunikationsumgebung ist für verteilte Produktentwicklung daher praktisch unverzichtbar [ABRAMOVICI ET AL. 1998, S. 70].

Es existiert zwar eine Vielzahl an unterschiedlichen, insbesondere rechnerbasierten, Kommunikationsmedien, die meisten dieser Medien sind aber nicht für den Einsatz in der verteilten Produktentwicklung optimiert und erfüllen die speziellen Anforderungen nur eingeschränkt. Zusätzlich lässt sich feststellen, dass speziell im Bereich der Produktentwicklung kaum detaillierte Untersuchungen über den Einsatz von Medien in der verteilten Arbeit existieren [MILNE 2005, S. 1f]. Die mangelnde Berücksichtigung der Nutzeranforderungen und die sehr technologiegetriebene Entwicklung von Kommunikationsmedien führten schon im Umfeld der Informatik immer wieder zu Fehlschlägen bei der Einführung dieser Medien [GRUDIN 1988]. Als Basis für die Entwicklung und Optimierung von Kommunikationsmedien sind also zuerst einmal Erkenntnisse über den Medieneinsatz in der verteilten Entwicklung erforderlich. Daraus lässt sich ein konkreter Forschungsbedarf insofern festhalten, als dass es erforderlich ist, detaillierte Erkenntnisse über den Medieneinsatz und die Anforderungen an Kommunikationsmedien speziell in der verteilten Produktentwicklung zu erlangen.

Erste Erkenntnisse aus der Literatur deuten darauf hin, dass insbesondere bei Werkzeugen der synchronen Kollaboration, wie Application Sharing (Anwendungsverteilung), ein produktiver Einsatz erst zu einem geringeren Anteil zu beobachten ist [BÖTTGE ET AL. 2001, S. 25]. Unter Berücksichtigung der Untersuchungen von LINDEMANN ET AL., die zeigen, dass Skizzen ein sehr wichtiges Kommunikationsmedium für den technischen Bereich darstellen, wird vermutet, dass diese Funktion in bisherigen Application Sharing Systemen nicht ausreichend berücksichtigt wurde [LINDEMANN ET AL. 2001]. In diesem Sinne wird davon ausgegangen, dass gerade Application Sharing Programme, die das gemeinsame Skizzieren ermöglichen, für die synchrone Kollaboration in der verteilten Produktentwicklung einen Mehrwert schaffen können. Zusätzlich wird der Virtual-Reality-Technologie, in Bezug auf Skizzieren in der Produktentwicklung, ein großes Potenzial zugesprochen (vgl. [MÜLLER 2005]). Forschungsbedarf besteht hier insofern, als festzustellen ist, auf welche Weise der Einsatz von VR-Technologie zum Skizzieren in der verteilten Entwicklung möglich ist. Daraus ergibt sich der Bedarf ein solches „konferenzfähiges“ VR-Skizzier-System als Prototyp zu entwickeln.

Schließlich erfordern verteilte Produktentwicklungsprozesse als sehr komplexe Entwicklungsprozesse eine methodische Unterstützung, die über die Unterstützung von herkömmlichen Entwicklungsprozessen hinaus den Mitarbeitern Hilfestellung bei der Bewältigung der erwähnten Probleme leistet und speziell auf die besonderen Problemstellungen der verteilten Entwicklung zugeschnitten ist. In diesem Rahmen soll insbesondere auf zwei Problemstellungen eingegangen werden.

Zum einen ist es durch die Vielzahl an unterschiedlichen Kommunikationsmedien immer schwieriger den Überblick über vorhandene Medien zu behalten und situationsgerecht geeignete Medien auszuwählen. Die Problematik der Medienauswahl wurde als wichtig erkannt [PARK ET AL. 2003], [SALHIEH & MONPLAISIER 2003], [LINDEMANN ET AL. 2000]. Allerdings berücksichtigen diese Ansätze den sich schnell wandelnden Markt an Kommunikationsmedien zu wenig. Als Forschungsbedarf lässt sich eine Weiterentwicklung der genannten Arbeiten zur Medienauswahl ableiten, bei der explizit die Problematik des sich schnell wandelnden Marktes für Kommunikationsmedien berücksichtigt wird.

Zum anderen wurde festgestellt, dass es im Bereich der allgemeinen methodischen Unterstützung der verteilten Entwicklung eine Vielzahl an Ansätzen gibt, die für die Durchführung von verteilten Entwicklungsprozessen wertvolle Beiträge leisten können. Allerdings gehen nur wenige Ansätze direkt auf die Erfordernisse der Produktentwicklung ein [GAUL 2001, S. 60]. Existierende Ansätze wie z.B. die Strategien Integrierte Produktentwicklung [EHRENSPIEL 2007], [ANDREASEN & HEIN 1987] oder Simultaneous und Concurrent Engineering [BULLINGER & WARSCHAT 1996] bilden eine Basis, lassen sich aber nicht direkt auf der operativen Ebene anwenden. Konkrete Ansätze für den Bereich Telekooperation sind in unterschiedlichen Forschungsrichtungen entwickelt worden (z. B. Informatik, Psychologie, Betriebswirtschaftslehre etc.), aber nicht immer direkt auf die Produktentwicklung übertragbar. Für Entwickler auf der operativen Ebene ist es kaum möglich, auf das vorhandene Wissen in diesem Bereich effizient zuzugreifen. Als Forschungsbedarf besteht daher die Notwendigkeit, dieses Wissen zu sammeln, zu strukturieren, aus Sicht der Produktentwicklung aufzubereiten und in geeigneter Form zur Verfügung zu stellen. Ansätze hierzu finden sich z. B. bei GAUL und GIERHARDT, auf denen in dieser Arbeit aufgebaut wird [GAUL 2001], [GIERHARDT 2001].

Zusammenfassend wird Forschungsbedarf für eine Weiterentwicklung der Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse festgestellt. Diese muss die neuen und komplexen Herausforderungen verteilter Entwicklungsprozesse gegenüber herkömmlichen Produktentwicklungsprozessen explizit berücksichtigen. Für diese Problemstellung ist es nicht ausreichend nur einen Teilbereich, z. B. ein Kommunikationsmedium, isoliert zu betrachten. Vielmehr muss eine vernetzte Betrachtung der Kommunikation in Entwicklungsprozessen allgemein, der speziellen Anforderungen an Kommunikationsmedien in der verteilten Produktentwicklung und der situationsgerechten Auswahl von Kommunikationsmedien erfolgen (Abbildung 1-1).

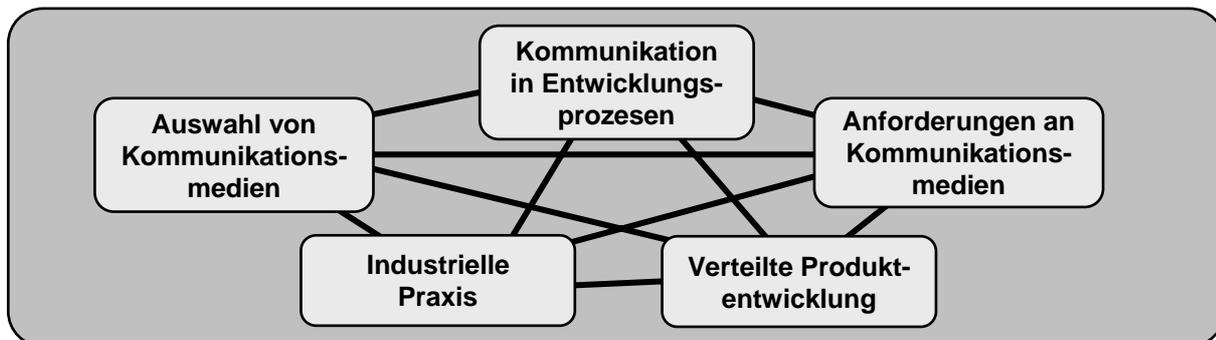


Abbildung 1-1: Forschungsbedarf als vernetzte Problemstellungen

Für die Übertragbarkeit der Ergebnisse in die Praxis muss weiterhin berücksichtigt werden, dass sich Entwickler in der Praxis der verteilten Entwicklung meist nicht mit einem spezifischen Teilproblem, sondern in erster Linie mit einem Bündel an Herausforderungen der verteilten Entwicklung konfrontiert sehen. Um eine Übertragung und Anwendung der erarbeiteten Ergebnisse in der Praxis zu ermöglichen, ist daher eine Einbettung dieser Erkenntnisse in ein System zur ganzheitlichen Unterstützung von verteilten Entwicklungsprozessen unbedingt notwendig.

### 1.3 Zielsetzung und Themeneingrenzung

Die Zielsetzung dieser Arbeit ergibt sich direkt aus dem zuvor diskutierten Forschungsbedarf. Kernziel ist dabei eine optimale Unterstützung der verteilten Produktentwicklung. Um dies zu ermöglichen werden die Ziele auf Teilziele aufgeteilt, die in ihrer Gesamtheit eine bestmögliche Unterstützung der verteilten Entwicklung ermöglichen. Als Erstes ist eine Untersuchung der Kommunikation, die als der wesentliche Erfolgsfaktor anerkannt ist, und eine Betrachtung der die Kommunikation ermöglichenden Medien (insbesondere der Anforderungen an diese Medien) erforderlich. Auf dieser Grundlage können dann die weiteren Teilziele aufbauen. Als konkretes Teilziel ergibt sich damit:

Durchführen von detaillierten empirischen Untersuchungen zum Einsatz von rechnerbasierten Kommunikationsmedien in der verteilten Produktentwicklung. Herausarbeiten der Anforderungen an Kommunikationsmedien für die verteilte Produktentwicklung auf Basis dieser Untersuchungen.

In Analogie zur Diskussion des Forschungsbedarfes wird darauf aufbauend das Ziel gesetzt, ein spezielles Kommunikationsmedium für die verteilte Entwicklung zu entwickeln. Dabei soll auf den im ersten Teilziel ermittelten Anforderungen an Kommunikationsmedien aufgebaut werden:

Entwickeln eines Application Sharing Skizzierprogramms, das speziell auf die verteilte Entwicklung zugeschnitten ist, die spezifischen Anforderungen der verteilten Produktentwicklung berücksichtigt und die Implementierung von Virtual-Reality-Technologie ermöglicht.

Nachdem mit der vorhergehenden Zielsetzung eine Lücke in der Reihe der für die verteilte Entwicklung zur Verfügung stehenden Kommunikationsmedien geschlossen wird, wird die Problematik einer optimalen Auswahl von Medien, aus der Vielzahl der zur Verfügung stehenden Medien, aufgegriffen. Auch hier stellen die empirischen Untersuchungen zum Einsatz von Kommunikationsmedien die Grundlage der Arbeiten dar. Als Ziel ergibt sich:

Entwicklung eines Systems, das die situationsgerechte Auswahl von Kommunikationsmedien in der verteilten Entwicklung unterstützt, dabei den sich schnell wandelnden Markt der Kommunikationsmedien und die grundsätzlichen Anforderungen an Kommunikationsmedien berücksichtigt.

Um eine Übertragbarkeit und Anwendbarkeit der erarbeiteten Erkenntnisse in die industrielle Praxis zu ermöglichen, ist es erforderlich, die bisherigen Ergebnisse in ein System zur

ganzheitlichen Unterstützung von verteilten Entwicklungsprozessen zu integrieren. Damit ergibt sich als letztes Teilziel:

Integrieren der erarbeiteten Ergebnisse in ein System zur methodischen Unterstützung der verteilten Produktentwicklung. Ergänzen von Ansätzen und Konzepten aus der Literatur. Strukturieren der gesammelten Informationen in einer Wissensbasis und Aufbereiten des Inhalts für einen einfachen Zugriff durch Produktentwickler aus der Praxis.

Abbildung 1-2 gibt einen Überblick über die Verknüpfung der einzelnen Teilziele. Die vier Ziele lassen sich dabei den Handlungsabschnitten „Anforderungen ermitteln“, „Lösungsansätze erarbeiten“ und „Ergebnisse in die Praxis übertragen“ zuordnen.

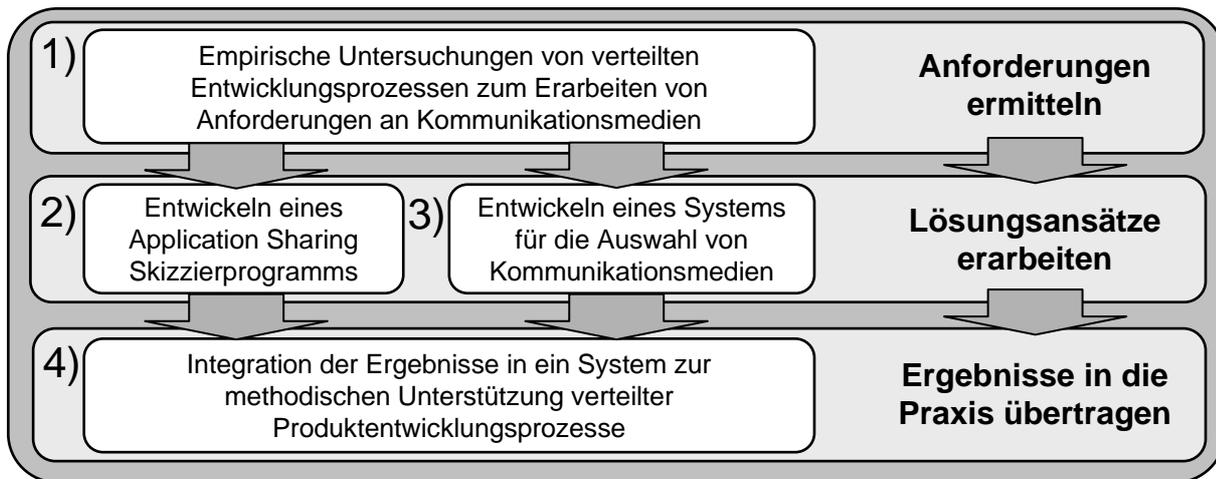


Abbildung 1-2: Verknüpfung der Teilziele dieser Arbeit

Verteilte Entwicklungsprozesse sind sehr komplexe Vorgänge, die gegenüber herkömmlichen Produktentwicklungsprozessen vielfältige und neue Herausforderungen bieten. Diese Herausforderungen kommen nicht nur aus dem Themengebiet der Produktentwicklung, sondern auch aus den Forschungsfeldern der allgemeinen verteilten Arbeit, und der Kommunikationsmedien. Für die erfolgreiche Durchführung von verteilten Entwicklungsprozessen ist es wichtig, die Vielfalt der Herausforderungen und der zugehörigen unterschiedlichen Themengebiete zu berücksichtigen. Trotzdem lässt sich das Themengebiet der Arbeit eingrenzen. Das Thema der Arbeit ist die Unterstützung der verteilten Produktentwicklung durch die Auswahl von Werkzeugen und Methoden für verteilte Produktentwicklungsprozesse und liegt im Überschneidungsbereich der Felder „Kommunikationsmedien“, „verteiltes Arbeiten“ und „Produktentwicklung“ (Abbildung 1-3).

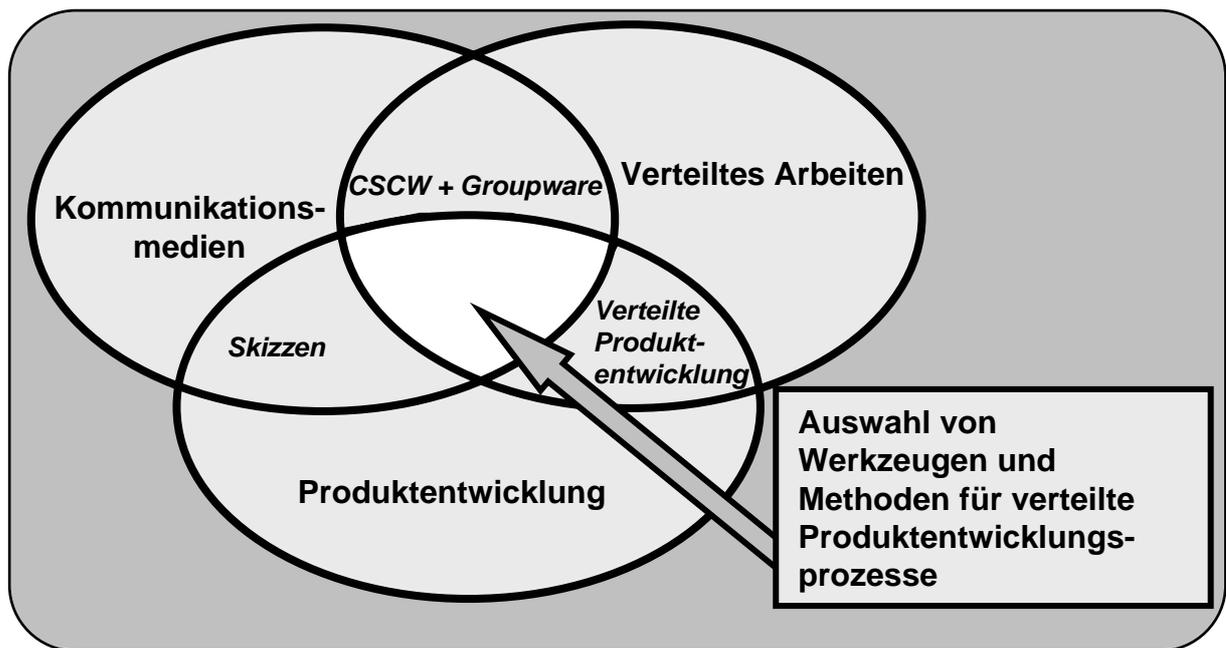


Abbildung 1-3: Themeneingrenzung der Arbeit

## 1.4 Erfahrungsgrundlage der Arbeit

Die Erfahrungsgrundlage dieser Arbeit in Bezug auf die erarbeiteten Erkenntnisse, Vorgehensweisen und Methoden basiert neben der Recherche wissenschaftlicher Fachliteratur in erster Linie auf persönlich durchgeführten Forschungsprojekten am Lehrstuhl für Produktentwicklung der Technischen Universität München.

Der Großteil der in der vorliegenden Arbeit entwickelten Ergebnisse beruht auf der Bearbeitung des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Forschungsprojekts „Entwicklung von Gestaltungsrichtlinien für einen integrierten Kommunikationsraum für die verteilte virtuelle Produktentwicklung“ (DFG Li 699/11-1). Ziel dieses Forschungsvorhabens war es, Gestaltungsrichtlinien für einen integrierten Kommunikationsraum für die verteilte Produktentwicklung zu erarbeiten. Der Kommunikationsraum stellt neben optimalen Kommunikations- und Visualisierungswerkzeugen entsprechend der jeweiligen Prozesssituation weiterhin Richtlinien zu deren effektivem Einsatz bereit, und wurde pilothaft umgesetzt.

Ergänzt werden diese Ergebnisse durch die Bearbeitung weiterer Projekte im Umfeld der verteilten Produktentwicklung. Besonders erwähnt werden soll hier die Betreuung eines sechsmonatigen Kooperationsprojekts zwischen dem Center for Design Research der Stanford University und dem Lehrstuhl für Produktentwicklung der Technischen Universität München. Im Rahmen dieses Projekts entwickelte ein global verteiltes Team aus je vier Studenten in München und Stanford gemeinsam eine innovative Lösung für ein Zubehörteil im Automobilbereich. Die enge Betreuung dieses international verteilt arbeitenden Teams verhalf dem Autor in Bezug auf verteilte Entwicklungsprozesse zu viel praktischer Erfahrung aus erster Hand.

Einen interessanten Einblick in die Sicht der industriellen Praxis auf Kommunikationsmedien in der verteilten Entwicklung gab die Kooperation mit einem großen Industrieunternehmen. In einem ersten Projekt wurden gemeinsam mit dem Partner detailliert die Anforderungen dieses Unternehmens an Kommunikationsmedien für den produktiven Einsatz definiert und ein geeignetes Produkt ausgewählt. In einem Anschlussprojekt wurde ein Konzept für die Einführung dieses Kommunikationsmediums in den industriellen Alltag ausgearbeitet und begleitet.

In verschiedenen kleineren Forschungsprojekten im akademischen Umfeld wurden spezifische Themen im Umfeld von Kommunikationsmedien und verteilter Entwicklung untersucht. Dies geschah meist in Zusammenarbeit mit interessierten Studenten. Exemplarisch sollen hier die Betrachtung des Groupwareeinsatzes in studentischen Projekten, die Rolle von Kick-off Treffen in verteilten Teams und die Untersuchung von interkultureller Zusammenarbeit genannt werden. Gerade diese kleineren Projekte eröffneten einen Blick auf die Vielfalt an Herausforderungen und Chancen im Umfeld der verteilten Entwicklung.

Insgesamt konnte während der Mitarbeit am Lehrstuhl für Produktentwicklung eine vielfältige Erfahrungsgrundlage im Bereich verteilte Produktentwicklung erworben werden, die sowohl wissenschaftliche, als auch praktische Problemstellungen und Lösungsansätze umfasst und in die vorliegende Arbeit mündet.

## **1.5 Aufbau der Arbeit**

Der Aufbau der vorliegenden Arbeit gliedert sich in sechs Kapitel. Dabei orientiert sich das Vorgehen grundsätzlich an der „Design Research Methodology“ (DRM), wie sie von BLESSING vorgestellt wird [BLESSING 2002]. Diese Methodik hat zum Ziel die wissenschaftliche Vorgehensweise bei Forschungsarbeiten in der Produktentwicklung zu unterstützen. In diesem Ansatz folgt auf die Kriteriensuche, in der das Forschungsziel und der Fokus des Projektes festgelegt werden, eine erste deskriptive Studie, die ein vertieftes Verständnis für die Problemstellung, die Identifizierung von Einflussfaktoren und die Basis für eigene Ansätze beinhaltet. Anschließend erfolgt eine präskriptive Studie, während der eigene Lösungsansätze entwickelt werden, und eine zweite deskriptive Studie, in der die entwickelten Lösungsansätze auf ihre erfolgreiche Anwendung hin untersucht werden.

Abbildung 1-4 gibt einen Überblick über die Struktur der Arbeit in Relation zu den Phasen der Design Research Methodology. Die Kapitel 2 bis 5 lassen sich hier direkt den einzelnen Abschnitten der DRM zuordnen. Die Kapitel 2 und 3 bilden dabei den Stand der Forschung ab, während die Kapitel 4 und 5 den eigenen Lösungsansatz beschreiben. Der Inhalt der einzelnen Kapitel wird im Anschluss kurz beschrieben.

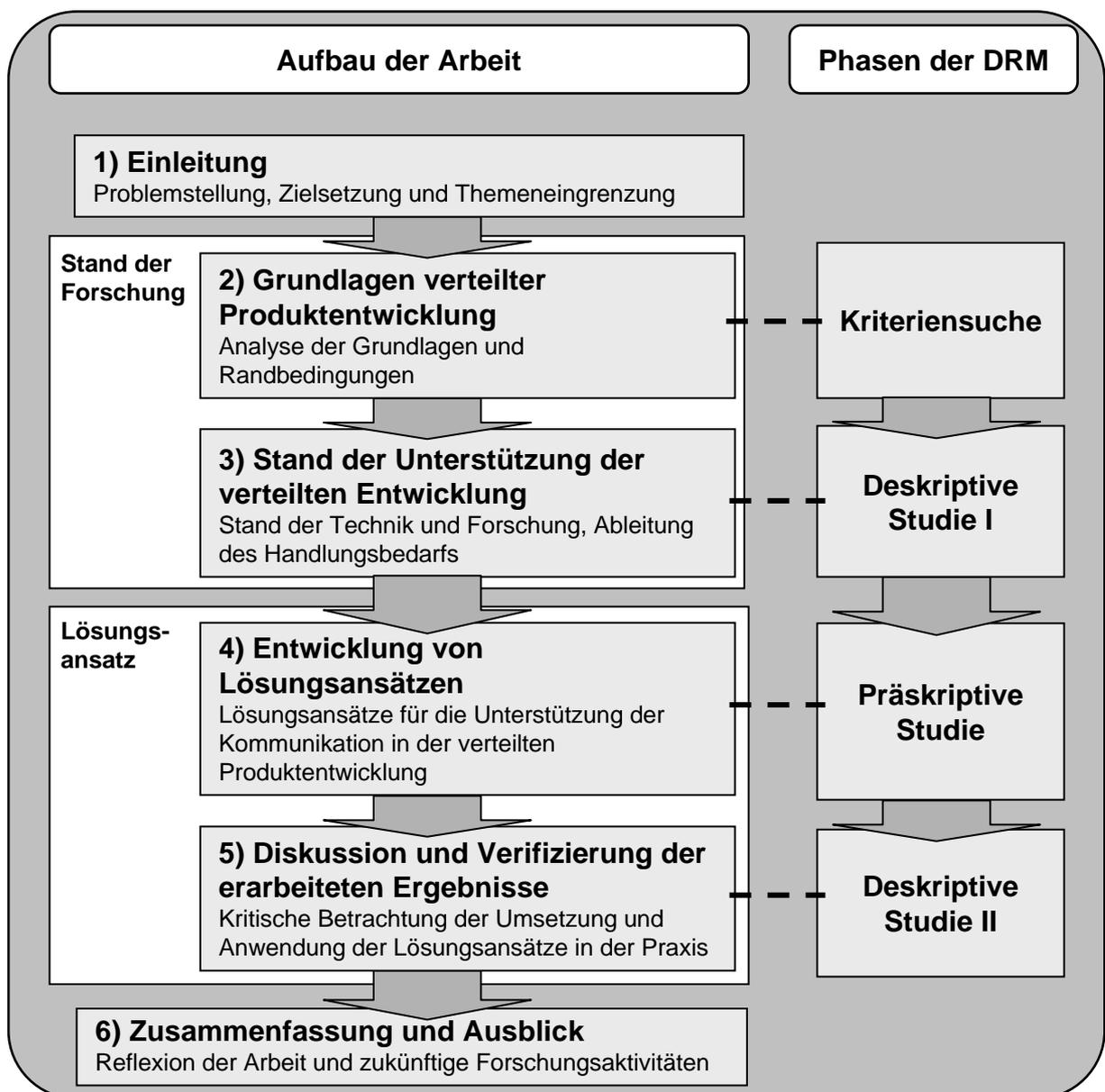


Abbildung 1-4: Struktur und Aufbau der Arbeit

**Kapitel 1** gibt mit der Einleitung einen kurzen Überblick über die Ausgangssituation dieser Arbeit. Nachdem Problemstellung und Forschungsbedarf kurz diskutiert werden, folgt die Definition der Zielsetzung. Ein Überblick über die Erfahrungsgrundlage des Autors und den Aufbau der Arbeit rundet die Einleitung ab.

Kapitel 2 und Kapitel 3 bilden den Stand der Technik ab, auf dem die eigenen Lösungsansätze aufbauen. Zunächst werden in **Kapitel 2** die allgemeinen Grundlagen der verteilten Produktentwicklung herausgearbeitet. Angefangen von den Ursachen und der Motivation für verteilte Produktentwicklung, werden die Grundlagen zur rechnergestützten verteilten Arbeit behandelt, die auch die Basis für verteilte Produktentwicklungsprozesse darstellen. Schließlich wird die Kommunikation als entscheidender Faktor für die verteilte Entwicklung identifiziert. Nach der Recherche der Zusammenhänge, die der verteilten Entwicklung zugrunde liegen, untersucht **Kapitel 3** den Stand der Technik der Unterstützung verteilter

Entwicklungsprozesse. Auf die Untersuchung, welche technischen Möglichkeiten durch Kommunikationsmedien für die Unterstützung der verteilten Entwicklung verfügbar sind, folgt die Analyse, in welchem Maße diese Kommunikationsmedien auch tatsächlich zur Unterstützung der verteilten Entwicklung angewendet werden. Neben der technischen Unterstützung wird abschließend auch die Unterstützung auf der methodischen Ebene recherchiert.

Kapitel 4 und 5 beinhalten die eigenen in dieser Arbeit entwickelten Lösungskonzepte. Den Kern der Arbeit stellt dabei **Kapitel 4** dar. Hier werden die Lösungsansätze der Arbeit erarbeitet. Nach der grundlegenden Herausarbeitung von Anforderungen an einen Kommunikationsraum auf der Basis empirischer Untersuchungen, schließt sich die Entwicklung eines Application Sharing VR-Skizzierprogramms an, das diese Anforderungen berücksichtigt. Hier wird eine Lücke bei den für die verteilte Produktentwicklung verfügbaren Kommunikationsmedien geschlossen. Um eine zielgerichtete Auswahl aus der vorhandenen Vielzahl an Medien zu ermöglichen, wird ein Medienauswahlsystem entwickelt. Der abschließende Aufbau einer Wissensbasis für die verteilte Produktentwicklung integriert neben den Erkenntnissen und Erfahrungen aus den ersten drei spezifischen Punkten auch die in der Literatur dokumentierten Ansätze, und ermöglicht so eine ganzheitliche Unterstützung der verteilten Entwicklung und eine Übertragung der wissenschaftlichen Erkenntnisse in die Praxis. In **Kapitel 5** werden die entwickelten Lösungsansätze kritisch reflektiert und an dem Einsatz in der industriellen Praxis bzw. weiteren wissenschaftlichen Untersuchungen gespiegelt.

**Kapitel 6** gibt neben einer Zusammenfassung der Ergebnisse der Arbeit noch einen kurzen Ausblick auf zukünftige Forschungsaktivitäten bzw. einen möglichen Einsatz der entwickelten Lösungsansätze in der Praxis.

## 2 Grundlagen verteilter Produktentwicklung

*Als Ausgangspunkt für die vorliegende Arbeit werden in diesem Kapitel die Hintergründe und Grundlagen zum Thema verteilte Produktentwicklung betrachtet. Dabei ist es unumgänglich sich mit den Ursachen und der Motivation für verteilte Produktentwicklung zu beschäftigen. In der Literatur finden sich viele Hinweise auf eine stetige Zunahme von verteilten Entwicklungsprozessen, Kooperationen und verteilter Arbeit z. B. [VON LUKAS 2002, S. 41], [LINDEMANN ET AL. 2002A]. Jedoch wird auch immer wieder auf die zusätzlichen Schwierigkeiten und Probleme hingewiesen, die gerade bei verteilten Prozessen zu überwinden sind z. B. [KRAUSE ET AL. 2007, S. 71ff], [LARSSON ET AL. 2003]. Zunächst wird daher in Kapitel 2.1 darauf eingegangen, was die Treiber für die Verteilung von Entwicklungsprozessen sind und warum verteilte Entwicklung trotz aller Schwierigkeiten immer wichtiger wird und auch in Zukunft an Bedeutung gewinnen wird.*

*Aufbauend auf diesen Erkenntnissen werden die wichtigsten Grundlagen im Umfeld der verteilten Arbeit vorgestellt, in dem heutzutage zu großen Teilen mit rechnerbasierten Kommunikationsmedien gearbeitet wird. Unter den kennzeichnenden Schlagwörtern virtuelle Teams, verteiltes Arbeiten, Telekooperation bzw. Computer Supported Cooperative Work (CSCW) arbeiten eine Vielzahl an Fachrichtungen (Psychologen, Soziologen, Ingenieure u. a.) in unterschiedlichen, häufig interdisziplinären Forschungsbereichen [HINDS & KIESLER 2002, S. XV], [BANNON & SCHMIDT 1991, S. 50]. In Kapitel 2.2 werden die wichtigsten und für diese Arbeit relevanten Ansätze und Definitionen aus diesen Bereichen dargestellt.*

*Abschließend wird der Aspekt der Kommunikation näher untersucht, der für die Durchführung von verteilten Entwicklungsprozessen als wesentlicher Erfolgsfaktor identifiziert wurde [LUCZAK & EVERSHEIM 1999, S. 47]. Neben einer theoretischen Betrachtung des Begriffs Kommunikation werden in Kapitel 2.3 auch die in diesem Zusammenhang stark vernetzten Aspekte der Koordination und der Kooperation beleuchtet.*

### 2.1 Ursachen und Motivation für verteilte Produktentwicklung

Im folgenden Teilkapitel werden die wichtigsten Chancen und Herausforderungen, die sich für Unternehmen durch die zunehmende Globalisierung ergeben, kurz dargestellt. Anschließend wird darauf eingegangen, wie die Änderung des Umfelds durch die Globalisierung als Treiber für verteilte Entwicklungsprozesse wirkt.

#### 2.1.1 Globalisierung - Chancen und Herausforderungen

Der Begriff „Globalisierung“ umfasst ein breites Band an politischen, kulturellen und wirtschaftlichen Trends und ist relativ schnell eines der beliebtesten Schlagwörter in Politik und Wissenschaft geworden. In öffentlichen Diskussionen steht „Globalisierung“ häufig als Synonym für sehr unterschiedliche Effekte wie z. B.: das Streben nach einem liberalisierten

Welthandel oder die wachsende Dominanz der westlichen/amerikanischen Lebensart hinsichtlich Politik, Wirtschaft, Kultur oder die starke Zunahme von Informations- und Kommunikationstechnologien [SCHEUERMAN 2006]. Weil der Begriff so unterschiedlich gebraucht wird, ist eine eindeutige und allgemein gültige Definition problematisch. Generell wird unter Globalisierung der Prozess der zunehmenden internationalen Verflechtung in unterschiedlichen Bereichen, in erster Linie der Wirtschaft verstanden. **Als wesentliche Ursachen der Globalisierung gelten der technische Fortschritt, insbesondere in den Kommunikations- und Transporttechniken, sowie die politischen Entscheidungen zur Liberalisierung des Welthandels** [BROCKHAUS 1997A]. Den wirtschaftspolitischen Begriff der Globalisierung prägte LEVITT mit dem Artikel "The Globalization of Markets" [LEVITT 1983]. LEVITT argumentiert, dass nur Unternehmen, die lernen sich auf eine globalisierte Welt einzustellen, langfristig Erfolg haben werden.

Im Rahmen dieser Arbeit werden in erster Linie die technologischen Aspekte der Globalisierung vertieft betrachtet. Der technische Fortschritt der Kommunikationstechnik und das Zusammenwachsen von Märkten durch Fortschritte in der Transporttechnik zum einen und die Liberalisierung des Handels und zunehmende Verflechtung von Unternehmen zum anderen werden als Ursachen für verteilte Entwicklungsprozesse in den folgenden Abschnitten kurz angesprochen. Die Entwicklung und Möglichkeiten von neuen Kommunikationstechniken und deren Anwendung im Produktentwicklungsprozess stellen den Schwerpunkt der Arbeit dar und werden in Kapitel 3 noch einmal detaillierter erläutert.

### **Technologischer Fortschritt in Kommunikations- und Transporttechniken**

Neue Möglichkeiten im Bereich von Informationstechnik und Telekommunikation gelten als ein entscheidender Treiber der Globalisierung. Sie schaffen neue Möglichkeiten für verteilte Arbeits- und Organisationsformen und unterstützen damit eine zunehmende Verflechtung der Unternehmen. REICHWALD ET AL. sehen dabei vor allem vier Trends als Einflussfaktoren mit besonderer Bedeutung [REICHWALD ET AL. 2000, S. 9]:

- Kostenverfall von Prozessorleistung und Speichermedien
- Miniaturisierung durch Komponentenintegration
- Zunehmende informationstechnische Vernetzung
- Zusammenwachsen von Informationstechnik und Telekommunikation

Der Kostenverfall von Prozessorleistung und Speichermedien, verbunden mit einer deutlichen Leistungssteigerung führt zu einer immer breiteren Verfügbarkeit von IT-Infrastrukturen. Die weitere Miniaturisierung durch Komponentenintegration führt zu immer kleineren, immer leistungsfähigeren Geräten. Mittlerweile können z. B. schon mit Mobiltelefonen Videokonferenzen abgehalten werden. Allgemein äußert sich dieser Trend in einer wachsenden Mobilität. So werden im US-Einzelhandel laut einer Studie von Current Analysis seit dem Jahr 2005 inzwischen mehr mobile Computer (Laptops) als herkömmliche Rechner verkauft [KANELLOS & KAUFMANN 2006]. Dabei sind Computer immer häufiger in lokale, regionale und internationale Rechnernetzwerke, insbesondere das Internet eingebunden. Die Zahlen der „International Telecommunication Union“ [ITU 2006] über die Entwicklung der

Internetnutzer in den letzten Jahren belegen diesen Trend auf eindrucksvolle Art und Weise (Abbildung 2-1).

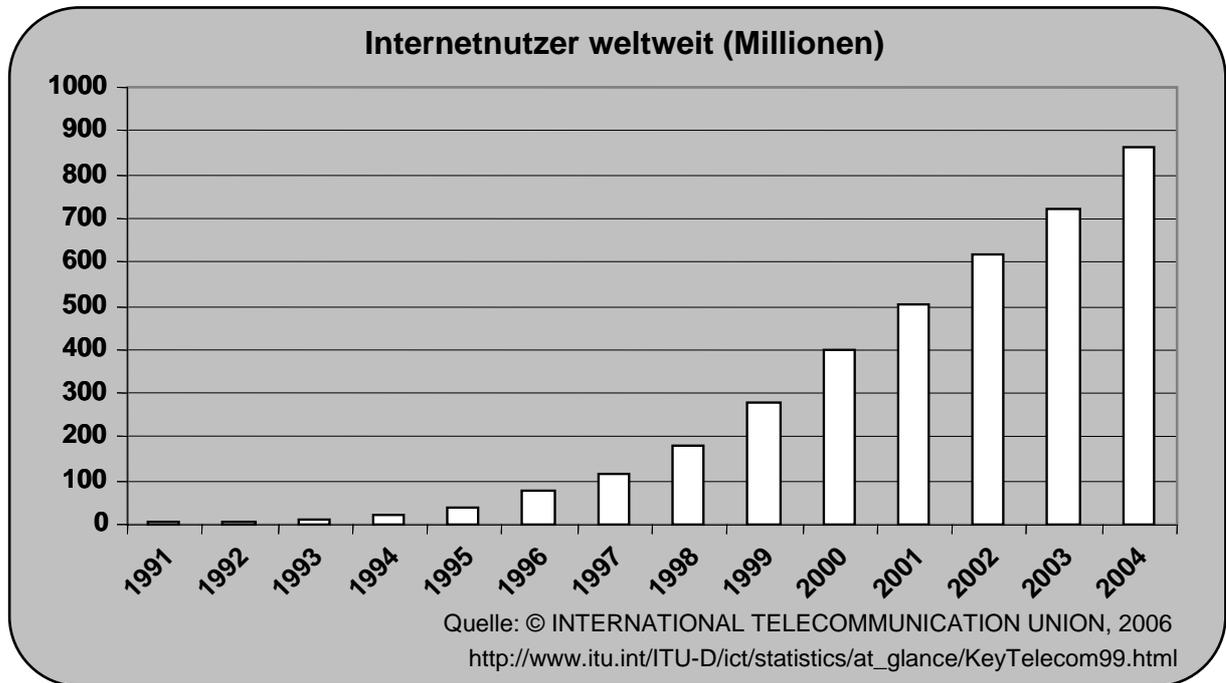


Abbildung 2-1: Entwicklung der Internetnutzer von 1991 bis 2004 [ITU 2006]

Die Informationstechnik und Telekommunikation wachsen dabei immer weiter zusammen und eröffnen vollkommen neue Gestaltungspotenziale für das verteilte Arbeiten. REICHWALD ET AL. sprechen in diesem Zusammenhang von Telematik, eine Wortschöpfung aus „Tele“ (fern) und „Informatik“ als Symbiose aus Informations- und Kommunikationstechnologie und Integration von Datenverarbeitung und Nachrichtenübertragung [REICHWALD ET AL. 2000, S. 23].

Allgemein lässt sich feststellen, dass die technische Entwicklung von Kommunikations- und Informationstechnik in den letzten Jahren dazu geführt hat, dass Kommunikation immer billiger, schneller und qualitativ besser geworden ist und immer mehr Menschen mit immer leistungsfähigeren Kommunikationsmedien erreicht werden können. Die tatsächliche Entfernung zwischen den einzelnen Personen erfährt dabei eine immer geringere Bedeutung.

Zusätzlich zu den technischen Entwicklungen im Bereich der Kommunikation haben die Fortschritte im Bereich der Transporttechnik dazu geführt, dass auch beim Transport von großen Warenmengen die Entfernung eine immer geringere Rolle spielt. Zu nennen sind in erster Linie die sinkenden Luftfrachtkosten, die dramatisch gesunkenen Seefrachtkosten, die sich in einem stetig wachsenden Containeraufkommen widerspiegeln, sowie immer schnellere und günstigere Straßentransporte.

### Politische Entwicklung zur Liberalisierung des Welthandels

Neben dem technischen Fortschritt in Informations- und Kommunikationstechniken sowie der Transporttechnik sind politische Entscheidungen zur Liberalisierung des Handels der zweite

bedeutende Treiber der Globalisierung. Das Ende des Kalten Krieges und vor allem die wirtschaftliche Öffnung Chinas haben den Welthandel und die Globalisierung in erheblichem Maße vorangetrieben. Über diese allgemeinen politischen Tendenzen hinaus lässt sich der Wandel hin zu einer globalisierten Welt auch anhand konkreter Vereinbarungen verfolgen. Von Bedeutung sind in diesem Zusammenhang z. B. das Handelsabkommen GATT (General Agreement on Tariffs and Trade) und die daraus entstandene WTO (World Trade Organisation).

Als für die Entwicklung der Globalisierung im Sinne der verteilten Produktentwicklung relevanten Treiber beschreibt GIERHARDT GATT [GIERHARDT 2001, S. 17ff]. Eine quasi internationale Organisation, welche die Liberalisierung des Handels durch schrittweisen Abbau von Zöllen sowie Beseitigung von mengenmäßigen Beschränkungen, z. B. in Form von Kontingenten, vorantreibt. GATT gehören gegenwärtig ca. 100 Staaten als Vollmitglieder an, die seit 1948 regelmäßig zusammentreffen. Aus der Erkenntnis nach weiterem Handlungsbedarf für den Abbau von Schutzwällen und eine breitere Öffnung der Märkte wurde von den GATT-Mitgliedsländern 1994 die WTO gegründet. Ziel der WTO ist der Abbau von Handelshemmnissen und somit die Liberalisierung des internationalen Handels mit dem weiterführenden Ziel des internationalen Freihandels.

Neben der Bildung von GATT und WTO sieht GIERHARDT auch in der Bildung von regionalen Wirtschaftsräumen wie der Europäischen Union (EU), der North American Free Trade Association (NAFTA) und der Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) Treiber für einen freieren Handel und damit eine fortschreitende Globalisierung [GIERHARDT 2001]. Einerseits besitzen diese um die Grenzen der jeweiligen Handelsräume herum protektionistische Handelsschranken, andererseits ist aber innerhalb dieser Abkommen der Handelsmarkt stark liberalisiert, was wiederum den Unternehmen Anreize bietet, in den verschiedenen global verteilten Wirtschaftsräumen eigene Entwicklungs-, Produktions- sowie Handelsniederlassungen zu gründen und sich so global aufzustellen.

Die politischen Entwicklungen stehen nicht im Fokus dieser Arbeit und sollen hier nicht weiter detailliert werden. Wichtig ist letztendlich, dass sich die Weltwirtschaft aufgrund dieser Rahmenbedingungen in den letzten Jahrzehnten dramatisch verändert hat und sich auch weiter verändert, und dass es sich Unternehmen in Zukunft immer weniger leisten können, diese Entwicklungen zu ignorieren.

### **Chancen und Herausforderungen**

Der Prozess der Globalisierung bietet für Unternehmen Chancen und Herausforderungen, denen sie sich zwingend stellen müssen. Die Einsicht, dass Unternehmen, die sich den neuen globalen Realitäten nicht anpassen, von Unternehmen verdrängt werden die das tun, ist nicht neu [LEVITT 1983, S. 102]. Die Chancen der Globalisierung basieren dabei grundlegend auf zwei Effekten: Zum einen die Möglichkeit eines weltweiten Absatzmarktes, zum anderen die Möglichkeit, weltweite Ressourcen zu nutzen.

Die immer besseren und billigeren Transporttechniken in Verbindung mit einer fortschreitenden Liberalisierung des Welthandels führen dazu, dass Unternehmen sich nicht auf regionale Absatzmärkte beschränken müssen, sondern die gesamte Welt als Absatzmarkt betrachten können. Neben den dadurch erreichbaren sehr hohen Stückzahleffekten, die ein

enormes Potenzial zur Kostensenkung und damit zur Steigerung des Unternehmensertrags darstellen [GIERHARDT 2001, S. 23], bietet die Aktivität auf vielen Märkten auch die Möglichkeit, sich gegenüber regionalen wirtschaftlichen Schwankungen abzusichern.

Neben dem Vorhandensein eines weltweiten Absatzmarkts stellt die Möglichkeit, weltweite Ressourcen zu nutzen, die zweite grundsätzliche Chance der Globalisierung dar. Erstens bieten die schon erwähnten Entwicklungen in der Transporttechnik im Zusammenspiel mit der wirtschaftlichen Liberalisierung die Möglichkeit Rohstoffe und Materialien weltweit zu beschaffen. Der globale Wettbewerb führt für produzierende Unternehmen hier zu Möglichkeiten auf der Seite des Einkaufs Kosten zu sparen. Zweitens führen die Fortschritte in der Kommunikationstechnik (wieder im Zusammenspiel mit der wirtschaftlichen Liberalisierung) auch bei dem Einsatz menschlicher und informationsbasierter Ressourcen zu mehr Flexibilität. Neben der Möglichkeit Arbeitsschritte dort durchführen zu lassen, wo die Kosten am geringsten sind, kann diese Flexibilität auch eingesetzt werden um gezielt Kompetenzen einzubinden. Damit ist es möglich, sich über Kooperationen und Auslagerung von Teilprozessen weiter zu spezialisieren und komplexere Produkte zu beherrschen, oder über die Bündelung von Ressourcen die Entwicklungszeit deutlich zu verkürzen [GAUL 2001, S. 2].

Der tief greifende Wandel durch die Globalisierung und die damit verbundene Entwicklung von nationalen Industriegesellschaften hin zu einer globalisierten Welt bringt neben den Chancen auch ernstzunehmende Herausforderungen mit sich. Die Herausforderungen basieren grundlegend auf der Tatsache, dass die Globalisierung neben globalen Ressourcen und Märkten auch globalen Wettbewerb mit sich bringt. Der globale Wettbewerb basiert, wie auch die Chancen, auf den Trends der zunehmenden wirtschaftlichen Liberalisierung und der Fortschritte in der Kommunikations- und Transporttechnik und äußert sich in vielfältigen Herausforderungen an die Industrieunternehmen. GAUSEMEIER ET AL. nennen hier [GAUSEMEIER ET AL. 2004, S. 1]:

- Steigender Wettbewerbsdruck durch höhere Anzahl von Konkurrenten
- Verkürzung der Produktlebenszyklen
- Zunehmende Komplexität der Erzeugnisse

Der globale Wettbewerb äußert sich für die Unternehmen direkt in einem steigenden Wettbewerbsdruck, dem sie sich stellen müssen. Neben Konkurrenten aus der eigenen Region müssen sich Unternehmen zunehmend mit Konkurrenten auf dem gesamten Weltmarkt messen. Kritische Faktoren sind hier nicht nur der Produktpreis, auch die Anforderungen an die Qualität und die Geschwindigkeit, mit der Innovationen umgesetzt werden, steigen, und führen zu immer kürzeren Produktlebenszyklen. Der hohe Wettbewerbsdruck in Verbindung mit den wachsenden Kundenanforderungen führt zu immer komplexeren Produkten und Entwicklungsprozessen. Ein Weg mit dieser Situation umzugehen, der beispielsweise in der Automobilindustrie gegangen wird, ist Outsourcing. Das heißt, die Entwicklung und Produktion von bestimmten Baugruppen und Modulen wird an Zulieferer ausgelagert. Diese Strategie führt aus Sicht des Gesamtprodukts zu einer verteilten Produktentwicklung mit weiteren Aufgaben, die gelöst werden müssen. [LINDEMANN ET AL. 2002A].

Allgemein ist die verteilte Produktentwicklung grundsätzlich ein interessantes Konzept, um sowohl die Chancen der Globalisierung zu nutzen, als auch auf die Herausforderungen zu reagieren. Im folgenden Kapitel wird auf diese Zusammenhänge näher eingegangen.

### 2.1.2 Globalisierung als Treiber für verteilte Entwicklung

Es gibt unterschiedliche Strategien den Chancen und Herausforderungen der Globalisierung zu begegnen. Im Mittelpunkt dieser Arbeit steht der Einsatz von verteilter Entwicklung. **Verteilte Entwicklung wird im Rahmen der hier durchgeführten Betrachtungen als gemeinsames Bearbeiten einer Entwicklungsaufgabe mit Teammitgliedern, die sich an unterschiedlichen Standorten befinden, verstanden.** In diesem Zusammenhang kann dies zum Beispiel bedeuten, dass Unternehmen mit anderen kooperieren um zusätzliches Know-how und Ressourcen zu nutzen, oder dass Unternehmen bestimmte Teilaufgaben Outsourcen um sich zu spezialisieren und die Entwicklung des Gesamtproduktes dann in verteilter Entwicklung mit den Outsourcing-Partnern durchgeführt wird. Im Folgenden wird der Einsatz von verteilter Entwicklung unter den Randbedingungen der Globalisierung detaillierter betrachtet.

Häufig führen rein strategische Gründe und Kooperationen von unterschiedlichen Firmen zu geografisch verteilten Strukturen. In diesen Strukturen sind die Unternehmen dann auf verteilte Teams angewiesen. Dabei führt der heutzutage immer höhere Anteil an verteilten Entwicklungsteams im Ingenieurbereich meist dazu, dass Entwicklungszeit verringert und Entwicklungskosten gesenkt werden können [KRISTENSEN 2004, S. 20+23].

In diesem Sinne weisen LUCZAK & EVERSHEIM darauf hin, dass auch große Konzerne in wachsendem Maße auf Kooperationen angewiesen sind [LUCZAK & EVERSHEIM 1999]. Der Trend zu einer steigenden Anzahl von Kooperationen und der Weiterentwicklung von Zulieferern zu System- und Modullieferanten durch zunehmendes Outsourcing der Originalhersteller erfordert neue Formen der Zusammenarbeit. Produkte werden nicht mehr nur von einem Unternehmen an einem Standort entwickelt, sondern zunehmend von verschiedenen Unternehmen und Organisationseinheiten, die über die gesamte Welt verteilt sein können.

Die zunehmende Verteilung von Entwicklungsaufgaben bietet dabei die Möglichkeit auch die Entwicklungsprozesse schneller durchzuführen. Schon SALMINEN & MALINEN beschreiben das Projekt „Global Engineering Network“ (GEN), das von einer Gruppe europäischer Unternehmen und Organisationen gezielt gegründet wurde, um die Entwicklungszeit zu verkürzen, die Effizienz zu steigern und einen besseren Zugang zu Spezialwissen zur Verfügung zu stellen [SALMINEN & MALINEN 1997]. GIERHARDT beschreibt zum Thema Entwicklungszeit das Konzept einer „24 h follow the sun“ Entwicklung, welches neben der Chance des optimalen Ausnutzens von über den Globus verteilten Entwicklungskapazitäten die Möglichkeit einer extremen zeitlichen Verkürzung des Entwicklungsprozesses bietet [GIERHARDT 2001, S. 221].

Eine direkte Folge der Globalisierung ist, dass sie zu Situationen führt, in denen Entwicklungsteams aus einer Kultur mitunter Produkte für Menschen in einer anderen Kultur entwickeln, die andere Produkte benutzen, oder Produkte mit gleichen Funktionen auf eine

andere Art und Weise nutzen. Für die Produktentwicklung ist es hier von Bedeutung diese kulturellen Unterschiede bei der Entwicklung zu berücksichtigen [DIEHL & CHRISTIAANS 2006, S. 503]. Eine Möglichkeit diese Randbedingungen und Anforderungen aus unterschiedlichen Kulturkreisen schon während der Produktentwicklung zu berücksichtigen besteht darin, Entwickler aus den entsprechenden Kulturkreisen in den Prozess einzubinden. Dieses Vorgehen hat häufig verteilte Entwicklungsteams zur Folge.

Darüber hinaus können verteilte Teams nicht verteilten in Bezug auf Innovationen überlegen sein. MALHOTRA ET AL. schreiben, dass echte Innovationen und radikal neue Produkte fachübergreifende Ideengenerierung benötigen, die optimal in gemischten Teams aus unterschiedlichen Firmen, Disziplinen, Produktbereichen, Märkten, Prozessen und Industrien durchgeführt werden kann [MALHOTRA ET AL. 2001]. Nach MALHOTRA ET AL. sind solche Teams nur dann mit den besten Mitarbeitern besetzt, wenn diese die Möglichkeit haben, in einem virtuellen und verteilten Team zu arbeiten. In diesem Sinne merken ZAVBI & TAVCAR an, dass die Hauptvorteile beim Arbeiten in internationalen Teams von den Teilnehmern des „International European Global Product Realization Course“ darin gesehen werden, dass neue, andere Ideen und spezielles Wissen von den Teammitgliedern beigesteuert werden [ZAVBI & TAVCAR 2003].

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die globale Verteilung von Ressourcen der Produktentwicklung sowohl hinsichtlich der Steigerung von Innovationsfähigkeit, der Reduzierung von Entwicklungskosten und -zeit als auch im Hinblick auf Flexibilisierung der Produktentwicklung und der Steigerung der Produktqualität großes Potenzial bietet [GIERHARDT 2001, S. 221]. In Abbildung 2-2 werden die wichtigsten hier diskutierten Treiber für die verteilte Produktentwicklung noch einmal zusammengefasst.

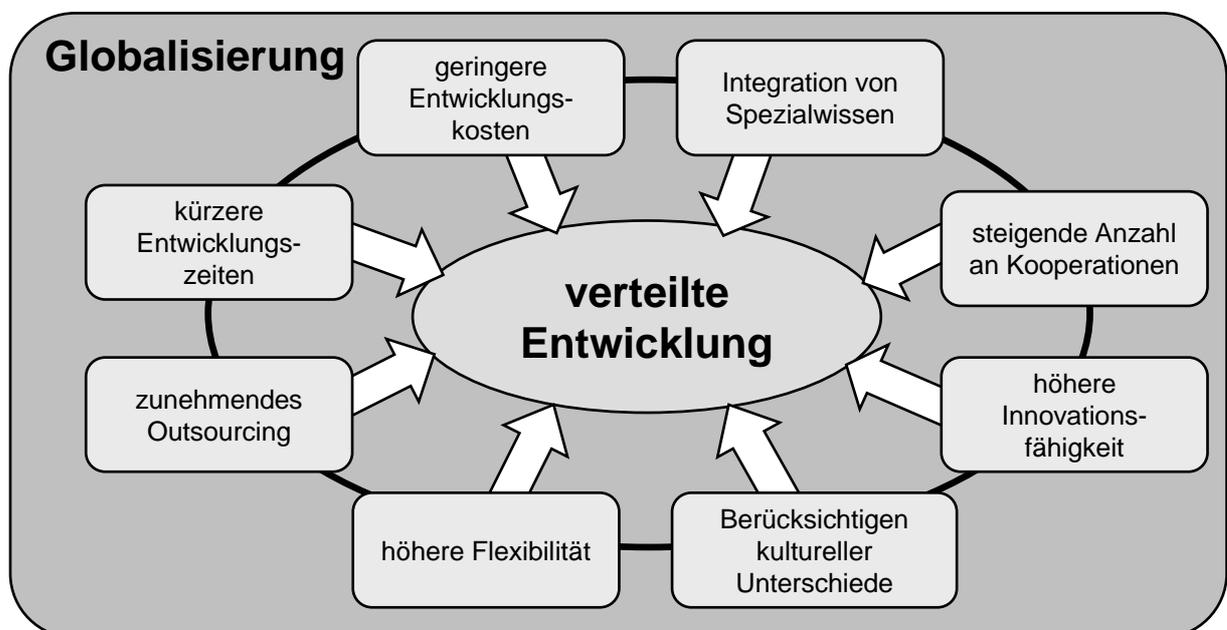


Abbildung 2-2: Globalisierung als Treiber für verteilte Produktentwicklung

Indirekt lassen sich alle diese Treiber auf die durch die Globalisierung geprägten Änderungen des Umfelds zurückführen. Damit lässt sich auch ein weiter zunehmender Bedarf für verteilte

Entwicklungsprozesse ableiten. In diesem Sinne stellt PODSIADLOWSKI fest, dass die Entwicklung von Produkten in globalen Unternehmen nicht mehr auf einen Standort beschränkt ist, sondern mehr und mehr von verteilten Entwicklungsteams gekennzeichnet wird, die an unterschiedlichen Orten, in unterschiedlichen Zeitzonen und auch in verschiedenen Kulturen arbeiten [PODSIADLOWSKI 2002]. Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, dass durch global verteilte Kooperation in der Produktentwicklung völlig neue und komplexe Herausforderungen zu bewältigen sind, um das sich bietende Potenzial effektiv und effizient nutzen zu können.

Im Rahmen dieser Arbeit werden Wege aufgezeigt, diesen Herausforderungen zu begegnen. Dabei liegt der Fokus speziell auf der Unterstützung von Teams, deren Mitarbeiter sich an unterschiedlichen Orten befinden, also „lokal“ verteilt sind. Den Schwerpunkt bildet hier die Kommunikation mit der Unterstützung von computerbasierten Medien, ohne deren Einsatz ein verteilter Produktentwicklungsprozess heutzutage nicht mehr vorstellbar ist.

## **2.2 Grundlagen zur rechnergestützten verteilten Arbeit**

Nachdem im vorigen Kapitel die Ursachen für verteilte Entwicklung betrachtet wurden, wird in diesem Kapitel auf die Grundlagen verteilter Arbeit eingegangen. Verteilte Arbeit wird heutzutage praktisch ausnahmslos mit rechnerbasierten Kommunikationsmedien unterstützt. Bedeutende Schlagwörter und Themen in diesem Zusammenhang sind: virtuelle Teams, verteiltes Arbeiten, Telekooperation bzw. Computer Supported Cooperative Work (CSCW) und Groupware. Die wichtigsten und für diese Arbeit relevanten Ansätze und Definitionen aus diesem Umfeld sollen im Folgenden näher beleuchtet werden.

### **2.2.1 Virtuelle Teams und verteiltes Arbeiten**

#### **Teams in der Produktentwicklung**

Unter dem Begriff Team versteht man allgemein einen Zusammenschluss von mehreren Personen, die gemeinsam an einer bestimmten Aufgabe arbeiten [BROCKHAUS 1998].

In der Produktentwicklung haben Teams eine große Bedeutung, da Entwicklungsprozesse normalerweise unter Beteiligung vieler Personen durchgeführt werden, die die einzelnen Entwicklungsaufgaben in einem oder mehreren Teams bearbeiten. So sind z. B. weder die Integrierte Produktentwicklung noch das Concurrent Engineering ohne den Einsatz von Teams vorstellbar [EHRENSPIEL 2007, S. 188], [PRASAD 1996, S. 224ff].

Aus Sicht der Produktentwicklung versteht EHRENSPIEL unter einem Team mehrere Personen, die sach- oder prozessbezogen zusammenarbeiten und sich dabei zielorientiert mit der Bewältigung einer gemeinsamen Aufgabenstellung befassen [EHRENSPIEL 2007, S. 207]. Teams können ad hoc gebildet werden und arbeiten meist über einen begrenzten Zeitraum hinweg. Die Teamzusammensetzung ist häufig interdisziplinär und funktionsübergreifend und damit gerade für komplexe und neuartige Aufgaben besonders geeignet.

Ähnlich sieht LINDEMANN in einem Team in der Produktentwicklung eine Arbeitsgruppe auf Zeit, die oftmals im Rahmen einer übergeordneten Zielvorgabe bestimmte Probleme klärt, Lösungsvorschläge erarbeitet oder bestimmte Aufgaben erfüllt [LINDEMANN 2007, S. 23ff]. Dabei wird Teamarbeit wegen der zunehmenden Vernetzung unterschiedlicher Disziplinen sowie des hohen Leistungsdrucks als immer wichtiger erachtet. Die hohe Bedeutung der Teamarbeit für die Produktentwicklung hebt LINDEMANN dadurch hervor, dass Entwickler zwar einen großen Teil ihrer Arbeitszeit alleine arbeiten, die entscheidenden Situationen aber fast immer im Team gemeistert werden.

Da sich ein Team aus mehreren Personen zusammensetzt, muss es als soziales und vor allem dynamisches System angesehen werden. Neben den allgemeinen Rahmenbedingungen, die für erfolgreiche Teamarbeit notwendig sind [GAUL 2001, S. 20ff], benötigt das Team Zeit für seine Entwicklung. Die Stufen, die es dabei durchläuft und die einen großen Einfluss auf die Effektivität eines Teams haben, werden in einem hohen Maß durch die zwischenmenschlichen und gruppenspezifischen Abläufe im Team bestimmt. Nach TUCKMAN durchläuft ein Team fünf Stufen in seiner Entwicklung [TUCKMAN 1965]:

- **Forming:** Orientierung und Kennen lernen
- **Storming:** Konflikt, Widerstand gegenüber Aufgabe und Team
- **Norming:** Zusammengehörigkeitsgefühl, Regeln zum Zusammenarbeiten
- **Performing:** Produktives Arbeiten, Erarbeiten der Lösungen
- **Adjourning:** Auflösen und Bewertung

LIPNACK & STAMPS übertragen diese Stufen auf eine S-Kurve, mit der sie die Teamentwicklung beschreiben. Sie charakterisieren diese Kurve mit fünf Phasen: Initiierung, Beginn, Durchführung, Test und Ende (Abbildung 2-3) [LIPNACK & STAMPS 1997, S. 143].

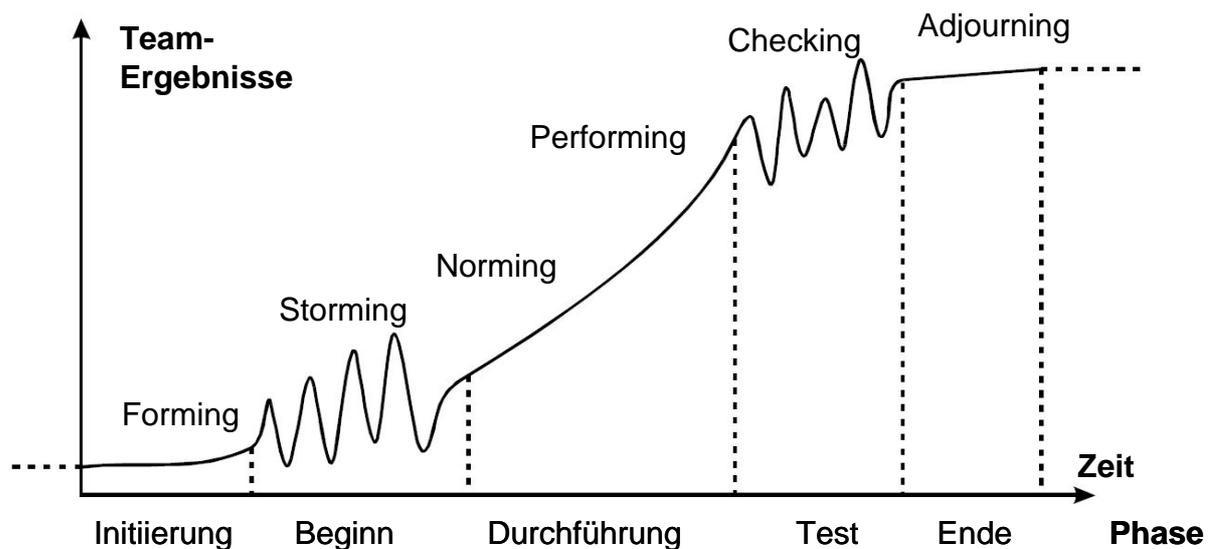


Abbildung 2-3: Teamprozess [in Anlehnung an LIPNACK & STAMPS 1997, S. 143]

Durch die zusätzliche Einführung der Phase Test (bzw. Checking), stellt das Modell eine Erweiterung der Stufen nach TUCKMAN dar. Die S-Kurve beschreibt zwei kritische Punkte, so genannte Stresspunkte, im Lebenszyklus eines Teams. Die erste kritische Phase ist der Beginn, die der Stufe Storming entspricht. Die zweite kritische Phase ist die Testphase, die der Stufe Checking entspricht und in der die Ergebnisse gegen Ende des Projektes validiert werden. Die fünf Phasen lassen sich nach LIPNACK & STAMPS folgendermaßen charakterisieren [LIPNACK & STAMPS 1997, S. 144f]:

- **Initiierung:** Die Idee der bevorstehenden Teambildung muss sich langsam gegenüber der bestehenden Situation entwickeln. Die Gründer des Teams tragen Informationen zusammen, erarbeiten Ideen und erzeugen Interesse für ein zukünftiges Team. Diese Phase vor dem eigentlichen Beginn kann sich sehr lange hinziehen.
- **Beginn:** Bevor das Team leistungsfähig arbeiten kann, müssen die Ziele festgelegt werden, eine Teamleitung installiert werden, Aufgaben verteilt und sich auf gemeinsame Normen geeinigt werden. Diese Phase ist häufig durch starke Konflikte gekennzeichnet und entscheidet allgemein über Erfolg oder Misserfolg eines Teams. Ein Scheitern des gesamten Vorhabens ist hier nicht ausgeschlossen.
- **Durchführung:** In dieser Phase wird der Großteil der Teamergebnisse entwickelt. Resultate werden gesammelt und die in der Phase Beginn festgelegten Ziele werden erarbeitet. Das Team erreicht seine volle Leistungsfähigkeit.
- **Test:** Dies ist die zweite kritische Phase, in der das Erarbeitete reflektiert wird und die Ergebnisse perfektioniert werden. Ressourcen und Zeit werden knapp. Eine gründliche Planung, regelmäßige Reviews und Meilensteine können diese Phase unproblematisch machen. Häufig werden Teams hier unvorbereitet von einer Stressphase getroffen.
- **Ende:** Das Team liefert die erarbeiteten Ergebnisse ab und kommt zu einem geordneten Abschluss der Teamarbeit.

Teams, die sich der genannten Entwicklungsphasen bewusst sind, haben einen Vorteil, insbesondere wenn diese sich dadurch frühzeitig auf die zu erwartenden kritischen Phasen Beginn und Test einstellen können. Dies gilt insbesondere für virtuelle und verteilte Teams. Da es für diese Teams allgemein schwieriger ist eine funktionierende Teamarbeit aufzubauen [LIPNACK & STAMPS 1997, S. 140], ist die Vorbereitung auf und der Umgang mit kritischen Phasen häufig entscheidend.

### **Virtuelle Teams**

Virtuelle Teams (oder auch „verteilte Teams“) arbeiten an unterschiedlichen Standorten gemeinsam in einer Gruppe und an einer gemeinsamen Aufgabe [v. HEIMBURG & RADISCH 2001, S. 75]. Auf den ersten Blick unterscheiden sich virtuelle Teams von herkömmlichen Teams erst einmal nur durch die Tatsache, dass das Team nicht mehr an einem (geografischen) Ort stationiert ist, sondern dass sich die einzelnen Teammitglieder an unterschiedlichen Orten befinden. Grundsätzlich gelten damit auch für virtuelle Teams die

gleichen Prinzipien wie für herkömmliche Teams. Allerdings bringt das Nichtvorhandensein eines gemeinsamen Arbeitsortes einige Besonderheiten für das Arbeiten in virtuellen Teams mit sich. Die wichtigsten Aspekte werden hier kurz angesprochen.

Nach MARQUARDT & HORVATH sind gerade bei globalen virtuellen Teams die unterschiedlichen Kulturen der Teammitglieder oft Ursache von Konflikten und großen Problemen [MARQUARDT & HORVATH 2001, S. 19ff]. Unabhängig von kulturellen Unterschieden stellt auch der Umgang mit der räumlichen Distanz zwischen den Teammitgliedern eine Herausforderung dar. Da der direkte persönliche Kontakt nur selten erfolgen kann, bedienen sich diese Teams überwiegend elektronischer Kommunikationsformen. Dies beeinflusst die Vertrauensbildung und das Zusammengehörigkeitsgefühl im Team negativ und führt praktisch zwingend zu einer schlechteren Kommunikation, was es wiederum schwieriger macht ein virtuelles Team zu kontrollieren und zu koordinieren.

Da die Kommunikation zwischen den Teammitgliedern bei virtuellen Teams nicht so intensiv stattfinden kann, weisen LIPNACK & STAMPS darauf hin, dass die zuvor beschriebenen Teamprozesse (Abbildung 2-3) langsamer ablaufen als bei herkömmlichen Teams [LIPNACK & STAMPS 1997, S. 142]. Insbesondere die Bildung des Gruppenzusammenhalts zwischen den Teammitgliedern ist schwieriger zu erreichen. Hier sollte vor allem dem Beginn der Zusammenarbeit besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Ebenso stellen LIPNACK & STAMPS fest, dass virtuelle Teams stärker auf persönliche Meetings angewiesen sind, als nicht verteilte Teams [LIPNACK & STAMPS 1997, S. 140]. In diesen Treffen wird die Vertrauensbasis zwischen den Teammitgliedern gestärkt, die die weitere verteilte Zusammenarbeit erst ermöglicht.

V. HEIMBURG & RADISCH ergänzen in diesem Zusammenhang, dass an die Mitglieder virtueller Teams besonders hohe Anforderungen zu stellen sind, damit diese in der Lage sind mit den besonderen Herausforderungen im virtuellen Team umzugehen und auch ohne die direkte Einflussmöglichkeit von Vorgesetzten Leistung zu erbringen [V. HEIMBURG & RADISCH 2001, S. 65ff]. Insbesondere werden hier eine souveräne Persönlichkeit, Selbstverantwortung, Identifikation mit der Arbeit, Leistungsbereitschaft und Engagement, Kommunikationsfähigkeit und Interesse am Informationsaustausch, Eigenmotivation, Kreativität und Abstraktionsvermögen sowie eine ausgeprägte Teamorientierung genannt.

### **Verteiltes Arbeiten**

Der technologische Fortschritt und die Veränderungen der Weltwirtschaft motivieren und ermöglichen eine wachsende geografische Verteilung von Arbeit [Hinds & Kiesler 2002, S. XIII]. Dabei ist verteilte Arbeit an sich kein neues Phänomen. O'LEARY ET AL. präsentieren als ein Beispiel für verteiltes Arbeiten eine 150 Jahre andauernde Fallstudie der 1670 gegründeten und bis heute bestehenden Hudson's Bay Company (HBC) [O'LEARY ET AL. 2002, S. 27ff]. Mithilfe dieser Fallstudie belegen sie, dass die beiden Ansätze „Vertrauen“ und „Kontrolle“ sich gegenseitig ergänzende, grundlegende Konzepte darstellen, um das Funktionieren verteilter Organisationen sicherzustellen.

Der Begriff **verteilttes Arbeiten** beschränkt sich nicht ausschließlich auf die räumliche Verteilung von Arbeit. REICHWALD ET AL. sprechen in diesem Zusammenhang von

**räumlicher und** damit häufig auch einhergehender **zeitlicher Verteilung von Wertschöpfungsprozessen** [REICHWALD ET AL. 2000, S. 5f]. Wird verteilte Arbeit durch elektronische Medien unterstützt, sprechen REICHWALD ET AL. von Telekooperation (siehe Kap. 2.2.2).

ENGLBERGER stellt fest, dass raum-zeitlich verteiltes Arbeiten insbesondere durch CSCW-Systeme (siehe Kap. 2.2.2) ermöglicht wird [ENGLBERGER 2000, S. 77ff]. Er versteht unter verteiltem Arbeiten generell mediengestützte, arbeitsteilige Leistungserstellung bzw. Wertschöpfung. Als grundsätzliche Barrieren für verteiltes Arbeiten sieht er die Funktionalität der Telemedien, die Schwierigkeit wirtschaftliche Vorteile der verteilten Arbeit zu belegen, Probleme bei der Akzeptanz und hohes Konfliktpotenzial in verteilten Prozessen.

Nachdem die grundsätzliche Bedeutung des Begriffs „verteilte Arbeit“ angesprochen wurde, wird im Folgenden die verteilte Produktentwicklung als eine spezielle Form der verteilten Arbeit detaillierter betrachtet.

ABRAMOVICI ET AL. verstehen unter verteilten, kooperativen Produktentwicklungsprozessen solche Prozesse, bei denen die einzelnen Tätigkeiten nicht in einem homogenen standortbezogenen Umfeld stattfinden, sondern bei denen unterschiedliche Bereiche oder Abteilungen eines Unternehmens oder sogar verschiedene Unternehmen an der Leistungserstellung beteiligt sind [ABRAMOVICI ET AL. 1998, S. 70]. Kennzeichnende Randbedingungen dieser Prozesse sind:

- unterschiedliche Organisationsstrukturen und IT-Infrastrukturen
- geografisch verteilte Standorte mit unterschiedlichen Arbeitskulturen und Mentalitäten
- interdisziplinäre Aufgabengebiete in gleichen oder unterschiedlichen Phasen des Produktentwicklungsprozesses

GIERHARDT sieht bei der verteilten Produktentwicklung die verteilte Bearbeitung der Aktivitäten im Produktentwicklungsprozess über unterschiedliche Standorte hinweg als zentralen Aspekt [GIERHARDT 2001, S. 44ff]. Dabei geht sein Verständnis von verteilter Produktentwicklung über den örtlichen Aspekt hinaus und bezieht weitere Einflussgrößen in die Betrachtung mit ein. Demnach gibt die Verteilung in der Produktentwicklung vor, welche Prozessphasen (bzw. Teilprozesse) der Produktentwicklung wer, mit welchem Inhalt, wann und wo durchführt und so Produktinformationen generiert, verarbeitet und weiterleitet. Dies umfasst dabei folgende Aspekte:

- **wer:** Personen bzw. Personengruppen oder Organisationseinheiten, die im Entwicklungsprozess aktiv sind
- **was (mit welchem Inhalt):** Aktivitäten des Entwicklungsprozesses bzw. Teilprozesse der Entwicklung, die Produktelemente (z. B. Baugruppe) hervorbringen
- **wann:** Synchronisation der zeitlichen Relationen im Entwicklungsprozess
- **wo:** Ort der Aktivitäten

Die Kreativität in der Festlegung wo welche Produktentwicklungsphase (bzw. Teilprozesse) ablaufen und wer dafür verantwortlich ist, bietet Optimierungspotenzial für die Produktentwicklung. In diesem Zusammenhang versteht GIERHARDT die verteilte Produktentwicklung als Chance, die es durch die Bewältigung der sich ergebenden Herausforderungen zu nutzen gilt.

Auch KRAUSE ET AL. setzen sich grundsätzlich mit dem Begriff der verteilten kooperativen Produktentwicklung auseinander [KRAUSE ET AL. 1996, S. 148]. Sie beschreiben damit die unabhängig von räumlichen Entfernungen simultane Bearbeitung von Problemlösungsprozessen. Später sprechen sie von virtueller Produktentstehung [KRAUSE ET AL. 2001, S. 2]. Bei dieser Definition schließen sie allerdings neben der Produktentstehung über Unternehmensgrenzen und Standorte hinweg explizit eine über alle Phasen durchgängig digitale Produktentstehung mittels dreidimensionaler Modelle mit ein.

Im englischsprachigen Raum wird die verteilte Produktentwicklung durch die Begriffe „Distributed Product Development“, z. B. [LARSSON et al. 2003], oder „Distributed Product Design“, z. B. [STORGA ET AL. 2003], beschrieben. Mitunter wird auch einfach nur von „Collaborative Product Development“ gesprochen, z. B. [CHU ET AL. 2006]. Diese Definition ist nicht ganz eindeutig und wird häufig, aber nicht immer, durch die Zusätze „collocated“ oder „distributed“ für nicht verteilte, bzw. verteilt arbeitende Teams ergänzt, z. B. [MCKAY ET AL. 2004, S. 400].

### **Chancen und Herausforderungen verteilter Arbeit in virtuellen Teams**

Nachdem die wichtigsten Grundlagen zu verteiltem Arbeiten und virtuellen Teams angesprochen wurden, wird in den folgenden Abschnitten dargestellt, dass in diesem Zusammenhang vielfältige Probleme auftreten. Dagegen sollte aber nicht vergessen werden, dass diese Form des Arbeitens durchaus Chancen in sich birgt, die so gut wie möglich genutzt werden sollten. Dies gilt insbesondere für die verteilte Produktentwicklung mit virtuellen Entwicklungsteams. In Anlehnung an LARSSON ET AL. werden die Herausforderungen und Chancen, die sich virtuellen verteilten Produktentwicklungsteams bieten folgendermaßen zusammengefasst [LARSSON ET AL. 2003]:

#### **Herausforderungen:**

- **Zeitunterschiede:** Da sich die Teammitglieder häufig in unterschiedlichen Zeitzonen befinden, kann die Koordination der Arbeit hier erheblich erschwert werden.
- **Kulturelle Unterschiede:** Die Teammitglieder können aus unterschiedlichen Ländern und Kulturen stammen und dadurch unterschiedlich kulturell geprägt sein. Eine erfolgreiche Zusammenarbeit hängt in diesem Fall stark von der Fähigkeit ab Vertrauen aufzubauen, und mit dem sehr großen Konfliktpotenzial umgehen zu können.
- **Nähe:** Selbst eine so geringe Distanz wie beispielsweise 30 Meter reduziert den täglichen Kontakt und die informelle Kommunikation bereits erheblich. Darüber hinaus wird die Informationsreichtlichkeit von persönlichen Treffen von elektronischen Medien nicht erreicht.

- **Bewusstsein (Awareness):** Nicht verteilte Teammitglieder kommunizieren informell, schnell und kontinuierlich. Sie bekommen ein Bewusstsein dafür, wer gerade was tut und wie sich der Entwicklungsprozess aktuell entwickelt. Dies ist für verteilte Teams schwieriger, aber sehr wichtig.
- **Langsamere Kommunikation:** Ein verbreitetes Problem der standortübergreifenden Kommunikation ist die zeitliche Verzögerung bei der Klärung von Aufgaben und Problemen. Angelegenheiten, die in nicht verteilten Umgebungen in Minuten geklärt sind, können in verteilten Umgebungen unter Umständen Tage in Anspruch nehmen.
- **Mobilität und Heterogenität:** Nachdem immer weniger in festen Büros und an eigenen Desktop-Rechnern gearbeitet wird, ergeben sich Schwierigkeiten bezüglich der Kontaktaufnahme mit Personen und der Kommunikation über viele verschiedene technische Plattformen (z. B. Laptop, PDA, Mobiltelefon).

#### **Chancen:**

- **Zeitunterschiede:** Das Arbeiten in globalen Teams erlaubt 24h-Prozesse. Die Möglichkeit Teams in unterschiedlichen Zeitzonen nacheinander an einem Prozess arbeiten zu lassen, bietet Potenzial die Entwicklungszyklen zu verkürzen.
- **Kulturelle Unterschiede:** Unterschiede in Kultur, Ausbildung und Arbeitsmethoden erlauben völlig unterschiedliche Sichtweisen und bilden die Grundlage für neue Ideen und Innovationen.
- **Marktnähe:** Verteilte Entwicklungsprozesse bieten die Möglichkeit vor Ort im Zielmarkt zu entwickeln und trotzdem auf weltweit vorhandene Ressourcen und Expertenwissen zuzugreifen.
- **Nähe:** Bei verteilten Teams kann das implizite Wissen nicht mehr so einfach durch informelle Kommunikation weitergegeben werden. Daher muss es explizit dargestellt werden, um unternehmensweit genutzt werden zu können. Dies kann insgesamt einen Vorteil für das Unternehmen darstellen.
- **Mobilität und Heterogenität:** Die Zusammenarbeit ist nicht mehr auf die Verfügbarkeit eines bestimmten Arbeitsplatzes, eines Teammitgliedes oder einer bestimmten Plattform angewiesen. Die Produktentwicklung wird nicht nur global, sondern auch mobil.

Um die dargestellten Chancen der verteilten Produktentwicklung nutzen zu können, ist es unvermeidlich die erwähnten Herausforderungen zu bewältigen. Viele Ansätze und Grundlagen, welche die verteilte Produktentwicklung unterstützen können, kommen aus den Bereichen Telekooperation, CSCW und Groupware, die im Folgenden Kapitel betrachtet werden.

### **2.2.2 Telekooperation, CSCW und Groupware**

Neben den Grundlagen aus den Bereichen Telekooperation, CSCW und Groupware, werden in diesem Teilkapitel auch die zugehörigen Begrifflichkeiten geklärt.

KORDEY & KORTE verstehen unter Telekooperation allgemein sowohl die organisationsinterne als auch die unternehmensübergreifende Zusammenarbeit zwischen Unternehmen mittels elektronischer Medien [KORDEY & KORTE 1996, S. 12]. Etwas präziser bezeichnet REICHWALD **Telekooperation als mediengestützte arbeitsteilige Leistungserstellung zwischen verteilten Aufgabenträgern, Organisationseinheiten und/oder Organisationen** [REICHWALD 2000, S. 69]. Dabei wird Telekooperation in drei Dimensionen geteilt. Telearbeit (mediengestützte verteilte Aufgabenbewältigung), Telemanagement (mediengestützte verteilte Aufgabenkoordination) und Teleleistung (mediengestützte verteilte Dienstleistung).

Nach LUCZAK & EVERSHEIM dient die Telekooperation der Unterstützung kooperativ und verteilt durchgeführter Entwicklungsprojekte [LUCZAK & EVERSHEIM 1999, S. 16]. In diesen Projekten sehen sie zwei organisatorische Ansätze, die durch Telekooperation gezielt unterstützt werden:

- Das Simultaneous Engineering mit der zeitparallelen Abwicklung der Produkt- und Prozessgestaltung
- Den Grundsatz der kooperativen Wertschöpfung mit der zielstrebigem Ausrichtung der Wertschöpfungskette auf die vom Kunden honorierte Leistung

Demnach handelt es sich bei verteilter Produktentwicklung üblicherweise auch immer um eine Form der Telekooperation. Neben dem Begriff Telekooperation werden im Deutschen häufig die aus dem Englischen stammenden Begriffe Computer Supported Cooperative Work (CSCW) und Groupware gebraucht. In der Literatur sind die Begriffe nicht immer eindeutig voneinander abgegrenzt und werden mitunter sogar als Synonym verwendet [BANNON & SCHMIDT 1991, S. 52].

In dieser Arbeit werden die Begriffe CSCW und Groupware in Anlehnung an die weit verbreiteten Definitionen von BANNON & SCHMIDT und ELLIS ET AL. definiert [BANNON & SCHMIDT 1991], [ELLIS ET AL. 1991]:

Demnach kann **CSCW als Forschungsbereich gesehen werden, bei dem das computergestützte Zusammenarbeiten von Gruppen im Mittelpunkt steht**. CSCW betrachtet wie Gruppen zusammenarbeiten und versucht herauszufinden wie Technologie (vor allem Computer) dabei helfen können [ELLIS ET AL. 1991 S. 39]. Dabei stehen nach BANNON & SCHMIDT die folgenden speziellen Anforderungen von Zusammenarbeit im Mittelpunkt [BANNON & SCHMIDT 1991, S. 52ff]:

- Unterstützung der Organisation von Zusammenarbeit (Arbeitspakete verteilen, planen, vernetzen)
- Unterstützung eines gemeinsamen Informationsraumes (Transparenz der Information, Informationskontext, Informationsquelle)
- Anpassung der Technologie an die Organisation und umgekehrt (Entwicklung sozio-technischer Systeme)

In diesem Sinne bezeichnen TEUFEL ET AL. CSCW als ein Forschungsgebiet, welches auf interdisziplinärer Basis untersucht, wie Individuen in Arbeitsgruppen oder Teams kooperieren und wie hilfreich dabei Informations- und Kommunikationstechnologie sein können [TEUFEL ET AL. 1995, S. 17]. Als Ziel sehen sie, unter Verwendung aller verfügbaren Mittel der Informations- und Kommunikationstechnologie, Gruppenprozesse zu unterstützen und die Effektivität und Effizienz der Gruppenarbeit zu erhöhen.

Auch BORGHOFF & SCHLICHTER sehen CSCW als ein interdisziplinäres Forschungsfeld [BORGHOFF & SCHLICHTER 2000, S. 90ff]. Sie weisen darauf hin, dass CSCW im Hinblick auf Kommunikation den Transfer von Informationen zwischen verteilten Gruppenmitgliedern vereinfacht. Ziel ist es, die verteilte Kommunikation so effizient wie persönliche Treffen zu gestalten. HOFFMANN fasst zusammen [HOFFMANN 2000, S. 31]: „In der Forschungsrichtung CSCW wirken Wissenschaftler unterschiedlicher Fachrichtungen mit dem Ziel zusammen, Teamarbeit durch die Bereitstellung von informations- und kommunikationstechnischer Arbeitsumgebung zu unterstützen.“

Während CSCW ein interdisziplinärer Forschungsbereich ist, der sich mit der computergestützten Zusammenarbeit von Gruppen beschäftigt, meint **Groupware die technischen (Software) Systeme, die diese Zusammenarbeit ermöglichen** [BORGHOFF & SCHLICHTER 2000, S. 92]. BANNON & SCHMIDT schreiben, dass Groupware die technischen Probleme der Mensch-Computer Schnittstelle adressiert, indem Mehrbenutzer-Schnittstellen für prinzipiell alle möglichen Anwendungen geschaffen werden [BANNON & SCHMIDT 1991, S. 52]. ELLIS ET AL. grenzen den Begriff Groupware weiter ein und definieren darunter rechnerbasierte Systeme, mit deren Hilfe rechnergestützte Gruppenarbeit (CSCW) durchgeführt wird, die eine Gruppe von Personen bei ihrer gemeinsamen Aufgabe unterstützen und die eine Schnittstelle zu einer gemeinsamen Umgebung bereitstellen [ELLIS ET AL. 1991, S. 40]. Der Fokus liegt hier explizit auf gemeinsamer Aufgabe und gemeinsamer Umgebung. OBERQUELLE gibt zu bedenken, dass Groupware immer weniger als zu erstellendes Produkt begriffen werden kann, sondern eher als eine sich entfaltende Infrastruktur für Benutzergemeinschaften verstanden werden muss [OBERQUELLE 2001, S. 97].

Da es sich bei Groupware um technische Systeme handelt, die CSCW unterstützen sollen, werden häufig auch die Begriffe CSCW-Produkte bzw. CSCW-Systeme als Synonyme für den Begriff Groupware verwendet (z. B. in [ELLIS ET AL. 1991, S. 39], [OBERQUELLE 2001, S. 93]).

Es gibt eine Vielzahl von Anwendungen und Produkten, die sich nach den erwähnten Kriterien als Groupware einordnen lassen. Groupwaresysteme werden in unterschiedlichsten Forschungsbereichen bis hin zu den Kunstwissenschaften (im Gebiet „neue Medien“) entwickelt und angewendet [JENNINGS & GIACCARDI 2005]. Um hier einen Überblick zu gewinnen, ist es erforderlich diese Systeme nach Kriterien zu charakterisieren und zu klassifizieren. In der Literatur finden sich unterschiedliche Ansätze und Modelle zur Kategorisierung von Groupware. In diesem Teilkapitel werden drei der bekanntesten Klassifizierungssysteme vorgestellt:

- Die Ort-Zeit-Matrix nach [JOHANSEN 1988]
- Die funktionalen Anwendungsklassen nach [ELLIS ET.AL 1991]
- Das 3K-Modell nach [TEUFEL ET AL.1995]

JOHANSEN stellt eine 2x2 Matrix mit den Dimensionen Zeit und Ort auf, um Groupware in vier verschiedenen Klassen zu differenzieren (vgl. Abbildung 2-4) [JOHANSEN 1988, S. 44]. Auf der Zeitachse unterscheidet er zwischen Systemen, die Kommunikation zwischen Partnern zur „gleichen Zeit“ (synchron), oder zu „unterschiedlichen Zeiten“ (asynchron) unterstützen. Auf der Raumachse differenziert er in „gleicher Ort“ (persönliche Besprechung) und „unterschiedlicher Ort“ (elektronische Besprechung). Ein Email-System unterstützt z. B. in erster Linie asynchrone Kommunikation an unterschiedlichen Orten, während mit einer Echtzeitcomputerkonferenz meist synchrone Kommunikation an unterschiedlichen Orten unterstützt wird. Konferenzraumtechnologie unterstützt bei synchroner Kommunikation am gleichen Ort, ein Nachrichtenbrett würde hier der asynchronen Kommunikation dienen. Bei der Verwendung dieser Matrix ist zu bedenken, dass sich viele Groupware-Systeme mehreren Quadranten zuordnen lassen. Ein umfassendes Groupware-System sollte sogar allen vier Quadranten genügen [ELLIS ET AL. 1991, S. 41].

	<b>Gleiche Zeit (Synchron)</b>	<b>Unterschiedliche Zeit (Asynchron)</b>
<b>Gleicher Ort (persönliche Besprechung)</b>	Konferenz- raumtechnologie etc.	Nachrichtenbrett etc.
<b>Unterschiedlicher Ort (elektronische Besprechung)</b>	Echtzeit- computerkonferenz etc.	Email-System, Gruppenkalender etc.

*Abbildung 2-4: Raum-Zeit-Matrix [in Anlehnung an JOHANSEN 1988 S. 44]*

ELLIS ET AL. stellen eine Unterteilung nach funktionalen Anwendungsklassen vor [ELLIS ET AL. 1991]. Dabei unterscheiden sie nach: Nachrichtensystemen, Gruppeneditoren, elektronischen Sitzungsräumen, Konferenzsystemen, Agentensystemen und Koordinationssystemen. Abbildung 2-5 gibt einen Überblick über die Kategorien und enthält eine kurze Beschreibung der einzelnen Klassen. Auch bei dieser Klassifizierung kommt es zu Überschneidungen. Andererseits lassen sich viele Systeme nach ihrer ursprünglichen und schwerpunktmäßigen Nutzung in diesen Kategorien gut einordnen.

Funktionsklasse	Beschreibung
<b>Message Systems</b> (Nachrichtensysteme)	Nachrichtensysteme wie z.B. E-Mail-Systeme erlauben einen asynchronen Austausch von Informationen. Aktuelle Systeme ermöglichen neben den reinen Textnachrichten auch den Austausch von Grafiken und Dateien.
<b>Multi-User Editors</b> (Gruppeneditoren)	Diese Anwendungen bieten mehreren Gruppenmitgliedern die Möglichkeit, Dokumente synchron oder asynchron zu bearbeiten. Beispiele hierfür sind <i>Whiteboard</i> oder <i>Shared-Application Anwendungen</i> .
<b>Electronic Meeting Rooms</b> (Elektronische Sitzungsräume)	Diese Systeme sind in Sitzungsräumen installiert und unterstützen den Diskussionsverlauf und die Gruppendynamik von <i>persönlichen Besprechungen</i> .
<b>Computer Conferencing</b> (Konferenzsysteme)	Konferenzsysteme existieren in vielen unterschiedlichen Ausprägungen. Es wird unterschieden in <i>Real-Time Computer Conferencing</i> , <i>Computer Teleconferencing</i> und <i>Desktop Conferencing</i> .
<b>Intelligent Agents</b> (Agentensysteme)	Agentensysteme sind nichtmenschliche Teilnehmer einer Konferenz. Diese Programme oder Programm-Module, steuern und übernehmen bestimmte Aufgaben selbständig.
<b>Coordination Systems</b> (Koordinationssysteme)	Koordinationssysteme werden zur Koordinierung von Arbeitsabläufen eingesetzt, z.B. als Workflow-Management-Systeme.

Abbildung 2-5: Anwendungsklassen [nach ELLIS ET AL. 1991]

Die Groupware- bzw. CSCW-Systeme unterstützen häufig in irgendeiner Form die Kommunikation, Koordination oder Kooperation zwischen Gruppenmitgliedern. SCHLICHTER ET AL. stellen fest, dass die meisten Groupware-Systeme in irgendeiner Form „*K-orientiert*“ sind, indem sie mindestens eines der genannten Konzepte (Kommunikation, Koordination oder Kooperation) gezielt unterstützen [SCHLICHTER ET AL. 2001, S. 4]. TEUFEL ET AL. klassifizieren Groupware-Systeme nach ihrem Grad der Unterstützung dieser drei grundlegenden Konzepte [TEUFEL ET AL. 1995, S. 27]. Dabei benutzen sie ein Dreieck, dessen Eckpunkte die Zentren von Kommunikations-, Koordinations- und Kooperationsunterstützungen bilden, um im Inneren die Groupware-Systeme je nach Unterstützungsfunktion zu positionieren (Abbildung 2-6). Da in den meisten Groupware-Systemen mehrere Funktionen integriert sind, ist auch in diesem Modell eine eindeutige Zuordnung nicht immer möglich.

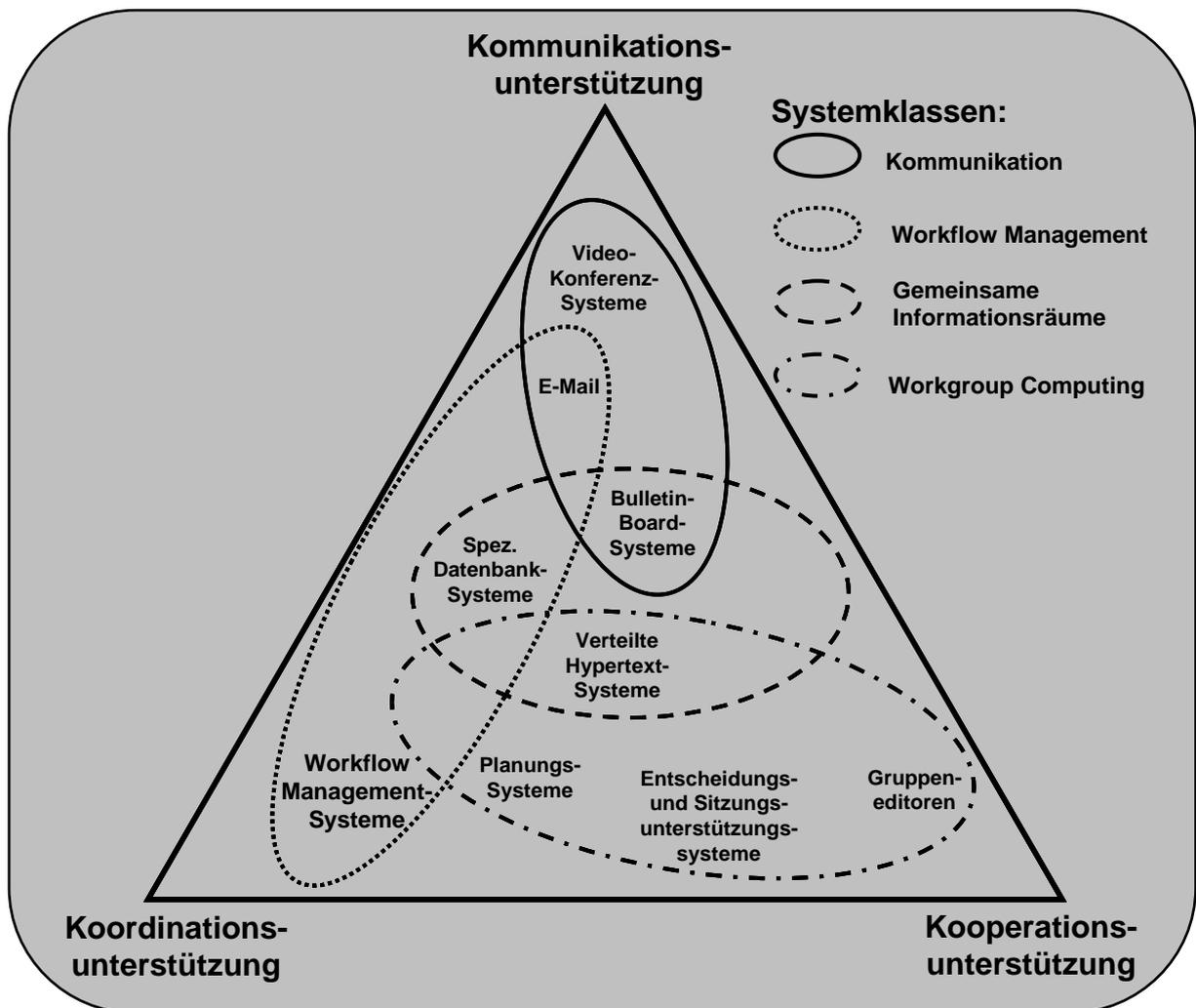


Abbildung 2-6: Einordnung von Groupware [nach TEUFEL ET AL. 1995, S. 27]

Zusätzlich zur Positionierung wird Groupware mit einer gewissen Ähnlichkeit zu Systemklassen zusammengefasst. Diese Systemklassen definieren TEUFEL ET AL. Folgendermaßen [TEUFEL ET AL. 1995, S. 28]:

- **Kommunikation:** Systeme, die den expliziten Informationsaustausch zwischen unterschiedlichen Kommunikationspartnern ermöglichen, indem Raum- und Zeitdifferenzen überbrückt werden (E-Mail, Videokonferenz etc.)
- **Workflow Management:** Systeme, die Aufgaben bei der Modellierung, der Simulation und der Ausführung und Steuerung des Workflows erfüllen
- **Gemeinsame Informationsräume:** Systeme, die gemeinsame Informationsräume für eine Gruppe bereitstellen. Informationen werden dort für längere Zeit in geeigneter Form und mit Hilfe von geeigneten Zugriffsmechanismen gespeichert (Hypertext-Systeme, Mehrbenutzerdatenbanken etc.)
- **Workgroup Computing:** Diese Systeme unterstützen konkret die Kooperation von Personen, die in Gruppen oder Teams arbeiten (Gruppeneditoren)

Die hier vorgestellten Grundlagen und Modelle zeigen, dass eine große Vielfalt an Groupware-Systemen für die Unterstützung von verteilter Arbeit vorhanden ist. Die Systeme sind dabei sehr unterschiedlich und umfassen oft mehrere Funktionen. Eine eindeutige und konsistente Klassifizierung ist praktisch nicht möglich. Durch die ständig wachsende Anzahl an verfügbaren Tools entsteht mehr und mehr die Schwierigkeit den Überblick zu behalten und eine situationsgerechte Auswahl zu treffen (siehe hierzu auch Kapitel 4.3).

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Aktivitäten unter den Schlagwörtern Telekooperation, CSCW und Groupware für die verteilte Produktentwicklung von hoher Relevanz sind, da sie sich grundsätzlich mit der Unterstützung verteilter Arbeit beschäftigen. Sie müssen bei der Betrachtung von verteilter Produktentwicklung neben den Grundlagen der Produktentwicklung einen gleichwertigen Stellenwert einnehmen.

## **2.3 Kommunikation und Koordination als Voraussetzung für Kooperation**

TEUFEL ET AL. gehen bei ihrem Modell zur Einordnung von Groupware (Kapitel 2.2.2) davon aus, dass diese Systeme zu unterschiedlichen Anteilen die Konzepte Kommunikation, Koordination und Kooperation unterstützen [TEUFEL ET AL. 1995]. Tatsächlich schreibt HOFFMANN, dass die gemeinsame Bearbeitung von Aufgaben grundsätzlich nach Interaktion zwischen den Bearbeitern verlangt, welche auf den drei grundlegenden Konzepten Kommunikation, Kooperation und Koordination basiert [HOFFMANN 2000, S. 10]. Nach HADJICHARALAMBOUS setzen die technische Gestaltung und der Einsatz von Systemen zur Unterstützung interpersonaler Kommunikation, Gruppenkommunikation sowie Kooperation das Verständnis dieser Konzepte voraus [HADJICHARALAMBOUS 2002, S. 12].

Im Hinblick auf das Ziel, die verteilte Produktentwicklung bezüglich Einsatz und Gestaltung von Systemen zur Verbesserung der Zusammenarbeit zu unterstützen, ist es notwendig die genannten Konzepte zu präzisieren. In einem ersten Schritt wird die Bedeutung der einzelnen Begriffe und ihre Bedeutung für die verteilte Produktentwicklung erläutert, um im Anschluss kurz das Zusammenspiel dieser Konzepte zu beleuchten und ein Verständnis für die besondere Rolle der Kommunikation zu schaffen.

### **2.3.1 Kooperation, Koordination, Kommunikation in der verteilten Entwicklung**

#### **Kooperation**

Kooperation kann auf unterschiedlichen Ebenen stattfinden. Aus Sicht der Volkswirtschaft ermöglicht Kooperation den Austausch sich gegenseitig ergänzender Gebrauchswerte im Rahmen der gesellschaftlichen Arbeitsteilung. Diese Art der Kooperation wird durch Marktmechanismen gesteuert und findet zu großen Teilen ohne übergreifende Planung statt [HERRMANN 2001, S. 23].

HACKER beschreibt Kooperation aus arbeitsorganisatorischer bzw. arbeitspsychologischer Sicht als Tätigkeits- bzw. Arbeitsform, bei der mehrere einen Auftrag bzw. eine selbst gestellte Aufgabe gemeinschaftlich erfüllen, dazu gemeinsame Zielstellungen verfolgen, eine Ordnung ihres Zusammenwirkens aufweisen und in auftragsbezogener Kommunikation stehen [HACKER 1998, S. 145].

Diese Arbeit lehnt sich an die etwas exaktere Definition von PIEPENBURG an, nachdem **Kooperation als das Tätigsein von ein oder mehr Individuen definiert wird, das bewusst, planvoll aufeinander abgestimmt die Zielerreichung eines jeden beteiligten Individuums in gleichem Maße gewährleistet** [PIEPENBURG 1991, S. 81].

Kooperative Arbeit beinhaltet also ein gewisses Maß an Zusammenarbeit. Nach OBERQUELLE sollten unter kooperativer Arbeit solche Arbeitsformen verstanden werden, in denen mehrere Personen zwecks Erreichung eines Ergebnisses zusammenarbeiten, welches unter den gegebenen Randbedingungen nur gemeinsam, aber nicht einzeln erzielt werden kann [OBERQUELLE 1991, S. 4]. Dabei kennzeichnen die folgenden Eigenschaften eine solche Situation:

- mindestens partielle Übereinstimmung der Ziele der beteiligten Personen,
- gemeinsame Ausnutzung knapper Ressourcen durch Austausch oder gleichzeitige Nutzung,
- Koordination der Einzelhandlungen gemäß vereinbarten Konventionen,
- Verständigung über Ziele und Konventionen der Zusammenarbeit zwecks Aufrechterhaltung eines gegenseitigen Verständnisses und flexibler Anpassung.

Aufgrund der besonderen Randbedingung, des Zusammenwirkens unterschiedlicher Individuen mit zum Teil unterschiedlichen Zielen, sind Kooperationen prinzipiell anfällig für Konflikte. WENDEL stellt einige typische Ursachen für Konflikte in Kooperationen zusammen [WENDEL 1996, S. 27]:

- Einseitige Orientierung auf die eigene Organisationseinheit
- Mangelnde Orientierung an gemeinsamen Zielen
- Mangelnde Kenntnis der Probleme anderer Abteilungen
- Mangelnde Einsicht in die Notwendigkeit einer Kooperation
- Mangelnde Bereitschaft zu kooperativem Verhalten mit anderen Abteilungen
- Abhängigkeit von (Vor-)Leistungen und/oder
- Abhängigkeit von Weisungen anderer Abteilungen

Die speziellen Rahmenbedingungen und die vermehrten Störfaktoren in verteilten Kooperationen erhöhen die Wahrscheinlichkeit und die negativen Auswirkungen von Kooperationskonflikten in verteilten Prozessen noch einmal erheblich.

LINDEMANN sieht die Prozesse der Produktentwicklung als von Menschen vorangetrieben, die einzeln und in Kooperation mit anderen möglichst effektiv und effizient auf ein gemeinsames

Ziel hinarbeiten [LINDEMANN 2007, S. 19ff]. Da die zu entwickelnden Produkte zunehmend multidisziplinär zu betrachten sind und der Zeitdruck auf die Entwicklung tendenziell stets zunimmt, kommt einer intensiven Kommunikation und Kooperation der Beteiligten eine immer höhere Bedeutung zu. LINDEMANN sieht dabei die Möglichkeit mit Hilfe von Methoden die Kooperation zwischen den vielen Beteiligten im Entwicklungsprozess zu verbessern oder überhaupt erst zu ermöglichen [LINDEMANN 2007, S. 58]. Darüber hinaus wird darauf hingewiesen, dass für eine erfolgreiche Kooperation von Personen und Organisationen ein gewisses Maß an Sozialkompetenz der Beteiligten erforderlich ist.

GAUSEMEIER ET AL. sprechen vom „Kooperativen Produktengineering“ als neues und integriertes Gestaltungskonzept für den gesamten Prozess von der Produktidee bzw. Geschäftsidee bis hin zum Markteintritt unter kooperativer Einbeziehung aller am Prozess beteiligten Disziplinen [GAUSEMEIER ET AL. 2000, S. 11]. Der Ansatz des Kooperativen Produktengineering baut dabei u.a. auf den grundlegenden Ideen des Simultaneous- bzw. Concurrent Engineering auf.

Speziell bei verteilten Entwicklungsprozessen ist für die Kooperation kennzeichnend, dass die einzelnen Tätigkeiten nicht in einem homogenen, standortbezogenen Umfeld stattfinden, sondern unterschiedliche Bereiche oder Abteilungen eines Unternehmens oder sogar verschiedene Unternehmen, die zudem weltweit verteilt sein können, an der Leistungserstellung beteiligt sind [ABRAMOVICI ET AL. 1998, S. 70].

Für besonders wesentlich bei der Kooperation in verteilten Entwicklungsprojekten halten LUCZAK ET AL. das Merkmal „Personen“ [LUCZAK ET AL. 1995, S. 124]. Eine Ausprägung dieses Merkmals ist demnach die Anzahl der Beteiligten oder die Anzahl der Standorte und der dort involvierten Personenzahl. Ein weiteres Merkmal ist die Kontinuität, mit der Mitarbeiter in einen Produktentwicklungsprozess eingebunden sind. ABRAMOVICI ET AL. fassen die Merkmale und Ausprägungen für Kooperation innerhalb verteilter, kooperativer Produktentwicklungsprozesse zusammen (Abbildung 2-7) [ABRAMOVICI ET AL. 1998, S. 70f].

<b>Merkmal</b>	<b>Ausprägung</b>	
<b>Ort</b>	lokal	räumlich verteilt
<b>Zeit</b>	synchron	asynchron
<b>Dauer</b>	langfristig	kurzfristig
<b>Anzahl der Partner</b>	individuell	kollektiv
<b>Interaktionsart</b>	unstrukturiert	strukturiert
<b>Systemunterstützung</b>	explizit	implizit
<b>Kooperationsebene</b>	Management	Mitarbeiter
<b>Prozessebene</b>	horizontal	vertikal

Abbildung 2-7: Merkmale der Kooperation [nach ABRAMOVICI ET AL. 1998]

Einen konkreten Beitrag zur Beherrschung von Kooperationsproblemen in der verteilten Produktentwicklung liefert das von GIERHARDT entwickelte „Kooperationsmodell der verteilten Produktentwicklung“ (siehe Kapitel 3.3) [GIERHARDT 2001, S. 55f].

## Koordination

Unter Koordination versteht man allgemein eine Zuordnung, bzw. Beiordnung und vor allem das Abstimmen verschiedener Dinge und insbesondere Vorgänge aufeinander [WAHRIG 2005A]. Etwas konkreter definieren TEUFEL ET AL. Koordination als jene Kommunikation, die zur Abstimmung aufgabenbezogener Tätigkeiten, die im Rahmen von Gruppenarbeit ausgeführt werden, notwendig ist [TEUFEL ET AL. 1995, S. 12].

Bei jeglicher Form von verteilter Arbeit muss die getrennte Bearbeitung von Aufgaben, die gegenseitige Abhängigkeiten besitzen, inhaltlich und organisatorisch abgestimmt werden. In diesem Zusammenhang sieht HOFFMANN die **Koordination als die Abstimmung von Abhängigkeiten zwischen diesen Aktivitäten** [HOFFMANN 2000, S. 10].

Im Rahmen der verteilten Entwicklung versteht IBELINGS unter Koordination Mechanismen, die einen lenkenden Einfluss auf die Elemente des Systems (Unternehmen) und die darin ablaufenden Prozesse ausüben [IBELINGS 2001, S. 54]. Ziel der Koordination ist es demnach die Handlungen von Elementen und Teilsystemen im Sinne der Zielerreichung des Gesamtsystems zu integrieren. Die Funktion der Koordination in verteilten Systemen ist somit in erster Linie integrierend und abstimmend.

HANSEN ET AL. stellen fest, dass die Menge und die Qualität von expliziter Koordination einen signifikanten Einfluss auf das Projektergebnis bei Produktentwicklungsprozessen haben [HANSEN ET AL. 1997, S. 404]. Für die Produktentwicklung ergeben sich insbesondere bei der Zielsetzung einer stärkeren Integration der beteiligten Arbeitsbereiche spezielle organisatorische Anforderungen. Nach HOFFMANN muss die parallele Bearbeitung von abhängigen Konstruktionsaufgaben abgestimmt und der zeitliche Verlauf der Entwicklungsprojekte organisiert werden [HOFFMANN 2000, S. 41]. Die Synchronisation der Entwicklungsaktivitäten erfordert bei verteilten Prozessen aufgrund der informations- und kommunikationstechnischen Hindernisse sowie der uneinheitlichen Entscheidungsstrukturen ein besonders hohes Maß an planmäßigem Vorgehen. Von großem Interesse für die Ablauforganisation arbeitsteiliger Entwicklungsprozesse sind nach HOFFMANN daher Ablaufmodelle [HOFFMANN 2000, S. 22]. Diese ermöglichen eine Beschreibung des Ablaufs von Produktentwicklungsprozessen sowie der Interaktionen zwischen parallel zu bearbeitenden Konstruktionsaufgaben und bilden in diesem Sinne die Basis für die Koordination der Prozesse. Weiterhin nennt HOFFMANN ein zentrales Projektmanagement als Basis für eine reibungsarme Ablauforganisation in der kooperativen verteilten Produktentwicklung [HOFFMANN 2000, S. 80].

Hinsichtlich der Koordination arbeitsteiliger Prozesse unterscheidet BORNSCHEIN-GRASS zwei wesentliche Aspekte [BORNSCHEIN-GRASS 1995, S. 69f]:

- Koordination durch Standardisierung: Festlegung von Verfahrensrichtlinien und Vorgaben allgemein gültiger Handlungsanweisungen in Form von Regeln, Programmen oder Plänen.
- Koordination durch Selbstabstimmung: Übernahme der Koordinationstätigkeit von den jeweils voneinander abhängigen Stellen, wobei durch den erweiterten Handlungsspielraum disziplinierte und konsequente Selbstorganisation erforderlich ist.

Im Hinblick auf verteilte Entwicklungsprozesse ist bei diesen Aspekten zu beachten, dass gerade die Koordination durch Selbstabstimmung aufgrund der zusätzlichen informations- und kommunikationstechnischen Hindernisse problematischer ist, als bei nicht verteilten Prozessen.

### Kommunikation

Das Wort Kommunikation kommt aus dem lateinischen (communicatio = Mitteilung) und meint allgemein eine Verbindung, insbesondere eine Verständigung zwischen Menschen [WAHRIG 2005B]. Im Sinne der verteilten Arbeit definiert HOFFMANN die **Kommunikation als Verständigung zwischen Aufgabenbearbeitern, allgemein als Verständigung mehrerer Personen untereinander** [HOFFMANN 2000, S. 10]. REICHWALD ET AL. sehen dabei in der menschlichen Kommunikation einen Schlüsselfaktor für die Zukunft der Arbeitswelt, der Organisationen und Märkte [REICHWALD ET AL. 2000, S. 63].

HERBST weist darauf hin, dass ein Verständnis über die Grundlagen zwischenmenschlicher Kommunikation Voraussetzung für die Einführung neuer Kommunikationskonzepte ist [HERBST 2000, S. 18]. Das wohl am meisten verbreitete Modell um die Grundlagen der Kommunikation zu erläutern ist das Modell nach SHANNON & WEAVER (Abbildung 2-8) [SHANNON & WEAVER 1976, S. 16].

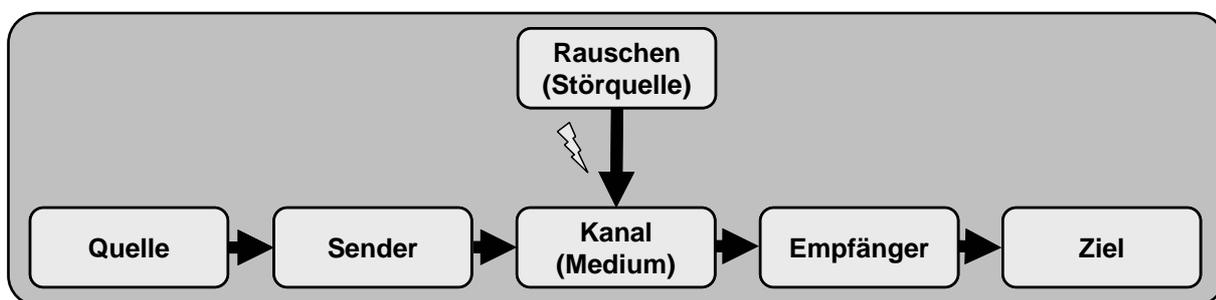


Abbildung 2-8: Kommunikationsmodell nach [SHANNON & WEAVER 1976, S. 16]

SHANNON & WEAVER beschreiben in ihrem Kommunikationsmodell, dass ein Sendersystem einem Empfängersystem eine von einer Quelle generierte Information übermittelt [SHANNON & WEAVER 1976]. Die Übermittlung zum Empfänger erfolgt über einen Informationskanal (Medium), wobei vor dem Absenden eine Codierung der von der Quelle generierten

Information erfolgt. Der Empfänger dekodiert die Nachricht und stellt sie dem Ziel zur Verfügung. Die Kodierung soll jedoch beim Sender und Empfänger identisch sein, um Missverständnissen vorzubeugen. Eine Störquelle reduziert dabei die Qualität der Information.

Aufgrund der Fähigkeit, Informationen von selbst äußern zu können, bezeichnen LUCZAK ET AL. Menschen als aktive Informationsträger [LUCZAK ET AL. 1995, S. 125f]. Dabei verwendet der Mensch Ressourcen wie Sprache, Mimik und Gestik. Weiterhin können Informationen an technische Ressourcen gebunden sein. Diese werden als passive Informationsträger bezeichnet, da sie ihre Information nicht selbst äußern können. Beispiele hierfür sind Film, Ton, Zeichnung, Grafik oder Schriftstück.

Aus Sicht der verteilten Entwicklung lässt sich die Bedeutung von Kommunikation kaum hoch genug einschätzen. Kommunikation gilt als der wesentliche Erfolgsfaktor für verteilte Produktentwicklungsprozesse [LUCZAK & EVERSHEIM 1999, S. 47]. VAJNA & MAROSVARY argumentieren, dass ein identischer Wissensstand aller Beteiligten für eine optimale Effektivität in der verteilten Entwicklung notwendig ist [VAJNA & MAROSVARY 2004, S. 937]. Da das prinzipiell nicht möglich ist, erhalten das Management und Verteilen von Informationen (und damit die Kommunikation) eine entscheidende Bedeutung für die verteilte Entwicklung. Auch STORGA ET AL. weisen darauf hin, dass eine effektive Unterstützung des Austausches von Produktinformationen eine wichtige Rolle bei Entwicklungsprozessen in einer verteilten Umgebung spielt [STORGA ET AL. 2003]. In diesem Sinne definieren GROTE & KIMURA Kommunikation in der Produktentwicklung als Interaktion zwischen Entwicklern, zwischen Entwicklern und Produktdaten und zwischen Entwicklern und Computeranwendungen [GROTE & KIMURA 2001, S. 661].

KLEINSMANN & VALKENBURG schreiben, dass Kommunikation gerade in multidisziplinären Entwicklungsprozessen in großem Maße erforderlich ist [KLEINSMANN & VALKENBURG 2003]. Sie stellen fest, dass Kommunikation dabei durch Barrieren gestört werden kann, die den weiteren Entwicklungsprozess behindern. Diese Barrieren treten auf den Ebenen Teilnehmer, Projekt und Organisation auf und sollten durch einen Projektleiter identifiziert und abgebaut werden.

Bei der verteilten Produktentwicklung kommt erschwerend hinzu, dass zwischen der räumlichen Distanz von Projektmitgliedern und der Kommunikationsintensität ein Zusammenhang besteht, der besagt, dass die Kommunikationsfrequenz mit zunehmender räumlicher Entfernung ganz erheblich abnimmt, und das schon bei relativ kleinen Entfernungen [ALLEN 1984, S. 241].

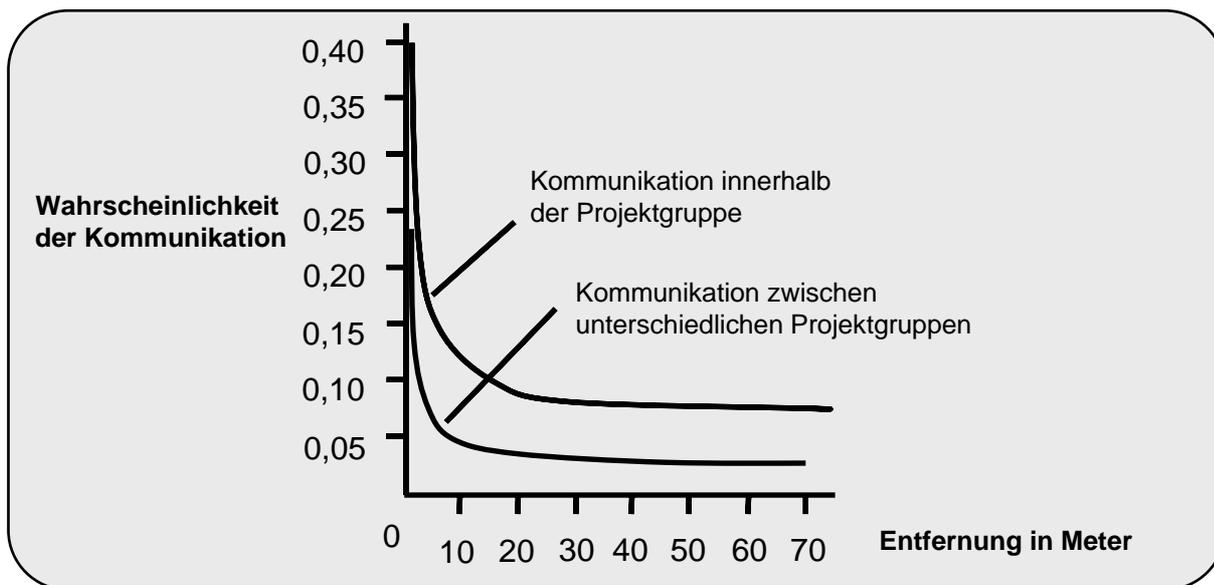


Abbildung 2-9: Kommunikation in Abhängigkeit von der Distanz [nach ALLEN 1984, S. 241]

Noch schwieriger wird die Kommunikation bei unternehmensübergreifenden, global verteilten Entwicklungsprojekten. Hier treten eine ganze Reihe von Störungen der Kommunikation auf, die bei nicht verteiltem Arbeiten nur eine geringe Rolle spielen. Ein Manko ist, dass die überwiegend eingesetzten Kommunikationsmedien nicht das gesamte Spektrum der menschlichen Ausdrucksmöglichkeiten vermitteln können [GAUL 2001, S. 101]. Hauptsächlich geht hier die nonverbale Kommunikation (Mimik, Gestik etc.) verloren, welche aber, wenn auch meist unbewusst, einen großen Teil der Gesamtkommunikation ausmacht und z. B. für den Aufbau von Beziehungen oder für die Steuerung von Gesprächen von zentraler Bedeutung ist [HERRMANN 1991, S. 67].

HOFFMANN stellt fest, dass gerade die räumliche Verteilung von Entwicklungsprojekten leistungsfähige Kommunikationssysteme erfordert, die die beteiligten Personen bei kurzfristig entstehendem Abstimmungsbedarf unterstützen und es ermöglichen komplexe Problemzusammenhänge darzustellen und zu diskutieren [HOFFMANN 2000, S. 31]. Für eine effiziente Unterstützung verteilter Produktentwicklungsprozesse ist daher eine rechnergestützte Kommunikationsumgebung unverzichtbar [ABRAMOVICI ET AL. 1998, S. 70]. Kommunikation in der verteilten Produktentwicklung kann allein durch konventionelle Kommunikationsmittel nicht ausreichend unterstützt werden.

### 2.3.2 Das Zusammenspiel von Koordination, Kooperation und Kommunikation

Nachdem die Begriffe Koordination, Kooperation und Kommunikation im vorigen Kapitel einzeln betrachtet wurden, wird im Folgenden auf das Zusammenspiel dieser Konzepte eingegangen. So schreibt HERRMANN, dass eine der wesentlichen Aufgaben von Kommunikation im Arbeitsleben darin besteht, die Kooperation durch Koordination zu unterstützen [HERRMANN 2001, S. 23]. ELLIS ET AL. sehen Kommunikation und Kooperation als die Eckpunkte von Gruppenaktivitäten [ELLIS ET AL. 1991, S. 10]. Koordination sehen sie

als eigene Aktivität, die die Effektivität von Kommunikation und Kooperation deutlich steigern kann.

HERRMANN beschreibt die Beziehungen der drei Aspekte beim verteilten Arbeiten folgendermaßen [HERRMANN 1991, S. 73]: **Kommunikation koordiniert Kooperation** (und ist selbst wiederum ein Kooperationsprozess der koordiniert werden muss, nämlich durch Meta-Kommunikation). Kooperation erfordert also Koordination, wobei diese wiederum in erster Linie durch Kommunikation ermöglicht wird, wodurch der Kommunikation eine herausragende Rolle bei der verteilten Arbeit zukommt [BORNSCHEIN-GRASS 1995, S. 73]. Damit bleibt die Erkenntnis, dass kooperative Arbeit auf Kommunikation und Koordination basiert, die Phänomene Koordination und Kommunikation können also als konstituierend für Kooperation betrachtet werden [BORNSCHEIN-GRASS 1995, S. 74].

Die Erkenntnisse über die Zusammenhänge von Kooperation, Koordination und Kommunikation aus der verteilten Arbeit lassen sich direkt auf die verteilte Produktentwicklung übertragen. Zum einen wird, um verteilte Produktentwicklung erfolgreich durchzuführen, immer eine Kombination der genannten Faktoren benötigt. Zum anderen stehen diese Faktoren auch bei der Produktentwicklung in der erwähnten Beziehung zueinander. So wird es nicht möglich sein eine verteilte Entwicklung zu koordinieren, wenn keinerlei Kommunikation vorhanden ist. Eine Entwicklungskooperation ist ohne Koordination und Kommunikation kaum denkbar. In Abbildung 2-10 wird die erwähnte Beziehung zwischen Kommunikation, Koordination und Kooperation dargestellt.

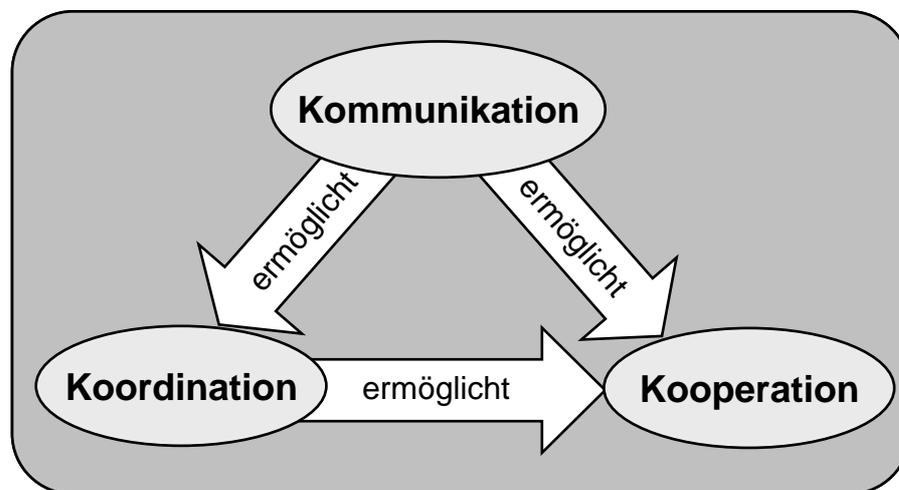


Abbildung 2-10: Die Beziehung zwischen Kommunikation, Koordination und Kooperation  
(Abbildung nach [HOISL 2006])

Schon in herkömmlichen Entwicklungsprozessen wird die Kommunikation als ein kritischer Erfolgsfaktor eingestuft [MAIER ET AL. 2006]. Noch vielmehr ist die ungehinderte Kommunikation in der verteilten Teamarbeit eine wesentliche Voraussetzung für eine erfolgreiche Kooperation [LUCZAK & EVERSHEIM 1999, S. 5]. Einer der größten Nachteile beim verteilten Arbeiten ist aber genau die eingeschränkte Kommunikation zwischen den Teammitgliedern [SCHUELLER & BASSON 2001]. Dies trifft im besonderen Maße auf Forschung und Entwicklung zu, denn innerhalb von Entwicklungsprojekten ist im Allgemeinen ein sehr hoher Kommunikationsbedarf zu erwarten, der durch eine räumliche

Verteilung noch deutlich erschwert wird [HAUSER ET AL. 1998, S. 321]. Auch HOFFMANN & BEITZ weisen darauf hin, dass die verteilte kooperative Produktentwicklung durch ein hohes Maß an kurzfristig entstehendem Kommunikations- und Koordinationsbedarf gekennzeichnet ist [HOFFMANN & BEITZ 1998, S. 261]. Dieser wird durch das Ausmaß der Arbeitsteilung und die bestehenden Abhängigkeitsbeziehungen zwischen parallel bearbeiteten Konstruktionsaufgaben beeinflusst. In den frühen Phasen der Entwicklung ist der kurzfristig entstehende Abstimmungsbedarf höher. Je unsicherer und unvollständiger die Randbedingungen und die Abhängigkeitsbeziehungen sind, desto größer ist der Bedarf diese kurzfristig zu klären.

Kommunikation ist also der entscheidende Aspekt bei verteilten Entwicklungsprozessen. Auf der einen Seite ermöglicht erst die Kommunikation die Koordination und die Kooperation, auf der anderen Seite wird insbesondere die Kommunikation durch die räumliche Verteilung stark beeinträchtigt. Aus dieser Erkenntnis lässt sich als Handlungsbedarf ableiten, dass die Kommunikation als Grundlage für verteiltes Arbeiten in der verteilten Entwicklung gezielt unterstützt werden muss.

### **3 Stand der Unterstützung der verteilten Entwicklung**

*Im vorangegangenen Kapitel wurden neben den Ursachen für verteilte Entwicklungsprozesse auch die Grundlagen verteilter Arbeit betrachtet. Es wurde festgestellt, dass insbesondere die Kommunikation als Voraussetzung für Koordination und Kooperation einen entscheidenden Faktor in der verteilten Produktentwicklung darstellt. Ein Schlüsselaspekt bei der Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse liegt folglich in der Unterstützung der Kommunikation. In diesem Zusammenhang spielen die Kommunikationsmedien eine entscheidende Rolle, da sie aufgrund der verteilten Situation für die Durchführung der Kommunikation unverzichtbar sind.*

*Um den Stand der Technik der Unterstützung der verteilten Entwicklung darzustellen, wird zu Beginn dieses Kapitels der Stand der Technik von geeigneten Kommunikationsmedien untersucht. Neben herkömmlichen Kommunikationsmedien stehen rechnerbasierte Medien aufgrund ihrer großen Bedeutung im Vordergrund. Auch auf zukunftsorientierte Konzepte, die Technologien der virtuellen Realität verwenden, wird kurz eingegangen.*

*Neben der Frage, welche Kommunikationsmedien vorhanden sind, wird im darauf folgenden Teilkapitel der Frage nachgegangen, welche dieser Medien in der verteilten Produktentwicklung tatsächlich zum Einsatz kommen. Über Informationen aus der Literatur hinaus werden hier auch Ergebnisse einer eigenen Umfrage vorgestellt.*

*Abschließend wird auf den Stand der Technik der methodischen Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse eingegangen. Im Sinne einer ganzheitlichen Unterstützung spielt hier auch die Unterstützung der Konzepte Koordination und Kooperation eine Rolle. Ansätze finden sich beispielsweise im Umfeld des Simultaneous und Concurrent Engineering sowie in der Integrierten Produktentwicklung.*

#### **3.1 Stand der Technik der Kommunikationsmedien**

Es existiert eine große Vielfalt an Kommunikationsmedien, die eine Unterstützung von verteilten Entwicklungsprozessen ermöglichen. Aufgrund der Vielzahl von Produkten ist es nicht sinnvoll diese direkt vorzustellen. Daher werden die Kommunikationsmedien Gruppen zugeordnet. Anhand dieser Gruppen werden die Merkmale der Medien erläutert und eine mögliche Eignung zur Unterstützung der verteilten Produktentwicklung diskutiert. Die Medien werden dabei in die drei Gruppen „herkömmliche Medien“, „rechnerbasierte Medien“ und „Medien mit VR-Technologie“ unterteilt. Aufgrund der Vielfalt der rechnerbasierten Medien und der großen Bedeutung dieser Gruppe ist hier eine weitere Unterteilung notwendig. Hier werden in Anlehnung an [TEUFEL ET AL. 1995] und [JOHANSEN 1988] die Untergruppen „kommunikationsorientiert synchron“, „kommunikationsorientiert asynchron“, „koordinationsorientiert“, „kooperationsorientiert synchron“ und „kooperationsorientiert asynchron“ gebildet (Abbildung 3-1).

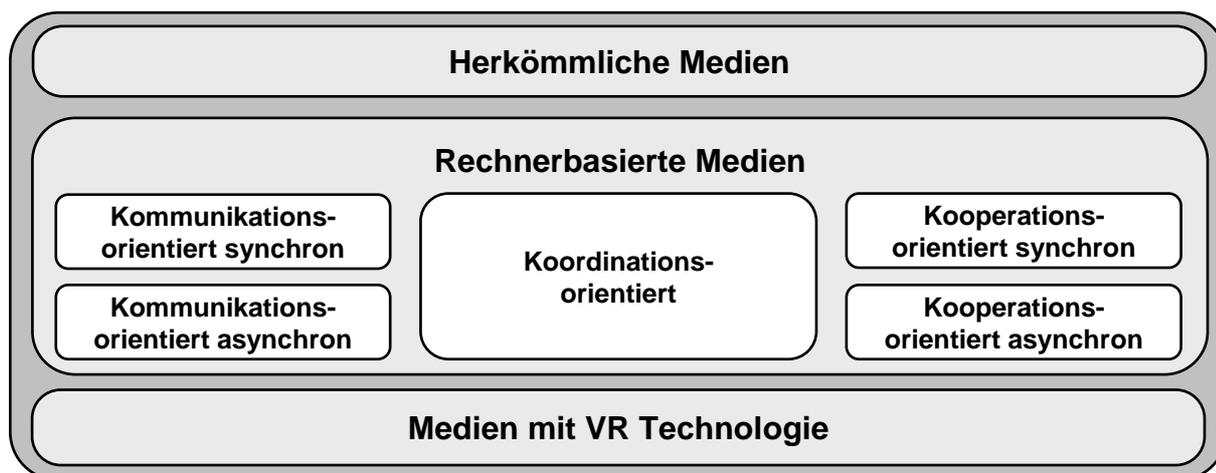


Abbildung 3-1: Struktur der Kommunikationsmedien

### 3.1.1 Herkömmliche Medien

Als herkömmliche Kommunikationsmedien werden in Anlehnung an [GAUL 2001, S. 104] diejenigen Medien betrachtet, die bereits lange vor Entstehung des World Wide Web (WWW) und rechnerbasierten Informations- und Kommunikationstechnologien verfügbar waren.

Die audiovermittelte Kommunikation wird durch die Medien Telefon und Anrufbeantworter bzw. Voice-Mail-System (System das Sprachnachrichten übermittelt) realisiert. Telefone lassen sich dabei auch zu Telefonkonferenzen von mehr als zwei Teilnehmern zusammenschalten und werden häufig für verabredete Telebesprechungen und spontane Telegespräche eingesetzt [KAISER 2001, S. 164]. Darüber hinaus sind Faxgeräte verbreitet, die die schnelle Übermittlung schriftlicher Mitteilungen auf analogem Weg über eine Telefonleitung ermöglichen. In diesem Sinne stellt auch der Versand von Hardware, der gewöhnlich per Brief oder Paket erfolgt, als "Vermittlungsträger von Informationen" eine Ausprägung der Kommunikation dar. Obgleich kein wirkliches Objekt oder Produkt, lässt sich auch das persönliche Treffen oder Face-to-Face-Meeting als eine Art Kommunikationssystem betrachten und in die Gruppe der herkömmlichen Medien einordnen.

Obwohl die meisten dieser Medien heutzutage durch Computertechnologie ersetzt werden könnten, haben sie doch aufgrund der weiten Verbreitung und Verbindung mit unserem Alltag immer noch eine sehr große Bedeutung. Daher sind die herkömmlichen Medien (immer noch) für die Unterstützung der verteilten Produktentwicklung gut geeignet. Telefon, Fax, der Versand von Hardware und persönliche Besprechungen werden auch in den nächsten Jahren ihren Platz in verteilten Entwicklungsprozessen behalten. Vor allem wegen der ständig wachsenden Kapazität des Internets ist die Kommunikation aber schon lange nicht mehr nur auf die traditionellen Kommunikationsmedien beschränkt [SCHUELLER & BASSON 2001]. Steigende Kapazitäten von Rechnern und Datenverbindungen und die wachsende Integration von Informationstechnik in unseren Alltag werden in Zukunft aber zu der Möglichkeit führen die herkömmlichen Medien vollständig zu ersetzen.

### 3.1.2 Rechnerbasierte Medien

Die rechnerbasierten Kommunikationsmedien lösen in ihrer Bedeutung zunehmend die herkömmlichen Medien zur Unterstützung der verteilten Entwicklung ab. Auch die Forschung zur Unterstützung des verteilten Arbeitens beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit diesen elektronischen Medien [KLEMMER & EVERITT 2003, S. 878]. HERBST weist darauf hin, dass dem erhöhten Kommunikationsbedarf in der Produktentwicklung wesentliche Fortschritte in der Entwicklung computergestützter Kommunikationstechnologien und die unterdessen flächendeckende Verbreitung digitaler Kommunikationsnetze in vielen Industrienationen gegenüberstehen [HERBST 2000, S. 2].

Die wachsende Bedeutung der rechnerbasierten Kommunikationsmedien äußert sich in einer großen Vielfalt an Produkten. Aus diesem Grund wird in Anlehnung an [TEUFEL ET AL. 1995] eine Unterteilung der Medien in „kommunikationsorientierte Systeme“, die in erster Linie direkt der Kommunikation dienen, in „koordinationsorientierte Systeme“, die in erster Linie direkt der Koordination dienen, und in „kooperationsorientierte Systeme“, deren direkte Zielsetzung vor allem auf der Ebene der Kooperation liegt, vorgenommen. In Anlehnung an [JOHANSEN 1988] werden die beiden Untergruppen kommunikationsorientiert und kooperationsorientiert jeweils noch einmal in „synchron“ und „asynchron“ unterteilt, je nachdem ob die betrachteten Systeme vorrangig für gleichzeitige (synchrone) oder nicht gleichzeitige (asynchrone) Verwendung konzipiert sind.

#### **Kommunikationsorientierte synchrone Werkzeuge (Konferenzsysteme)**

Kommunikationsorientierte Werkzeuge dienen in erster Linie zur Unterstützung des Nachrichtenaustausches zum Zwecke der Kommunikation. Die Kommunikation erfolgt hier synchron, also zeitgleich. In dieser Untergruppe stehen heutzutage folgende Werkzeuge zur Verfügung:

##### **Schriftliche Kommunikation – Instant Messaging und Chat**

Textbasierte Konferenzsysteme (Chat- bzw. Instant Messaging Systeme) ermöglichen eine schriftliche Kommunikation in Echtzeit. Nachrichten lassen sich entweder an einzelne oder an alle Kommunikationspartner adressieren [KAISER 2001, S. 160]. Die Nachrichten können im Konferenzbereich (Chatroom) gelesen werden. Der Dialog zwischen den Partnern kann gespeichert werden und steht dann später als Diskussionsprotokoll zur Verfügung. Heutige Chatanwendungen verfügen häufig über weitere Funktionen wie Kontaktlisten, Statusanzeigen (Erreichbarkeit) und Dateiübertragungsfunktionen. Einige Systeme erlauben auch eine asynchrone Kommunikation (die Nachricht wird zugestellt, wenn der Empfänger wieder online ist). Chatsysteme sind als Einzelsysteme verfügbar (z. B. ICQ, IRC), finden sich aber meist als zusätzliche Funktion in den verschiedensten rechnerbasierten Kommunikationsmedien.

##### **Audiovermittelte Kommunikation – Telefon als Voice over IP**

Bei der audiovermittelten Kommunikation werden Nachrichten mittels gesprochener Sprache in Echtzeit ausgetauscht. Neben herkömmlichen Telefonanlagen gewinnt die rechnerbasierte Internettelefonie (Voice over IP / VoIP) immer mehr an Bedeutung. Hierfür wird neben dem Internetanschluss ein Mikrofon oder ein Headset als zusätzliche Hardware an den Rechner

angeschlossen. Es sind sehr kostengünstig auch Konferenzschaltungen mit vielen Teilnehmern möglich. Probleme entstehen vor allem bei mangelnder Bandbreite des Netzwerkes, die sich in großen Verzögerungen und schlechter Qualität widerspiegelt. Auch unterstützen nicht alle Produkte einen Vollduplexbetrieb (gleichzeitiges Hören und Sprechen), sodass eine explizite Rederechtvergabe notwendig wird [KAISER 2001, S. 161].

### **Videovermittelte Kommunikation – Videokonferenzsysteme**

Videokonferenzsysteme unterstützen auch die nonverbale Kommunikation zwischen Gesprächspartnern mit Hilfe von Gestik und Mimik. Zudem liefern sie viele Kontextinformationen, da Objekte, Personen und Ereignisse im Aufnahmebereich sichtbar sind [KAISER 2001, S. 161]. Ziel ist es eine Kommunikation zu ermöglichen, die der persönlichen (Face-to-Face) Kommunikation näher kommt, als es mit Telefonkonferenzen möglich ist. Mehrpunktkonferenzen (Multipoint), bei denen drei oder mehr Parteien kommunizieren, sind möglich. Die Bildqualität (Bildwiederholfrequenz und Auflösung) ist im Wesentlichen abhängig von der Bandbreite des Kommunikationsnetzes und den eingesetzten Kompressionsalgorithmen [LUCZAK & EVERSHEIM 1999, S. 30]. Videokonferenzen werden praktisch immer durch eine gleichzeitige Audiokonferenz unterstützt.

Kommunikationsorientierte synchrone Werkzeuge sind sehr gut für die Unterstützung der verteilten Produktentwicklung geeignet. Die Systeme mit schriftlicher Kommunikation haben zwar den Vorteil, dass sich sehr gut Protokolle der Besprechungen festhalten lassen, sind aber etwas unkomfortabel zu bedienen. Für kurze Abstimmungen sind diese Systeme aber ausreichend. Audiosysteme werden meist für verabredete Telebesprechungen und spontane Telegespräche eingesetzt. Aufgrund der besseren Qualität und Infrastruktur kommen hier aber meist (noch) herkömmliche Telefone zum Einsatz. Videovermittelte Kommunikation kann auch für gemeinsame Arbeit an physikalischen Objekten genutzt werden, und ist insbesondere für Besprechungen gut geeignet, die komplexe Aufgaben wie Verhandlungen erfordern [KAISER 2001, S. 164f].

### **Kommunikationsorientierte asynchrone Werkzeuge**

Die kommunikationsorientierten asynchronen Werkzeuge dienen zwar auch in erster Linie dem Nachrichtenaustausch zum Zwecke der Kommunikation, sind aber vor allem für die asynchrone, also nicht zeitgleiche Kommunikation konzipiert. In diese Untergruppe fallen die folgenden Anwendungen:

#### **Elektronische Postsysteme – E-Mail-Systeme**

E-Mail-Systeme erlauben es Briefe elektronisch zu verfassen, zu versenden und zu empfangen und die Dokumente zu organisieren [MAAß 1991, S. 13]. Entwicklungsziel von E-Mail-Systemen war die Kommunikation zwischen einem Sender und einem oder mehreren verschiedenen Empfängern [GROSS 2003, S. 46]. Die Einrichtung von Verteilerlisten unterstützt diese Kommunikation. Alle Mitglieder einer Verteilergruppe empfangen die E-Mail, obwohl der Sender nicht alle Mitglieder kennen muss. Um E-Mails lesen zu können, benötigt man einen Mailbenutzerdienst (E-Mail-Client), z. B. Outlook™, Thunderbird™, Eudora™ etc. Daneben gibt es noch Web-basierte E-Mail-Clients, wie sie in vielen Groupware-Systemen integriert sind. Neben der reinen Übermittlung von Text unterstützt E-

Mail auch das Übertragen von beliebigen (allerdings in der Größe beschränkten) Dateien als Anhang mit der jeweiligen E-Mail.

### **Foren – Bulletin-Board-Systeme**

Neben E-Mail-Systemen bieten Foren (Bulletin-Boards) eine Unterstützung der asynchronen Kommunikation. Diese Systeme bieten die Möglichkeit Gruppen einzurichten. Gruppenmitglieder können Beiträge einstellen und die Beiträge anderer Gruppenmitglieder lesen. Diese Systeme bieten mehr Strukturierungsmöglichkeiten als E-Mail und sind von ihrer Technik her nicht verteilt, sondern werden von einem zentralen Server verwaltet [PANKOKE-BABATZ 2001, S. 170].

### **Newsgroups**

Newsgroups bieten im Gegensatz zu Foren eine weltweit offene themenspezifische Verteilung von Beiträgen. Es existieren keine festgelegten Gruppen und jeder kann auf die Beiträge anderer zugreifen. Die Gruppe ergibt sich aus den Interessenten für ein bestimmtes Thema. Um an Newsgroups teilzunehmen, benötigt man einen Newsreader, der z. B. bei vielen Mailbenutzerdiensten integriert ist [PANKOKE-BABATZ 2001, S. 171].

Kommunikationsorientierte asynchrone Werkzeuge sind sehr gut für die Unterstützung der verteilten Produktentwicklung geeignet. Allen voran E-Mail hat sich im Laufe der Zeit als wichtiges alltägliches Kommunikationsmedium durchgesetzt und ist aufgrund der allgemeinen Verfügbarkeit und einfachen Anwendung nicht mehr aus verteilten Prozessen wegzudenken. Auch Foren finden in Entwicklungsprozessen immer mehr Verwendung. Die strukturierte Darstellung von Beiträgen macht sie als Informationsbasen z. B. für häufige Probleme (FAQ's) und für Diskussionen aller Art attraktiv.

### **Koordinationsorientierte Werkzeuge**

Koordinationsorientierte Werkzeuge dienen in erster Linie zur Koordination, das heißt zur Abstimmung von Aktivitäten und Aufgaben im verteilten Entwicklungsprozess. Die produktive Arbeit (Kooperation) am Projekt und die Kommunikation zwischen den einzelnen Teammitgliedern wird also nur indirekt unterstützt.

### **Elektronische Kalendersysteme, Gruppenterminkalender**

Terminkoordination in Gruppen wird umso schwieriger, je mehr Personen betroffen sind. Bei verteilten Teams kommt erschwerend hinzu, dass sich die Teammitglieder nur selten zufällig treffen und sich eventuell die Arbeitszeiten nur wenig bis gar nicht überschneiden. Elektronische Kalender sind Systeme zur Unterstützung der Koordination von Terminen und Aktivitäten in solchen Gruppen [HADJICHARALAMBOUS 2002, S. 71]. Insbesondere elektronische Gruppenterminkalender wurden schon früh als relevante Technologie für verteiltes Arbeiten betrachtet und sind inzwischen eine weit verbreitete Werkzeuggruppe. In zentralen Kalendersystemen können berechnigte Mitglieder ihre Termine einstellen und gegenseitig einsehen. Der Gruppenterminkalender bietet dabei die Möglichkeit freie Termine für eine bestimmte Gruppe automatisch suchen zu lassen und einzutragen. Normalerweise bestehen Möglichkeiten die sehr große Transparenz in diesen Systemen einzuschränken, da sie nicht immer gewollt ist [SCHWABE 2001, S. 175].

### **Workflow-Systeme**

Koordination ist ein wichtiger Aspekt der Steuerung von Tätigkeiten innerhalb einer Gruppe [SCHLICHTER ET AL. 2001, S. 6]. Workflow-Systeme ermöglichen eine zentrale Koordination von strukturiert ablaufenden Aktivitäten durch Vorgangsteuerung. Vorgänge werden nach vorher festgelegten Regeln auf einem festen Pfad automatisch durch eine Organisation geleitet und den zuständigen Bearbeitern nacheinander zugestellt [SCHWABE 2001, S. 176]. Workflowmanagement stellt eine Technologie zur Umsetzung von Anwendungsprozessen dar. Workflowmanagementsysteme dienen dabei dem Aufbau von betrieblichen, technischen oder verwaltungstechnischen Anwendungssystemen. Ihre Stärken liegen insbesondere bei einer systematischen und kontinuierlichen Optimierung bereits etablierter Geschäftsprozesse [JABLONSKI 2001, S. 207].

### **Projektmanagementwerkzeuge**

Projektmanagementwerkzeuge dienen in erster Linie der zentralen Koordination von unstrukturiert ablaufenden Aktivitäten. Diese Werkzeuge unterstützen die Koordination verteilter Projekte, indem sie die Planung der Aktivitäten und Ressourcen der beteiligten Akteure unterstützen und den Status verfolgen. Grundsätzlich sind viele der verfügbaren Projektmanagementwerkzeuge auch für die Koordination verteilter Projekte geeignet. Eventuell ist eine Anpassung bzw. Erweiterung dieser Systeme auf die speziellen Anforderungen des verteilten Projektmanagements möglich und sinnvoll [SCHWABE 2001, S. 176].

Verteilte Entwicklungsprozesse benötigen mehr explizite Koordination als nicht verteilte Prozesse. Insofern sind Werkzeuge, die die Koordination unterstützen auch zur Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse geeignet. Insbesondere Gruppenterminkalender können mit einfachen Mitteln viel Unterstützung bieten. Workflow-Systeme und Projektmanagementwerkzeuge können vor allem dann Unterstützung bieten, wenn sie auch bei gleichartigen, nicht verteilten Prozessen erfolgreich eingesetzt werden können.

### **Kooperationsorientierte synchrone Werkzeuge**

Synchrone Zusammenarbeit von Personen, wie sie in der verteilten Entwicklung auftritt, findet meist auf der Basis gemeinsamer Arbeitsobjekte statt. Mit Hilfe von kooperationsorientierten synchronen Werkzeugen wird versucht die Arbeit an gemeinsamen, elektronisch gespeicherten Dokumenten zu ermöglichen. Dabei erfordert die Bearbeitung gemeinsamer elektronischer Objekte spezielle Funktionen zur Unterstützung und Optimierung der Kooperation. Dies betrifft die Bereitstellung von gemeinsamen Dokumenten (Texte, Bilder etc.), die Ermöglichung gemeinsamer und individueller Sichten auf die Inhalte, die Modellierung von Gruppensitzungen und die Ermöglichung von Gruppenwahrnehmung [HOLMER ET AL. 2001, S. 181]. Die Möglichkeit gemeinsamer Sichten auf das Material zu haben wird normalerweise mit dem Konzept WYSIWIS – „What You See Is What I See“, verbunden, d.h. alle Benutzer einer Sitzung sehen zu jedem Zeitpunkt das Gleiche auf ihren Bildschirmen.

### **Anwendungsverteilung – Application Sharing Systeme**

Mit dem Begriff Application Sharing bzw. auch Anwendungsverteilung oder Computer Conferencing bezeichnet man das gemeinsame, gleichzeitige Nutzen von Anwendungen von mehreren Beteiligten z. B. als Bestandteil von Konferenzprogrammen [FINGER 1999, S. 32]. Application Sharing findet in einer verteilten Umgebung (Shared Environment) statt. Anwender verwenden eine private und eine verteilte Umgebung auf ihrem Desktop. Ein wesentlicher Bestandteil dieser verteilten Umgebung ist die Möglichkeit, jede Anwendung, die nur auf einem Rechner installiert ist, weiteren Teilnehmern in Echtzeit zur Verfügung zu stellen [HADJICHARALAMBOUS 2002, S. 69]. Zu diesem Zweck wird das grafische Abbild des von dem Konferenzinitiators gestarteten Anwendungsprogramms (z. B. eine CAD-Anwendung) an alle anderen Teilnehmer verteilt [LUCZAK & EVERSHEIM 1999, S. 31], ohne dass diese die gleiche Anwendung auf ihren Rechnern installiert haben müssen. Die Steuerung des Zugriffes auf die Anwendung kann an beliebige Teilnehmer übertragen werden. Analog zur Umleitung bzw. Vervielfältigung des grafischen Abbildes werden in diesem Fall die Maus und Tastatureingaben an den entsprechenden Rechner umgeleitet. Ein gleichzeitiges Arbeiten an unterschiedlichen Stellen einer Datei ist auf diese Weise also nicht möglich.

### **Elektronisches Zeichenbrett – Shared Whiteboard**

Bei der Verwendung des Shared Whiteboard arbeiten die Teilnehmer synchron auf einer gemeinsamen Arbeitsfläche, die an mehrere Rechner verteilt wird und die von mehreren Rechnern gleichzeitig bearbeitet werden kann. Genutzt wird dies häufig um Probleme zu diskutieren und unstrukturiert Informationen zu generieren [HADJICHARALAMBOUS 2002, S. 70]. Mit Zeige- und Skizziermöglichkeiten können die Anwender gleichzeitig auf die Arbeitsfläche zugreifen und diese editieren. Diese Arbeitsfläche ist häufig ein eigenes Fenster (weiße Zeichenfläche, in die gegebenenfalls Grafiken, Screenshots u. ä. geladen werden können). Die generierten Inhalte können zum Zweck der Dokumentation gespeichert werden. Im Gegensatz zum Application Sharing ist bei dieser Anwendung ein gleichzeitiges Editieren einer Abbildung durch mehrere Benutzer möglich.

### **Synchrone Mehrbenutzereditoren – Joint-Editing-Systeme**

Diese kooperativen Echtzeitbearbeitungssysteme ermöglichen mehreren Benutzern ein synchrones Bearbeiten von Daten [HOFFMANN 2000, S. 49]. Alle berechtigten Benutzer können gleichzeitig auf die Dokumente zugreifen und diese editieren. In der Textverarbeitung werden z. B. Bereiche auf verschiedene Anwender verteilt, d.h. nur für seinen Abschnitt besitzt der Autor eine Änderungsberechtigung. Besondere Aufmerksamkeit muss in diesem Fall der Datenkonsistenz gewidmet werden.

Synchrone kollaborationsorientierte Werkzeuge sind zur Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse sehr gut geeignet. Insbesondere Application Sharing und Shared Whiteboard Anwendungen bieten die Möglichkeit gleichzeitiges gemeinsames Arbeiten an einer Aufgabe auch über große Entfernungen so zu unterstützen, als wären alle Beteiligten an einem Rechner versammelt. Auch synchrone Mehrbenutzereditoren sind hilfreich, allerdings bei Anwendungen speziell aus dem Bereich Maschinenbau (CAD, CAE) nach Kenntnis des Autors nicht als marktreife Produkte vorhanden.

### **Kooperationsorientierte asynchrone Werkzeuge**

Kooperationsorientierte asynchrone Werkzeuge werden zur Unterstützung von nicht-gleichzeitiger Arbeit in der Zusammenarbeit eingesetzt. Diese Werkzeuge unterstützen den Gruppenarbeitsprozess durch Zugriffsmöglichkeiten auf gemeinsam genutzte Arbeitsmittel (insbesondere Daten) [APPELT ET AL. 2001, S. 194].

### **Asynchrone Mehrbenutzereditoren**

Ähnlich den synchronen Co-Autorensystemen können die Benutzer Daten (zu unterschiedlichen Zeitpunkten) bearbeiten. Zur Orientierung werden dabei z. B. die veränderten Stellen markiert [SEITZ 1995, S. 57]. Dadurch werden die Änderungen für alle sichtbar dokumentiert. Zusätzlich ist es häufig möglich einzelne Änderungen rückgängig zu machen, bzw. sehr einfach einen bestimmten Bearbeitungszustand wieder herzustellen. Auch so genannte Wiki-Seiten (von jedem einfach editierbare Internetseiten) fallen in diese Kategorie.

### **Dokumenten-Management Systeme – File Sharing Systeme**

Bei diesen Systemen wird der Schwerpunkt auf die Verwaltung von Dokumenten gelegt. Mit Dokumenten sind Daten aller Art wie z. B. Text, Bilder oder CAD-Daten gemeint. Die Daten sollen von Mitarbeitern schnell gefunden, editiert und wieder abgelegt werden können. Als File Sharing Systeme werden hier Systeme verstanden, die die Möglichkeit bieten, Dateien über/auf einem gemeinsamen Server ablegen und austauschen zu können. Häufig ist eine automatische Versionisierung der Daten implementiert. Auch Produktdatenmanagementsysteme (die häufig Funktionen von Workflow-Systemen beinhalten) können hier eingeordnet werden.

Kooperationsorientierte asynchrone Werkzeuge stellen wichtige Funktionen zur Unterstützung der verteilten Entwicklung zur Verfügung. Asynchrone Dateneditierung ist eine der wichtigsten Funktionen. Grundsätzlich sind dafür keine speziellen Editoren erforderlich. Daten, die z. B. über ein Netzwerk allen Gruppenmitgliedern zur Verfügung stehen, können auch ohne zusätzliche Editoren asynchron bearbeitet werden. Allerdings machen Editoren in diesem Bereich die Arbeit komfortabler. Ähnlich verhält es sich mit Dokumenten-Management Systemen. Grundsätzlich erfordert es relativ wenig Aufwand Daten z. B. über einen Server allen Beteiligten zur Bearbeitung zugänglich zu machen. Dokumenten-Management Systeme leisten aber noch deutlich mehr, indem sie eine Struktur und Versionisierung der Daten, eine Kontrolle des Zugriffs und viele weitere nützliche Funktionen ermöglichen.

### **Fazit rechnerbasierte Kommunikationsmedien**

Insgesamt lässt sich feststellen, dass rechnerbasierte Kommunikationsmedien eine sehr breite Möglichkeit für die Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse bieten. Auch wenn [VAJNA & MAROSVARY 2004] schreiben, dass die Verwendung elektronischer Medien alleine für eine effektive Zusammenarbeit noch nicht ausreichend ist, so stellen rechnerbasierte Kommunikationsmedien sicherlich eines der wichtigsten Felder für die Unterstützung der verteilten Entwicklung dar. In den letzten Jahren konnte eine deutliche technische Entwicklung vor allem in den Bereichen Voice over IP (VoIP), und Konferenzsysteme

beobachtet werden, die sich insbesondere in der zunehmenden Alltagstauglichkeit und einer damit einhergehenden größeren Verbreitung bemerkbar macht. Exemplarisch soll hier das System des derzeitigen Marktführers SKYPE™ [SKYPE 2007] genannt werden, das inzwischen auch zu Videokonferenzen fähig ist. Ebenso wie bei dem System Netviewer™ [NETVIEWER 2007], das eine Reihe von den in diesem Kapitel angesprochenen Funktionalitäten integriert, werden auf Basis von http-Tunneln die Firewalls umgangen, die bisher sehr große Hindernisse darstellten. Aufgrund dieser Entwicklung ist es mittlerweile möglich, mit sehr geringem Aufwand VoIP, Videokonferenzen, Application Sharing und andere Computerkonferenzen über nahezu jeden Rechner mit Internetanschluss zu betreiben. Es bleiben Probleme mangelnder Bandbreite bestehen, die sich insbesondere bei interkontinentalen Verbindungen in Qualität und Zeit der Übertragung von einem theoretisch möglichen, exzellenten Standard bis hin zur totalen Unbrauchbarkeit bewegen können. Hier sind in der Zukunft weitere Verbesserungen durch effektivere Kompressionsalgorithmen und den Ausbau von Breitbandverbindungen zu erwarten.

### 3.1.3 Kommunikationsmedien mit VR-Technologie

Idealerweise sollte verteilte Arbeit in einer solchen Art und Weise durch Technologie unterstützt werden, dass verteilte Teams im Vergleich zu nicht verteilten Teams zumindest gleich gut, wenn nicht sogar besser gemeinsam arbeiten können. Versuche diesem Idealbild näher zu kommen werden häufig mit dem Begriff „Telepräsenz“ in Verbindung gebracht, den STEUER als „die Erfahrung der Anwesenheit in einer Umgebung durch den Einsatz eines Kommunikationsmediums“ definierte [STEUER 1992, S. 76]. Telepräsenz vermittelt also dem Benutzer mit Hilfe eines Kommunikationsmediums den Eindruck, sich an einem anderen Ort zu befinden. Dabei unterscheidet STEUER die Dimensionen Lebhaftigkeit (vividness), die sich auf die Möglichkeit der Technik bezieht eine sensorisch reiche Umwelt darzustellen und Interaktivität (interactivity), die sich auf die Möglichkeiten des Nutzers bezieht diese Umwelt zu beeinflussen [STEUER 1992, S. 80]. Anhand dieser Definitionen lässt sich leicht ableiten, dass Telepräsenz auf die Umsetzung eines Kommunikationsmediums mit Mitteln der Virtuellen Realität (VR) abzielt.

### **Virtuelle Realität in der Produktentwicklung**

Unter virtueller Realität (VR) versteht man eine computergenerierte Umgebung, die ein Betrachter mit seinen natürlichen Sinnen als die ihn umgebende Realität erlebt und mit der er interagieren kann [Müller 2006, S. 31]. Demnach unterscheidet sich virtuelle Realität von herkömmlichen Benutzerschnittstellen durch die Ausprägung der drei Parameter Immersion (Eintauchen in die virtuelle Welt durch die Ansprache möglichst vieler Sinne), Interaktion (die Möglichkeit mit der virtuellen Welt zu interagieren und diese zu manipulieren) und Imagination (das Gefühl Teil der virtuellen Welt zu sein).

Nach einem Bericht des Fraunhofer IPA [RUNDE & DECKER 2003, S. 18] kommen sowohl in der Produktionsplanung als auch in der Produktentwicklung vermehrt VR-Technologien (in Form von stereografischer 3D-Visualisierung) zum Einsatz. Üblicherweise werden diese in Verbindung mit Hochleistungsprojektionssystemen wie z. B. Powerwall™ oder Cave realisiert. Anwendung finden diese Systeme in Forschung und Entwicklung oder auch in

speziellen Abteilungen großer Unternehmen der Automobil- und der Luftfahrtbranche. Über diese Spezialbereiche hinaus werden VR-Technologien in Unternehmen allgemein nur wenig eingesetzt. Ein Großteil der Industrieunternehmen hat sich noch nicht mit VR-Technologien beschäftigt bzw. gibt sogar an, dass diese Technologie ihnen unbekannt ist. Im täglichen Leben der Mehrheit von Entwicklungsingenieuren und Konstrukteuren spielt VR bisher somit kaum eine Rolle. Offenbar bilden dabei die hohen Kosten (von High-end-Anwendungen) und der unklare Nutzen des VR-Technologieeinsatzes die größten Barrieren [RUNDE & DECKER 2003, S. 19]. Allerdings ist es im Zuge der Entwicklung immer leistungsfähigerer PCs heutzutage möglich VR-Anwendungen (zumindest eine stereografische Abbildungen) auf PCs umzusetzen, deren Kosten nur unwesentlich über denen von herkömmlichen CAD-tauglichen PCs liegen.

Insgesamt zeichnet sich im VR-Bereich die Tendenz ab, die relativ weit entwickelten Möglichkeiten VR zur Betrachtung von virtuellen Umgebungen einzusetzen, um Möglichkeiten zur intuitiven Interaktion und Gestaltung in virtuellen Umgebungen zu ergänzen. In dem in MÜLLER ET AL. beschriebenen Medium wird neben der 3D-Visualisierung auch eine intuitive Interaktion ermöglicht [MÜLLER ET AL. 2004]. Insbesondere wird das Erzeugen und Editieren von Geometriedaten ermöglicht. Darüber hinaus spielt zunehmend die Frage eine Rolle, wie die erzeugten VR-Daten, beispielsweise in CAD-Systemen, weiterverwendet werden können. In [DIEHL ET AL. 2004A] und [DIEHL ET AL. 2004B] werden Lösungsansätze, die sich mit dieser Problematik beschäftigen, vorgestellt.

Allgemein lassen sich in Bezug auf die technische Machbarkeit der Darstellung von Geometrien mit VR, von der meist relativ teuren Hardware einmal abgesehen, kaum Einschränkungen erkennen. Obwohl die Machbarkeit in Form von Prototypen gezeigt ist, befindet sich das Erstellen von Geometrien mittels VR aber noch in der Entwicklungsphase. Insbesondere ist es bisher problematisch, die mit diesen Systemen erzeugten Daten wieder in CAD-Systeme zu integrieren.

Ein Einsatz in der Praxis ist besonders bei den Betrachtungstechnologien gegeben. Allerdings ist der Einsatz auch aufgrund der hohen Kosten und des unklaren Nutzens noch relativ beschränkt.

### **Virtuelle Realität zur Unterstützung der Kommunikation**

Obwohl die Visualisierung mittels VR-Technologie schon seit längerem Stand der Technik ist, ist die Nutzung von VR als Kommunikationsmedium noch wenig verbreitet. Beispielhaft werden im folgenden einige Prototypen vorgestellt, die diesen Ansatz verfolgen.

Der von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderte SFB 453 „Wirklichkeitsnahe Telepräsenz und Teleaktion“ beschäftigt sich aktuell mit Fragestellungen der Telepräsenz (der Möglichkeit in einer entfernten Umgebung mit der Hilfe technischer Mittel präsent zu sein) und Teleaktion (der Möglichkeit in der entfernten Umgebung aktiv einzugreifen). In diesem Zusammenhang werden auch Technologien aus dem Bereich der virtuellen Realität eingesetzt. Neben akustischen und visuellen werden hier haptische Sinneseindrücke berücksichtigt. Ziel des SFBs ist es dabei vorrangig die Barrieren zwischen dem Operator und dem Teleoperator auf der anderen Seite zu überwinden. [SFB 453 2007] gibt einen Überblick

über den gesamten SFB, in [IWB 2004] wird insbesondere der Einsatz der Telepräsenz aus Sicht der Produktionstechnik betrachtet.

Das System Covise™ von Visenso (ehemals Viricity) [KUFER 2002] und [VISENSO 2006] ermöglicht das verteilte Darstellen von Objekten mittels VR. Ein Editieren der Geometrien, die zuvor in ein eigenes Dateiformat oder das offene Format VRML (Virtual Reality Markup Language) umgewandelt werden, ist nicht vorgesehen. Aufgrund des Aufbaus des Systems, bei dem nur die Eingabedaten, wie z. B. die Bewegungen der Maus, und nicht die komplette Geometrie übertragen werden, benötigt der Einsatz des Systems nur verhältnismäßig geringe Netzwerkressourcen.

KLOCKE ET AL. beschreiben im Rahmen des BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) Projektes „Provit“ einen virtuellen Konferenzraum mit Verknüpfung von Techniken der VR und der Videokonferenz [KLOCKE ET AL. 2003]. Die CAD-Daten werden dabei mittels VR in einer virtuellen Umgebung dargestellt. Zusätzlich wird jeder Partner an seinem Standort mit einer Videokamera aufgenommen und das Bild in die virtuelle Umgebung integriert. Das System „Avango“ übernimmt dabei die Darstellung der CAD-Daten, sowie der Audio- und Videodaten.

Ähnliches bietet das System ARCADE [FRAUNHOFER 2006], das neben der Verknüpfung von Kommunikations- und VR-Technik, vor allem die Möglichkeit bietet, gemeinsam Modelle im virtuellen Raum zu erstellen und zu modifizieren. Das Videokonferenzbild wird dabei in ein VR-Bild integriert, das gemeinsam von unterschiedlichen Rechnern aus betrachtet werden kann.

Das System „Blue-C“, bei dem die Anwender nicht nur als einfaches Videobild, sondern in 3D als reale Personen und in voller Lebensgröße in eine virtuelle Umgebung integriert werden, kommt der Vorstellung von vollständiger Telepräsenz schon recht nahe und wird in [GROSS ET AL. 2003] vorgestellt. Der Aufbau eines solchen Systems an der ETH Zürich zeigt die grundsätzliche Realisierbarkeit mit heutigen technischen Mitteln, aber auch den immensen technischen Aufwand für eine solche Anlage.

Grundsätzlich lassen sich Potenziale identifizieren die verteilte Produktentwicklung mit Kommunikationsmedien, die über VR-Technologie verfügen, zu unterstützen. Die technische Machbarkeit, VR-Technologien zur Kommunikation einzusetzen, wird durch verschiedene Produkte gezeigt. Insbesondere die Darstellung von Geometrien mit VR zur Kommunikation wird von am Markt erhältlichen Produkten beherrscht. Problematischer ist noch das gemeinsame Editieren von Modellen, die grundsätzliche Machbarkeit wird aber auch hier anhand von Prototypen gezeigt. Einem regulären Einsatz einer wirklichkeitsnahen Telepräsenz, wie sie z. B. mit dem Projekt „Blue-C“ verfolgt wird, werden aber der hohe technische und finanzielle Aufwand, verbunden mit den benötigten hohen Datenraten zur Kommunikation noch einige Zeit im Wege stehen. Detaillierte Untersuchungen, in welchem Maße diese neuen, VR-gestützten Medien den verteilten Entwicklungsprozess tatsächlich verbessern, sind bisher allerdings kaum vorhanden.

## 3.2 Aktueller Einsatz von Kommunikationsmedien

Nachdem im vorangegangenen Teilkapitel die Frage im Mittelpunkt stand, welche Kommunikationsmedien zur Unterstützung der verteilten Entwicklung überhaupt vorhanden sind, wird im Folgenden Teilkapitel der Frage nachgegangen, inwiefern diese Medien auch tatsächlich zur Unterstützung der verteilten Entwicklung zum Einsatz kommen. In einem ersten Schritt werden dabei Erkenntnisse aus der Literatur zusammengefasst, die sich mit dem Einsatz von Kommunikationsmedien in der verteilten Produktentwicklung beschäftigen. In einem zweiten Schritt werden diese um die Ergebnisse einer eigenen detaillierten Umfrage zum aktuellen Einsatz von Kommunikationsmedien in der verteilten Produktentwicklung ergänzt. Unter den Randbedingungen der rechnerbasierten Kommunikationsmedien, die sich mitunter im Abstand von wenigen Monaten erheblich weiterentwickeln, erlaubt die eigene Untersuchung einen detaillierten und aktuellen Blick auf den Einsatz dieser Medien in der Produktentwicklung.

### 3.2.1 Stand der Forschung

ION & MACCALLUM untersuchen den Einsatz von rechnerbasierten Kommunikationsmedien in Produktentwicklungsprozessen Mitte der neunziger Jahre [ION & MACCALLUM 1997]. Einen besonderen Schwerpunkt in diesen Untersuchungen stellen „Shared Workspace Systems“ für synchrones und asynchrones kollaboratives Arbeiten dar, die Funktionen wie Audio, Videokonferenz, Application Sharing usw. integrieren. Insgesamt stellen ION & MACCALLUM zu dieser Zeit einen sehr hohen Grad an Aktivität in der Forschung und am Markt für Kommunikationsmedien fest [ION & MACCALLUM 1997, S. 239]. Letztere äußert sich demnach in einer hohen Zahl an neuen Produkten, welche die kollaborative Arbeit erheblich verbessern sollten. Auf der anderen Seite diagnostizieren sie klare Defizite bezüglich des Reifegrads dieser Produkte. Zusätzlich erläutern sie, dass die Industrie zu dieser Zeit nicht ausreichend bereit ist, die neuen Technologien zu nutzen, insbesondere wenn es sich um kleine und mittelständische Unternehmen handelt.

Im Rahmen des vom BMBF geförderten Verbundprojektes „iViP“ (integrierte virtuelle Produktentstehung) wird berichtet, dass in den letzten Jahren zahlreiche rechnerbasierte Werkzeuge entwickelt worden sind, die zum Ziel haben, die Zusammenarbeit räumlich getrennter Partner in der Produktentwicklung mit der Hilfe unterschiedlicher Medien so komfortabel wie möglich zu gestalten [LUKAS, VON 2002, S. 41]. Dabei wird explizit darauf hingewiesen, dass diese Lösungen, obwohl sie seit Jahren angeboten werden, bei weitem nicht die Verbreitung gefunden haben, die man aus dem Einsatzpotenzial ableiten kann.

In diesem Zusammenhang stellen BÖTTGE ET AL. die Ergebnisse einer Umfrage aus dem Jahr 1999 vor [BÖTTGE ET AL. 2001, S. 24f]. Dabei stellen sie fest, dass die Kommunikation in Unternehmen immer noch hauptsächlich durch die klassischen Kommunikationsmedien wie Telefon, E-Mail, persönliche Besprechungen und Fax, gekennzeichnet ist (Abbildung 3-2).

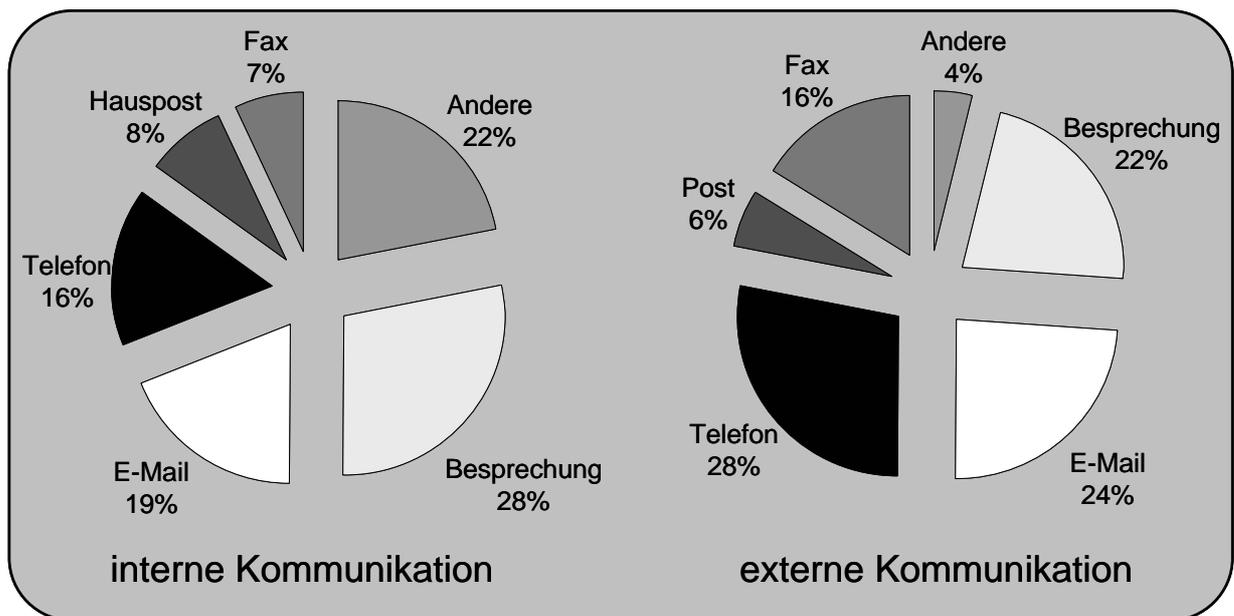


Abbildung 3-2: Kommunikationsverhalten [BÖTTGE ET AL. 2001, S. 24]

Dies gilt nicht nur intern, sondern auch für die Kommunikation mit externen Partnern. Auffällig ist hier der geringe Verbreitungsgrad von Werkzeugen der synchronen Kollaboration, wie Videokonferenz und Application Sharing. Diese Lösungen sind zwar in manchen Betrieben im Testeinsatz, ein tatsächlicher produktiver Einsatz ist aber erst zu einem sehr geringen Prozentsatz zu beobachten [BÖTTGE ET AL. 2001, S. 25]. Im Rahmen dieser Umfrage sind zusätzlich die Wünsche an zukünftige Kommunikations- und Kooperationswerkzeuge abgefragt worden. Hier sollten insbesondere alle Datentypen und sämtliche Anwendungen, die im lokalen persönlichen Einsatz sind, auch im Team eingesetzt werden können. Dabei wurde unter anderem der Bereich VR genannt.

Neben der Frage, inwieweit Kommunikationsmedien in der Industrie eingesetzt werden, beschäftigen sich eine Reihe von Untersuchungen mit der Frage, wo die konkreten Vor- und Nachteile des Einsatzes liegen und welche Gründe dafür sprechen, dass diese Medien offensichtlich noch nicht so weit verbreitet sind, wie es ursprünglich erwartet wurde.

KRISTENSEN folgert, dass Mitglieder von verteilten Teams zumindest teilweise gezwungen sind mittels rechnerbasierter Medien zu kommunizieren, da persönliche Treffen sowohl zeit- als auch kostenintensiv sind [KRISTENSEN 2004, S. 20]. Die Kommunikation in diesen Teams wurde dabei als weniger effizient im Vergleich zu nicht verteilten Teams beobachtet.

Dies wird auch durch die Beobachtungen von RUIZ-DOMINGUEZ ET AL. gestützt, die ein Experiment beschreiben, in dem die Auswirkung des Einsatzes von Kommunikationsmedien auf die Effektivität des Entwicklungsprozesses untersucht wird [RUIZ-DOMINGUEZ ET AL. 2004]. Hier kann gezeigt werden, dass der Entwicklungsprozess beim verteilten Arbeiten langsamer abläuft. Auch ist es aufgrund der Kommunikationsmedien für die Mitarbeiter schwieriger ein gemeinsames Verständnis zu schaffen. Schließlich wird der Bedarf für eine Weiterentwicklung von Medien, insbesondere auf grafischer Basis, zur Förderung von Verständnis, Diskutieren und Bewerten von Lösungen und letztendlich zum Verkürzen der Entwicklungsprozesse abgeleitet.

Trotz der häufigen Berichte über Probleme beim Einsatz von Kommunikationsmedien werden auch positive Studien geschildert. TÖRLIND beschreibt eine Fallstudie mit zwei Partnern aus der Industrie, die Kommunikationsmedien wie Multimedia-Konferenzenanwendungen, Shared Application und eine VR-Anwendung einsetzen [TÖRLIND 2003]. Dabei beobachtet er, dass durch den Einsatz der Kommunikationsmedien die Kompetenz bei beiden Partnern besser genutzt wurde, sowie Werkzeuge und Methoden zu einem klareren Fokus beigetragen und die Zusammenarbeit gefördert haben. JOHNS & SHAW berichten über eine Fallstudie aus dem Bereich Konstruktion und Architektur, bei der Studenten mit Hilfe einer virtuellen, immersiven Echtzeitumgebung miteinander interagieren [JOHNS & SHAW 2006]. Sie beobachten in dieser Untersuchung signifikante Verbesserungen in der Konzeptgenerierung, insbesondere in Hinblick auf die Kreativität.

### 3.2.2 Eigene Untersuchungen

In Anbetracht der Tatsache, dass sich rechnerbasierte Kommunikationsmedien mitunter im Abstand von wenigen Monaten erheblich weiterentwickeln und neue Technologien in diesem Bereich im Rhythmus von wenigen Jahren eingeführt werden (z. B.: WLAN, UMTS, ADSL usw.), scheint es erforderlich für eine Betrachtung des Einsatzes von Kommunikationsmedien auf eine gewisse Aktualität zu achten. Im vorangegangenen Kapitel werden zwar einige aktuellere allgemeine Betrachtungen in der Literatur vorgestellt, die letzte detaillierte Untersuchung [BÖTTGE ET AL. 2001, S. 24f] wurde allerdings schon im Jahre 1999 durchgeführt. Um einen detaillierten und aktuellen Einblick in die Mediennutzung speziell in der verteilten Produktentwicklung zu erhalten, werden eigene Untersuchungen im Jahr 2004 durchgeführt.

#### **Vorgehensweise für die Untersuchungen**

Ziel der Untersuchungen ist es, Informationen zu erhalten, welche der auf dem Markt befindlichen Kommunikationsmedien in der Industrie vorhanden sind und genutzt werden, und welche Medien von den Entwicklern zusätzlich gewünscht werden. Darüber hinaus wird die Frage untersucht, ob unterschiedliche Situationen in der verteilten Entwicklung unterschiedliche Medien erfordern. Die Untersuchungen setzen sich aus einer Fragebogenaktion unter Produktentwicklern in der Industrie und einem Workshop, in dem die Ergebnisse anschließend diskutiert werden, zusammen und werden im Rahmen des DFG geförderten Projektes „Integrierter Kommunikationsraum für die verteilte Produktentwicklung“ (DFG – Li 699/11-1) durchgeführt.

Für die Durchführung der Untersuchungen sind dabei insbesondere folgende Aspekte relevant: die Definition der unterschiedlichen Situationen in der verteilten Entwicklung (für die die Mediennutzung erarbeitet werden soll), der Aufbau des Fragebogens und die Durchführung des abschließenden Workshops. Diese Punkte werden in den folgenden Absätzen dargestellt.

#### **Unterscheidung von Situationen nach dem Grad der Produktkonkretisierung**

Es wird davon ausgegangen, dass die Qualität der Eignung von Kommunikationsmedien in einer bestimmten Situation in einem Zusammenhang mit der Art der Information steht, die

übertragen werden soll. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die effektive Unterstützung des Austausches von Produktinformationen eine wichtige Rolle bei der Entwicklung in einer verteilten Umgebung spielt [STORGA ET AL. 2003], wird abgeleitet, dass unterschiedliche Arten von Produktinformation die Qualität der Eignung von Kommunikationsmedien beeinflussen. In diesem Zusammenhang liegt die Vermutung nahe, dass der Grad der Konkretisierung der Produktinformationen einen Einfluss auf die Eignung von Kommunikationsmedien hat. PAHL & BEITZ und EHRENSPIEL unterteilen den Entwicklungsprozess in die folgenden vier Teilbereiche [PAHL & BEITZ 1993 S. 80], [EHRENSPIEL 2007, S. 245f]: Aufgabe klären, Konzipieren, Entwerfen und Ausarbeiten. Über den hier skizzierten Entwicklungsprozess wird die Produktinformation zunehmend konkreter. OSTERGAARD & SUMMERS stellen eine hierarchische Klassifikation verteilter Entwicklung vor [OSTERGAARD & SUMMERS 2003]. Neben anderen Faktoren bemerken sie, dass die Phase im Entwicklungsprozess einen Einfluss auf den verteilten Entwicklungsprozess haben kann. Sie identifizieren dabei unterschiedliche Ebenen von Konkretisierung (der Produktinformation) unterteilt in: „Konkret“, „Mittel“ und „Abstrakt“ als mögliche Einflussfaktoren.

Wird die Kommunikation in die Kommunikationselemente: Sprache, Text, Skizze und Geste unterteilt [HUET ET AL. 2004], so lässt sich schließen, dass für das Arbeiten an sehr abstrakten Produktinformationen (z. B. eine Anforderungsliste in der Phase der Aufgabenklärung) andere Kommunikationselemente und Medien gebraucht werden, wie für das Arbeiten an eher konkreten Produktinformationen (z. B. eine Funktionsstruktur in der Phase des Konzipierens). Aufbauend auf diesen Überlegungen werden die Situationen in der verteilten Entwicklung, für die die Mediennutzung untersucht werden soll, anhand der Konkretisierung der Produktinformation definiert:

- Arbeiten an abstrakter Produktinformation, wie z. B. Anforderungslisten, Berichte, Pflichtenhefte oder andere Informationen in Textform
- Arbeiten an mittelabstrakter Produktinformation, wie z. B. Skizzen, Funktionsstrukturen, Schaltpläne, Flussdiagramme oder andere unscharfe Produktmodelle
- Arbeiten an konkreter Produktinformation, wie z. B. CAD-Modelle, technische Zeichnungen, DMU-Modelle oder andere konkrete und detaillierte Produktmodelle

### **Fragebogen**

Um Informationen über die Nutzung und Bedeutung der Kommunikationsmedien allgemein und in Bezug auf die oben erarbeiteten Situationen zu erlangen, wird ein Fragebogen entwickelt. Die Befragung findet sowohl postalisch als auch elektronisch über eine Internet-Webseite statt. Entwickler aus der Industrie werden über eine E-Mail aufgefordert an der Befragung teilzunehmen.

Der vollständige Fragebogen befindet sich im Anhang (Kapitel 8.3) dieser Arbeit. Die folgenden Abschnitte geben einen Überblick. Der Fragebogen besteht aus drei unterschiedlichen Teilen. Die meisten Fragen sind im Multiple-Choice-Verfahren zu beantworten, einige Fragen bieten die Möglichkeit für frei formulierte Antworten. Im ersten

Teil des Fragebogens werden Kenngrößen über Teilnehmer und Firma gesammelt. Ein Schwerpunkt ist dabei die Größe der Firma und die Zahl der unterschiedlichen Standorte:

- Tätigkeitsbereich des Teilnehmers
- Zahl der Mitarbeiter im Unternehmen
- Zahl der Standorte des Unternehmens
- Verteilung der Standorte

Im zweiten Teil werden generelle Fragen im Zusammenhang mit den Kommunikationsmedien in der verteilten Entwicklung behandelt. Informationen über Menge und Auswirkung der verteilten Arbeit und vorhandene und gewünschte Kommunikationsmedien werden gesammelt. Ein Schwerpunkt ist die Frage, ob die Teilnehmer einen Einfluss von Kommunikationsmedien auf die verteilte Arbeit feststellen können:

- Anteil und Menge der Arbeitszeit, die „verteilt“ an Projekten gearbeitet wird
- Negativer Einfluss durch verteiltes Arbeiten
- Potenzial der Weiterentwicklung von Kommunikationsmedien
- Vorhandene Kommunikationsmedien
- Gewünschte Kommunikationsmedien

Im dritten Teil des Fragebogens stehen die Nutzung und die Wichtigkeit von typischen Kommunikationsmedien im Zusammenhang mit den oben erarbeiteten Situationen im Vordergrund. Die betrachteten Kommunikationsmedien sind: Post, Fax, E-Mail, Telefon, Videokonferenz, Application Sharing, File Sharing, Chat und Kommunikationsmedien mit Virtual Reality Technologie (siehe Kapitel 3.1.). Ein Muster an Fragen wird bezüglich jedes der genannten Medien abgefragt, um Informationen über die Beziehung zwischen Nutzung und Wichtigkeit bestimmter Medien in bestimmten Situationen und allgemeine Stärken und Schwächen von Medien zu erhalten:

- Nutzung des Mediums
- Häufigkeit der Mediennutzung
- Wichtigkeit des Mediums
- Stärken des Mediums
- Schwächen des Mediums

### **Workshop**

Um weitere Informationen und Rückmeldungen zu den Ergebnissen des Fragebogens zu erhalten, wird ein Workshop organisiert. Die Teilnehmer der Fragebogenaktion und weitere interessierte Personen aus der Industrie werden zur Diskussion der präsentierten Ergebnisse eingeladen. Die Zusammenfassung der Diskussion wird protokolliert. Die Schwerpunkte sind:

- Wichtige Punkte beim Einsatz von Kommunikationsmedien in der verteilten Entwicklung
- Generelle, relevante Aspekte der Gruppenarbeit in der verteilten Entwicklung
- Einführung geeigneter Kommunikationsmedien für die verteilte Entwicklung

### Ergebnisse der Untersuchungen

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse der Fragebogenaktion und auch die wichtigsten Ergebnisse des anschließenden Workshops vorgestellt.

#### Ergebnisse der Fragebogenaktion

Insgesamt nehmen 30 Teilnehmern aus 19 verschiedenen Unternehmen an der Fragebogenaktion teil. Es werden 30 Papierfragebögen ausgegeben, von denen 13 ausgefüllt werden. 17 Fragebögen werden als Online-Version ausgefüllt.

Was die allgemeinen Informationen über die Teilnehmer betrifft (Abbildung 3-3), so kann geschlossen werden, dass die Mehrheit der Teilnehmer aus dem Feld der Forschung und Entwicklung (F&E) und Konstruktion stammen. Einige sind auch im Bereich Management tätig (bei dieser Frage sind Mehrfachantworten möglich). Das typische Unternehmen der Teilnehmer hat mehr als 2000 Mitarbeiter und mehr als 10 Standorte, die interkontinental verteilt sind.

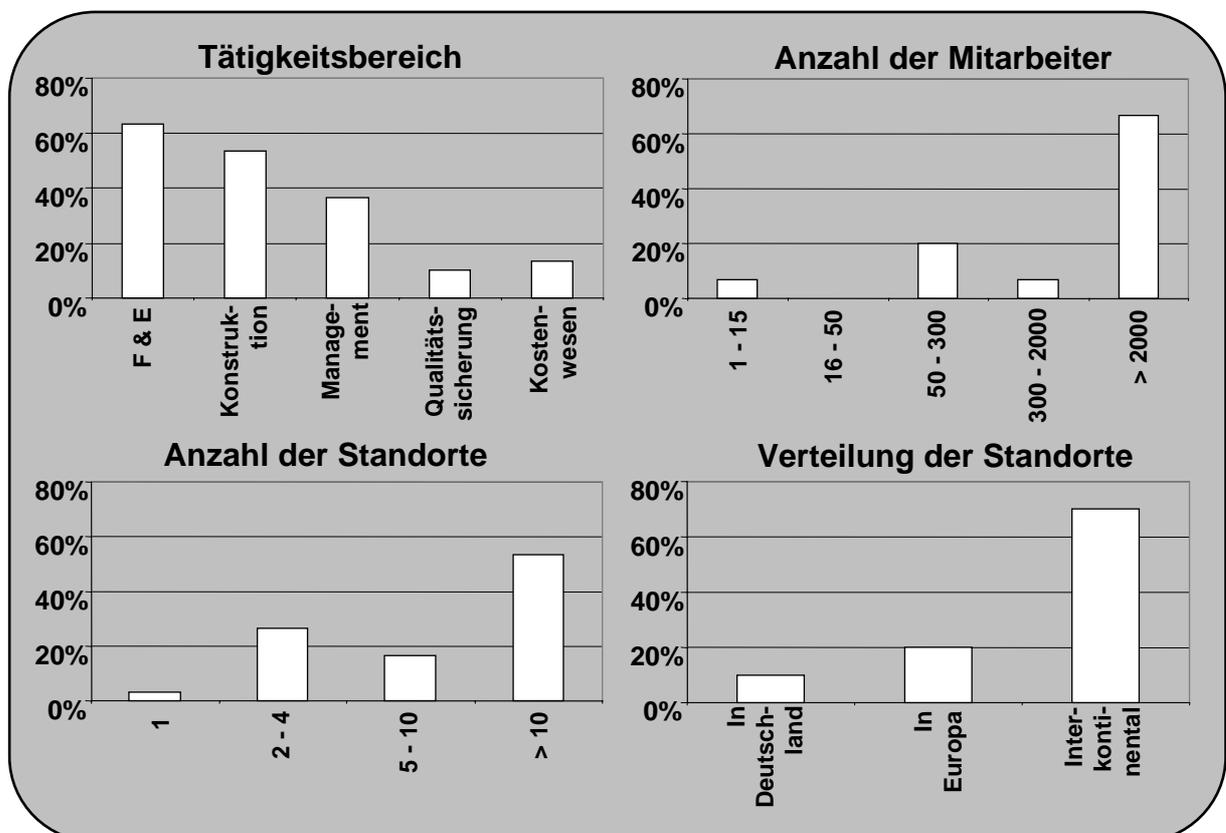


Abbildung 3-3: Allgemeine Informationen zu Teilnehmer und Unternehmen

Wie sich die Faktoren Alter und Ausbildung der Teilnehmer darstellen, lässt sich aus den hier gesammelten Daten leider nicht schließen. Für zukünftige Fragebogenaktionen sollten entsprechende Fragen in Bezug auf die Teilnehmer bei Bedarf ergänzt werden.

Nur 3% der Teilnehmer geben an, dass sie weniger als 5% ihrer Arbeitszeit verteilt (mit Hilfe von Kommunikationsmedien) arbeiten. 50% der Teilnehmer arbeiten 5-20%, 17% arbeiten 20-50% und 30% der Teilnehmer arbeiten mehr als die Hälfte ihrer Arbeitszeit verteilt mit Hilfe von Medien an Projekten (Abbildung 3-4).

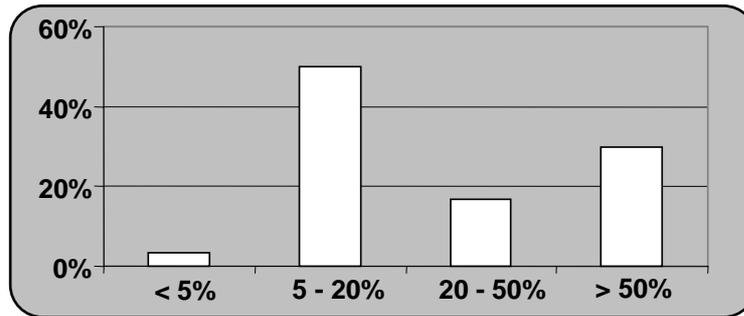


Abbildung 3-4: Prozentsatz der Arbeitszeit während der verteilt (mit Hilfe von Kommunikationsmedien) an Projekten gearbeitet wird.

Der negative Einfluss auf die Arbeit durch das „verteilt“ Arbeiten wird unterschiedlich eingeschätzt. 7% geben an, dass sie sich überhaupt nicht negativ beeinträchtigt fühlen, die meisten antworten allerdings, dass ihre Arbeit durch die Verteilung mäßig bis stark negativ beeinflusst wird (Abbildung 3-5). Das Potenzial, den Entwicklungsprozess durch die Verbesserung der Kommunikationsmedien zu optimieren, wird durchschnittlich mäßig bis hoch bewertet. 44% der Teilnehmer sehen ein hohes oder sehr hohes Potenzial durch bessere Kommunikationsmedien den Entwicklungsprozess zu verbessern. 33% sehen ein mäßiges Potenzial und 23% sehen ein niedriges oder sehr niedriges Potenzial auf diesem Weg den Entwicklungsprozess zu verbessern.

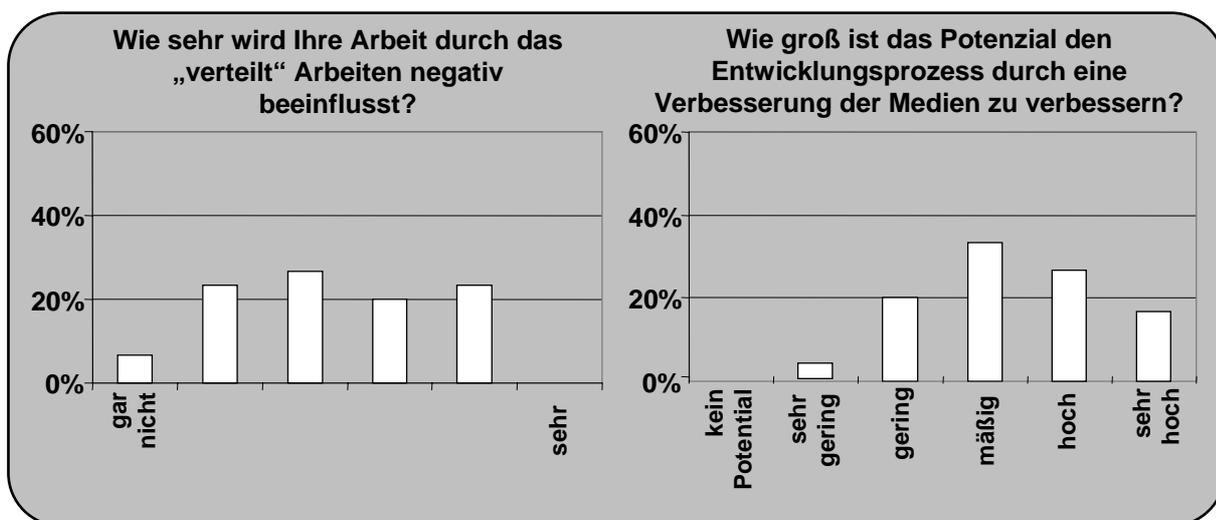


Abbildung 3-5: Negativer Effekt von verteiltem Arbeiten und Potenzial durch Medienverbesserung

Die Kommunikationsmedien Post, Fax, E-Mail und Telefon sind allen Teilnehmern zugänglich (Abbildung 3-6). File Sharing steht mehr als 87% und Videokonferenz steht mehr als 70% der Teilnehmer zur Verfügung. Application Sharing steht 47% und Chat 20% zur Verfügung. VR-Medien (7%) stehen den Teilnehmern kaum zur Verfügung.

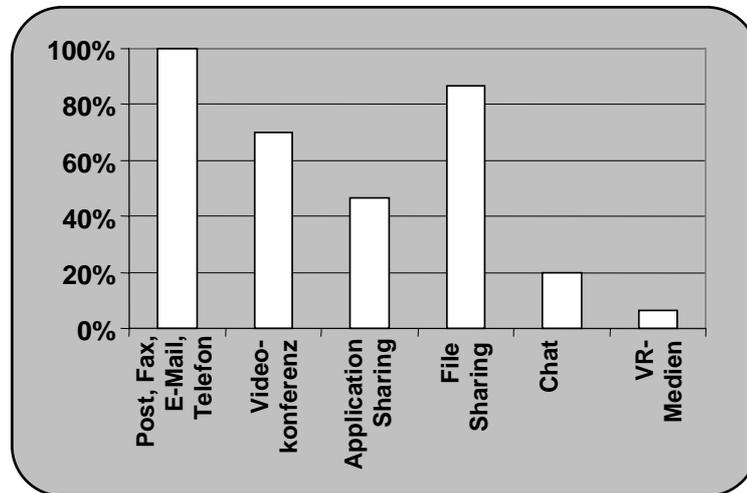


Abbildung 3-6: Welche Kommunikationsmedien stehen Ihnen an Ihrem Arbeitsplatz zur Verfügung?

Abbildung 3-7 zeigt, welche Kommunikationsmedien die Teilnehmer gerne zusätzlich zu den Vorhandenen haben würden. Interessant ist, dass Application Sharing von 37% der Teilnehmer gewünscht wird. VR-Medien sind von 13% gewünscht. File Sharing (7%), Videokonferenz (3%) und Chat (3%) sind weniger gewünscht.

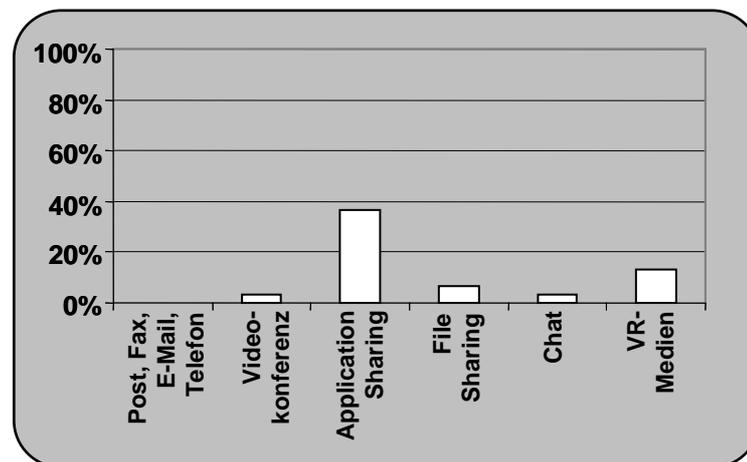


Abbildung 3-7: Welche Kommunikationsmedien wünschen Sie sich zusätzlich?

Um ein präzises Bild der Funktionen der Medien für die Kommunikation zu erhalten, werden die Nutzungshäufigkeit und die Wichtigkeit der Medien durch zwei unabhängige Fragen untersucht.

Bei der Betrachtung der Nutzungshäufigkeit der unterschiedlichen Medien lässt sich feststellen, dass E-Mail, Telefon und File Sharing häufiger genutzt werden als die anderen

Medien (Abbildung 3-8:). In Bezug auf die unterschiedlichen Prozesssituationen kann allgemein festgestellt werden, dass in Situationen mit präziseren Produktinformationen die Nutzungshäufigkeit von E-Mail ein wenig geringer ist als in Situationen mit sehr abstrakten Produktrepräsentationen. Fax wird mäßig genutzt. Die Nutzungshäufigkeit von Videokonferenz, Post und Application Sharing ist niedrig. Es ist kaum eine Änderung der Mediennutzung in Bezug auf die unterschiedlichen Situationen zu verzeichnen. Chat und VR werden kaum genutzt.

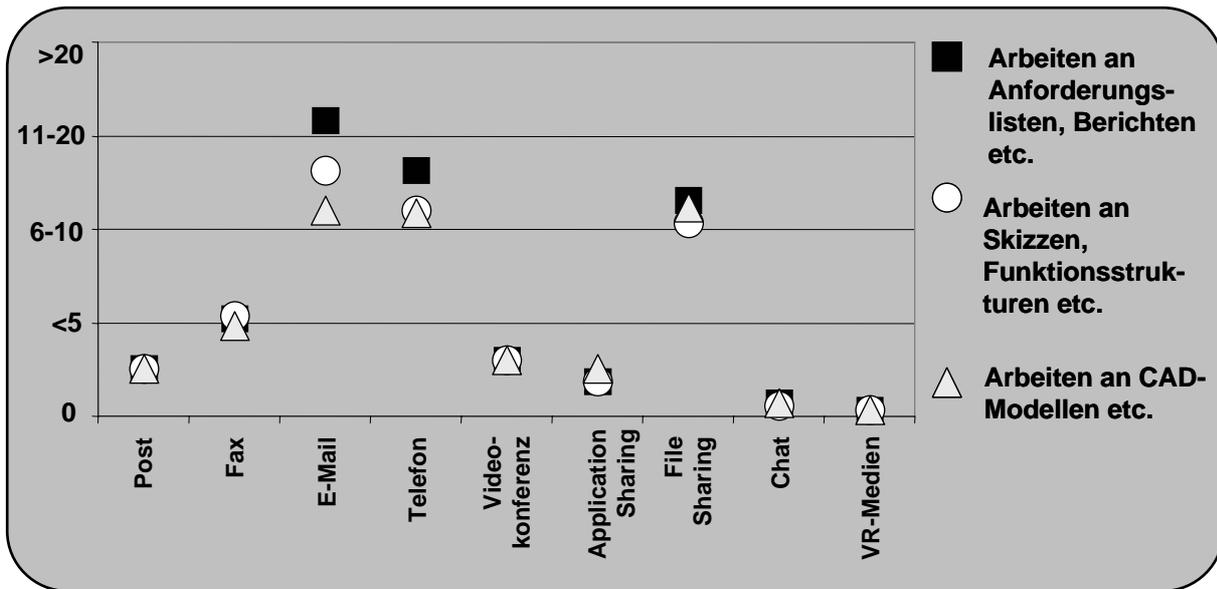


Abbildung 3-8: Nutzungshäufigkeit pro Woche (Durchschnitt der Teilnehmer, Multiple Choice)

Betrachtet man die von den Teilnehmern vorgenommene Bewertung der Wichtigkeit der unterschiedlichen Medien, so lassen sich Ähnlichkeiten zur Nutzungshäufigkeit erkennen (Abbildung 3-9). E-Mail, Telefon und File Sharing werden als die wichtigsten Medien eingeschätzt. Die Wichtigkeit von E-Mail und Telefon wird mit zunehmend präziserer Produktinformation weniger hoch eingeschätzt. Videokonferenz, Chat, Fax und Post werden als mittelmäßig wichtig eingeschätzt. Application Sharing wird in Situationen mit sehr abstrakter Produktinformation mäßig wichtig eingeschätzt. Die Wichtigkeit steigt dabei mit zunehmender Konkretisierung der Produktinformation zu einem recht hohen Wert an. VR-Medien werden mit der Ausnahme von Situationen mit sehr konkreten Produktinformationen als nicht wichtig angesehen. Auf der einen Seite nimmt die Wichtigkeit von E-Mail, Telefon, Post, Fax und Videokonferenz mit zunehmender Produktkonkretisierung ab, während auf der anderen Seite die Wichtigkeit von File Sharing, Application Sharing und VR basierten Kommunikationsmedien zunimmt.

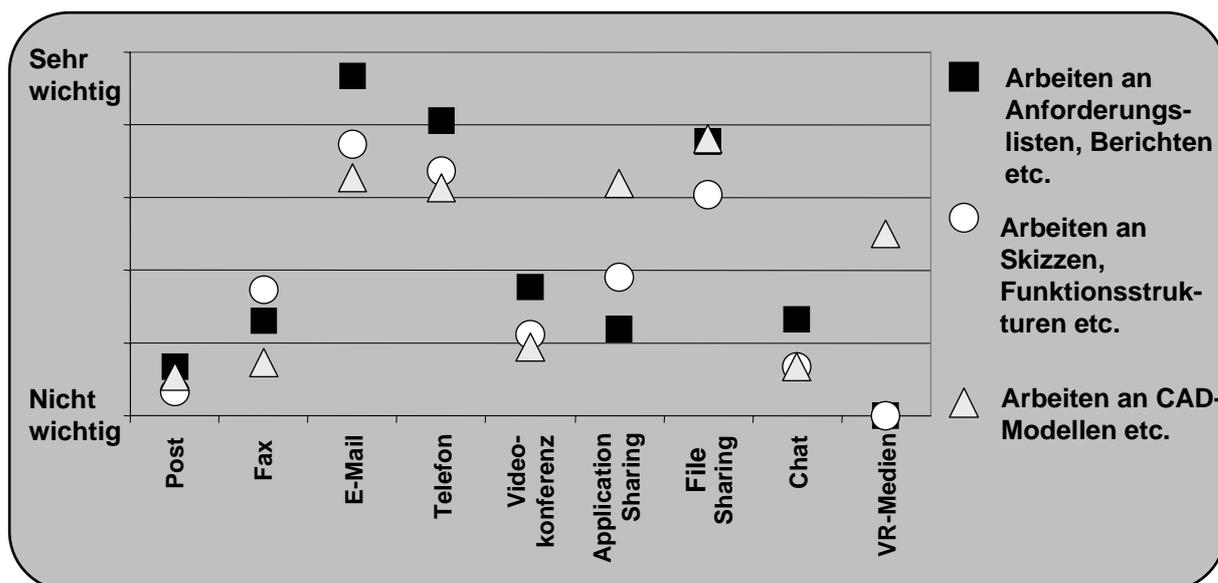


Abbildung 3-9: Einschätzung der Wichtigkeit (Durchschnitt der Anwender)

Stärken und Schwächen der betrachteten Medien werden in freien Textfragen untersucht. Die Antworten werden in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Medium	Stärken	Schwächen
<b>Post</b>	Sicherheitsrelevante Aufgaben: vertrauliche Informationen, Verträge, Zertifikate, juristische Dokumente	Sehr langsam
<b>Fax</b>	Schnelle Übertragung von Skizzen und Notizen, juristische Dokumente	Weiterbehandlung der Dokumente ist schwierig/unpraktisch
<b>E-Mail</b>	Schnelle Übertragung von Information und Dokumenten zu mehreren Empfängern, gute Dokumentation	Keine direkte Interaktion
<b>Telefon</b>	Schnelle Übertragung von Information, Diskussionen, politische Themen, vage oder persönliche Themen, schnelle informelle Rückfragen	Gesprächspartner sollte bekannt sein, technische Details ohne die Unterstützung weiterer Medien schwierig zu erklären
<b>Video-konferenz</b>	Lokal verteilte Diskussionen mit mehreren Teilnehmern (Gruppendiskussionen), schwierige Themen (Konfliktpotenzial)	Besondere Hardware erforderlich, hohe Bandbreite nötig
<b>Application Sharing</b>	Als Ergänzung für Video oder Audio Konferenzen, wenn das Thema komplex ist, eine grafische Abbildung notwendig ist	Schwierig einzurichten (Firewall, benötigt IT Unterstützung)

Medium	Stärken	Schwächen
<b>File Sharing</b>	Gemeinsamer weltweiter Zugriff auf gemeinsame Daten, verhindert redundante Daten in gemeinsamen Projekten, verteiltes Arbeiten an Dokumenten	-
<b>Chat</b>	Schneller Transfer von kleinen Informationen	E-Mail und Telefon erfüllen die selben Funktionen besser
<b>VR-Medien</b>	-	Unklarer Nutzen, Kosten/Nutzen Verhältnis nicht akzeptabel

Abbildung 3-10: Stärken und Schwächen der untersuchten Medien

### Ergebnisse des Workshops

Am Workshop nehmen 21 Teilnehmer aus 17 unterschiedlichen Firmen teil. Im Anschluss an die Präsentation der Ergebnisse der Fragebogenaktion werden unterschiedliche Aspekte der verteilten Entwicklung und möglicher Unterstützung durch Kommunikationsmedien diskutiert. Die wichtigsten Aspekte werden während des Workshops protokolliert und im Folgenden vorgestellt:

Als wichtige Punkte, die beim Einsatz von Kommunikationsmedien in der verteilten Entwicklung beachtet werden sollten, werden insbesondere genannt:

- Verteilung des Teams: international, national, regional
- Anzahl der Teilnehmer: einzelne Personen, mehrere Gruppen
- Organisation der Arbeitsprozesse (Häufigkeit von Meetings): Die Mitglieder arbeiten völlig unabhängig, die Teammitglieder haben regelmäßige Treffen um Ergebnisse zu besprechen, die Teammitglieder arbeiten gemeinsam und gleichzeitig an allen Aufgaben
- Verteilung der Aufgaben: innerhalb einer Firma, Arbeiten mit Zulieferern
- Art des Problems und Konkretisierung der Aufgabenstellung

Als generelle, relevante Aspekte der Gruppenarbeit in der verteilten Entwicklung werden folgende Punkte genannt:

- Grundsätzlich kann das persönliche Treffen zwischen Menschen von Angesicht zu Angesicht durch keine, wie weit auch immer entwickelten Kommunikationsmedien ersetzt werden und sollte daher, wenn möglich, bevorzugt werden. Insbesondere das menschliche Gefühl eines echten Treffens ist nicht zu ersetzen.
- Falls es Sprachbarrieren gibt, gibt es auch fast immer psychologische Barrieren. Um mit diesen Barrieren umzugehen, sind persönliche Treffen sehr viel besser geeignet als Kommunikationsmedien.

- Falls ein ständiges Arbeiten an einem gemeinsamen Ort nicht möglich ist, ist ein Kennenlernetreffen sehr zu empfehlen. Bei so einem Treffen können persönliche Beziehungen schon beim Start des Projekts aufgebaut werden.
- Aufgaben sollten bewusst und angemessen aufgeteilt werden. Die Koordination der Arbeiten sollte in regelmäßigen Treffen stattfinden.
- Kommunikation ist ein Prozess zwischen Menschen. Daher sollte immer daran gedacht werden, dass dieser Prozess von der Stimmung, der Motivation, dem Charakter usw. der teilnehmenden Personen abhängt.

Abschließend werden einige Aspekte bezüglich der Einführung geeigneter Kommunikationsmedien für die verteilte Entwicklung angesprochen:

- Die für den Einsatz geplante Technologie sollte einen bestimmten Reifegrad erlangt haben. Bei Application Sharing Anwendungen treten beispielsweise relativ häufig Probleme auf, darüber hinaus benötigen diese Produkte bei der Einführung häufig spezielle IT Unterstützung bezüglich Schulung und Installation.
- Sicherheitsmaßnahmen, insbesondere Firewalls in Netzwerken, können häufig eine größere Hürde darstellen als die geografische Distanz.

### **Diskussion der Untersuchungen**

In den folgenden Abschnitten werden die oben vorgestellten Ergebnisse der Untersuchungen diskutiert. Neben allgemeinen Überlegungen zur Aussagefähigkeit der ermittelten Daten werden speziell die Punkte Verfügbarkeit der Kommunikationsmedien und Nutzung der Kommunikationsmedien angesprochen.

#### **Aussagefähigkeit und allgemeine Überlegungen zur verteilten Entwicklung**

Aufgrund der beschränkten Anzahl an Teilnehmern können die ermittelten Daten aus der Fragebogenaktion und auch aus dem Workshop nicht als repräsentativ für verteilte Entwicklung im Allgemeinen angesehen werden. Trotzdem können die ermittelten Ergebnisse einen Einblick in den aktuellen Stand der Mediennutzung in der verteilten Entwicklung, insbesondere in der deutschen Industrie, geben. Da die meisten Teilnehmer in den Bereichen Forschung und Entwicklung sowie Konstruktion arbeiten, kann davon ausgegangen werden, dass die Ergebnisse eine gewisse Aussagekraft in Bezug auf verteilte Entwicklungsprozesse haben. Die Mehrzahl der Firmen, in denen die Teilnehmer arbeiten, haben mehrere verteilte Standorte, ein Faktor der vermutlich einen gewissen Zwang zum verteilten Arbeiten erzeugt.

Die Mehrheit der Teilnehmer verbringt nur einen relativ kleinen Anteil der Arbeitszeit mit dem Arbeiten in verteilten Teams. In der Umfrage und auch im Workshop wurde häufig festgestellt, dass nicht verteilte Teams besser arbeiten als verteilte Teams. Die Diskussionen im Workshop haben gezeigt, dass Firmen versuchen verteiltes Arbeiten so weit wie möglich zu vermeiden. Die Tatsache, dass trotzdem viele Mitarbeiter zumindest von Zeit zu Zeit in verteilten Teams arbeiten zeigt, dass sich diese Art der Arbeit offensichtlich nicht vollständig vermeiden lässt. Dass dabei immerhin 30% der Teilnehmer der Fragebogenaktion angeben

mehr als 50% ihrer Arbeitszeit mit verteiltem Arbeiten zu verbringen, unterstützt diese Feststellung.

Entsprechend der Feststellung, dass Mitarbeiter mit persönlichem Kontakt effizienter arbeiten (vgl. [VAJNA & MAROSVARY 2004] und [ECKERT ET AL. 2001]), geben die Teilnehmer der Fragebogenaktion an, dass ihre Arbeit durch die Verteilung der Arbeit negativ beeinflusst wird. Eine große Zahl der Teilnehmer geben zudem an, dass sie Potenzial sehen verteilte Entwicklungsprozesse durch bessere Kommunikationsmedien zu verbessern. TÖRLIND stellt hier einen möglichen Ansatz vor, indem er zeigt, dass die Verwendung von hochauflösenden Video und Audio Systemen das gemeinsame Arbeiten in verteilten Teams einfacher macht [TÖRLIND 2003].

### **In der Industrie vorhandene Kommunikationsmedien**

Abbildung 3-6 und Abbildung 3-7 geben einen Überblick über die generell verfügbaren Kommunikationsmedien. Die verbreiteten, tagtäglichen Kommunikationsmedien Post, Fax, E-Mail und Telefon stehen allen Teilnehmern der Fragebogenaktion zur Verfügung.

File Sharing steht bis auf einen Rest von 13% allen Teilnehmern zur Verfügung. Von diesen 13% würde immerhin die Hälfte gerne File Sharing nutzen. Es wird daher vermutet, dass File Sharing in relativ kurzer Zeit ein allgemein verfügbares Medium wie Telefon und E-Mail darstellen wird.

Obwohl Videokonferenz und Chat nur einem Teil der Teilnehmer zur Verfügung stehen, werden diese Kommunikationsmedien nicht von den Personen, die keinen Zugang zu diesen Medien haben, gewünscht. Vermutlich sehen diese Personen keinen Bedarf für diese Medien. VAJNA & MAROSVARY beschreiben die Ergebnisse einer Umfrage über die Wichtigkeit von Kommunikationswerkzeugen unter studentischen Testpersonen [VAJNA & MAROSVARY 2004]. In dieser Umfrage wurde Chat als sehr wichtiges Medium ermittelt. Allerdings hatten die Studenten in dieser Situation keinen Zugang zu Telefon. Dies lässt den Schluss zu, dass Chat ein wichtiges Kommunikationsmedium darstellen könnte, wenn Telefon nicht vorhanden ist, aber vollständig ersetzt wird, sobald Telefon verfügbar ist.

Application Sharing stellt sich in dieser Untersuchung als das interessanteste Medium dar. Es steht nur teilweise zur Verfügung und wird sehr stark gewünscht, wenn es nicht vorhanden ist. Nur 16% der Teilnehmer wünschen keinen Zugang zu Application Sharing (und haben auch keinen). Dabei steht nur 47% der Teilnehmer dieses Medium zur Verfügung. Hier existiert also eine erhebliche Gruppe, die gerne Application Sharing nutzen würde, wenn die Möglichkeit bestünde. Dieses Medium könnte deshalb so interessant für Entwickler sein, weil Entwickler allgemein Informationen im technisch geprägten Kontext durch, oder mit Hilfe von Skizzen, physikalischen Modellen und CAD übermitteln [LINDEMANN ET AL. 2001]. Auf der einen Seite werden genau diese Mittel, vor allem Skizzen und CAD Modelle, am besten durch Kommunikationsmedien mit Application Sharing Funktionalität unterstützt. Auf der anderen Seite zeigen die Diskussionen im Workshop, dass gerade die Einführung von Application Sharing üblicherweise mit relativ großen Problemen in Hinblick auf Sicherheitsaspekte verbunden ist und meist IT-Unterstützung erfordert.

Kommunikationsmedien mit VR-Technologie stehen den Teilnehmern kaum zur Verfügung. Zwar wird von einigen Teilnehmern der Wunsch nach Medien aus diesem Bereich geäußert,

aber die Mehrheit der Teilnehmer sieht keinen Bedarf für diese Gruppe an Medien. Es lässt sich beobachten, dass VR-Medien nur in sehr speziellen Situationen benötigt werden. Z. B. stellt TÖRLIND fest, dass VR-Programme dann nützlich sind, wenn mit sehr komplexen Geometrien gearbeitet wird [TÖRLIND 2003]. Da diese Technologie nur in sehr speziellen Situationen Vorteile verspricht und üblicherweise mit dem Kauf von sehr kostenintensiver Hardware verbunden ist, kann davon ausgegangen werden, dass sie sich in der nächsten Zeit nicht zu einem weit verbreiteten Kommunikationsmedium entwickeln wird.

### **Nutzung von Kommunikationsmedien in unterschiedlichen Situationen**

In Bezug auf die Häufigkeit der Mediennutzung lässt sich aus den Ergebnissen der Umfrage schließen, dass die Häufigkeit der Nutzung pro Woche von E-Mail und Telefon mit zunehmender Konkretisierung der Produktinformation leicht nachlässt (Abbildung 3-8:). Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass der Kommunikationsbedarf höher ist wenn mit abstrakten und unscharfen Produktmodellen gearbeitet wird, wie sie vermehrt in frühen Phasen der Entwicklung eingesetzt werden. Die Nutzungshäufigkeit der verbleibenden Medien zeigt keine Abhängigkeit von der Situation im Sinne der Produktkonkretisierung.

Die Betrachtung der Wichtigkeit der Medien E-Mail, Telefon und Videokonferenz zeigt, dass diese Medien mit zunehmender Konkretisierung der Produktinformation als weniger wichtig bewertet werden (Abbildung 3-9). Gerade diese Medien (insbesondere Videokonferenz) bieten die Möglichkeit einer eher persönlich geprägten Kommunikation. Daraus lässt sich die Vermutung ableiten, dass Kommunikation auf einer eher persönlichen Ebene in der verteilten Entwicklung bei der Arbeit mit abstrakten Produktmodellen, wie sie häufig in den frühen Phasen verwendet werden, wichtiger ist, als bei der Arbeit mit konkreten Produktmodellen. Zusätzlich lässt sich feststellen, dass die Wichtigkeit von Application Sharing mit zunehmender Konkretisierung der Produktdaten immer höher eingeschätzt wird. Dies unterstützt die oben geäußerte Vermutung, dass Application Sharing gut geeignet ist, die Kommunikation mittels Skizzen und CAD-Modellen (konkreten Produktinformationen) zu unterstützen. Auch die Aussage, dass VR-Medien nur für Situationen, in denen tatsächlich mit Geometrie gearbeitet wird, geeignet sind, wird durch die Bewertung gestützt.

In Bezug auf die festgelegten Situationen lässt sich feststellen, dass es, mit der Ausnahme von VR-Medien, kein Medium gibt was in irgendeiner der Situationen als völlig unwichtig eingeordnet wird und somit komplett verzichtbar wäre. Auf der anderen Seite lassen sich deutliche Unterschiede in der Nutzung und Wichtigkeit der Medien, auch in Abhängigkeit der Situation erkennen.

### **3.2.3 Fazit**

In diesem Teilkapitel stand die Frage im Mittelpunkt, inwiefern Kommunikationsmedien nicht nur als wissenschaftliche Prototypen vorhanden sind, sondern insbesondere inwieweit diese Medien tatsächlich im Rahmen der verteilten Entwicklung eingesetzt werden und verbreitet sind. Auf der Basis der grundlegenden Betrachtungen in Kapitel 3.1, der Recherche in Kapitel 3.2.1 und den eigenen Untersuchungen, die in Kapitel 3.2.2 vorgestellt wurden, lassen sich die Erkenntnisse zum Einsatz von Kommunikationsmedien zur Unterstützung der verteilten Entwicklung folgendermaßen zusammenfassen:

Den höchsten Reifegrad in der Entwicklung und die weiteste Verbreitung haben die eher traditionellen und einfachen Medien wie:

- Post
- Fax
- Telefon
- E-Mail
- Chat

Je komplexer die Medien und auch die technische Realisierung werden, desto mehr nimmt der Reifegrad und auch die Verbreitung der Produkte ab:

- File Sharing
- Videokonferenz
- Shared Application
- VR-Medien

Medien, die Telepräsenzfunktionen in wesentlichen Punkten realisieren, sind nach Wissensstand des Autors noch nicht auf dem Markt als Produkte erhältlich.

Einen abstrakten Überblick über Reifegrad und Verbreitung der diskutierten Medien bietet Abbildung 3-11:

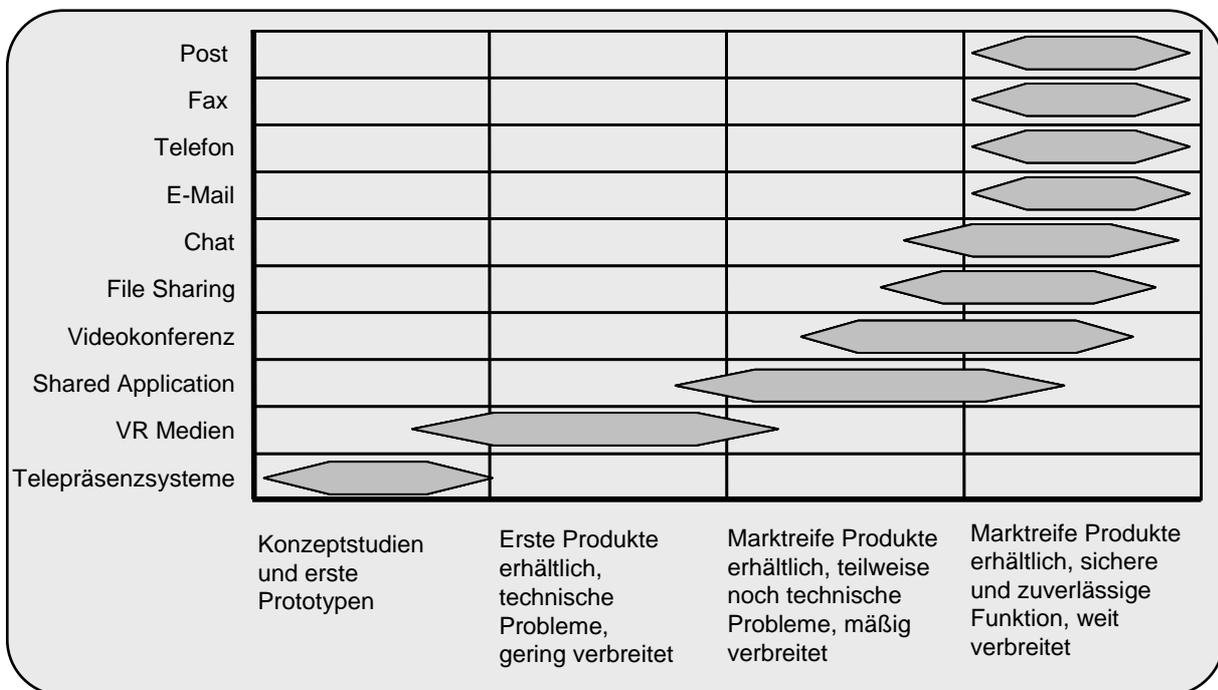


Abbildung 3-11: Überblick über Verbreitung und Entwicklungsstand von Kommunikationsmedien

Eine allgemeine Erkenntnis der Untersuchungen ist, dass verteiltes Arbeiten, zumindest zu einem gewissen Anteil, in vielen Unternehmen erforderlich ist. Dabei wird festgestellt, dass das Arbeiten in verteilten Teams für den einzelnen Mitarbeiter problematischer ist, als das Arbeiten in Teams, die an einem Ort zusammenarbeiten. Kommunikationsmedien spielen bei verteilten Teams eine wichtige Rolle, allerdings werden nicht alle verfügbaren Medien in der Industrie eingesetzt. Vor allem neue und komplexe Medien wie Application Sharing und VR-basierte Medien können nur von einem Teil der Entwickler genutzt werden. Obwohl eine Nachfrage nach diesen komplexen Medien besteht, wird der tatsächliche Einsatz durch technische Probleme und Sicherheitsmaßnahmen behindert. Die drei wichtigsten Medien sind den Teilnehmern der Umfrage zufolge E-Mail, Telefon und File Sharing. Die Wichtigkeit von Kommunikationsmedien in Abhängigkeit vom Konkretisierungsgrad der Produktinformation ist unterschiedlich. Der Schwerpunkt von E-Mail und Telefon liegt bei Situationen mit abstrakten Produktinformationen, der Schwerpunkt von Application Sharing und VR liegt bei Situationen mit konkreten Produktinformationen. Trotzdem gibt es kein Medium (außer VR-Medien), das in einer der untersuchten Situationen für nicht wichtig erachtet wird.

Gerade die Sicherheitsmaßnahmen werden also häufig als Hindernis für die Verbreitung und Anwendung von Kommunikationsmedien angesehen. Allerdings muss dabei bedacht werden, dass diese Maßnahmen für die Integrität, Authentizität und Vertraulichkeit der Daten von wichtiger Bedeutung sind. Den bestehenden Bedrohungen (z. B. Viren und trojanische Pferde) müssen Maßnahmen entgegengesetzt werden, die eine sichere Kommunikation auch in zunehmend offenen Netzen erlauben [BERGER 2001]. Die Verbreitung des Internets führt dabei zu einer Entwicklung bei der immer raffiniertere Angriffswerkzeuge mit immer weniger Wissen entwickelt werden können [EREN & DETKEN 2006]. Unternehmen müssen deshalb zu Maßnahmen greifen, die häufig eine Einschränkung von Funktionalität und Komfort bedeuten, aber in Anbetracht der Bedrohungen unvermeidlich sind. Beispielsweise können hier: sichere Teilsysteme (Kryptoboxen), Benutzerauthentifizierung, verschlüsselte Verbindungen, Firewallsysteme usw. genannt werden.

### **3.3 Stand der methodischen Unterstützung verteilter Produktentwicklungsprozesse**

In diesem Abschnitt werden die systematischen und methodischen Ansätze, die zur Unterstützung verteilter Produktentwicklungsprozesse herangezogen werden oder konzipiert wurden, betrachtet. Dabei wird nach strategischen Ansätzen, die grundlegende Vorgehensweisen und Modelle für die Entwicklung von Produkten beschreiben, und spezifischen Ansätzen, die gezielt bestimmte Teilaspekte in der verteilten Entwicklung unterstützen, unterschieden. Im Rahmen der durchgeführten Recherche wurde eine sehr große Zahl an Veröffentlichungen identifiziert, die prinzipiell einen Beitrag für die Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse leisten können. Mit Rücksicht auf den Umfang der Arbeit werden hier nur die wichtigsten Arbeiten vorgestellt.

### 3.3.1 Strategische Ansätze

Es existiert eine Vielzahl an Strategien, die als langfristige Pläne Produktentwicklungsprozessen einen übergeordneten Handlungsrahmen geben und wichtige Hilfsmittel zur Erreichung grundlegender Ziele darstellen. LINDEMANN nennt hier z. B.: Integrierte Produktentwicklung, Projektmanagement, Simultaneous/Concurrent Engineering, Total Quality Management, Lean Development etc. [LINDEMANN 2007, S. 14]. Selbstverständlich behalten diese Strategien auch dann ihre Gültigkeit, wenn Entwicklungsprozesse verteilt durchgeführt werden. Sie sind also prinzipiell geeignet verteilte Entwicklungsprozesse zu unterstützen, auch wenn sie zum Teil keinen direkten Bezug zur Problematik der verteilten Arbeit haben. Im Folgenden werden die Strategien Integrierte Produktentwicklung und Simultaneous/Concurrent Engineering näher betrachtet, da insbesondere diese Strategien über Elemente verfügen, die für die Unterstützung der verteilten Produktentwicklung besonders gut geeignet sind. Eine eindeutige Abgrenzung dieser Strategien ist schwierig, so beschreibt EHRENSPIEL das Simultaneous/Concurrent Engineering als eine Vorgehensweise im Rahmen der Integrierten Produktentwicklung [EHRENSPIEL 2007]. PRASAD wiederum bezeichnet die Integrierte Produktentwicklung als einen wichtigen Bestandteil im Rahmen des Simultaneous/Concurrent Engineering [PRASAD 1997].

#### **Integrierte Produktentwicklung**

EHRENSPIEL sieht in der Integrierten Produkterstellung einen Lösungsansatz zur Überwindung von Problemen in einer stark arbeitsteilig geprägten Produktentwicklung, da hier alle am Erstellungsprozess beteiligten Abteilungen und die betroffenen Spezialisten eng abgestimmt und unmittelbar zusammenarbeiten [EHRENSPIEL 2007 S. 188]. Im Gegensatz zur konventionellen Produkterstellung, bei der die betroffenen Abteilungen selbstverständlich auch zusammenarbeiten, werden bei der Integrierten Produktentwicklung in hohem Maße bewusst organisatorische Methoden zur Gesamtoptimierung des Produkts und der Produkterstellung eingesetzt (z. B. zur Zielorientierung und zur Zusammenarbeit von Menschen). Zur Zeiteinsparung wird zusätzlich eine Parallelisierung insbesondere von Produkt-, Produktions- und Vertriebstätigkeiten angestrebt. Kernelement ist ein Methodensystem für die Integrierte Produkterstellung. Die übergeordneten Elemente und Methoden der integrierten Produkterstellung lassen sich nach [EHRENSPIEL 2007, S. 200] folgendermaßen anordnen:

- Die persönliche Integration, mit dem Ziel, Spezialisten mit dem Verständnis eines Generalisten auszustatten, der sich aufgrund gemeinsam erarbeiteter Ziele engagiert. Elemente sind hier: Integration der Leistungsbereitschaft, Integration der Ziele und integratives Wissen.
- Die informatorische Integration, im Hinblick auf die Integration von Kunden, Aufgaben und Daten, die aufgrund der hohen Bedeutung der Information sehr vielfältig ausgeprägt ist. Elemente sind hier: Integration der Kunden, Aufgabenintegration, Methodenintegration, integrative Eigenschaftsfrüherkennung und Datenintegration.

- Die organisatorische Integration mit produktspezifisch gestalteten Organisationsformen und Vorgehensweisen. Elemente sind hier: Aufbauintegration, Ablaufintegration und Integration des Ortes.

Als Lösungsansatz für stark arbeitsteilig geprägte Prozesse ist die Integrierte Produktentwicklung besonders interessant für die verteilte Entwicklung. Die hier adressierten Problemfelder, Zusammenarbeit von Menschen, Parallelisierung von Prozessen und Verbesserung der Kooperation im Entwicklungsprozess, überdecken sich stark mit den in diesen Bereichen besonders ausgeprägten Anforderungen von verteilten Entwicklungsprozessen.

### **Simultaneous bzw. Concurrent Engineering**

Die Begriffe Simultaneous Engineering (SE) und Concurrent Engineering (CE) werden normalerweise synonym verwendet ([PRASAD 1996, S. 1], [EHRENSPIEL 2007 S. 218] und andere), sodass hier keine Abgrenzung möglich ist. BULLINGER & WARSCHAT sprechen sogar von Concurrent Simultaneous Engineering (CSE) [BULLINGER & WARSCHAT 1996]. Demzufolge werden auch in der vorliegenden Arbeit diese Begriffe als Synonyme betrachtet.

Laut PRASAD setzt sich das Concurrent Engineering aus zwei Bereichen zusammen [PRASAD 1996, S. XIV]: Der Bereich „Integrierte Produkt- und Prozessintegration“, in dem Elemente wie Fertigungswettbewerbsfähigkeit, Life-Cycle-Management, Umgestaltung von Geschäftsprozessen, Systems Engineering usw. enthalten sind und der Systeme und Prozesse definiert. Der zweite Bereich „Integrierte Produktentwicklung“, stellt einen Rahmen für Methoden und Vorgehensweisen im Concurrent Engineering dar. PRASAD nimmt in seinem Ansatz des Concurrent Engineering direkt Bezug auf die für die verteilte Entwicklung sehr wichtigen Gebiete virtuelle Teams, Zusammenarbeit, Kommunikation und Koordination [PRASAD 1996, S. XXI].

Die Umsetzung von Concurrent Simultaneous Engineering (CSE) erfolgt nach [BULLINGER & WARSCHAT 1996, S. 18] über die Strategien Parallelisierung, Standardisierung und Integration. Die Parallelisierung von Prozessschritten dient dabei in erster Linie der Verkürzung der Entwicklungszeit. Die Standardisierung von Prozessschritten und Produkten sorgt für die Vermeidung unnötiger Arbeit. Die Integration wird schließlich in interdisziplinären Teams umgesetzt und hat die Vermeidung von Schnittstellenproblemen und die Verbesserung der Produkte zum Ziel. Kern stellt in diesem Ansatz das Arbeiten in so genannten CSE-Teams dar.

EVERSHEIM ET AL. bezeichnen mit dem Begriff Simultaneous Engineering die integrierte und zeitparallele Abwicklung der Produkt- und Prozessgestaltung [EVERSHEIM ET AL. 1995]. Dabei stellt die Verkürzung von Entwicklungszeiten durch die Parallelisierung vormals sequenzieller Tätigkeiten die wichtigste Motivation für den Einsatz von Simultaneous Engineering in der Industrie dar [EVERSHEIM ET AL. 1995, S. 9.]. Die für die Realisierung des Simultaneous Engineering erforderliche Änderung der Denk- und Arbeitsweise hin zu teamorientierter und bereichsübergreifender Zusammenarbeit in SE-Teams, gekoppelt mit einem intensiven Informationsaustausch der am Prozess beteiligten Personen, stellt auch eine wichtige Basis für die Realisierung verteilter Entwicklungsprozesse dar. EHRENSPIEL weist

explizit darauf hin, dass SE-Teams auch als verteilte Teams arbeiten können [EHRENSPIEL 2007, S. 218].

### **Relevanz für die verteilte Produktentwicklung**

Auch wenn die dargestellten Ansätze aus den Bereichen Integrierte Produktentwicklung, Concurrent und Simultaneous Engineering nicht direkt für die verteilte Produktentwicklung entwickelt wurden, so enthalten sie viele Elemente, die für die Unterstützung der verteilten Produktentwicklung besonders geeignet sind. Ein großer Anteil der in diesen Strategien betrachteten grundsätzlichen Herausforderungen wie Parallelisierung von Prozessen, Kooperation von Prozessbeteiligten, Kommunikation im Entwicklungsprozess, Arbeiten in interdisziplinären und virtuellen Teams, Koordination von Entwicklungsaktivitäten, Schnittstellendefinition in Entwicklungsprozessen, Bedarf an teamorientierter Denkweise usw. überschneiden sich deutlich mit den in Kap. 2.2.1 vorgestellten Herausforderungen von verteilten Entwicklungsteams. Teile der Strategien der integrierten Produktentwicklung und des Simultaneous Concurrent Engineering können also, insbesondere in Bezug auf die interdisziplinäre und institutionalisierte Teamarbeit, als eine Basis und als ein Ansatzpunkt für die Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse verstanden werden. Für eine umfassende Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse gehen sie aber nicht ausreichend auf die Problematik der örtlichen Verteilung von Teammitgliedern ein. Hier besteht noch erheblicher Bedarf an Ansätzen, die sich detailliert mit spezifischen Problemstellungen der verteilten Produktentwicklung beschäftigen.

Einen Hinweis, in welche Richtung hier gedacht werden sollte, geben GAUSEMEIER ET AL. bei der Vorstellung des Konzepts des „Kooperativen Produktengineering“, das auf den grundlegenden Ideen des Simultaneous bzw. Concurrent Engineering aufbaut [GAUSEMEIER ET AL. 2000]. Als zukünftigen Forschungsbedarf nennen sie die Entwicklungsumgebung für kooperatives Produktengineering und die damit verbundene verteilte Entwicklung. In diesem Zusammenhang werden ein systematisches Management des Produktengineerings sowie neue Methoden und Werkzeuge zur effizienten Kommunikation in Teams, die geografisch verteilt, interdisziplinär und multikulturell sein können, gefordert [GAUSEMEIER ET AL. 2000, S. 355].

### **3.3.2 Spezifische Ansätze**

Im vorangegangenen Kapitel wurden allgemeine Strategien der Produktentwicklung betrachtet, die auch in verteilten Entwicklungsprozessen eine wertvolle Hilfe darstellen, aber für eine umfassende Unterstützung der verteilten Entwicklung alleine nicht ausreichen. Ergänzend sind also Konzepte erforderlich, die speziell auf die Anforderungen der verteilten Entwicklung abgestimmt sind.

Im folgenden Teilkapitel werden Ansätze vorgestellt, die ausdrücklich für die Unterstützung der verteilten Entwicklung erarbeitet wurden, bzw. spezifische Teilaspekte der verteilten Entwicklung gezielt unterstützen. Da insbesondere die Unterstützung von Teilaspekten der verteilten Entwicklung ein sehr weites Feld mit Lösungsansätzen aus den unterschiedlichsten Bereichen ist, können in diesem Rahmen nur einige interessante, aktuelle Konzepte beispielhaft vorgestellt werden. Dabei werden insbesondere die Arbeiten betrachtet, die tatsächlich konkrete Hilfsmittel oder Vorgehensweisen zur Unterstützung der verteilten

Entwicklung beinhalten. Eine scharfe und konsistente Klassifizierung ist sehr schwierig, da die Ansätze zum Teil mehrere sehr unterschiedliche Ziele verfolgen. Eine Einordnung nach den Schwerpunkten anhand der in Kapitel 2.3 diskutierten Aspekte Kooperation, Koordination und Kommunikation erlaubt aber eine erste Orientierung:

- **Kooperationsorientiert:** Teamorientierte Ansätze, die sich schwerpunktmäßig mit Faktoren der Gruppenarbeit, Voraussetzungen der informellen und zwischenmenschlichen Kommunikation, psychologischen Faktoren und dem methodischen Vorgehen befassen
- **Koordinationsorientiert:** Organisations- und managementorientierte Ansätze, die sich schwerpunktmäßig mit dem Planen und Kontrollieren verteilter Prozesse, Projektmanagement, Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und der Einführung verteilter Entwicklung befassen
- **Kommunikationsorientiert:** Technisch orientierte Ansätze, die sich schwerpunktmäßig mit der für verteilte Entwicklung erforderlichen Informationsinfrastruktur, Produktdatenstruktur, Informationsverwaltung und den hier nützlichen Informations- und Kommunikationswerkzeugen befassen. Kommunikation ist hier im Sinne „Austausch von Produktinformationen“ aufzufassen

### **Kooperationsorientiert: Teamorientierte Ansätze**

Auch wenn einige der folgenden Ansätze mitunter Koordination und Kommunikation unterstützen, so liegt der Schwerpunkt dieser Konzepte auf der Unterstützung der Kooperation im Sinne einer funktionierenden Zusammenarbeit in der verteilten Entwicklung.

KRISTENSEN entwickelt ein Konzept für die Unterstützung der Zusammenarbeit in Kombinationsteams in der verteilten Entwicklung [KRISTENSEN 2004]. Bei diesem Ansatz steht das Ziel im Vordergrund, verteilte Teammitglieder in nicht verteilte Kernteams optimal einzubinden. Auf diese Weise sollen die unbestrittenen Vorteile nicht verteilter Kernteams genutzt werden, auch wenn aus unterschiedlichen Gründen die Einbindung nicht am Standort vorhandener Mitarbeiter erforderlich ist. Dafür konzipiert er einen Teamarbeitsraum, eine Kommunikationsinfrastruktur und Methoden, die es den entfernten Mitarbeitern erlauben, sich an der Arbeit im Teamarbeitsraum zu beteiligen.

LARSSON beschäftigt sich mit den sozialen Faktoren in der verteilten Entwicklung und zeigt in seinen Untersuchungen die Bedeutung informeller Kommunikation und den Einfluss von Einzelgesprächen in Arbeitsgruppen in der Produktentwicklung auf [LARSSON 2002]. Dabei stellt er Defizite in diesen Bereichen, insbesondere in der verteilten Entwicklung, fest. Für die Unterstützung dieser sozialen Kommunikationskanäle in verteilten Teams entwickelt er ein Kontaktportal, das unterschiedliche Informationskanäle wie E-Mail, Videokameras, SMS etc. integriert.

FUCHS ET AL. weisen darauf hin, dass der erste Schritt in der Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse darin besteht, den involvierten Personen die Unterschiede in der Entwicklungssituation bewusst zu machen [FUCHS ET AL. 2002]. Aus diesen Erkenntnissen

heraus können die Mitarbeiter dann bewusst Probleme der verteilten Entwicklung erkennen und auf diese gezielt z. B. mit Methoden- und Vorgehensadaptionen reagieren. FUCHS ET AL. entwickeln einen Workshop, um bei Mitarbeitern das Bewusstsein für die Probleme verteilter Entwicklung zu schaffen. Das praxisnahe Konzept des Workshops beinhaltet eine Fallstudie, die von den Teilnehmern verteilt bearbeitet wird.

GIERHARDT entwickelt ein Vorgehensmodell für die systematische Unterstützung globaler Produktentwicklungsprozesse hinsichtlich der Kooperation verteilter Partner [GIERHARDT 2001]. Für die Bereiche Projekt- und Prozessmanagement, Informationslogistik, Lessons Learned, Teamentwicklung, Systementwicklung und Coaching werden bei GIERHARDT auf der Lösungsebene des Vorgehensmodells Ansätze ausgearbeitet, die die verteilte Produktentwicklung direkt unterstützen können. Als zentraler Bestandteil wurde ein Merkmalsystem der verteilten Produktentwicklung, das der Identifizierung und Lösung von Problemen in verteilten Entwicklungsprojekten dient, als Prototyp realisiert.

Das bei GIERHARDT beschriebene Merkmalsystem ist auch Bestandteil der Arbeit von GAUL, der die Anwendung im verteilten Entwicklungsprozess detailliert [GAUL 2001]: Nach einer Charakterisierung des Prozesses mit einer Merkmalsmatrix werden typische Problemstellungen aufgezeigt und Vorschläge für allgemeine Lösungsansätze gegeben. Die folgende Analyse der Randbedingungen und die Identifikation von Defiziten führen dann zur Anpassung der abstrakten Lösungsvorschläge an den speziellen Prozess und zur Behebung der Defizite. Auch OTT baut auf dem entwickelten Merkmalsystem auf und entwickelt es mithilfe neuronaler Netze zu einem Problemprognosesystem für die verteilte Entwicklung weiter [OTT 2002]. Obgleich dieses Merkmalsystem wissenschaftlich sehr interessant ist, so wird doch die operative Unterstützung der verteilten Produktentwicklung mit diesem System dadurch erheblich eingeschränkt, dass die konkreten Handlungsanweisungen und Lösungsansätze nicht vollständig dokumentiert wurden und der rechnerbasierte Prototyp nicht mehr vorhanden ist.

Im Gegensatz zu dem eher allgemeinen Vorgehensmodell von GIERHARDT konzipieren SCHUELLER & BASSON einen sehr konkreten Rahmen für die systematische und methodische Unterstützung der verteilten Entwicklung von Konzepten [SCHUELLER & BASSON 2001]. Die Eckpunkte des Ansatzes sind dabei die drei Blöcke: systematisches und methodisches Vorgehen, Kommunikation und Informationstransfer und Eingabegeräte. Sie orientieren sich dabei an einer relativ strikten Vorgehensweise zur Konzeptentwicklung und schlagen für jeden Schritt ein Assistenzwerkzeug zur Unterstützung dieser Handlung in einer verteilten Entwicklung vor. Der Ansatz beschränkt sich allerdings auf die Konzeptentwicklung in einer verteilten Umgebung.

### **Koordinationsorientiert: Organisations- und managementorientierte Ansätze**

Bei den folgenden Ansätzen stehen die Organisation, Einführung, Planung und Kontrolle von verteilten Entwicklungsprozessen im Mittelpunkt. Schwerpunkt ist weniger die Kooperation der Teammitglieder, als vielmehr das Management verteilter Entwicklungsprozesse.

REICHWALD ET AL. beschäftigen sich allgemein mit verteilten Arbeits- und Organisationsformen unter dem Stichwort Telekooperation [REICHWALD ET AL. 2000]. Dabei gehen sie insbesondere auf die Themen Organisation und Gestaltung verteilter Arbeit

(Telearbeit), Koordination und Führung verteilter Arbeit (Telemanagement), Produkt- und Prozessinnovationen in verteilten Strukturen (Teleleistung) ein. Neben der eher strategischen Ebene der verteilten Organisationsformen und virtueller Unternehmen werden abschließend umfangreiche Hinweise zur Bewertung des Nutzens von Telekooperation gegeben. Obwohl dieser Ansatz keinen direkten Bezug zur Produktentwicklung hat, können einige der hier erarbeiteten Lösungen z. B. in Bezug auf Management oder Bewertung des Nutzens von verteilter Arbeit direkt auf die entsprechenden Bereiche in der verteilten Produktentwicklung übertragen werden.

LUCZAK & EVERSHEIM stellen einen recht umfangreichen und praxisnahen Ansatz zur Unterstützung der verteilten Entwicklung vor [LUCZAK & EVERSHEIM 1999]. Ihr Vorgehen bietet in erster Linie eine Hilfestellung für die Einführung von Telekooperation bzw. verteilter Entwicklung in der Praxis und wird anhand unterschiedlicher Beispiele aus der Industrie erläutert. In ihrem Konzept für die Einführung von Telekooperation identifizieren sie wichtige Voraussetzungen und Erfolgsfaktoren, geben Anleitung zur Analyse der Prozesse, Kommunikation und Infrastruktur, bewerten das Telekooperationskonzept und stellen Hinweise für die konkrete Einführung und Optimierung zur Verfügung. Das Konzept hat grundsätzlich den Fokus der Unterstützung allgemeiner Telekooperation, also nicht nur der verteilten Produktentwicklung. Es wird aber anhand von Beispielen aus der Produktentwicklung erläutert und auch auf die Produktentwicklung angewendet, sodass hier ein deutlich stärkerer Bezug zur Produktentwicklung gegeben ist als z. B. bei REICHWALD ET AL.

Einen sehr viel theoretischeren Ansatz entwickeln SALHIEH & MONPLAISIER mit dem "Collaboration planning framework" (CPF) als einem systematischen Ansatz für die Planung und Durchführung von verteilten Entwicklungsprozessen [SALHIEH & MONPLAISIER 2003]. Der Ansatz gliedert sich in die sechs Module: Analyse des Entwicklungsprozesses, Analyse der organisatorischen Randbedingungen, Analyse von CSCW-Werkzeugen, Zuweisen der Ressourcen, Analyse der Abhängigkeiten innerhalb der Ressourcen und Auswahl von CSCW-Werkzeugen. Grundlage der Systematik bilden dabei die DSM (Design Structure Matrix) Methodik, sowie die Matrizen- und Vektorrechnung. Die Problemstellungen innerhalb der jeweiligen Module werden in Vektoren und Matrizen umgewandelt und dann mathematisch gelöst. Die mathematischen Lösungen sind dann wieder vom Anwender in operative Lösungen zu transferieren, was den praktischen Einsatz sehr anspruchsvoll macht.

Auch der Ansatz von HERFELD, der sich mit der Koordination von Simulation und Entwicklung im Automobilbau befasst, basiert auf der Grundlage von Matrizen [HERFELD 2007]. Im Fokus steht hier nicht die lokale, sondern eher die disziplinäre Verteilung von Entwicklungsaufgaben. Die Probleme und Lösungsansätze sind aber durchaus übertragbar. Kern des Ansatzes ist die Schaffung einer besseren und effizienteren Kommunikation zwischen den beteiligten Disziplinen. Im Zentrum des Lösungsansatzes steht dabei die Verknüpfung der beteiligten Mitarbeiter unterschiedlicher Disziplinen über verschiedene Sichten auf das Produkt. Abgebildet wird dies durch eine Bauteil-Lastfall Matrix, die als Kommunikationsunterstützung im Entwicklungsprozess dient und aus der sich Vorschläge für die Optimierung von Teams und des Informationsflusses ableiten lassen.

Eher operative Maßnahmen entwickeln LINDEMANN ET AL., die eine Reihe an Strategien und zugehörigen Werkzeugen für das Steuern von verteilten Entwicklungsprozessen erarbeiten [LINDEMANN ET AL. 2002]. Kern dieser Strategien ist ein Projektmonitoringsystem, das alle relevanten Informationen für ein technisches Controlling und Management enthält. Das sind z. B. der Projektstatus und die technische Reife des Produkts. Ergänzt durch ein optimiertes Anforderungsmanagementsystem, ein Protokollsystem und eine Informationsplattform, bilden diese Werkzeuge eine Basis für die Unterstützung des Managements verteilter Entwicklungsprozesse. Detailliert werden einzelne Tools, insbesondere das Protokollsystem und der Projektmonitor noch einmal in [BAUMBERGER ET AL. 2003] dargestellt.

In eine ähnliche Richtung gehen PARK ET AL., die auf der Basis von Informationstechnologie ein Softwaresystem für die Unterstützung verteilter Produktentwicklungsprozesse entwickeln [PARK ET AL. 2003]. Das System besteht aus vier Einzelwerkzeugen. Das Werkzeug „Proguide“ ermöglicht die Erstellung und Visualisierung von firmenspezifischen Prozessen in Form von Prozesslisten und Prozesskarten. Die einzelnen Mitarbeiter können über Netzwerk auf diese Daten zugreifen und sich einen Überblick über den Prozess verschaffen. Das Werkzeug „Portal“ unterstützt die Mitarbeiter bei der Priorisierung von Entwicklungstätigkeiten und Projekten in der verteilten Entwicklung. Das Werkzeug „CoEvIn“ bietet Hilfe bei der Auswahl und der Integration von unterschiedlichen Möglichkeiten der Zusammenarbeit und liefert auch eine Abschätzung der Kosten. Das Werkzeug „Distance“ beinhaltet schließlich Funktionen, die das Vorbereiten und Durchführen von Meetings unterstützen, wie z. B. das Versenden einer Einladungsemail.

In gewissen Grenzen vergleichbar ist der aus dem Forschungsfeld der Arbeitswissenschaften heraus entwickelte Ansatz von SPRINGER [SPRINGER 2001]. Im Rahmen einer Betrachtung der Telekooperation mit dem Fokus auf Informations- und Kommunikationssysteme entwickelt er eine Methodik zur Modellierung von Kooperations- und Kommunikationsstrukturen, die geeignet ist diese Strukturen auch für verteilte Entwicklungsprozesse abzubilden. Darauf aufbauend erarbeitet er ein Konzept, das die detaillierte Bewertung dieser Strukturen und Abläufe im Hinblick auf den Ressourcenverzehr ermöglicht. Die hier entwickelten Ansätze lassen sich direkt auf die verteilte Produktentwicklung als spezielle Ausprägung der Telekooperation übertragen.

### **Kommunikationsorientiert: Technisch orientierte Ansätze**

Bei den folgenden Ansätzen zur Kommunikation ist weniger das Ziel einer besseren Kooperation oder Koordination entscheidend, vielmehr steht hier Kommunikation im Sinne des Austausches von Produktinformationen im Mittelpunkt.

MILNE betrachtet den Fall, dass mehrere selbst jeweils nicht verteilte Entwicklungsteams, die sich an unterschiedlichen Orten befinden, gemeinsam an einem verteilten Entwicklungsprojekt arbeiten [MILNE 2005]. Er identifiziert Skizzieren, Schreiben und Audiokommunikation als die kritischen Kommunikationsaktivitäten und entwickelt in diesem Rahmen das Kommunikationswerkzeug „GroupBoard“. Zentrales Element ist die Kommunikation über Skizzen, welche über mehrere unabhängige Kanäle gleichzeitig ermöglicht wird und von einem Audiokanal unterstützt wird.

Ähnlich ist das von KLEMMER & EVERITT entwickelte Kommunikationskonzept für die verteilte Entwicklung, das auch für die Kommunikation von verteilten Gruppen optimiert wurde [KLEMMER & EVERITT 2003]. Schwerpunkt ist hier allerdings der Gedanke ein physisches User-Interface zu schaffen. Dies wird umgesetzt, indem die Objekte, die auf der einen Seite als physische Objekte vorhanden sind, auf der entfernten Seite als elektronische Objekte dargestellt werden und umgekehrt. Das Tool wird dabei als eine halb elektronische Pinnwand z. B. auf der Basis von SmartBoards™ umgesetzt.

Das vom BMBF geförderte Leitprojekt „integrierte virtuelle Produktentstehung“ (iViP) [KRAUSE ET AL. 2002], stellt eines der umfangreichsten Forschungsvorhaben im Bereich firmenübergreifende Produktentstehung und virtuelle Produktentwicklung in den letzten Jahren dar. Besonders interessante Ansätze für die verteilte Produktentwicklung finden sich im Teilprojekt 1.1: Adaptives Prozessmanagement für verteilte Produktentstehungsprozesse [KRAUSE ET AL. 2002, S. 33ff], in dem ein neuartiger Ansatz für ein Prozessmanagement für verteilte Entwicklungsumgebungen konzipiert und in einem Softwaresystem umgesetzt wird. Ebenso relevant ist das Teilprojekt 1.2: Kommunikations- und Kooperationswerkzeuge für die virtuelle Produktentstehung [KRAUSE ET AL. 2002, S. 41ff], in dem eine Kommunikationsinfrastruktur für die verteilte Umgebung entworfen und softwaretechnisch umgesetzt wird. Auch die weiteren Projekte, die Konzepte für die vollständige Virtualisierung der Produktentstehung entwickeln und umsetzen, bilden eine Grundlage für die verteilte Entwicklung, da verteilte Entwicklung nur als (zumindest teilweise) virtuelle Entwicklung effizient umgesetzt werden kann. Auch wenn in diesem Projekt Ansätze zur Unterstützung der Kooperation und Koordination zu finden sind, so liegt der Schwerpunkt eindeutig auf der Unterstützung der Kommunikation im Sinne der Weiterentwicklung von Möglichkeiten und Konzepten zum Produktdatenaustausch in verteilten Entwicklungsprozessen.

Ähnlich lassen sich auch GAUSEMEIER ET AL. einordnen, die eine Übersicht über Möglichkeiten der Kommunikation und Koordination im Bereich der vernetzten, bzw. verteilten Produktentwicklung schaffen [GAUSEMEIER ET AL. 2006]. Schwerpunktmäßig wird hier die Kommunikation in der verteilten Produktentwicklung betrachtet. Insbesondere schaffen die Autoren hier einen sehr breiten und grundlegenden Überblick über die Basisbausteine der Kommunikation für die verteilte Produktentwicklung, angefangen vom Internet, über Beschreibungssprachen und Kommunikationstechnologie, bis hin zu Systemarchitekturen. Einen weiteren Schwerpunkt bilden die vorhandenen Formate für den Produktdatenaustausch. Unter dem Schlagwort Informationsmanagement werden PDM und PLM Systeme näher betrachtet. Ergänzt werden diese eher technisch geprägten Schwerpunkte zur Kommunikation von Produktdaten durch Ansätze und Konzepte zum Wissensmanagement in der Produktentwicklung.

HOFFMANN entwickelt ein Systemkonzept für ein integratives Konstruktionssystem [HOFFMANN 2000]. Zentrales Element ist das „Joint Editing“ Konferenzsystem „Cosmos“, mit dem gemeinsam Anforderungen und prinzipielle Lösungen erarbeitet werden können. Weitere Elemente sind ein zentrales Referenzmodell, um die Auswirkungen von Änderungen abzuschätzen und eine zentrale Projektdatenhaltung. Das Konzept wurde als Softwareprototyp realisiert und getestet. Ziel ist es, durch den Einsatz multimedialer Konstruktionskonferenzen zu einer flexiblen Arbeitsteilung und Koordination zwischen den Projektmitarbeitern zu

gelangen und damit eine kooperative Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben in einer räumlich verteilten Produktentwicklungsumgebung zu unterstützen.

REINHART ET AL. schlagen Virtual Reality als Hilfsmittel für die Zusammenarbeit in geografisch verteilten Entwicklungsprojekten vor [REINHART ET AL. 2001]. Im Fokus liegt hier das produktionstechnische Umfeld, insbesondere die 3D-Planung und Simulation von Montageanlagen. Das VR-System unterstützt neben einer „High-end“ Simulation auch den Zugriff auf die Simulationsdaten über das Internet als „Low-cost“ VR-System. Hier können mehrere Benutzer gleichzeitig an unterschiedlichen Standorten auf Basis von Standard-Internettechnologie mit der Anlagensimulation interagieren.

Weniger für die Kommunikation zwischen Menschen, als vielmehr für den Austausch von Produktdaten ist der von ANDERL ET AL. erarbeitete Ansatz für ein integriertes Produkt- und Prozessmanagement in kollaborativen (verteilten) Engineering-Prozessen konzipiert [ANDERL ET AL. 2003]. Die von Ihnen entwickelte Kooperationsarchitektur für prozessorientierte Anwendungen „KASSA“ ist dabei als Prototyp umgesetzt worden. Mit diesem System wird es den verteilt arbeitenden Projektpartnern ermöglicht über einen Web-Client von unterschiedlichen Orten aus auf Daten der PDM-Systeme der involvierten Partner zuzugreifen. Dieses Konzept erlaubt auch bei normalerweise nicht kompatiblen PDM-Systemen unterschiedlicher Partner in Kooperationsprojekten eine gemeinsame Datenverwaltung und ein PDM-basiertes Projektmonitoring. Mit einer ähnlichen Problemstellung beschäftigen sich auch AI-BIN & YOU-BAI, die eine XML-basierte Schnittstellenbeschreibung für die internetgestützte verteilte Entwicklung entwickeln [AI-BIN & YOU-BAI 2005].

### **3.4 Handlungsbedarf**

Im folgenden Teilkapitel wird der bisherige Stand der Unterstützung der verteilten Entwicklung noch einmal kurz zusammengefasst. Auf dieser Basis werden Defizite in der Unterstützung der verteilten Arbeit aus Sicht der Produktentwicklung identifiziert und der Handlungsbedarf für diese Arbeit abgeleitet.

#### **Bisheriger Stand der Unterstützung verteilter Entwicklung**

##### **Kommunikationsmedien**

Wie in Kapitel 3.1 gezeigt wurde, existiert eine große Vielfalt an Kommunikationsmedien, die geeignet sind verteilte Entwicklungsprozesse zu unterstützen. Bezüglich der herkömmlichen Medien wurde festgestellt, dass diese zwar nach und nach von rechnerbasierten Medien verdrängt werden, aufgrund der weiten Verbreitung im Alltag aber immer noch eine sehr große Bedeutung haben. Die wachsende Bedeutung der rechnerbasierten Medien äußert sich dagegen in einer großen Vielfalt an Produkten, welche die Funktionalität der herkömmlichen Medien nicht nur ersetzen, sondern auch neue Möglichkeiten der Kommunikation eröffnen. Hier entstehen Medien, die neben der Kommunikation auch explizit für die Unterstützung der Koordination (z. B. elektronische Kalendersysteme) und Kooperation (z. B. Application Sharing) konzipiert worden sind. In

diesem Sinne lässt sich feststellen, dass rechnerbasierte Kommunikationsmedien sehr vielfältige Möglichkeiten für die Unterstützung der verteilten Produktentwicklung bieten. Aktuell bestehende Probleme in der Anwendung, z. B. hervorgerufen durch nicht ausreichende Bandbreite, dürften aus Sicht der heutigen technischen Entwicklung in den nächsten Jahren gelöst werden. Die Verfügbarkeit von VR-Medien zur Unterstützung der Kommunikation ist dagegen noch sehr eingeschränkt. Grundsätzlich wird hier großes Potenzial gesehen, allerdings führen die meist sehr hohen Kosten dazu, dass in diesem Bereich fast ausschließlich Prototypen aus der Forschung zu finden sind.

### **Einsatz von Kommunikationsmedien**

In Bezug auf den Einsatz von Kommunikationsmedien in der verteilten Entwicklung, lässt sich feststellen, dass die herkömmlichen Medien noch eine sehr hohe Bedeutung haben. Von den rechnerbasierten Medien konnte sich bisher einzig E-Mail als absolutes Standardwerkzeug etablieren. Je komplexer die Kommunikationsmedien werden, desto mehr nimmt der Reifegrad und auch die Verbreitung der Produkte ab. Insgesamt werden die rechnerbasierten Medien noch nicht in dem Maße eingesetzt, wie man es anhand der vorhandenen Produkte und Möglichkeiten erwarten würde. VR-Medien werden aufgrund des erwarteten ungünstigen Kosten/Nutzen Verhältnisses praktisch gar nicht eingesetzt.

### **Methodische Unterstützung**

Es existiert eine Vielzahl an methodischen Maßnahmen, die für die Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse herangezogen werden können. Eine Basis aus dem Bereich der Produktentwicklung bilden die Strategien Integrierte Produktentwicklung und Simultaneous/Concurrent Engineering. Auch wenn diese Ansätze nicht direkt für die verteilte Produktentwicklung entwickelt wurden, so enthalten sie viele Elemente, die für die Unterstützung der verteilten Produktentwicklung besonders geeignet sind.

Neben diesen eher abstrakten Betrachtungen existiert eine Vielzahl von konkreten Konzepten aus unterschiedlichen Disziplinen, die für die Unterstützung der verteilten Produktentwicklung eine große Bedeutung haben:

Die kooperationsorientierten Ansätze beschäftigen sich dabei schwerpunktmäßig mit den Themen verteilte Teams und verteilte Gruppenarbeit. Hier existieren neben den in Kapitel 3.3.2 gezeigten Ansätzen allgemein viele spezielle Beiträge aus den Bereichen Arbeitswissenschaft, Psychologie und Soziologie, die sich übertragen lassen.

Ebenso existieren im Bereich der Koordination, der sich insbesondere mit Organisations- und Managementaspekten befasst, viele Ansätze aus dem Bereich der Betriebswirtschaftslehre und Wirtschaftsinformatik, die auch auf die Produktentwicklung anwendbar sind.

Im Bereich der Kommunikation, der im Rahmen der verteilten Entwicklung vor allem den Austausch von Produktinformationen meint, sind neben den in Kapitel 3.3.2 gezeigten Konzepten viele Ansätze aus der Informatik übertragbar, die sich allgemein mit dem Austausch von Daten befassen.

## **Defizite und Handlungsbedarf für die Unterstützung der verteilten Entwicklung**

Aus dem ermittelten Stand der Unterstützung der verteilten Entwicklung werden im Folgenden Defizite aufgezeigt, aus denen ein konkreter Handlungsbedarf für diese Arbeit abgeleitet wird. Aufgrund der Identifizierung von Defiziten in den verschiedenen Feldern Kommunikationsmedien, Einsatz von Medien und methodische Unterstützung, wird auch der Handlungsbedarf jeweils für diese Felder abgeleitet.

### **Kommunikationsmedien**

Es existieren sehr viele unterschiedliche Kommunikationsmedien, das gilt insbesondere für die rechnerbasierten Medien. Viele dieser Medien sind aber nicht für den Einsatz in der verteilten Produktentwicklung optimiert. Die der Medienentwicklung zugrunde liegenden Untersuchungen stammen (wie meist die Kommunikationsmedien) aus den Bereichen Computer Supported Cooperative Work (CSCW) und Human Computer Interaction (HCI) und sind nicht in allen Belangen direkt auf die Produktentwicklung übertragbar. Zusätzlich lässt sich feststellen, dass die Kommunikationsmedien im Allgemeinen deutlich schneller entwickelt werden, als die Effekte dieser Medien untersucht werden. Insbesondere im Bereich der Produktentwicklung existieren kaum detaillierte Untersuchungen über den Einsatz von Medien in der verteilten Arbeit [MILNE 2005, S. 1f]. Die mangelnde Berücksichtigung der Nutzeranforderungen und die sehr technologiegetriebene Entwicklung von Kommunikationsmedien führte schon vor einigen Jahren, als rechnerbasierte Kommunikationsmedien erstmals im Umfeld der Informatik entwickelt wurden, immer wieder zu Fehlschlägen bei der Einführung dieser Medien [GRUDIN 1988]. Um diesem entgegenzuwirken sind also detaillierte Untersuchungen des Medieneinsatzes, welche die Anforderungen an Kommunikationsmedien in der verteilten Produktentwicklung aus Nutzersicht herausarbeiten, dringend notwendig. Auf dieser Grundlage können dann die weiteren Schritte aufbauen. Als konkreter Handlungsbedarf kann festgehalten werden:

Durchführen von detaillierten empirischen Untersuchungen zum Einsatz von rechnerbasierten Kommunikationsmedien in der verteilten Produktentwicklung. Herausarbeiten der Anforderungen an Kommunikationsmedien für die verteilte Produktentwicklung auf Basis dieser Untersuchungen.

### **Einsatz von Kommunikationsmedien**

Hinsichtlich des Medieneinsatzes wurde festgestellt, dass insbesondere komplexere Kommunikationsmedien für das gemeinsame Arbeiten an Aufgabenstellungen (z. B. Application Sharing Anwendungen), noch nicht in dem Maße eingesetzt werden, wie es von den Anwendern gewünscht wäre. Unter Berücksichtigung der Untersuchungen von [LINDEMANN ET AL. 2001], die zeigen, dass Skizzen ein sehr wichtiges Kommunikationsmedium für den technischen Bereich darstellen, lässt sich schließen, dass gerade Application Sharing Programme die das gemeinsame Skizzieren ermöglichen, in der verteilten Produktentwicklung einen Mehrwert schaffen können. Zusätzlich wurde festgestellt, dass Virtual Reality Technologien zwar ein hohes Potenzial zugeordnet wird, diese aber aus Kostengründen in der Praxis praktisch gar nicht eingesetzt werden.

Aus diesen drei Feststellungen: „Wunsch nach mehr Application Sharing“, „hohe Bedeutung von Skizzen“ und „Potenzial von Virtual Reality“, lässt sich der Handlungsbedarf ableiten ein

spezielles Kommunikationsmedium für die verteilte Entwicklung zu entwickeln. Dabei soll auf den im ersten Schritt ermittelten Anforderungen an Kommunikationsmedien aufgebaut werden:

Entwickeln eines Application Sharing Skizzierprogramms, das speziell auf die verteilte Entwicklung zugeschnitten ist, die spezifischen Anforderungen der verteilten Produktentwicklung berücksichtigt und die Implementierung von Virtual-Reality-Technologie ermöglicht.

### **Methodische Unterstützung**

Nachdem mit der vorhergehenden Zielsetzung eine Lücke in der Reihe der für die verteilte Entwicklung zur Verfügung stehenden Kommunikationsmedien geschlossen wird, wird die Problematik einer optimalen Auswahl von Medien, aus der Vielzahl der zur Verfügung stehenden Medien, aufgegriffen. Die sehr schnelle Entwicklung der Kommunikationsmedien macht es für die potenziellen Nutzer immer schwieriger den Überblick über vorhandene Möglichkeiten und Produkte zu bewahren. Immer mehr Funktionalitäten der einzelnen Medien führen dazu, dass mitunter nicht mehr klar ist, welches Medium in welcher Situation geeignet ist. Die Problematik der Medienauswahl wurde als wichtig erkannt ([PARK ET AL. 2003], [SALHIEH & MONPLAISIER 2003] und [LINDEMANN ET AL. 2000]). Allerdings berücksichtigen diese Ansätze den sich schnell wandelnden Markt an Kommunikationsmedien zu wenig. Auch für den folgenden Handlungsbedarf stellen die empirischen Untersuchungen zum Einsatz von Kommunikationsmedien die Grundlage der Arbeiten dar:

Entwicklung eines Systems, das die situationsgerechte Auswahl von Kommunikationsmedien in der verteilten Entwicklung unterstützt, dabei den sich schnell wandelnden Markt der Kommunikationsmedien und die grundsätzlichen Anforderungen an Kommunikationsmedien berücksichtigt.

Um eine Übertragbarkeit und Anwendbarkeit der erarbeiteten Erkenntnisse in die industrielle Praxis zu ermöglichen, ist es erforderlich, die bisherigen Ergebnisse in ein System zur ganzheitlichen methodischen Unterstützung von verteilten Entwicklungsprozessen zu integrieren. Im Bereich der methodischen Unterstützung der verteilten Arbeit gibt es eine Vielzahl an Ansätzen, die für die Durchführung von verteilten Entwicklungsprozessen wertvolle Beiträge leisten können. Allerdings gehen nur wenige Ansätze direkt auf die Erfordernisse der Produktentwicklung ein [GAUL 2001, S. 60]. Je nach Schwerpunkt werden die Konzepte in unterschiedlichen Disziplinen entwickelt. Insbesondere sind hier die Arbeitswissenschaften, Kommunikationspsychologie, Informatik und Betriebswirtschaft zu nennen. Die Strategien integrierte Produktentwicklung, Simultaneous und Concurrent Engineering, bilden eine Basis, lassen sich aber nicht direkt auf der operativen Ebene anwenden. Für Produktentwickler, insbesondere in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU's), die nicht über eine Vielzahl an Spezialisten für verteilte Entwicklungsprozesse verfügen und sich in Folge der zunehmenden Globalisierung mit dem Bedarf für verteilte Entwicklung konfrontiert sehen, ist es kaum möglich auf das vorhandene und sehr umfangreiche aber weit verteilte Wissen zuzugreifen. Es ist also notwendig dieses Wissen zu strukturieren, aus Sicht der Produktentwicklung aufzubereiten und in geeigneter Form zur

Verfügung zu stellen. Ansätze hierzu finden sich z. B. bei [GAUL 2001] und [GIERHARDT 2001], allerdings ist das Handlungsfeld hier auf auftretende Probleme eingeschränkt und die Lösungsansätze auf der operativen Ebene sind nicht dokumentiert.

Insgesamt lässt sich zu diesem Thema der folgende Handlungsbedarf festhalten:

Integrieren der erarbeiteten Ergebnisse in ein System zur methodischen Unterstützung der verteilten Produktentwicklung. Ergänzen von Ansätzen und Konzepten aus der Literatur. Strukturieren der gesammelten Informationen in einer Wissensbasis und Aufbereiten des Inhalts für einen einfachen Zugriff durch Produktentwickler aus der Praxis. Die Wissensbasis soll eine ganzheitliche methodische Unterstützung für verteilte Entwicklungsprozesse auf einer operativen Ebene leisten und den Transfer der erarbeiteten Ergebnisse in die industrielle Praxis unterstützen.

Der für diese Arbeit ermittelte Handlungsbedarf lässt sich damit in vier Punkte gliedern: Nach der grundlegenden Untersuchung von verteilten Entwicklungsprozessen und der Erarbeitung von Anforderungen an einen Kommunikationsraum auf der Basis dieser empirischen Untersuchungen, schließt sich das Erarbeiten von Lösungsansätzen an. Mit der Entwicklung eines Application Sharing VR-Skizzierprogramms, das diese Anforderungen berücksichtigt, wird eine Lücke bei den für die verteilte Produktentwicklung verfügbaren Kommunikationsmedien geschlossen. Um eine zielgerichtete Auswahl aus der vorhandenen Vielzahl an Medien zu ermöglichen, wird ein Medienauswahlsystem entwickelt, das auch auf den eingangs durchgeführten Untersuchungen aufbaut. Der abschließende Aufbau einer Wissensbasis für die verteilte Produktentwicklung gewährleistet den Transfer der erarbeiteten Erkenntnisse in die industrielle Praxis. Die Wissensbasis integriert auch in der Literatur dokumentierte Ansätze und ermöglicht so eine ganzheitliche Unterstützung der verteilten Entwicklung. Abbildung 3-12 gibt einen Überblick über die Verknüpfungen der Bestandteile des Handlungsbedarfs.

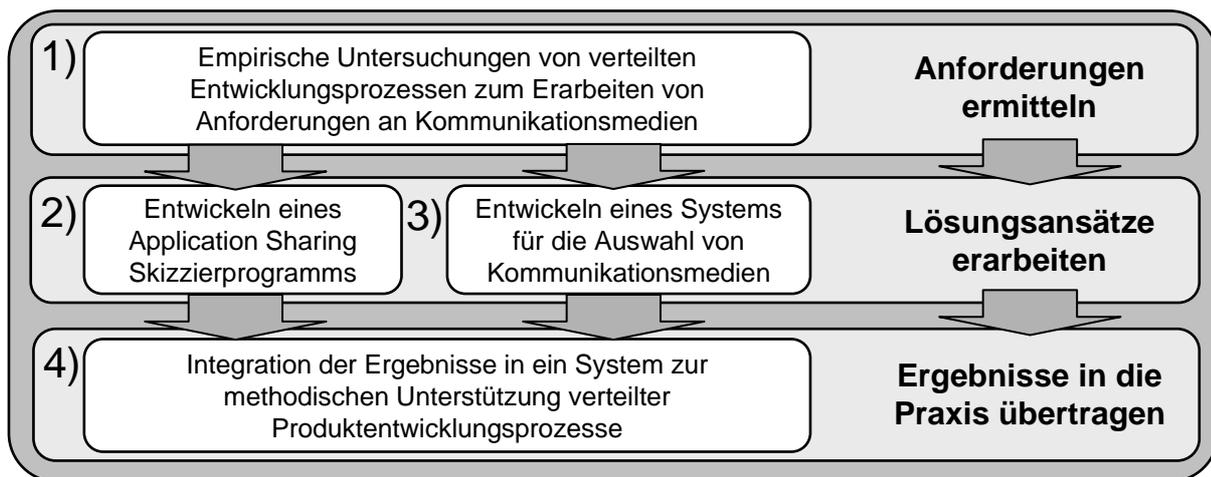


Abbildung 3-12: Verknüpfung der Bestandteile des Handlungsbedarfs

## 4 Entwicklung von Lösungsansätzen

*Kapitel 4 stellt den Kern dieser Arbeit dar. In diesem Kapitel werden für die verschiedenen Felder, für die im vorigen Handlungsbedarf abgeleitet wurde, Lösungsansätze entwickelt (Abbildung 4-1). In Kapitel 4.1 werden auf der Basis detaillierter experimenteller Untersuchungen Anforderungen an Kommunikationsmedien erarbeitet. Diese Anforderungen werden in Kapitel 4.2 aufgegriffen. Hier wird ein neues Skizziersystem als VR-Kommunikationsmedium entwickelt, das die Kommunikation mit dreidimensionalen Skizzen ermöglicht. Neben Skizziersystemen als Kommunikationsmedien werden in Kapitel 4.1 eine Vielzahl weiterer Kommunikationsmedien betrachtet. Den Entwickler hier bei der Auswahl geeigneter Medien zu unterstützen, ist das Ziel des in Kapitel 4.3 entwickelten Medienmodells. Für einen erfolgreichen Transfer der erarbeiteten Erkenntnisse in die Praxis ist es erforderlich, die bisherigen Ergebnisse in ein System zur ganzheitlichen Unterstützung von verteilten Entwicklungsprozessen zu integrieren, wie es in Kapitel 4.4. vorgestellt wird. Dazu werden die erarbeiteten Erkenntnisse in operative Handlungsanweisungen umgewandelt. Um eine ganzheitliche methodische Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse zu ermöglichen, werden diese mit Material aus der Literatur und der Praxis ergänzt. Das erarbeitete Wissen wird abschließend in Form von Leitfäden in einer Wissensbasis zur Verfügung gestellt.*

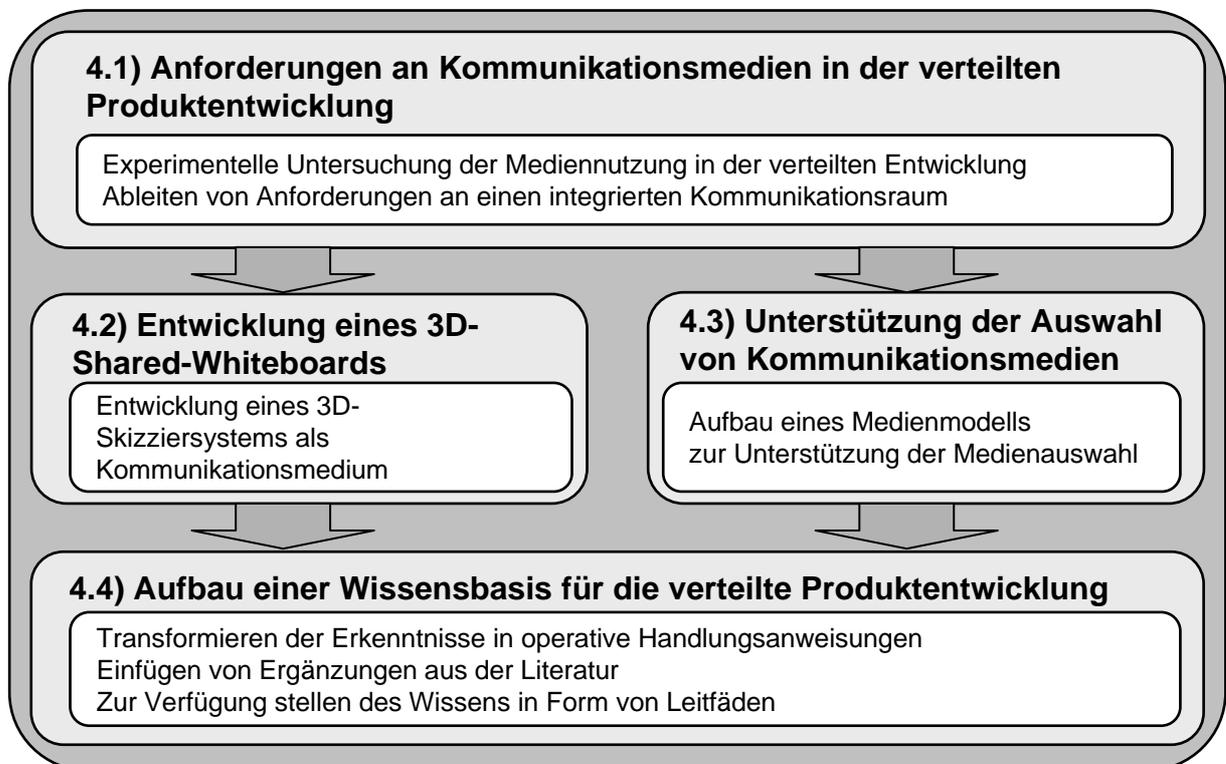


Abbildung 4-1: Struktur von Kapitel 4

## **4.1 Anforderungen an Kommunikationsmedien in der verteilten Produktentwicklung**

Wie bereits in Kapitel 3.4 dargestellt, bestehen bei den Untersuchungen, die die wissenschaftliche Basis für die Unterstützung der verteilten Produktentwicklung bilden, Defizite. MILNE stellt fest, dass im Bereich der Produktentwicklung kaum detaillierte Untersuchungen über den Einsatz von Medien in der verteilten Arbeit existieren [MILNE 2005, S. 1f]. Insbesondere die Anforderungen an Kommunikationsmedien aus Nutzersicht, die eine Grundlage für eine zielorientierte Unterstützung der verteilten Entwicklung darstellen, sind im speziellen Feld der verteilten Produktentwicklung nur wenig konkret und häufig nicht ausreichend wissenschaftlich untermauert. Das Heranziehen von Untersuchungen aus anderen Bereichen, die nicht direkt auf die Produktentwicklung übertragbar sind, kann in diesem Fall keine optimale Basis für die Unterstützung der verteilten Produktentwicklung bieten. Detaillierte Untersuchungen des Medieneinsatzes, welche die Anforderungen an Kommunikationsmedien in der verteilten Produktentwicklung aus Nutzersicht herausarbeiten, sind also dringend notwendig.

Inhalt dieses Kapitels sind experimentelle Untersuchungen, die speziell auf den Fokus der Mediennutzung in der verteilten Entwicklung abgestimmt sind. Auf der Grundlage dieser Untersuchungen werden dann belastbaren Anforderungen an Kommunikationsmedien in der verteilten Produktentwicklung ermittelt. Die ermittelten Anforderungen sollen als ein Baustein die wissenschaftlichen Grundlagenkenntnisse über verteilte Entwicklungsprozesse ergänzen und eine zielgerichtete Unterstützung der verteilten Produktentwicklung ermöglichen. Exemplarisch werden die Anforderungen für einen „integrierten Kommunikationsraum“, der alle aus Nutzersicht wünschenswerten Medien der Kommunikation integriert, ermittelt. Als Basis wird dabei neben der Befragung der Versuchspersonen vor allem das objektiv ermittelte Nutzungsverhalten der Kommunikationsmedien zugrunde gelegt. Dabei sollen auch differenzierte Aussagen zu Anforderungen an Kommunikationsmedien in Abhängigkeit von unterschiedlichen Phasen des Entwicklungsprozesses gewonnen werden.

Das Kapitel gliedert sich in die folgenden Teilkapitel: Zuerst werden der Versuchsaufbau und die Versuchsaufgabe ausgearbeitet. Danach werden die Methoden der Datenerfassung festgelegt. Im Anschluss werden die mit diesen Methoden ermittelten Ergebnisse vorgestellt. Nach der Vorstellung der Ergebnisse erfolgt deren kritische Diskussion, bevor auf der Basis dieser Erkenntnisse Anforderungen an die Kommunikationsmedien abgeleitet werden.

### **4.1.1 Versuchsaufbau zur Mediennutzung in der verteilten Entwicklung**

#### **Versuchsaufbau**

Die Untersuchung von verteilt arbeitenden Entwicklungsteams in der industriellen Praxis ist sehr schwierig. Neben großen Einschränkungen aufgrund der Tatsache, dass viele Entwicklungsprojekte vertraulich sind, ist es kaum möglich die Randbedingungen der Entwicklungsprojekte gezielt zu kontrollieren, oder auch den gleichen Entwicklungsprozess wiederholt bearbeiten zu lassen, um die Belastbarkeit der Ergebnisse zu steigern. Um eine

detaillierte Beobachtung der Entwickler und der Kommunikation in der verteilten Entwicklung zu ermöglichen, werden deshalb Entwicklungsexperimente mit studentischen Entwicklern durchgeführt. Dies ermöglicht es, die Entwicklungsaufgabe mehrfach unter ähnlichen Randbedingungen aber mit unterschiedlichen Teilnehmern als verteiltes Entwicklungsprojekt bearbeiten zu lassen und alle Experimente vollständig auf Video aufzunehmen.

Der Versuchsaufbau für den verteilten Entwicklungsprozess basiert auf einer Zusammenstellung von Medien, die als typische Medien für die Kommunikation in verteilten Entwicklungsprozessen in der deutschen Industrie identifiziert wurden [GRIEB & LINDEMANN 2005]. Zusätzlich wird eine Infrastruktur aufgebaut, die in der Lage ist, die Entwicklungsprojekte auf Video aufzunehmen. Eine geeignete Konfiguration der Medien wird in einem eintägigen Pilotexperiment ermittelt. Die unterschiedlichen Kommunikationsmedien werden in Form von eigenständigen Programmen so auf der Arbeitsoberfläche des PC hinterlegt, dass sie intuitiv genutzt werden können. Dass Arbeiten mit Kommunikationsmedien kann durchaus eine belastende und komplexe Tätigkeit darstellen und erfordert normalerweise eine gewisse Einarbeitungszeit (vgl. z. B. [TÖRLIND ET AL. 2005]). Aus diesem Grund ist neben einer vorbereitenden Schulung der verwendeten Programme und deren Funktionen auch die vorherige Konfiguration der einzelnen Kommunikationsmedien und Netzwerkparameter durch die Versuchsbetreuer erforderlich. Um eine verteilte Entwicklungsumgebung zu simulieren, werden die Arbeitsplätze für die zwei Versuchspersonen im selben Gebäude in unterschiedlichen Räumen ca. 20 m voneinander entfernt eingerichtet. Eine 100 Mbit LAN Verbindung besteht zwischen den Arbeitsplätzen. Abbildung 4-2 gibt einen Überblick über die Anordnung der Versuchsräume und den Aufbau der Arbeitsplätze mit Bildschirm, Webcam, berührungsempfindlichem Bildschirm (Pen Tablet) und Kopfhörer.

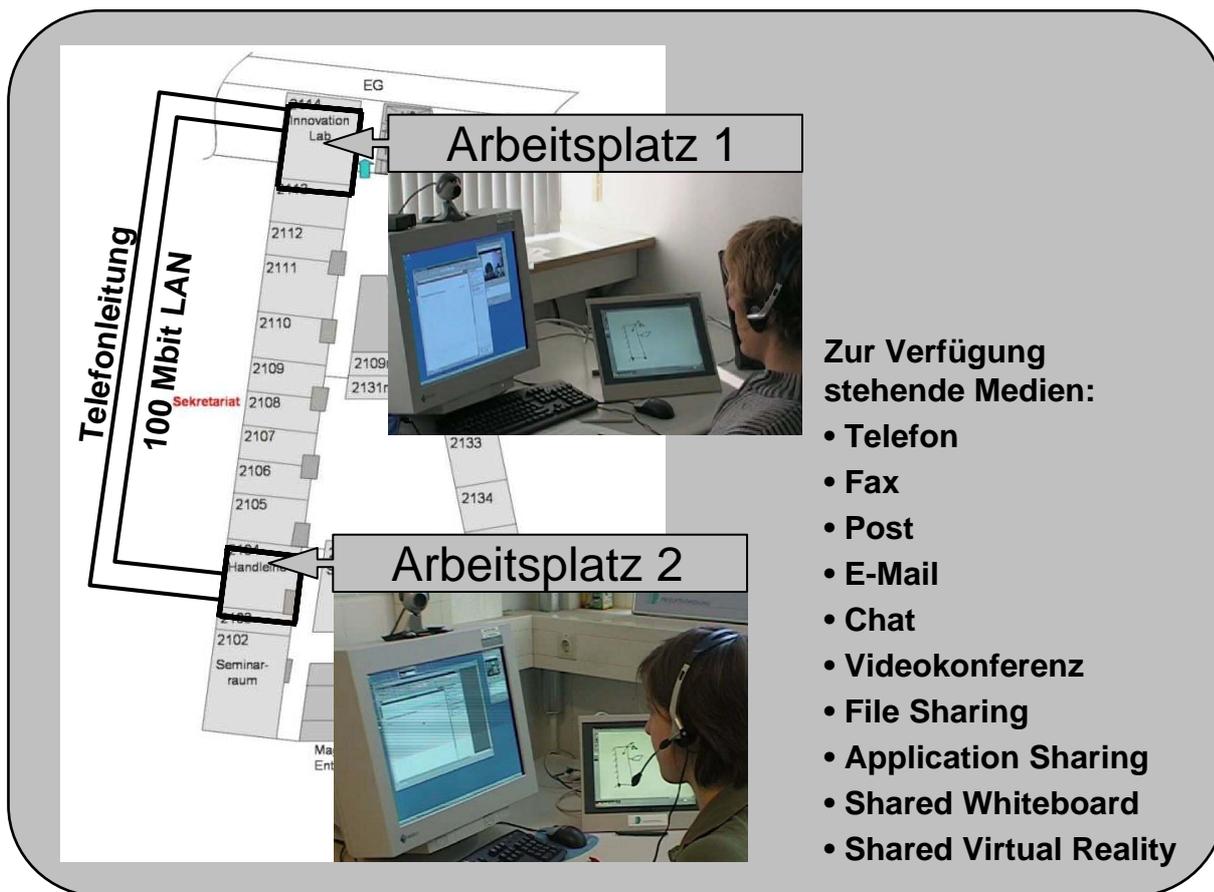


Abbildung 4-2: Aufbau des Kommunikationsraums

Die konkrete Umsetzung des Arbeitsplatzes als Kommunikationsraum (Zusammenstellung von Kommunikationsmedien) gestaltet sich folgendermaßen:

Post und Fax werden durch das Überbringen von Hardware „simuliert“. Die Telefonfunktion wird über das VoIP Programm Skype™ mit einer Kopfhörer-Mikrofon-Einheit realisiert (Im Pilotexperiment hatte sich gezeigt, dass es unbedingt erforderlich ist, dass die Versuchspersonen beide Hände frei haben). E-Mail sowie Chat werden über Webmail bzw. NetMeeting™ ermöglicht. Die Videokonferenz wird durch die Verwendung von WebCams im NetMeeting™ erzeugt. Die Application Sharing Funktionalität wird durch das Programm VNC™ bereitgestellt. File Sharing Möglichkeiten bestehen in Form eines gemeinsamen, serverbasierten Netzlaufwerks. Die Shared Whiteboard Funktionalität basiert auf dem Whiteboard Modul von NetMeeting™, das in Verbindung mit einem so genannten Pen Tablet Bildschirm eingesetzt wird.

### Versuchsaufgabe

Neben der Definition des Versuchsaufbaus ist für die Durchführung der hier geplanten experimentellen Untersuchungen die Ausarbeitung einer Versuchsaufgabe erforderlich. Die Versuchsaufgabe sollte so weit wie möglich einen realitätsnahen bzw. typischen verteilten Entwicklungsprozess abbilden. In Anlehnung an die Prozesssituationen, wie sie in Kapitel 3.2.2 betrachtet worden sind, wird die Ausarbeitung von drei Phasen angestrebt, die die

betrachteten Prozesssituationen aufgreifen und hintereinander bearbeitet eine durchgängige Versuchsaufgabe ergeben.

Die Definition einer „typischen“ Entwicklungsaufgabe ist schwierig. Das Ziel von Entwicklungsaufgaben im Maschinenbau kann sehr unterschiedlich sein. Das Spektrum reicht von der Minimierung der Herstellkosten eines Produkte, über verschiedene Optimierungsentwicklungen (Design for X) bis hin zur Neukonstruktion einer Maschine. Jede einzelne Aufgabe besitzt spezifische Schwierigkeiten und fordert vom Bearbeiter spezifisches Wissen und bestimmte Fähigkeiten. Beispielsweise erfordert die rechnergestützte Optimierung eines dynamisch beanspruchten Bauteils anderes Wissen und Fähigkeiten als die recyclinggerechte Gestaltung eines mechatronischen Produkts. Um eine Aussagefähigkeit der Experimente sicherzustellen, ist es daher erforderlich das Spektrum der Entwicklungsaufgabe einzuschränken.

Entwicklungsaufgaben können dabei als Probleme im psychologischen Sinne betrachtet werden. DÖRNER klassifiziert ein Problem in ein Interpolationsproblem, dialektisches Problem, Syntheseproblem sowie Synthese und dialektisches Problem [DÖRNER 1987, S. 14]. In Anlehnung daran klassifiziert LINDEMANN Entwicklungsprobleme wie in Abbildung 4-3 dargestellt nach der Klarheit der Anforderungen und der Bekanntheit der Vorgehensweise [LINDEMANN 2005, S. 347].

		<b>Entwicklungsproblem</b>	
		Vollständigkeit und Klarheit der Anforderungen und Bedingungen	
		hoch	gering
<b>Entwickler/ Konstrukteur</b> Anwendbarkeit von bekannten Vorgehensweisen und Hilfsmittelanz	hoch	<b>Interpolationsprobleme</b> <i>Einfache Variantenentwicklung</i> z. B. Entwicklung nach vorgegebenen Muster	<b>Dialektische Probleme</b> <i>Einfache Entwicklungsstudie</i> z. B. Anforderungen für das Produkt können nicht ermittelt werden
	gering	<b>Syntheseproblem</b> <i>Komplexe Anpassungsentwicklung</i> z. B. Entwicklung bei sich widersprechenden Zielen und zu engen Lösungsfreiräumen	<b>Synthese und dialektisches Problem</b> <i>Neuentwicklung</i> z. B. sind die Anforderungen und Lösungswege unklar

Abbildung 4-3: Klassifizierung von Entwicklungsproblemen nach LINDEMANN in Anlehnung an DÖRNER [LINDEMANN 2005, S. 347], [DÖRNER 1987, S. 14]

In Übereinstimmung mit den Überlegungen von DYLLA, der sich in seinen Entwicklungsexperimenten auf konstruktive Neuentwicklungen beschränkt, wird auch die hier verwendete Entwicklungsaufgabe als Neuentwicklung ausgelegt [DYLLA 1991]. Neuentwicklungen werden als eine Kombination von Synthese und dialektischen Problemen gesehen (Abbildung 4-3). Da die Anforderungen und die Vorgehensweisen nicht bekannt sind, wird dieses Problem gegenüber anderen Entwicklungsproblemen als das am schwierigsten zu bewältigende Problem gesehen. Unter der Annahme, dass das schwierigste

Problem den höchsten und intensivsten Kommunikationsaufwand erfordert und das Ziel der Untersuchungen Aussagen über die Eignung von Kommunikationsmedien sind, erscheint es für die hier zu erstellende Entwicklungsaufgabe am besten geeignet.

Obwohl die Entwicklungsaufgabe als Neuentwicklung einem natürlichen Konstruktionsprozess so nahe wie möglich kommen sollte, muss sie unter Laborbedingungen von den Versuchspersonen innerhalb der Versuchszeit durchführbar sein. Da kaum ein echtes Neuentwicklungsprojekt innerhalb der hier vorgesehenen drei Tage Versuchszeit durchgeführt wird, müssen Kompromisse eingegangen werden. Um trotz der relativ kurzen Bearbeitungszeit möglichst viele Facetten einer Neuentwicklung abzubilden, wird die Entwicklungsaufgabe in die drei Phasen: Aufgabenklärung, Konzept und Gestalt, mit unterschiedlichem Konkretisierungsgrad der Produktinformation aufgeteilt. Jede dieser Phasen soll im Versuch an einem Tag bearbeitet werden. Die Gesamtversuchsaufgabe besteht aus drei hintereinander zu bearbeitenden Phasen, die an drei aufeinander folgenden Tagen bearbeitet werden. Inhalt der Versuchsaufgabe ist die Entwicklung einer Aufstiegshilfe für Skiläufer.

Um das Vorgehen der Versuchspersonen konkret vorgeben zu können, werden diese drei Phasen für die Versuchsaufgabe weiter unterteilt. Die genaue Vorgabe des Ablaufs des Konstruktionsprozesses ist erforderlich, um eine optimale Vergleichbarkeit der einzelnen Experimente gewährleisten zu können. Auch bei der weiteren Unterteilung erfolgt die Orientierung am Abstraktionsgrad des Produkts. Daraus ergeben sich für den Versuchsablauf die Phasen mit den jeweiligen Teilschritten:

- Aufgabenklärung: Erstellen einer Zielvereinbarung und Problemformulierung, Analysieren von Produkt und Aufgabe, Erstellen einer Anforderungsliste
- Konzept: Erarbeiten von Lösungsprinzipien für Teilfunktionen, Ausarbeiten einer prinzipiellen Gesamtlösung
- Gestalt: Ausarbeiten einer Gestaltlösung unter Berücksichtigung der Design for X Philosophie, Erstellen eines geometrischen CAD-Modells und Ableiten einer Werkstattzeichnung

Die Versuchsaufgabe der Neukonstruktion einer mechanischen Baugruppe (Aufstiegshilfe für Tourenskifahrer) ist vollständig im Anhang, Kap. 8.4.1 der Arbeit zu finden. Für jede der drei Phasen ist eine Bearbeitungsdauer von einem Tag (5-8 Stunden) vorgesehen. Die gesamte Versuchsaufgabe soll an drei aufeinander folgenden Tagen bearbeitet werden.

#### 4.1.2 Datenerfassung

Ziel der experimentellen Untersuchungen ist die Ermittlung von belastbaren Anforderungen an Kommunikationsmedien in der verteilten Produktentwicklung. Als Basis wird dabei neben der Befragung der Versuchspersonen vor allem das objektiv ermittelte Nutzungsverhalten der Kommunikationsmedien zugrunde gelegt. Insbesondere soll untersucht werden, welche Kommunikationsmedien in welchem Umfang und in welcher Kombination in Abhängigkeit der Prozesssituation genutzt werden.

TANG & LEIFER beschreiben die videobasierte Analyse von Entwicklungsprozessen als eine geeignete Methode um Entwicklungsaktivitäten von Gruppen zu untersuchen [TANG & LEIFER 1991]. VALKENBURG weist darauf hin, dass Videoanalysen insbesondere dann geeignet sind, wenn das Verhalten von Personen in Entwicklungsprozessen beobachtet werden soll [VALKENBURG 2000]. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass die Beobachtung nur für eine relativ beschränkte Dauer praktikabel ist und die sehr umfangreichen Videodaten aufbereitet und analysiert werden müssen, um verwertbare Ergebnisse zu erhalten. Da im Rahmen der hier geplanten Versuche untersucht werden soll, wie die Entwickler Kommunikationsmedien nutzen und eine Beschränkung der Bearbeitungszeit durch die Rahmenbedingungen des Versuches gewährleistet werden kann, wird das Nutzungsverhalten der Medien auf der Basis von Videoanalysen bestimmt. In Anlehnung an MAHER ET AL., die die prozentualen Zeitanteile von Kommunikationsinhalten in der verteilten Entwicklung untersuchen, werden in den hier durchgeführten Experimenten die prozentualen Zeitanteile der Nutzung von Kommunikationsmedien auf Basis der Videodaten ermittelt [MAHER ET AL. 2005].

Die Datenaufbereitung für eine detaillierte Videoanalyse ist sehr aufwendig, sodass hier üblicherweise nur ein Entwicklungsprozess von maximal zwei bis drei Stunden Dauer untersucht wird. Da für die hier geplanten Versuche eine Dauer von drei Tagen pro Versuch vorgesehen ist, muss die Anzahl der Versuche beschränkt werden. Eine Festlegung der Versuche auf sechs Stück ermöglicht es, das auszuwertende Videomaterial auf eine Dauer von ca. 100 Stunden zu beschränken. Dadurch wird eine videobasierte, sekundengenaue Auswertung ermöglicht, wie sie für das detaillierte und quantitative Verfolgen der Nutzung der Kommunikationsmedien erforderlich ist.

Für die Videoanalyse werden sechs unterschiedliche Teams aus je zwei Studenten, die jeweils die gleiche Aufgabe bearbeiten, drei Tage lang beobachtet. Jeder der beiden Arbeitsplätze wird von einer Videokamera aufgenommen. Anschließend werden die Videos digital zu einem Doppelvideo zusammengefasst, auf dem beide Seiten des verteilten Entwicklungsteams zu sehen sind. Die Videoauswertung wird mit der Software „Ergoplayer“ [SCHWEIGERT 2003, S. 71-75] durchgeführt. Mittels dieser Software werden die Zeitpunkte und Zeiträume, zu denen bestimmte Medien genutzt werden in MS Excel™ dokumentiert. Mithilfe dieser sehr genauen Auswertung lässt sich ein exaktes, quantitatives Nutzungsprofil für jede Prozesssituation (Aufgabenklärung, Konzept und Gestalt / jeweils ein Versuchstag), erstellen. Um weitere Erkenntnisse über den Verlauf der Kommunikation auch innerhalb eines Tages zu gewinnen, wurden jeweils über jede Stunde und über alle 15 Minuten-Blöcke Nutzungsprofile erstellt (Abbildung 4-4). Bei Bedarf ist eine noch detailliertere Auflösung der Mediennutzung, z. B. für interessante Sequenzen, auf Basis der gewonnenen Daten möglich.

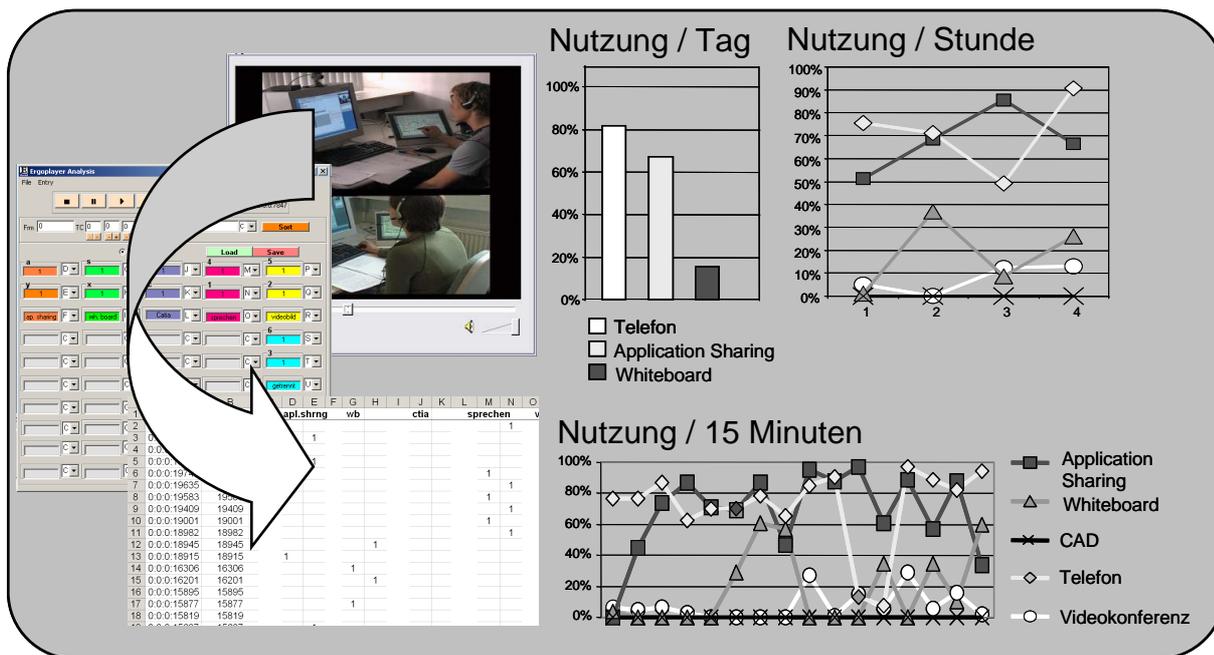


Abbildung 4-4: Videoauswertung mit dem Ergoplayer

Da die Videoanalyse zwar eine sehr exakte Aussage über die Nutzungszeit der Medien ermöglicht, aber keine Aussage über die Motivation und Hintergründe der Mediennutzung zulässt, ist es erforderlich, ergänzende Auswertungen durchzuführen. Zusätzlich bleibt zu bedenken, dass der Anteil an Nutzungszeit bestimmter Kommunikationsmedien nicht immer mit der Bedeutung der Medien korrelieren muss. Aus diesen Gründen werden, zusätzlich zur Videoauswertung, eine strukturierte Befragung der Versuchspersonen mittels Fragebögen, sowie Interviews der Versuchspersonen durchgeführt.

Die Fragebögen werden genutzt, um unabhängig von der Nutzungszeit der Medien Informationen über die Bedeutung der Medien zu sammeln. Die Versuchsteilnehmer werden an jedem Tag des Experiments gebeten, die Wichtigkeit der Kommunikationsmedien für die Erfüllung bestimmter Aufgabenstellungen, die sich auf die Phasen Aufgabenklärung, Konzept und Gestalt beziehen, einzuschätzen.

Die Interviews werden jeweils am letzten Tag eines Experiments direkt nach Abschluss der Entwicklungsaufgabe durchgeführt. Die Versuchspersonen werden separat über den Verlauf des Entwicklungsprozesses und über die verwendeten Medien befragt. Dabei haben die Teilnehmer die Möglichkeit, über die Vor- und Nachteile der Kommunikationsmedien und über die Ursachen und Motivation der Nutzung bestimmter Medien zu sprechen. Ziel der Interviews ist es, die Schlussfolgerungen aus den vorherigen Analysen zu unterstützen und Einsicht in die Ursachen der beobachteten Effekte zu erlangen. Zusätzlich können auch direkt allgemeine Anforderungen an Kommunikationsmedien abgeleitet werden.

Die gesamte Auswertung der Versuche basiert also auf den drei Säulen: Videoanalyse der Bearbeitung der Entwicklungsaufgabe, Fragebögen zur Mediennutzung und Interviews der Versuchspersonen.

### 4.1.3 Ergebnisse der Experimente

Nachdem in den vorigen Abschnitten Versuchsaufbau und Datenerfassung für die experimentellen Untersuchungen der Mediennutzung in der verteilten Entwicklung dargestellt wurden, werden im Folgenden die Ergebnisse dieser Untersuchungen präsentiert.

Die Medien Post, Fax, E-Mail und Chat stehen den Versuchsteilnehmern zwar zur Verfügung, werden aber nicht genutzt. Offensichtlich werden diese Medien durch die anderen vorhandenen Medien ersetzt, wie es nach der Media Richness Theorie zu vermuten wäre [DAFT & LENGEL 1986], beziehungsweise sind aufgrund der synchronen Bearbeitung der Aufgabe in diesem Fall nicht geeignet.

File Sharing wird während des gesamten Zeitraums in Form eines gemeinsamen Netzlaufwerks eingesetzt und ist sozusagen immer in Betrieb. Allerdings wird das Medium nicht zur direkten Kommunikation zwischen den Versuchspersonen genutzt, sodass eine Videoanalyse der Nutzungszeit, wie sie bei den anderen Medien durchgeführt wird, nicht möglich bzw. nicht sinnvoll ist. Die Nutzungszeit als Kommunikationsmedium wird daher auf null gesetzt.

Die Bedeutung der Medien Telefon, Application Sharing, Shared Whiteboard, CAD (CAD-Application Sharing) und Videobild im Entwicklungsprozess lässt sich recht gut anhand der Nutzungsprofile verfolgen. Neben den detaillierten Nutzungsprofilen im Anhang (in Kapitel 8.4.2 sind die vollständigen Nutzungsprofile über die sechs Versuchsreihen A-F im Detail dargestellt) gibt Abbildung 4-5 einen Überblick über die durchschnittlichen Nutzungszeiten der Medien in allen sechs Experimenten. Die Höhe der Säulen zeigt die durchschnittliche Nutzungszeit der Medien, die Standardabweichung zwischen den einzelnen Experimenten ist durch einen T-Balken gekennzeichnet.

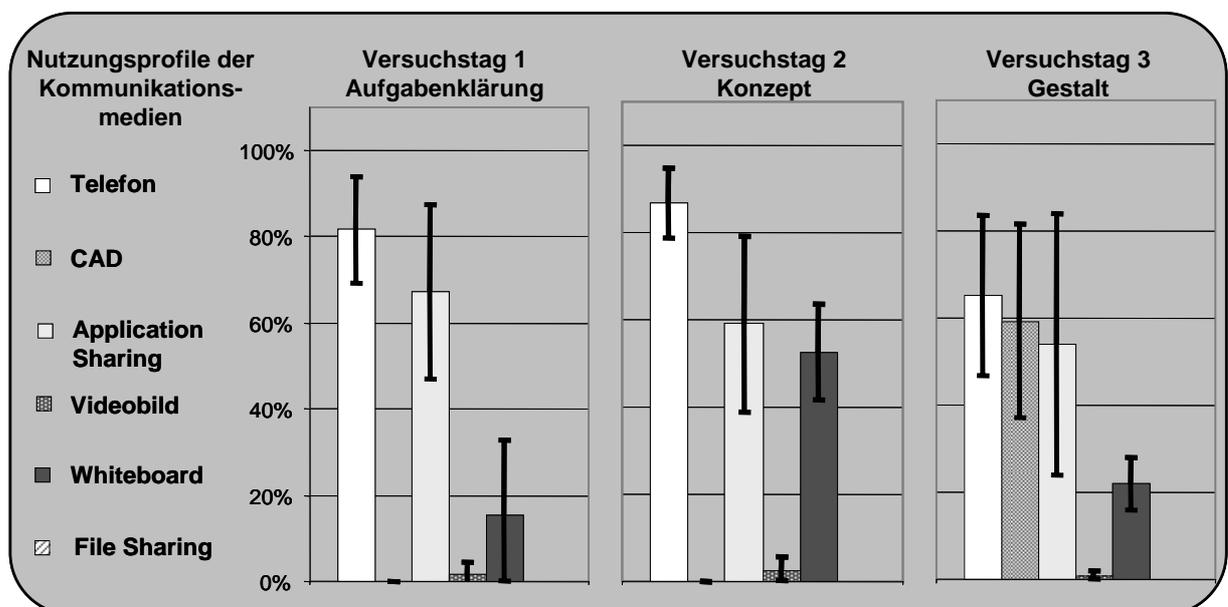


Abbildung 4-5: Durchschnittliche Nutzungszeiten der Medien über alle sechs Versuchsreihen

Dabei kann festgestellt werden, dass das Telefon in allen Bereichen die höchsten Nutzungszeiten hat. Insbesondere in den Phasen Aufgabenklärung und Konzept ist die

Bedeutung des Telefons besonders groß. Application Sharing ist, gemessen an der Nutzungszeit, das zweitwichtigste Kommunikationsmedium nach dem Telefon. Das Application Sharing des CAD-Programms (CAD) wird getrennt erfasst und nimmt in der Phase Gestalt neben dem Application Sharing von anderen Programmen eine bedeutende Rolle ein. File Sharing wird bei dieser Auswertung aus den oben erläuterten Gründen nicht betrachtet. Das Shared Whiteboard wird je nach Vorliebe der Teams in der Phase Aufgabenklärung recht unterschiedlich genutzt. Deutlich erkennbar ist, dass die Nutzung in der Phase Konzept besonders ausgeprägt ist. Auch in der Phase Gestalt wird in allen Versuchsreihen auf das Shared Whiteboard zurückgegriffen. Die vergrößerten Ausschnitte der Nutzungsprofile in Abbildung 4-6 zeigen, dass dies oft zusammen mit einer Zunahme der Kommunikation über Telefon geschieht.

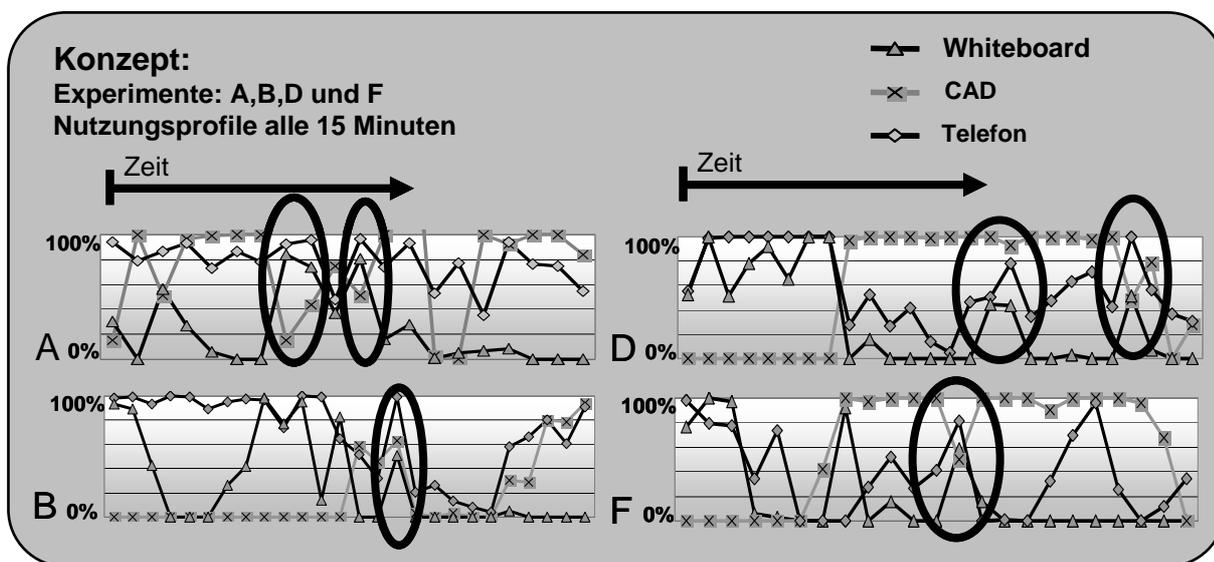


Abbildung 4-6: Detaillierte Mediennutzungsprofile in der Phase Gestalt

Die Fragebogenanalyse dient dazu, einen Eindruck davon zu bekommen, wie wichtig den Versuchspersonen die einzelnen Kommunikationsmedien sind. Diese Einschätzung erfolgt zusätzlich zu den in den Videoanalysen ermittelten Nutzungsprofilen und unabhängig von der prozentualen Nutzungszeit. Dafür geben die Versuchsteilnehmer während des Versuches, jeweils am Ende von jedem Versuchstag, auf einer Skala die Bedeutung der Kommunikationsmedien an. Abbildung 4-7 stellt die in den Fragebögen ermittelten Ergebnisse dar. 100% bedeutet sehr wichtig und 0% bedeutet nicht wichtig. Die Säulen geben die durchschnittlichen Werte an, die T-Balken die Standardabweichung.

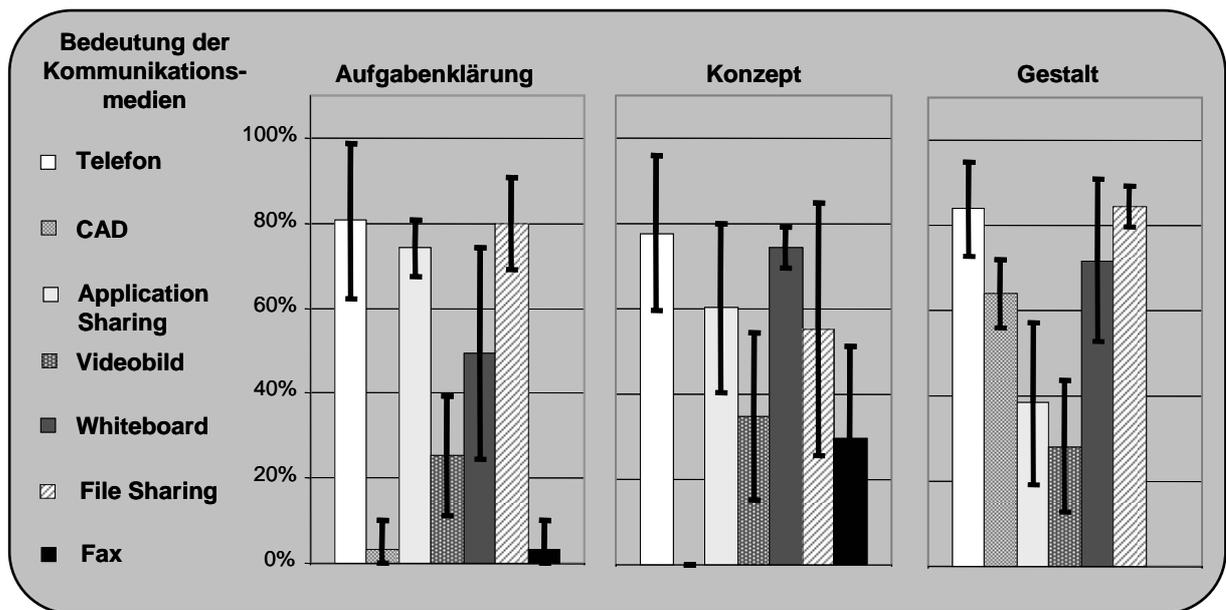


Abbildung 4-7: Bedeutung der Medien über alle sechs Versuchsreihen

Die Ergebnisse der Befragung bezüglich der Medienbedeutung von Telefon und Application Sharing (sowohl mit CAD, als auch mit anderen Programmen) spiegeln die Verhältnisse wieder, wie sie auch durch die Nutzungsprofile ermittelt werden. Auffällig ist, dass die Shared Whiteboard Funktionalität in der Phase der Ausarbeitung für sehr wichtig gehalten wird. Das in den Nutzungsprofilen als Kommunikationsmedium nicht erfassbare File Sharing hat in allen Phasen eine sehr große Bedeutung. Dagegen wird das zur direkten Kommunikation praktisch nicht genutzte Videobild für mäßig wichtig gehalten.

Die Interviews finden jeweils nach dem letzten Versuchstag statt. Die wichtigsten Aussagen (Aussagen, die mindestens in der Hälfte der Interviews erwähnt wurden) sind in Abbildung 4-8 zusammengefasst. Bei der Betrachtung des Entwicklungsprozesses fällt auf, dass insbesondere der Ideenaustausch und der soziale Kontakt, im Vergleich zum nicht verteilten Arbeiten, für schwieriger gehalten werden. Der eigentliche Entwicklungsprozess wird kaum direkt behindert. Die Aussagen zu den Medien decken sich mit den in den Nutzungsprofilen und Fragebögen ermittelten Erkenntnissen. Das Videobild wird offensichtlich weniger als direktes Kommunikationsmedium eingesetzt, sondern in erster Linie um zu sehen, was der Versuchspartner gerade tut.

<b>Entwicklungsprozess</b>	
<b>Aufgabenstellung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Trotz einiger unklarer Formulierungen Aufgabe gut verständlich, Umfang angemessen</li> <li>– Vorgegebener Prozess hilfreich und realistisch</li> </ul>
<b>Bearbeitung im verteilten Team</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Versuchspartner dem jeweiligen Bearbeiter nicht bekannt</li> <li>– Sozialer Kontakt und näheres Kennen lernen vermindert, wird aber als wichtig eingeschätzt</li> <li>– Ideenaustausch wurde behindert</li> <li>– Insgesamt kaum Schwierigkeiten durch das „verteilt Arbeiten“</li> </ul>
<b>Medien</b>	
<b>Post, Fax, E-Mail, Chat</b>	– Durch schnellere und bessere Medien komplett ersetzt
<b>Telefon</b>	– Ständig benutzt, war nicht wegzudenken, trägt auch zu sozialem Kontakt bei
<b>Videobild</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– In erster Linie zur Kontrolle, ob der Partner da ist, was er gerade macht</li> <li>– Auf Grund der schlechten Qualität haben Mimik und Gestik des Partners gefehlt. Vorschlag: Eigener großer Bildschirm</li> <li>– Echter Blickkontakt war nicht möglich, Vorschlag: Bildschirm mit Kamera</li> </ul>
<b>File Sharing</b>	– Häufig benutzt, keine Probleme
<b>Application Sharing</b>	– Häufig benutzt, späte Aktualisierung der Darstellung
<b>Application Sharing CAD</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Häufig benutzt, späte Aktualisierung der Darstellung</li> <li>– Gut geeignet um am CAD-Modell zu diskutieren</li> <li>– Ermöglicht gegenseitige Hilfe und Tipps zum Arbeiten mit CAD</li> </ul>
<b>Shared Whiteboard</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sehr effektiv, ersetzt komplett das Papier</li> <li>– Ermöglicht gleichzeitiges Arbeiten, jeder sieht das gleiche</li> </ul>

*Abbildung 4-8: Zusammenfassung der Antworten aus den Interviews mit den Versuchspersonen*

Die Bearbeitungszeit der einzelnen Versuchspersonengruppen lässt sich direkt aus den Mediennutzungsprofilen im Anhang (Kap. 8.4.2) ablesen. Da der Vormittag des ersten Tags mit einer mehrstündigen Einführung in die Kommunikationsmedien belegt war, wurde die Aufgabenstellung so gestellt, dass die Bearbeitung der Aufgabe am ersten Tag weniger aufwendig war wie an den Folgetagen. Dadurch wurde ein übermäßig langes Arbeiten am ersten Tag verhindert.

Die Qualität der Lösungsgüte wurde mittels einer Expertenbewertung der erarbeiteten Lösungen festgelegt. Dabei wurde sowohl die Abarbeitung der vorgeschriebenen Arbeitsschritte als auch das endgültige Endergebnis in die Bewertung mit einbezogen. Die Bewertung fand in Anlehnung an das von BAUMBERGER & LINDEMANN beschriebene Bewertungskonzept statt und zeigt, dass alle Versuchsgruppen die Aufgabe erfolgreich bearbeiten konnten [BAUMBERGER & LINDEMANN 2004]. Die Ergebnisse lagen dabei

qualitativ auf einem ähnlichen Niveau, wobei Versuch C eine etwas überdurchschnittliche Qualität erreichte und Versuch B etwas hinter den Erwartungen zurückblieb (Abbildung 4-9).

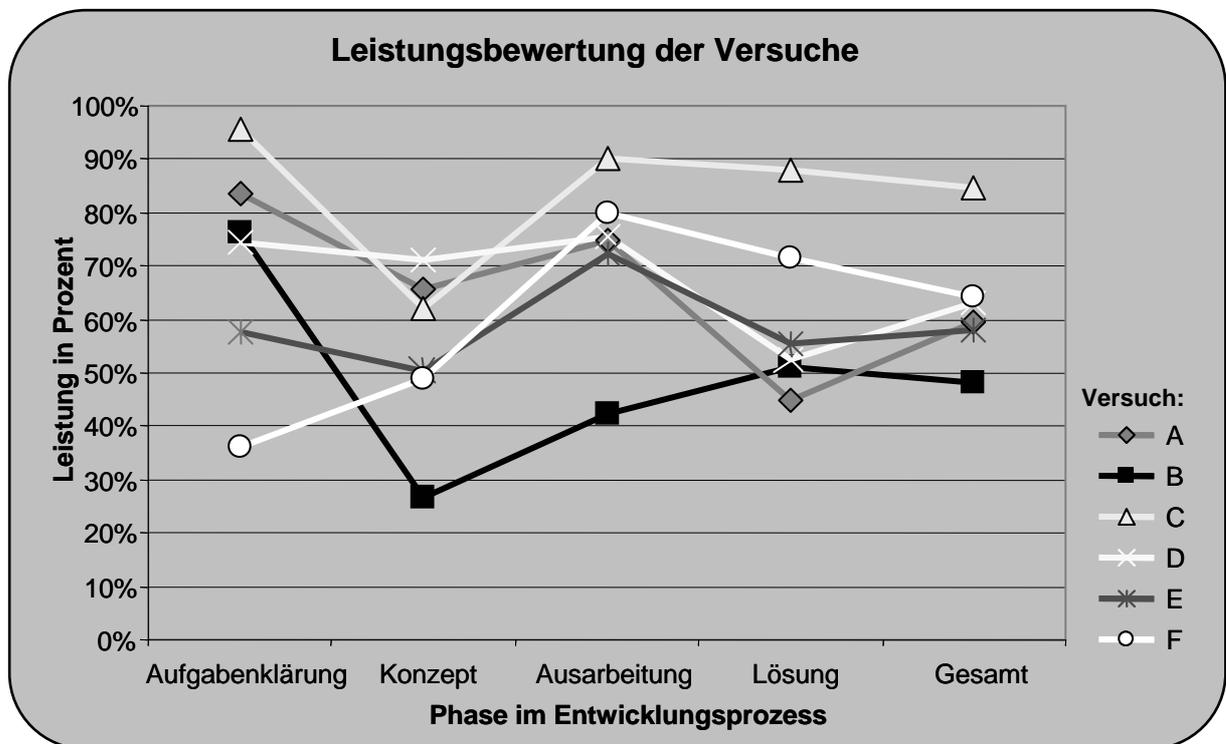


Abbildung 4-9: Expertenbewertung der Versuche

#### 4.1.4 Diskussion der Ergebnisse und Ableiten von Anforderungen

Die in den Experimenten ermittelten Daten müssen als experimentelle Fallstudie gewertet werden, da die Ergebnisse abhängig von den Teilnehmern (Erfahrung, Persönlichkeit), der Anzahl der Teilnehmer, der Aufgabe, der Dauer des Entwicklungsprojekts und weiteren Randbedingungen sind und aufgrund der „nur“ sechsfachen Versuchsdurchführung noch keine statistische Relevanz besitzen. Trotzdem geben diese experimentellen Untersuchungen einen wertvollen Einblick in die Kommunikationsmedien in der verteilten Entwicklung. Die gewonnen Erkenntnisse sind, im Bereich der Randbedingungen „verteilt, synchrones Arbeiten in einem Zwei-Personen Team, über einen Zeitraum von einigen Tagen, mit modernen rechnergestützten Kommunikationsmedien“, belastbar und können mit einigen Einschränkungen auch auf andere Bereiche der verteilten Entwicklung übertragen werden.

Die Nutzungsprofile der Kommunikationsmedien (insbesondere die detaillierten) zeigen, dass die Medien auch innerhalb eines Tages sehr ungleichmäßig genutzt werden. Zwischen den einzelnen Gruppen variiert die detaillierte Nutzung sehr stark. Dies wird vermutlich durch die Unterschiede in der Bearbeitung der Entwicklungsaufgabe hervorgerufen. Obwohl die Entwicklungsaufgabe und die Zwischenziele und damit die grobe Struktur des Entwicklungsprozesses vorgegeben sind, gibt es erhebliche Unterschiede in der Bearbeitung der Aufgabe. Zusätzlich kann festgestellt werden, dass die unterschiedlichen Personen unterschiedliche Vorgehensweisen haben die Medien zu verwenden und über verschiedene

Vorlieben und Abneigungen bezüglich der Medien verfügen. Trotz dieser großen Unterschiede lassen sich einige Beobachtungen über alle Gruppen generalisieren:

Die Audiokommunikation über **Telefon (VoIP)** ist eines der wichtigsten Medien. Telefon spielt bei allen Gruppen und allen Phasen eine herausragende Rolle. Üblicherweise ist es das am meisten genutzte Medium und wird auch als das wichtigste Medium bewertet. Normalerweise wird es in Kombination mit anderen Medien genutzt. Über die Unterstützung des Austausches formaler Informationen hinaus, scheint es auch den Austausch informeller und sozialer Kommunikation zu einem gewissen Anteil zu unterstützen.

Ein weiteres sehr wichtiges Kommunikationsmedium ist das **Application Sharing**. Application Sharing von Office™ und anderen Anwendungen wird in allen Phasen des Entwicklungsprozesses viel genutzt und als sehr wichtig bewertet, das Application Sharing von CAD-Daten dagegen wird nur in der Phase Gestalt verwendet. Bei der hier vorliegenden Entwicklungsaufgabe ist die Verwendung von CAD in den Phasen Aufgabenklärung und Konzept allerdings auch nicht notwendig. Es sind aber Entwicklungsaufgaben vorstellbar, die den Einsatz von CAD auch in der Phase der Aufgabenklärung erforderlich machen (z. B. die Optimierung eines existierenden Produkts). Ein interessanter Aspekt ist, dass Application Sharing nicht nur genutzt wurde, um das Produktmodell zu diskutieren, sondern zusätzlich auch um den Partner bei der Bedienung des recht komplexen CAD Systems zu unterstützen.

Das **Shared Whiteboard** erweist sich als wichtiger, als von den Versuchsleitern vor den Experimenten erwartet wird. Es wird in der Phase Konzept in sehr hohem Maße genutzt und wird auch in der Phase Gestalt (für die Kommunikation) als ähnlich wichtig bewertet wie CAD. Die Nutzungszeit ist in der Phase Gestalt zwar geringer, aber im Gegensatz zum Einsatz von CAD scheint die Nutzung von Telefon bei dem Einsatz des Shared Whiteboard tendenziell zu steigen (Abbildung 4-6). Es kann vermutet werden, dass in einigen Diskussionen auch in der Phase Gestalt das Skizzieren mit dem Shared Whiteboard hilfreicher ist als das Arbeiten am CAD. Die Versuchsteilnehmer geben an, dass Papier und Bleistift durch das elektronische Skizzieren komplett ersetzt werden. Dies ist vermutlich auch auf die eingesetzten berührungsempfindlichen Bildschirme (Pen Tablets), die sich als sehr intuitiv erweisen, zurückzuführen. Es lässt sich schließen, dass das Kommunizieren mit der Unterstützung von Skizzen bei der Erarbeitung von Konzepten, aber auch bei der Ausarbeitung von Konstruktionen am CAD eine sehr große Bedeutung für eine optimale Kommunikation in verteilten Entwicklungsprozessen hat. Unterstützt wird diese Aussage durch die Beobachtungen von PACHE, der allgemein das Skizzieren als einen Hauptfaktor bei der Erarbeitung von Konzepten identifiziert [PACHE 2005]. In diesem Zusammenhang werden Skizzen hauptsächlich zur Kommunikation und Ideengenerierung eingesetzt.

Das **Videobild** wird in allen Phasen der Entwicklungsaufgabe nur sehr wenig genutzt. Trotzdem wird es für die Kommunikation als mittel wichtig angesehen. Die Vermutung, dass das Videobild eher dazu dient, das Gefühl zu erzeugen, dass sich auf der anderen Seite der Medien ein Mensch befindet, und weniger dazu beiträgt, konkrete Informationen zu übermitteln, wird in den Interviews bestätigt. In erster Linie wird mithilfe des Videobildes der informelle, soziale Kontakt hergestellt, die echte Informationsübertragung von formellen Produktdaten spielt kaum eine Rolle. Da verteilte Entwicklungsprojekte durch Probleme auf

der sozialen und informellen Ebene durchaus erheblich beeinflusst werden können (siehe Kapitel 2.2), sollte dieses Kommunikationsmedium jedoch als wichtig angesehen werden.

**File Sharing** wird nicht, wie die anderen Kommunikationsmedien, für die direkte Kommunikation zwischen den Teilnehmern genutzt. Aus diesem Grund gibt es auch keine Auswertung der Nutzungszeiten. Die Bedeutung von File Sharing für die Unterstützung verteilter Arbeit wird allerdings als sehr hoch eingestuft. Die Teilnehmer geben an, dass es für die verteilte Bearbeitung der Aufgabe notwendig ist, einen Zugang zu gemeinsam genutzten Dateien zu haben.

**Fax** wird nur einige wenige Male von einem Teil der Gruppen genutzt, insbesondere um nicht digitale Handskizzen in der Phase Konzept zu versenden. Nach dem Wechsel zu digitalen Skizzen mit dem Shared Whiteboard (alle Teams wechseln zu digitalen Skizzen), wird Fax als Kommunikationsmedium überflüssig.

**Post, E-Mail und Chat** werden in diesen Experimenten nicht genutzt. Die Versuchspersonen geben an, dass diese Medien von besser geeigneten und schnelleren Medien ersetzt werden.

Interessant ist ein Vergleich dieser Erkenntnisse aus Experimenten mit studentischen Versuchspersonen mit den Ergebnissen von Umfragen in der Industrie, wie sie z. B. in Kapitel 3.2 oder von GRIEB & LINDEMANN dargestellt sind [GRIEB & LINDEMANN 2005]. Telefon wird auch in der industriellen Praxis sehr viel verwendet, E-Mail dagegen wird bei den Experimenten gar nicht genutzt, wird aber in der Industrie als das am meisten genutzte Kommunikationsmedium identifiziert. Diese Unterschiede lassen sich aus dem Aufbau des Experiments herleiten. Eine die gesamte Projektlaufzeit andauernde synchrone Zusammenarbeit ist in der industriellen Praxis, auch bei verteilten Entwicklungsprojekten, nicht der Standard. Zusätzlich lässt sich feststellen, dass die Kommunikationsmedien, die in den Experimenten E-Mail ersetzt haben (z. B. Application Sharing), in der Industrie nicht so weit verbreitet sind. Diese Medien werden z. B. durch Sicherheits- (Firewall) und Leistungs- (Bandbreiten)beschränkungen behindert, die während der Experimente nicht vorhanden sind.

Die angewendeten Methoden, die Experimente über die Auswertung von Videoaufnahmen zu betrachten, sind aufgrund der sehr großen Datenmenge und der zeitraubenden Analysen nicht unproblematisch. Insbesondere wenn noch längere Zeiträume betrachtet werden sollen, ist eine automatische Erfassung der Mediennutzung anzustreben, wie sie z. B. von CAMPBELL ET AL. vorgeschlagen wird [CAMPBELL ET AL. 2005].

#### **Ableiten von Anforderungen an einen integrierten Kommunikationsraum**

Aus den in den Experimenten gewonnen Erkenntnissen werden im Folgenden Anforderungen an Kommunikationsmedien in der verteilten Produktentwicklung abgeleitet. Exemplarisch wird ein „idealer Kommunikationsraum“ für die synchrone Kollaboration in Entwicklungsprojekten vorgestellt, der sich an den erarbeiteten Anforderungen orientiert.

Abbildung 4-10 gibt einen Überblick über die ermittelten Anforderungen. Die detailliert erläuterten Anforderungen finden sich vollständig im Anhang (Kap. 8.5). Die Anforderungen sind zwar für die Randbedingung synchrones Arbeiten ausgearbeitet worden, können aber zum Teil auch auf verteilte Entwicklungsprozesse, in denen auch asynchron gearbeitet wird, übertragen werden.

An erster Stelle stehen die allgemeinen Anforderungen, die sich insbesondere auf eine einfache und angenehme Nutzung beziehen. Die Grundlage bildet eine zuverlässige und sichere Datenverbindung von hoher Kapazität. Hier sind auch Sicherheitsanforderungen zu beachten. Die wichtigsten Medien sind Telefon bzw. VoIP, Application Sharing, Shared Whiteboard, File Sharing und Video, die jeweils mit spezifischen Anforderungen detailliert werden. Auch bei vorrangig synchroner verteilter Entwicklung ist eine Ergänzung durch E-Mail, Fax und Post für asynchrone Kommunikation sinnvoll.

Nr.	Beschreibung/Name der Anforderung
<b>1</b>	<b>Allgemeine Anforderungen</b>
1.1	Hoher Bedienkomfort
1.2	Geringer Konfigurationsaufwand
1.3	Geringe Störungsempfindlichkeit
<b>2</b>	<b>Datenverbindung</b>
2.1	Hohe Kapazität (min. 256 kBit/s)
2.2	Hohe Abhörsicherheit (min. 128 Bit Verschlüsselung)
2.3	Hohe Zuverlässigkeit / Verfügbarkeit
2.4	Anpassung auf Firewalls
<b>3</b>	<b>Telefon bzw. VoIP Verbindung</b>
3.1	Hoher Komfort
3.2	Anpassung auf Kapazität der Datenverbindung
3.3	Geeignete Hardware
<b>4</b>	<b>Application Sharing</b>
4.1	Hoher Bedienkomfort / Übersichtlichkeit
4.2	Komfortables Betrachten
4.3	Übersichtliche Freigabe
4.4	Gezielte Steuerung
4.5	Übertragen von CAD Fenstern
<b>5</b>	<b>Shared Whiteboard</b>
5.1	Intuitive/einfache Bedienung
5.2	Pen Tablet Hardware
5.3	Beschränkte, aber sinnvolle Funktionalität
5.4	Optionale Virtual Reality
<b>6</b>	<b>File Sharing</b>
6.1	Intuitive / einfache Bedienung
6.2	Unterstützung einer konsistenten Datenhaltung
<b>7</b>	<b>Video Verbindung</b>
7.1	Hoher Bedienkomfort
7.2	Variable Größe und Auflösung
7.3	Anpassung auf Datenverbindung
7.4	Geeignete Hardware
7.5	Direkter Blickkontakt
<b>8</b>	<b>Medien für asynchrone Kommunikation</b>
8.1	E-Mail, Fax und Post für die asynchrone Kommunikation

Abbildung 4-10: Anforderungen an einen integrierten Kommunikationsraum

Abbildung 4-11 zeigt die exemplarische, prototypenhafte Umsetzung eines „idealen Kommunikationsraums“ für die synchrone Kollaboration, der sich an den beschriebenen Anforderungen orientiert.

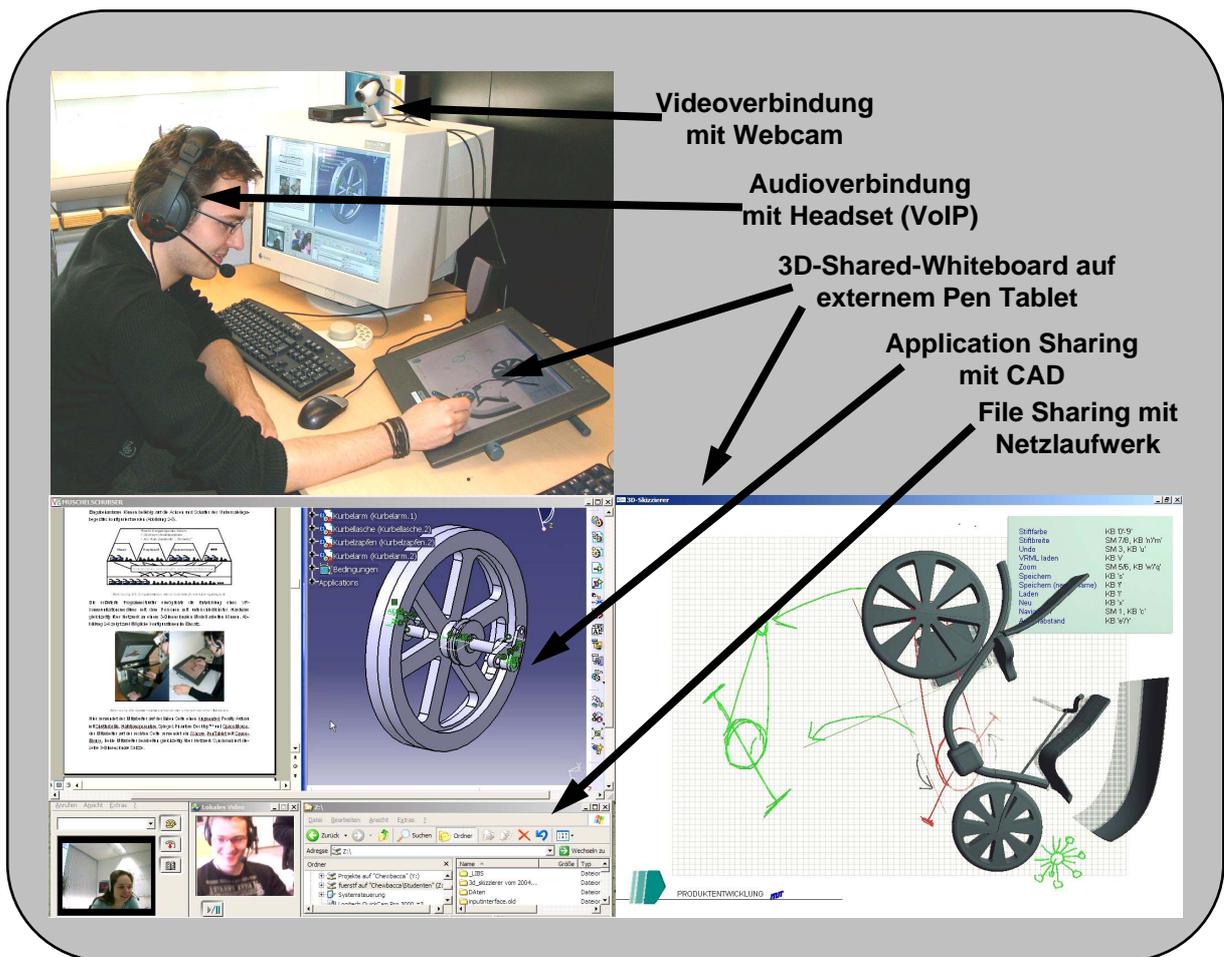


Abbildung 4-11: Prototypische Umsetzung des integrierten Kommunikationsraums

Die erarbeiteten Anforderungen an Kommunikationsmedien, in Verbindung mit der prototypenhaften Realisierung eines Kommunikationsraums für synchrone Kollaboration, geben Hinweise darauf, welche Sachverhalte beim Aufbau eines Kommunikationsraums für die verteilte Entwicklung zu beachten sind und leisten so einen wissenschaftlich fundierten Beitrag zur Unterstützung der verteilten Entwicklung. Um die Ergebnisse möglichst vielen Interessenten zur Verfügung zu stellen, werden die wichtigsten Erkenntnisse in die in Kapitel 4.4 beschriebene internetbasierte Wissensbasis integriert. Eine kritische Betrachtung der Anwendbarkeit der Ergebnisse im Bereich der Industrie wird in Kapitel 5.1 gegeben.

## 4.2 Entwicklung eines 3D-Shared-Whiteboard

Die Feststellung der großen Bedeutung des elektronischen Skizzierens für die Unterstützung der Kommunikation in der verteilten Entwicklung, ist eine der wichtigsten Erkenntnisse aus dem vorigen Kapitel. Die besonders stark ausgeprägte Bedeutung der Skizzen scheint typisch für eher technisch orientierte Kommunikation zu sein. Auch MALHOTRA ET AL. stellen in einer Fallstudie, bei der sie ein verteiltes Entwicklungsprojekt im Ingenieurbereich beobachten, fest, dass das Skizzieren in verteilten Besprechungen die Basis für konzeptionelle Diskussionen und Weiterentwicklungen darstellt und damit eine erhebliche Bedeutung für den

Erfolg verteilter Entwicklungsprojekte hat [MALHOTRA ET AL. 2001]. Die aktuelle Relevanz des Themas wird von einer Kundenbefragung im Bereich Softwareprodukte für verteilte Besprechungen von YANKELOVICH ET AL. gestützt [YANKELOVICH ET AL. 2004]. Auch hier wird das Freihandskizzieren als eine der wichtigsten Funktionen von rechnerbasierten Kommunikationsmedien genannt.

Obwohl das Skizzieren in verteilten Besprechungen gerade im technischen Bereich eine hohe Bedeutung hat, wird es von aktuellen Kommunikationsmedien nur sehr rudimentär unterstützt. Die meisten rechnerbasierten Kommunikationsmedien verfügen nur über sehr einfache Skizzierfunktionen, die kaum über die Grundfunktionen der Whiteboardanwendung von Microsoft NetMeeting™ [MICROSOFT 2007] hinausgehen, das vor über 10 Jahren entwickelt wurde. GARNER stellt in diesem Zusammenhang fest, dass die Unterstützung von Skizzieren in verteilten Besprechungen in der wissenschaftlichen Gemeinschaft des CSCW (Computer Supported Cooperative Work) weniger beachtet wurde, als z. B. die Audiokommunikation oder eher formelle Arten der Kommunikation [GARNER 2001]. Trotz der hohen Bedeutung des (computerbasierten) Skizzierens für die Kommunikation in der verteilten Entwicklung muss also festgestellt werden, dass die Entwicklung von entsprechenden Softwarewerkzeugen schon seit längerem vernachlässigt wurde.

Ein weiterer interessanter Aspekt, der das Skizzieren betrifft, ist, dass in der Produktentwicklung normalerweise dreidimensionale Produkte entwickelt werden, in der Praxis im Allgemeinen aber nur in zwei Dimensionen (auf Papier) skizziert wird. Selbstverständlich sind Papierskizzen auch nur in zwei Dimensionen möglich, allerdings macht der Einsatz von Computer Technologien inzwischen prinzipiell ein dreidimensionales elektronisches Skizzieren möglich (z. B. AR Sketcher [FIORENTINO ET AL. 2002]). Gerade die Tatsache, dass es in verteilten Besprechungen nicht möglich ist, anhand von physikalischen Prototypen zu diskutieren, lässt die Möglichkeit, im dreidimensionalen Raum gemeinsam über Netzwerk zu skizzieren und anhand solcher Skizzen zu diskutieren, als eine sinnvolle Unterstützung für technische geprägte computerunterstützte verteilte Besprechungen erscheinen. Gestützt wird diese These von den Beobachtungen von O'NEILL ET AL., die verlinkte 3D-Modelle von Objekten als Kommunikationsmittel verwenden [O'NEILL ET AL. 2005]. Dabei schließen sie, dass die Kommunikation mit Hilfe von wechselseitigem Zeigen auf bestimmte Objektteile und einer gemeinsamen Orientierung am Objekt bei bestimmten Problemen sogar besser geeignet ist, als z. B. eine direkte Videoverbindung der kommunizierenden Personen.

Neben der Feststellung, dass die existierenden Softwarewerkzeuge zur Kommunikation mittels Skizzen nicht ausreichend sind, kann also Bedarf für ein dreidimensionales Skizzierwerkzeug zur Kommunikation in verteilten Besprechungen abgeleitet werden. Aus diesem Grund wird im Rahmen dieser Arbeit ein Prototyp für ein dreidimensionales Skizziersystem zur Unterstützung der Kommunikation (3D-Shared-Whiteboard) entwickelt. Dabei sollen auch die Möglichkeiten der VR-Technologie in den Prototyp integriert werden. Das zu entwickelnde System ist insofern neuartig, als dass es eine Zusammenführung von VR- und Kollaborationssoftware bedeutet, die in ihrer speziellen Ausprägung zum dreidimensionalen Skizzieren für die Unterstützung von verteilten Besprechungen, so noch nicht existiert.

Die folgenden Teilkapitel erläutern die Entwicklung und den Aufbau des 3D-Skizziersystems. Zuerst werden vorhandenen Lösungen für das elektronische Skizzieren betrachtet. Auf der Grundlage der Erkenntnisse aus dem vorangegangenen Kapitel werden konkrete Anforderungen an ein 3D-Skizziersystem abgeleitet und ein Konzept entwickelt. Abschließend wird auf die technische Umsetzung des Systems eingegangen.

### 4.2.1 Lösungen für das elektronische Skizzieren

Bevor auf die konkreten Anforderungen an ein 3D-Skizziersystem eingegangen wird, werden in diesem Kapitel vorhandene Lösungen für das elektronische Skizzieren betrachtet.

Obwohl die Skizze im technischen Umfeld der Konstrukteure und Entwickler ein entscheidendes Kommunikationsmedium darstellt [LINDEMANN ET AL. 2001], wird die Tätigkeit des freien Skizzierens durch heutige CAD-Systeme kaum unterstützt. Gut geschulte Fachkräfte sind durchaus in der Lage mit CAD-Systemen sehr schnell zu arbeiten. Dennoch kann man nicht davon sprechen, dass jeder technisch versierte Mensch seine Ideen wie mit Papier und Bleistift „auf die Schnelle“ visualisieren kann. CAD-Systeme sind zwar sehr leistungsfähig, die Bedienung verlangt aber einen erheblichen Aufwand an Einarbeitung und Training. Um hier Unterstützung zu leisten sind Systeme entwickelt worden, die ein einfaches und vor allem intuitives Darstellen von Sachverhalten am Rechner ermöglichen sollen. Die einfachsten sind elektronische Whiteboard Programme, die das Prinzip von Papier und Stift direkt übertragen und deren Hauptfunktionalität darin besteht, einfache Striche und Kreise oder Quader auf dem Bildschirm darzustellen. Da diese Programme auf einer zweidimensionalen Ebene arbeiten, werden sie im Weiteren als 2D-Whiteboard-Systeme bezeichnet.

#### **2D-Whiteboard-Systeme**

Auf dem Markt sind unterschiedliche Systeme erhältlich, die die Funktionalität eines 2D-Whiteboard bieten. Sehr weit verbreitet ist das in Microsoft NetMeeting™ integrierte Whiteboard [MICROSOFT 2007], das über die von NetMeeting™ erstellte Konferenzverbindung zu anderen Teilnehmern auch als „Shared“ (geteiltes bzw. gemeinsames) Whiteboard in verteilten Besprechungen betrieben werden kann. Das Programm erfüllt die grundlegendsten Funktionen zum Malen oder Skizzieren, wie das Ziehen von Linien, Verändern der Stiftdicke und Farbe, Radieren, Erstellen von Quadern oder Kreisen und Einfügen eines Hintergrundbildes. Mit Hilfe eines so genannten „Pen Displays“ (berührungsempfindlicher Bildschirm, auf dem mit einem Stift geschrieben werden kann) lässt sich ähnlich arbeiten, wie auf einem Blatt Papier (Abbildung 4-12).

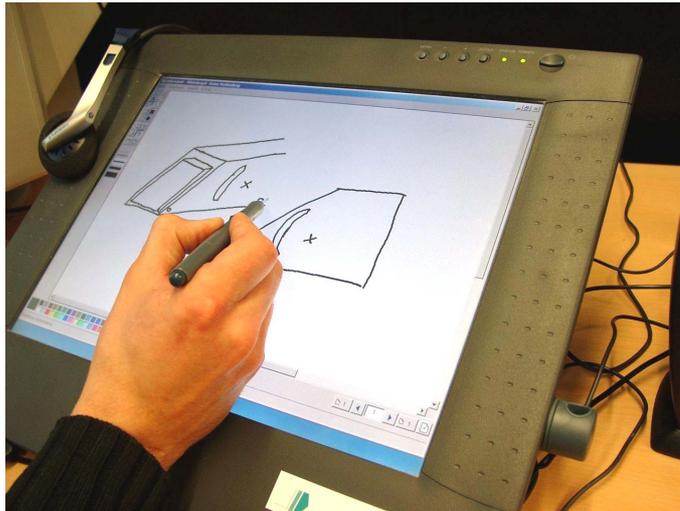


Abbildung 4-12: NetMeeting™ Whiteboard und Pen Display zum Zeichnen und Skizzieren in 2D

Ein entscheidender Vorteil gegenüber Papier und Bleistift ist, dass in einer Konferenzschaltung gemeinsam und gleichzeitig an Skizzen gearbeitet werden kann. Diese Shared-Whiteboard-Funktionalität kann als Ergänzung zu Video- und Telefonkonferenz einen weiteren wertvollen Kommunikationskanal bilden.

Im Rahmen der in Kapitel 4.1 beschriebenen Versuche konzipieren zwei Personen per Konferenzschaltung eine dreidimensionale Baugruppe. Dabei können sie unter anderem auf das 2D-Shared-Whiteboard als Kommunikationsmedium zurückgreifen. Das 2D-Shared-Whiteboard wird häufig benutzt, um dreidimensionale Körper anhand von Schnitten und perspektivischen Ansichten zu diskutieren. Es zeigt sich jedoch auch, dass während der Diskussion von komplexeren 3D-Teilen die Darstellungen durch eine Vielzahl von Schnitten und Ansichten schnell unübersichtlich und sehr komplex werden können. In diesem Fall können Systeme die in drei Dimensionen arbeiten eventuell Vorteile bieten, sie werden im Folgenden als 3D-Whiteboard-Systeme bezeichnet.

### 3D-Whiteboard-Systeme

Neben echten CAD-Programmen, die inzwischen praktisch alle mit dreidimensionalen Objekten arbeiten, gibt es auch im Bereich des Skizzierens Programme, welche die Rechnerunterstützung nutzen, um die Darstellung und Erzeugung dreidimensionaler Objekte mit sehr einfachen Mitteln sehr schnell zu ermöglichen. Beispielhaft sollen hier die Programme Teddy [IGARASHI ET AL. 1999] und der AR-Sketcher [FIORENTINO ET AL. 2002] genannt werden. Das Programm Teddy nutzt als Eingabegerät eine 2D-Maus, um schnell und intuitiv Stofftiere zu entwerfen. Dabei zeichnet der Benutzer die Querschnittsfläche, die anschließend automatisch zu einem Volumenkörper aufgebläht wird. Dieses Programm zeigt Möglichkeiten für das schnelle und intuitive Entwerfen von Objekten auf, ist jedoch für technische Produkte nicht geeignet. Im Gegenzug legt das Programm AR-Sketcher den Fokus auf das Entwerfen von Freiformflächen, wie sie beispielsweise im Automobilbau auftreten. Dabei wird zur Interaktion auf relativ kostenintensive VR-Hardware zurückgegriffen.

Neben den genannten Systemen ist am Lehrstuhl für Produktentwicklung der Prototyp eines 3D-Whiteboard-Systems, der 3D-Skizzierer, entwickelt worden, welcher Virtual Reality-Technologie verwendet. Mithilfe eines mechanischen Trackingsystems, der Phantom Desktop™, kann der Benutzer direkt, wie mit einem Stift, in den dreidimensionalen Raum skizzieren. Die Intuitivität wird durch einen gespiegelten Aufbau gesichert. Dabei wird das Bild des Monitors auf einen halb durchlässigen Spiegel projiziert, unter dem sich das Eingabegerät befindet. Über eine stereoskopische Darstellung der Szenerie mithilfe einer Shutterbrille, hat der Benutzer den Eindruck als würde die Skizze im Raum schweben und die virtuelle Tinte direkt aus der Stiftspitze fließen (Abbildung 4-13) [MÜLLER ET AL. 2003].



Abbildung 4-13: 3D-Skizzierer zum Zeichnen und Skizzieren in 3D

Die Funktionalität des 3D-Skizzierers entspricht dabei der eines um eine Dimension erweiterten, einfachen 2D-Malprogramms. Möglich sind das Ziehen von Linien, das Verändern der Stiftdicke und Farbe, Radieren, Einfügen von dreidimensionalen Objekten im VRML-Dateiformat und das Erstellen einfacher geometrischer Objekte wie Würfel und Kugeln. Damit ist es möglich, mit wenigen Elementen Objekte direkt dreidimensional darzustellen, ohne auf verschiedene Schnitte und Ansichten zurückzugreifen. Der Einsatz dieser Technologie bringt aber auch Probleme mit sich. Ein Nachteil sind die hohen Anschaffungskosten für die Eingabehardware aus dem Virtual-Reality-Bereich. Daneben ist aufgefallen, dass die eigentlich intuitive aber ungewohnte Bedienung über einen 3D-Stift ein gewisses Maß an Training verlangt. Kleinere Probleme sind, dass der Dauerbetrieb mit Shutterbrille für die Augen etwas ermüdend ist und der für das 3D-Skizzieren eingerichtete Rechner nicht mehr direkt als Arbeitsplatzrechner verwendet werden kann. Die aus Sicht dieser Arbeit entscheidende Schwachstelle des Systems besteht allerdings darin, dass der 3D-Skizzierer nicht über einen Konferenzmodus wie z. B. NetMeeting™ verfügt. Ein Einsatz zur Unterstützung der Kommunikation in verteilten Besprechungen ist damit nicht möglich.

## 4.2.2 Konzept für ein 3D-Shared-Whiteboard

Aus den diskutierten Schwachstellen ergibt sich der Bedarf ein System zu entwickeln, das sowohl das direkte Skizzieren im dreidimensionalen Raum, als auch die Nutzung als Kommunikationsmedium über eine Konferenzfunktionalität erlaubt.

Das Grundkonzept basiert auf der Idee die Funktionalität des 2D-Shared-Whiteboard, wie es im NetMeeting™ implementiert ist, mit der Funktionalität des 3D-Skizzierers, zu einem 3D-Shared-Whiteboard zu verbinden. Dieses 3D-Shared-Whiteboard soll zum einen die sehr grundlegende Funktionalität des 2D-Shared-Whiteboard, intuitive Bedienung, einfache Integration und problemlose Kommunikation, bieten. Darüber hinaus soll es die Möglichkeiten des 3D-Skizzierers zur Verfügung stellen, dreidimensionale Objekte intuitiv einfach und schnell zu erstellen und bei Bedarf die Unterstützung von VR-Technologie zu ermöglichen.

Anhand von Experimenten mit ersten Prototypen und dem bisherigen 3D-Skizzierer wurden, auf Basis von Interviews mit den Versuchspersonen, allgemeine Anforderungen an das System „3D-Shared-Whiteboard“ erarbeitet, die schließlich in ein Konzept münden:

- **Zeichnen:** Das System muss einerseits alle wichtigen Funktionen zum Zeichnen bieten, sollte sich aber andererseits nur auf die absolut notwendigen Funktionen beschränken, um die Bedienung einfach zu halten. Ausgangsbasis bildet die Funktionalität des NetMeeting™ Whiteboard (erweitert um die dritte Dimension).
- **Konferenzmodus:** Das System muss durch mehrere Benutzer über Internet/Intranet bedienbar sein, also über einen Konferenzmodus verfügen. Dabei sollen alle Teilnehmer die gleiche Sicht auf die Skizze haben, aber nicht mehr als ein beliebiger Teilnehmer gleichzeitig die Skizze manipulieren können.
- **VR-Technologie:** Aufgrund der Möglichkeit zur räumlichen Darstellung von Objekten und deren intuitiver Manipulation soll das System die Möglichkeit bieten, VR-Technologie zu integrieren. Speziell sollen Desktop-VR-Systeme unterstützt werden. Anwendern, die Stereo-Ausgabehardware zur Verfügung haben, muss die Darstellung von Stereobildern ermöglicht werden. Anwender, die besondere VR-Eingabegeräte zur Verfügung haben (Phantom Desktop, Space Mouse, Cyber Glove etc.), müssen diese Eingabegeräte nutzen können.
- **Hardwareunabhängigkeit:** Obwohl die Integration von VR-Technologie als Option möglich sein muss, darf sie nicht Voraussetzung sein. Das System muss auf jedem Standardrechner mit Tastatur und Maus zu bedienen sein und darf die Anschaffung von spezieller kostenintensiver Hardware nicht zwingend erfordern.
- **Intuitiv:** Das System muss intuitiv zu bedienen sein und sollte keine Einarbeitungs- oder Gewöhnungsphase erfordern. Die Benutzer erwarten eine ähnlich einfache Bedienung wie die von Papier und Bleistift. Neben dem reinen Zeichnen muss auch die weitere Steuerung, wie zum Beispiel die Handhabung des Konferenzmodus, einfach und intuitiv möglich sein.
- **Hilfsmittel für die Orientierung im 3D Raum:** Da die Orientierung insbesondere bei Verwendung von 2D-Ein- und Ausgabegeräten schwierig ist, muss die

Orientierung im 3D-Raum mit Hilfestellungen unterstützt werden. Wichtig ist, dass die Ebene, auf der sich der Nutzer befindet und zeichnet, dargestellt wird. Zusätzlich müssen definierte Winkel, insbesondere senkrechte Ansichten einfach zu erkennen sein.

### Funktionale Umsetzung des Konzepts

Auf Basis der genannten grundlegenden Anforderungen wird ein Prototyp für ein 3D-Shared-Whiteboard entwickelt, der diese Anforderungen erfüllt. Eine Beschreibung der wichtigsten Funktionen des Prototyps aus Anwendersicht wird im Folgenden gegeben. Die technische Realisierung dieser Funktionen ist Thema des nachfolgenden Teilkapitels 4.2.3.

Die Navigation bzw. die Manipulation ist angelehnt an die Steuerung von üblichen CAD-Programmen, sofern mit Maus oder SpaceMouse™ gearbeitet wird. Die Mausbewegung in Verbindung mit bestimmten Maustasten ermöglicht das Ziehen von Linien, bzw. das Rotieren und Verschieben der Skizze. Darüber hinaus ist es auch möglich spezielle VR-Eingabegeräte wie z. B. eine Phantom Desktop™ (mechanisch abgetasteter Stift als 3D-Eingabegerät) zu verwenden, die die Möglichkeiten der Interaktion weiter steigern, indem direkt die Erstellung von dreidimensionalen Objekten durchgeführt werden kann. Die Grafikausgabe unterstützt das Erzeugen eines Stereobilds, sofern die Hardwarevorausetzungen gegeben sind und kann so z. B. mit Hilfe von hochfrequenten CRT-Monitoren in Verbindung mit Shutterbrillen ein tatsächlich dreidimensionales Empfinden der Objekte erzeugen. Die Stereoausgabe ist aber nicht unbedingt erforderlich. Im Konferenzmodus ist ein gemischter Betrieb von stereo und nicht stereo Grafikausgabe (je nach Gegebenheiten des jeweiligen Arbeitsplatzes) möglich.

Für die Orientierung im 3D-Raum werden drei rechtwinklige Achsen dargestellt, die die Erkennung und Einstellung der Zeichenebenen erleichtern. Eine transparente Ebene visualisiert die aktuelle Zeichenebene im 3D-Raum (Abbildung 4-14).

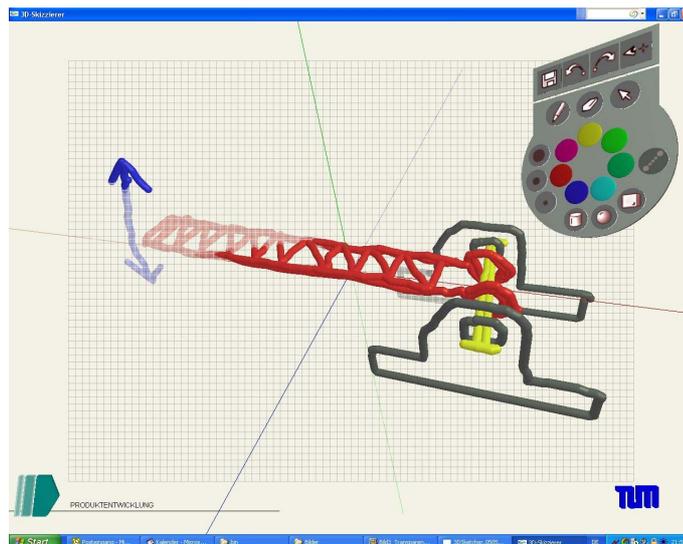


Abbildung 4-14: 3D-Skizze: Transparente Ebene und Achsen erleichtern die Orientierung im 3D-Raum

Das Speichern und erneute Laden von angefertigten Skizzen ist möglich. Dabei wird eine Zeichnung, die von einem Teilnehmer geladen wird, in die Anwendungen der über Netzwerk verbundenen Teilnehmer automatisch mit eingefügt.

Neben dem freien Zeichnen ermöglicht das System das Importieren von dreidimensionalen Geometrien, analog dem Importieren von Hintergrundbildern in herkömmlichen Whiteboard-Programmen. Die Objekte werden als 3D-Körper importiert und können im dreidimensionalen Raum durch Skizzen ergänzt werden (Abbildung 4-15). Grundlage dafür sind Dateien im VRML-Format, die von CAD-Programmen exportiert werden können.

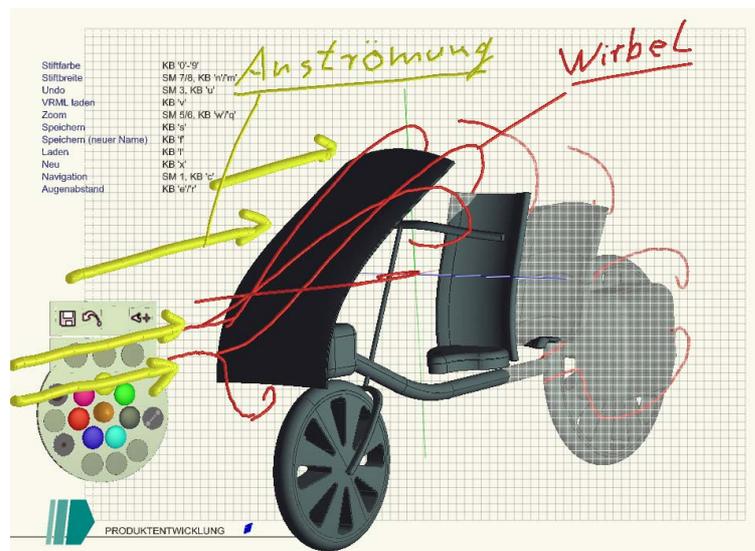


Abbildung 4-15: Importiertes und mit Skizzen erweitertes 3D-VRML-Modell

Die Zeichenoptionen beschränken sich, analog zum herkömmlichen Whiteboard, auf das Ändern der Stiftstärke und Farbe. Das Erzeugen einfacher Geometrien (Kugel, Zylinder und Quader) ist vorbereitet.

Über ein Netzwerk z. B. LAN können sich mehrere Konferenzteilnehmer mithilfe eines Servers und mehrerer Clients an einer Skizze beteiligen. Im Konferenzmodus können so an verschiedenen Arbeitsplätzen Skizzen bzw. VRML-Daten gemeinsam betrachtet werden. Dabei werden jeweils der Blickwinkel und die Position des Zeigepunktes synchronisiert. Um Verwirrung zu vermeiden, wird das Objekt immer nur von einem Teilnehmer aktiv kontrolliert. Diese Kontrolle wird per Tastendruck angefordert. Dadurch, dass über das Netzwerk nur die Befehle, aber nicht die Bilder übertragen werden, ist eine hohe Leistungsfähigkeit der grafischen Ausgabe auch im Konferenzmodus sichergestellt.

#### 4.2.3 Technische Umsetzung eines 3D-Shared-Whiteboard

Im vorigen Teilkapitel wurden der grundsätzliche Entwicklungsansatz, die Kombination des 2D-Shared-Whiteboard mit der Idee des VR-3D-Skizzierers, detailliert erläutert und die wichtigsten Funktionalitäten aus Anwendersicht dargestellt. Im Folgenden wird die technische Umsetzung dieses 3D-Shared-Whiteboard behandelt. Dabei wird nicht die Ebene des Programmcodes behandelt. Vielmehr werden einige interessante Konzepte aus der

Programmstruktur, die die Basis des entwickelten Prototyps bilden, auf prinzipieller Ebene erläutert.

Einen Überblick über den Aufbau des Programms zeigt Abbildung 4-16. Das Programm besteht aus mehreren Modulen. Das Hauptmodul ist der Controller, der die übrigen Module erzeugt und verwaltet. Hier werden die Anweisungen der übrigen Module verarbeitet und der Programmablauf gesteuert. Dabei werden in einer Endlosschleife alle 20-30 Millisekunden alle Module vom Netzwerkmodul bis zur Grafikausgabe bearbeitet.

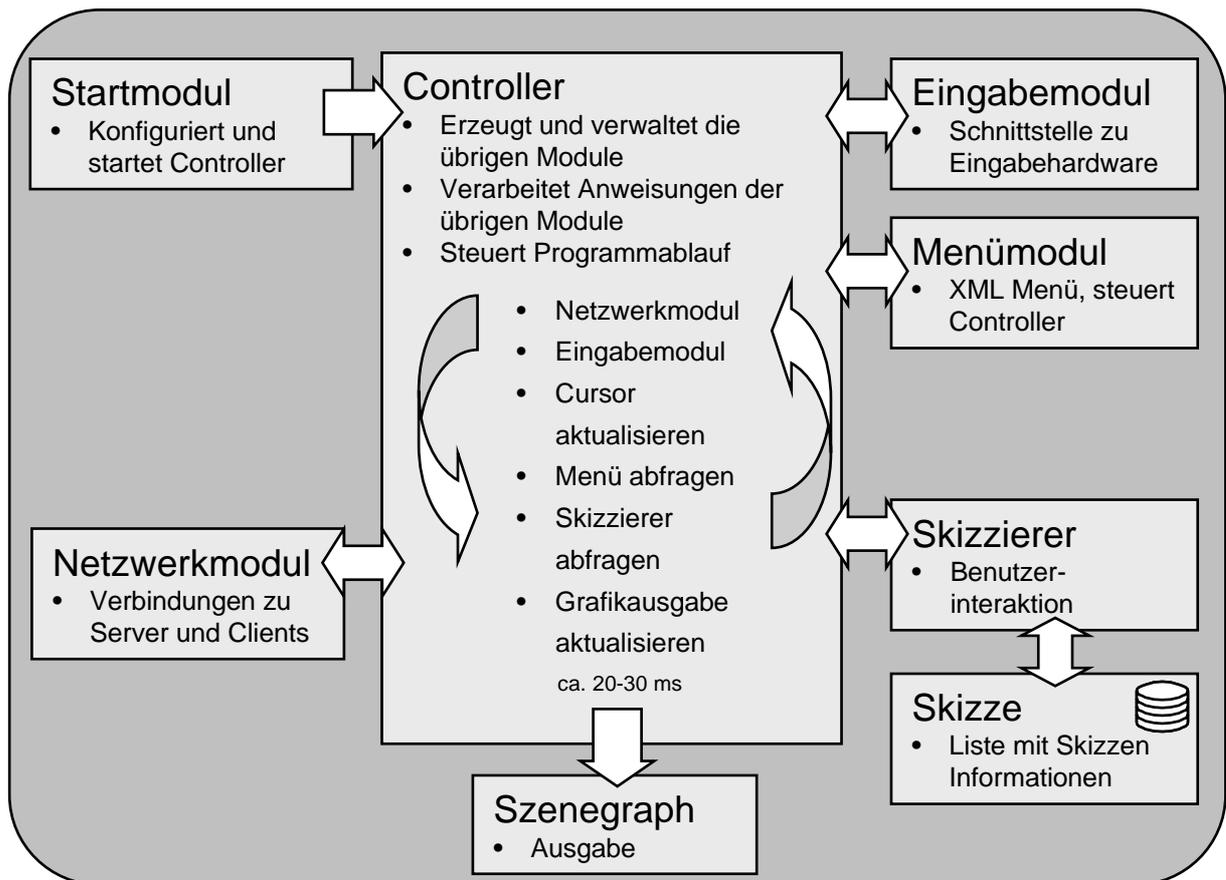


Abbildung 4-16: Überblick über den Programmaufbau

Das **Startmodul** konfiguriert und startet den Controller. Hier kann angegeben werden, welche Art von Virtual-Reality-Hardware genutzt wird und wie der Netzbetrieb konfiguriert werden soll. Das **Menümodul** erzeugt ein XML-Menü und steuert den Controller. Das **Skizzierermodule** verwaltet die dreidimensionalen **Skizzen**. Der **Szenegraph** übernimmt die Grafikausgabe, die wahlweise auch ein Stereobild erzeugen kann. **Netzwerkmodul** und **Eingabemodul** bilden den Schlüssel für die Kommunikationseigenschaften und die Anbindung der Virtual-Reality-Hardware und werden deshalb noch detaillierter vorgestellt.

Das **Netzwerkmodul** ermöglicht die Kopplung von zwei oder mehr VR-Kommunikationsmedien (Abbildung 4-17). Das Netzwerk ist als Client-Server-Architektur aufgebaut, wobei ein Server und mindestens ein Client miteinander kommunizieren. In der Serverkonfiguration verwaltet das Modul die Listen und Receive Threads, erkennt

„Neuankömmlinge“ im Netzwerk, behandelt diese besonders und unterstützt die Befehle „Senden an einen“, „Senden an alle“ und „Senden an alle bis auf einen“.

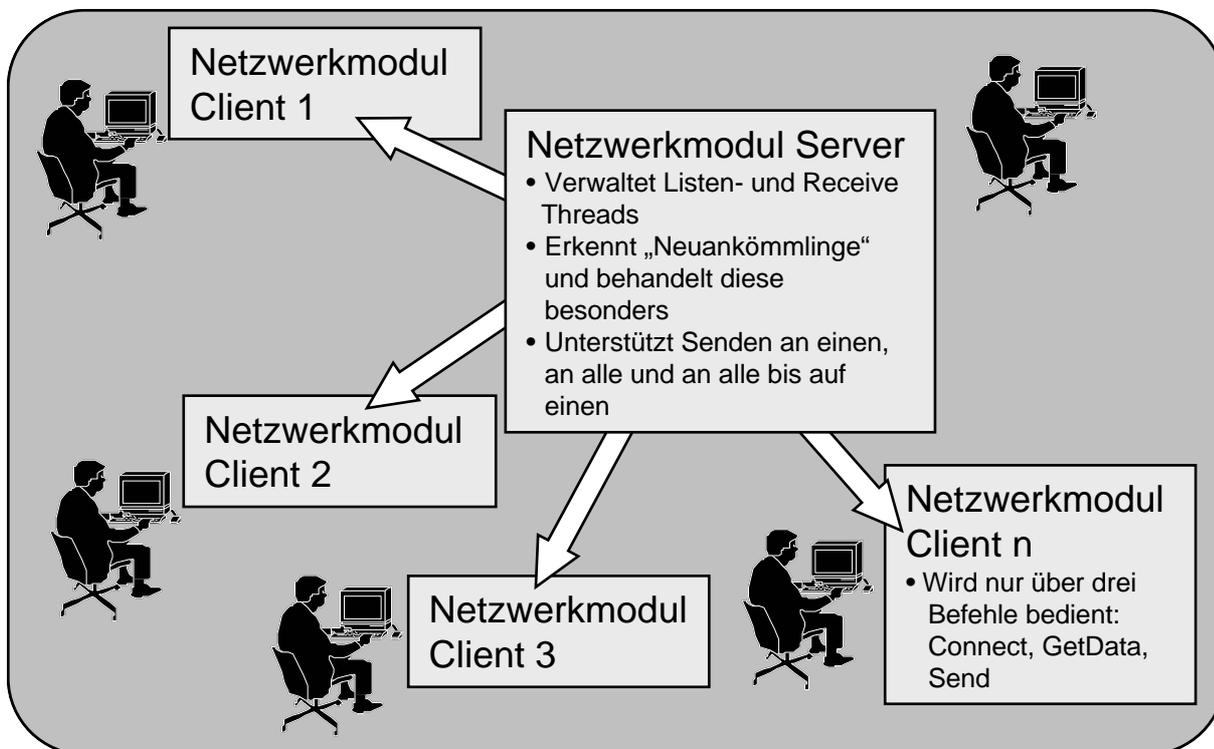


Abbildung 4-17: Aufbau des Netzwerkmoduls

Im Gegensatz zu Application Sharing Programmen wie VNC™, bei denen grafischer Bildschirminhalt übertragen wird, werden hier nur Befehle (z. B. Mauskoordinaten) zur Synchronisation der Modelle übertragen. Die Berechnung der grafischen Ausgabe wird von jedem Arbeitsplatzrechner selber durchgeführt. Neben einer Reduzierung der benötigten Bandbreite lässt sich mit diesem Verfahren auch die hardwaregestützte Grafikbeschleunigung nutzen, die das Erzeugen von Stereobildern erst ermöglicht.

Das **Eingabemodul** stellt die Schnittstelle zur Eingabehardware (Maus, Tastatur etc.) dar. Das hier entwickelte Eingabeinterface ist auf ein Objekt mit Schaltern und Achsen abstrahiert, das als virtuelles Universaleingabegerät auf das Programm zugreift. Dadurch können alle möglichen Eingabeinterfaces wie z. B. SpaceMouse™, CyperGlove™, Phantom Desktop™, Maus usw. in diesem flexiblen Universaleingabegerät gekapselt werden. Die Analog- und Digitalsignale der realen Achsen und Schalter der Eingabehardware können beliebig auf die Achsen und Schalter des Universaleingabegerätes konfiguriert werden (Abbildung 4-18).

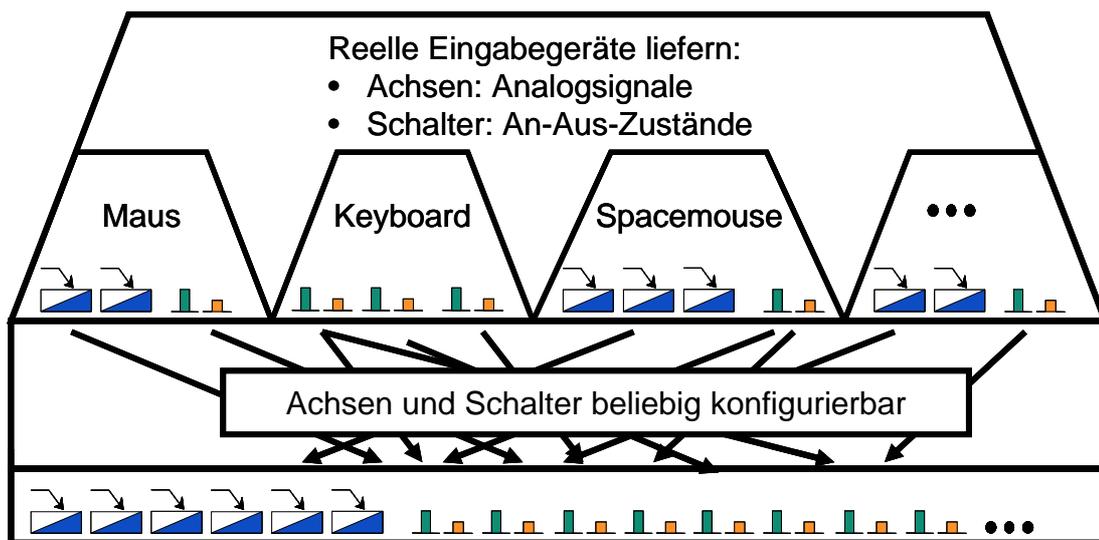


Abbildung 4-18: Eingabemodul mit virtuellem Universaleingabegerät

Die erläuterte Programmstruktur ermöglicht die Entwicklung eines VR-Kommunikationsmediums, mit dem Personen mit unterschiedlichster Hardware gleichzeitig über Netzwerk an einem dreidimensionalen Modell arbeiten können. Abbildung 4-19 zeigt zwei mögliche Konfigurationen im Einsatz. Hier verwendet die Person auf der linken Seite einen Augmented-Reality-Aufbau mit Shutterbrille, halbtransparentem Spiegel, Phantom Desktop™ und Spacemouse, die Person auf der rechten Seite verwendet ein Wacom PenTablet mit Spacemouse. Beide Mitarbeiter bearbeiten gleichzeitig, über Netzwerk synchronisiert, dieselbe dreidimensionale Skizze.

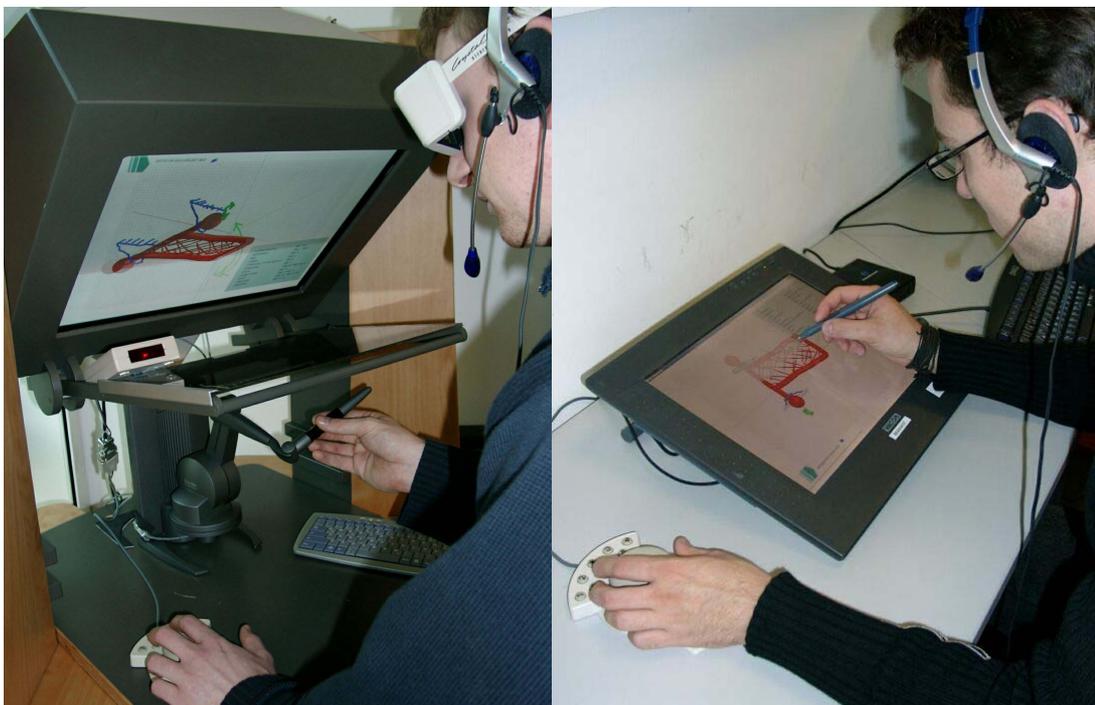


Abbildung 4-19: Gemeinsames Arbeiten mit unterschiedlicher Hardware

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass mit dem 3D-Shared-Whiteboard ein Prototyp für ein neues Kommunikationsmedium für die verteilte Entwicklung, insbesondere für die Unterstützung der Konzeptphase, entwickelt wurde. Die intuitive Bedienung mit Hilfestellungen für die Orientierung im Raum und die bewusst beschränkte Funktionalität ermöglichen eine Verwendung praktisch ohne Einarbeitungsphase. In diesem Zusammenhang soll noch einmal darauf hingewiesen werden, dass es nicht das Ziel der Arbeiten ist CAD-Systeme zu ersetzen, sondern die Skizze in die dritte Dimension zu erweitern und die Anwendung als Kommunikationsmedium zu unterstützen. Eine kritische Betrachtung der Anwendung dieses neuartigen Kommunikationsmediums in verteilten Entwicklungsprojekten wird in Kapitel 5.2 gegeben.

### **4.3 Unterstützung der Auswahl von Kommunikationsmedien**

Im vorhergehenden Teilkapitel wurde ein spezielles Kommunikationsmedium, das die Kommunikation mit Hilfe von Skizzen unterstützt, entwickelt. Damit konnte eine Lücke in der Reihe der für die verteilte Entwicklung zur Verfügung stehenden Kommunikationsmedien geschlossen werden. Für das Bearbeiten eines gesamten Produktentwicklungsprojektes in einem verteilten Team sind aber mehrere unterschiedliche Kommunikationsmedien erforderlich, die jeweils in Abhängigkeit von der konkreten Situation miteinander kombiniert werden müssen. Die Auswahl, welche Kommunikationsmedien in welcher Situation ein verteiltes Projekt optimal unterstützen, ist auch aufgrund der Vielzahl der verfügbaren Produkte nicht trivial. Daher wird im folgenden Kapitel die Problematik einer optimalen Auswahl von Medien aus der Vielzahl der zur Verfügung stehenden Kommunikationsmedien als zweiter spezifischer Lösungsansatz dieser Arbeit aufgegriffen. Auch hier stellen die empirischen Untersuchungen zum Einsatz von Kommunikationsmedien aus Kapitel 4.1 die Grundlage der Arbeiten dar. Ziel ist die Entwicklung eines Ansatzes, der die Mitarbeiter in verteilten Teams bei der Auswahl geeigneter Kommunikationsmedien bzw. -produkte situationsgerecht unterstützt.

#### **4.3.1 Auswahl von Kommunikationsmedien in der verteilten Entwicklung**

Grundsätzlich ist hier zu berücksichtigen, dass Kommunikationsmedien im Vergleich zu persönlichen Besprechungen praktisch immer problematisch sind. Beispielsweise verlangsamen sie die kognitive Synchronisation und damit das Schaffen eines gemeinsamen Verständnisses [RUIZ-DOMINGUEZ ET AL. 2004]. TÖRLIND führt zwar Untersuchungen an, die belegen, dass Hochleistungskommunikationsmedien (hochauflösendes Video, hohe Audioqualität und VR-Technologien auf der Basis einer Breitbandverbindung) die Kommunikation über Medien verbessern, allerdings sind diese Medien wiederum auf sehr leistungsfähige Infrastrukturen angewiesen, die nicht immer vorhanden sind [TÖRLIND 2003]. Neben ungenügender Kapazität der Netzwerkverbindungen wird der Einsatz von Kommunikationsmedien auch häufig durch Firewalls und andere Sicherheitsmaßnahmen behindert [KUFER 2002]. Zusammenfassend lässt sich also festhalten, dass Kommunikationsmedien gegenüber persönlichen Besprechungen häufig Nachteile mit sich bringen. In Situationen wo ihr Einsatz, z. B. aufgrund der Entfernung der Gesprächspartner,

erforderlich ist, wird er oft durch Randbedingungen (Bandbreite, Sicherheitsbeschränkungen) behindert.

Eben weil die Kommunikation über Medien so problematisch ist, sollte immer angestrebt werden die besten Kommunikationsmedien, die unter den gegebenen Umständen einsetzbar sind, zu verwenden. GAUL betont in diesem Zusammenhang explizit die Bedeutung der Auswahl von der Situation angemessenen Kommunikationsmedien [GAUL 2001, S. 103].

Ausgangspunkt der Überlegungen ist hier also die Frage, in welcher Situation im Entwicklungsprozess welche Kombination von Kommunikationswerkzeugen eine optimale Kommunikation ermöglicht.

Einen grundlegenden Ansatz, eine Beziehung zwischen der Situation und dem jeweils geeigneten Kommunikationsmedium zu definieren, bietet die Theorie der „Media Richness“ [DAFT & LENGEL 1986]. Nach dieser Theorie haben Kommunikationsmedien unterschiedliche Kapazitäten zur Übertragung von Informationen, die sich der Komplexität der Kommunikationsaufgabe zuordnen lassen. Ein Kommunikationsmedium ist dabei im Kontext von verteiltem Arbeiten als geeignet anzusehen, wenn im Sinne der „Media Richness“ eine Übereinstimmung zwischen Kommunikationsbedarf und Kommunikationsmedium erzielt werden kann [HERBST 2000, S. 49]. Abbildung 4-20 verdeutlicht diese Beziehung. Dabei ist zu beachten, dass „reiche“ Kommunikationsmedien nicht automatisch besser geeignet sind als „arme“ Kommunikationsmedien. Vielmehr liegt der Bereich der effektiven Kommunikation gerade zwischen einer unnötigen Komplizierung und einer unangemessenen Simplifizierung. Das geeignete Kommunikationsmedium ist danach direkt von der zu bewältigenden Aufgabe abhängig [REICHWALD ET AL. 2000, S. 57].

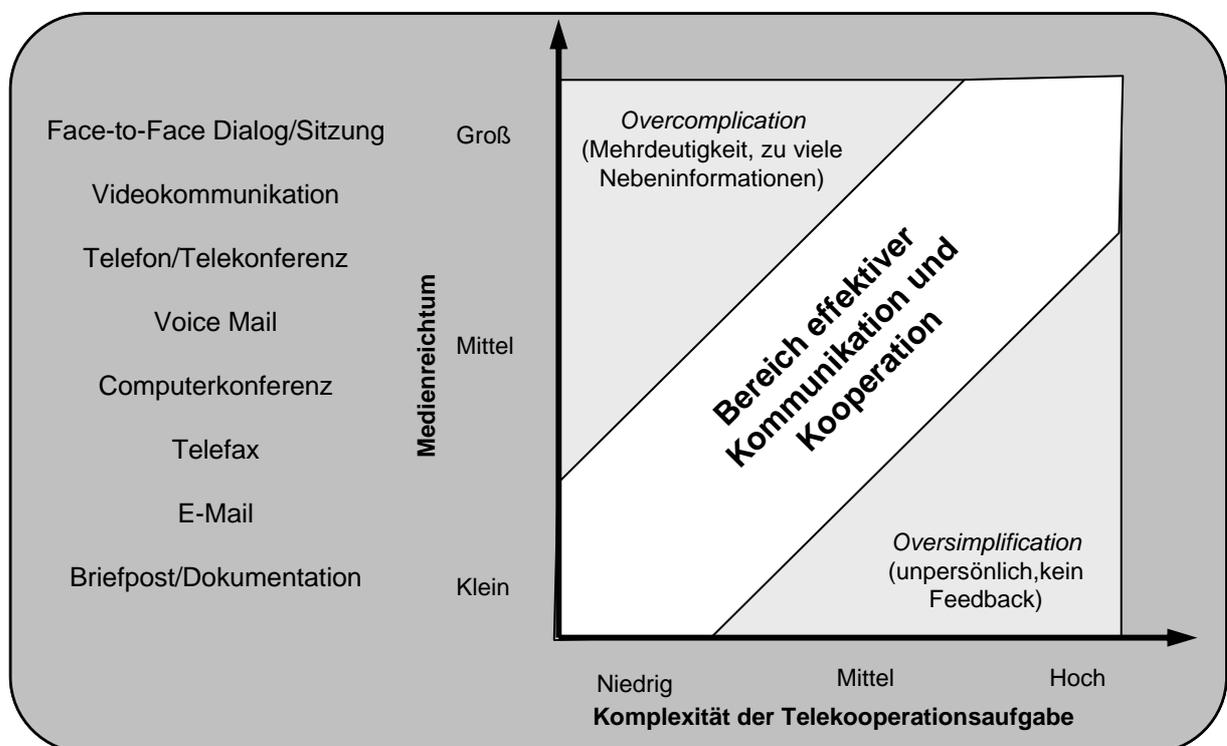


Abbildung 4-20: Media-Richness-Modell der Telekooperation [REICHWALD ET AL. 2000, S. 58]

Das Media-Richness-Modell stellt eine wichtige Grundlage für die Auswahl von Kommunikationsmedien dar, ist aber für den operativen Einsatz zu abstrakt. Zum einen sind die vorgeschlagenen Medien nur als Klassen angegeben, die Mitarbeiter müssen sich aber letztendlich für ein bestimmtes Produkt für die Kommunikation entscheiden, zum anderen ist es schwierig, die Komplexität einer Telekooperationsaufgabe ohne weitere Hilfsmittel korrekt einzuschätzen. Zusätzlich muss davon ausgegangen werden, dass neben der Komplexität der Kooperationsaufgabe noch weitere Randbedingungen die Eignung von Medien bestimmen, die in diesem Modell nicht abgebildet werden (Bandbreite, vorhandene Infrastruktur, Kosten etc.). Für eine Unterstützung auf der operativen Ebene ist also ein Ansatz notwendig, der sowohl alle für die Medienwahl relevanten Randbedingungen berücksichtigt (und nicht nur die Reichhaltigkeit der zu übertragenden Information), als auch eine detaillierte und konkrete Empfehlung für geeignete Produkte gibt.

Es sind mehrere Ansätze vorhanden, die eine solche Detaillierung der Medienauswahl anstreben. So enthält z. B. der bereits in Kapitel 3.3.2 beschriebene Ansatz des "Collaboration planning framework" (CPF) von SALHIEH & MONPLAISIR ein Modul für die Auswahl von CSCW Werkzeugen [SALHIEH & MONPLAISIR 2003]. Das entwickelte Vorgehen ist allerdings sehr komplex, sodass dieser Ansatz zwar eine wissenschaftliche Berechtigung hat und als Grundlage für weitere Entwicklungen gelten kann, aber für die direkte operative Unterstützung von Mitarbeitern in verteilten Teams weniger geeignet ist. Hier bietet sich der Ansatz von GAUL an [GAUL 2001, S. 104f]. In diesem Ansatz werden Kommunikationsmedien nach ihren Eigenschaften klassifiziert. Zusätzlich wird die Wichtigkeit dieser Eigenschaften für die Übertragung bestimmter Informationstypen definiert. Ein Vergleich der Medieneigenschaften mit der Art der zu übermittelnden Information gibt einen Hinweis darauf, welche Medien grundsätzlich geeignet sind. Allerdings werden auch hier die relevanten Randbedingungen nur zu einem kleinen Teil berücksichtigt. Zusätzlich werden die Medien und Informationstypen bei GAUL nicht generell klassifiziert, da sie vom Unternehmen und weiteren Faktoren abhängig sind [GAUL 2001, S. 104f]. Das führt dazu, dass das Modell im Prinzip für jeden neuen Einsatz komplett neu ausgearbeitet werden muss und die Abbildung von generellen Erkenntnissen über die Verknüpfung von Kommunikationsmedien und Situationen im verteilten Entwicklungsprojekt nicht möglich ist.

Die vorgestellten Konzepte bieten interessante Ansätze, aus den diskutierten Defiziten lässt sich aber ein konkreter Handlungsbedarf für eine Weiterentwicklung ableiten. Das grundsätzliche Ziel ist es, für unterschiedliche Situationen in der verteilten Entwicklung geeignete Medien zu identifizieren. Dabei müssen alle relevanten Randbedingungen berücksichtigt werden. Insbesondere steht neben der Frage, ob der Einsatz eines Mediums aufgrund der zu übermittelnden Information wünschenswert ist, die Frage, ob der Einsatz dieses Mediums aufgrund von weiteren Randbedingungen überhaupt möglich ist. Weiterhin ist anzustreben, dass ein entsprechendes Auswahlssystem nicht für jeden Einsatz neu ausgearbeitet werden muss, sondern die Erkenntnisse über Beziehungen zwischen Kommunikationsmedien und Randbedingungen in der verteilten Entwicklung so weit wie möglich als systemimmanente Informationen beinhaltet. Drittens soll das Auswahlssystem den Anwender bei der Einordnung seiner Situation auf der operativen Ebene unterstützen und ihm als Lösungsvorschlag nicht nur eine abstrakte Klasse an Kommunikationsmedien, sondern konkrete, geeignete Produkte zur Kommunikation vorschlagen.

In diesem Sinne wird aufbauend auf dem vorgestellten Ansatz von GAUL ein Modell entwickelt, das in verschiedenen Situationen in verteilten Entwicklungsprozessen eine angemessene Kombination von Kommunikationsmedien auf der Basis relevanter Randbedingungen vorschlägt [GAUL 2001, S. 104f]. Im Modell hinterlegte generische Informationen über Kommunikationsmedien, Situationen und Randbedingungen und deren Verknüpfung ermöglichen es den Entwicklern, unter Berücksichtigung einer großen Zahl an Randbedingungen, geeignete Kommunikationsmedien für ihre spezifische Situation zu finden. Die im Modell hinterlegten Informationen basieren zum Teil auf Untersuchungen des Einsatzes von Kommunikationsmedien in Entwicklungsprozessen, die in der Literatur vorgestellt werden. Hier sind z. B. Fallstudien vorhanden, die sowohl die Kommunikationsmedien, als auch die jeweiligen Situationen im Entwicklungsprozess dokumentieren (z. B.: [RUIZ-DOMINGUEZ ET AL. 2004], [VAJNA & MAROSVARY 2004], [SUCHAN & HAYZAK 2001] etc.). Darüber hinaus werden auch eigene Untersuchungen herangezogen (siehe Kap. 3.2.2 und Kap. 4.1). Der Aufbau und die Funktionsweise dieser im weiteren als „Medienmodell“ bezeichneten Lösung wird in den folgenden Teilkapiteln detailliert beschrieben.

### 4.3.2 Das Medienmodell als Lösungsansatz

Der grundsätzliche Aufbau des Modells gliedert sich in zwei Teile. Der erste Teil beinhaltet die Definition von Abhängigkeiten zwischen Randbedingungen und geeigneten Kommunikationsmedien. Dieser Teil entspricht der erstmaligen Initiierung des Modells. Der zweite Teil besteht in der Anwendung des Modells. Der Anwender spezifiziert seine Situation, indem er sie anhand vorgegebener Situationsmerkmale einordnet. Das Modell schlägt aufgrund dieser Klassifizierung der Situation mögliche, geeignete Kommunikationsmedien vor.

Der Leitgedanke hinter dieser Vorgehensweise besteht darin, den ersten Teil (die sehr aufwendige und Fachwissen erfordernde Initiierung) so abstrakt zu halten, dass die hier definierten Abhängigkeiten nur selten (z. B. bei neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen) angepasst werden müssen, aber für den Einsatz in den meisten Bereichen der verteilten Produktentwicklung Gültigkeit haben. Der zweite Teil (die Anwendung) ist dagegen durch die vorgegebenen Situationsmerkmale auch für in diesem Gebiet unerfahrene Personen schnell und einfach durchzuführen.

#### **Charakterisierung von Situationen und Kommunikationsmedien**

In einem ersten Schritt ist es erforderlich, eine Struktur zu entwickeln, mit deren Hilfe Kommunikationsmedien und Situationen in der verteilten Produktentwicklung klassifiziert werden können. In dieser Struktur müssen die Situationen und Medien zu einem hohen Grad abstrahiert werden, um eine Anwendbarkeit des Medienmodells in einem breiten Feld zu gewährleisten und um zu ermöglichen, dass generelle Erkenntnisse, die Beziehungen zwischen Medien und Situationen betreffen, in dieser Struktur abgebildet werden können.

Die folgenden Absätze betrachten den Aspekt der Situationen in verteilten Entwicklungsprozessen. Um die Situationen auf einer abstrakten Ebene einordnen zu können,

werden diese über Situationsmerkmale und Ausprägungen spezifiziert. In diesem Ansatz werden nur Merkmale berücksichtigt, bei denen bekannt ist, oder mit hoher Sicherheit vermutet werden kann, dass sie einen Einfluss auf die Eignung von Kommunikationsmedien in der verteilten Entwicklung haben. Die Situationsmerkmale werden unterschiedlichen Kategorien zugeordnet. Die Kategorien gliedern sich in: Umgebung/Werkzeuge, Entwicklungsprozess/Aufgabe und Entwickler/Teilnehmer. Umgebung/Werkzeuge enthält Merkmale, die externe Randbedingungen beschreiben und keinen direkten Bezug zum Entwicklungsprozess oder den Entwicklern haben. Entwicklungsprozess/Aufgabe beinhaltet Merkmale, die einen direkten Bezug zum Entwicklungsprozess, oder der zu bearbeitenden Aufgabe haben. Diese Kategorie zielt auf die Fragestellung „was getan werden sollte“ und „wie es getan werden sollte“. Dabei werden sowohl der Prozess, z. B. die Struktur des Prozesses, als auch die Aufgabe z. B. die Komplexität des Problems abgedeckt. Entwickler/Teilnehmer umfasst die Merkmale, die den Menschen, die am verteilten Entwicklungsprozess teilnehmen zugeordnet sind, z. B. wie gut sich die Personen kennen und ob sie unterschiedliche Sprachen sprechen. Abbildung 4-21 gibt einen Überblick über die Struktur der Situationsmerkmale.

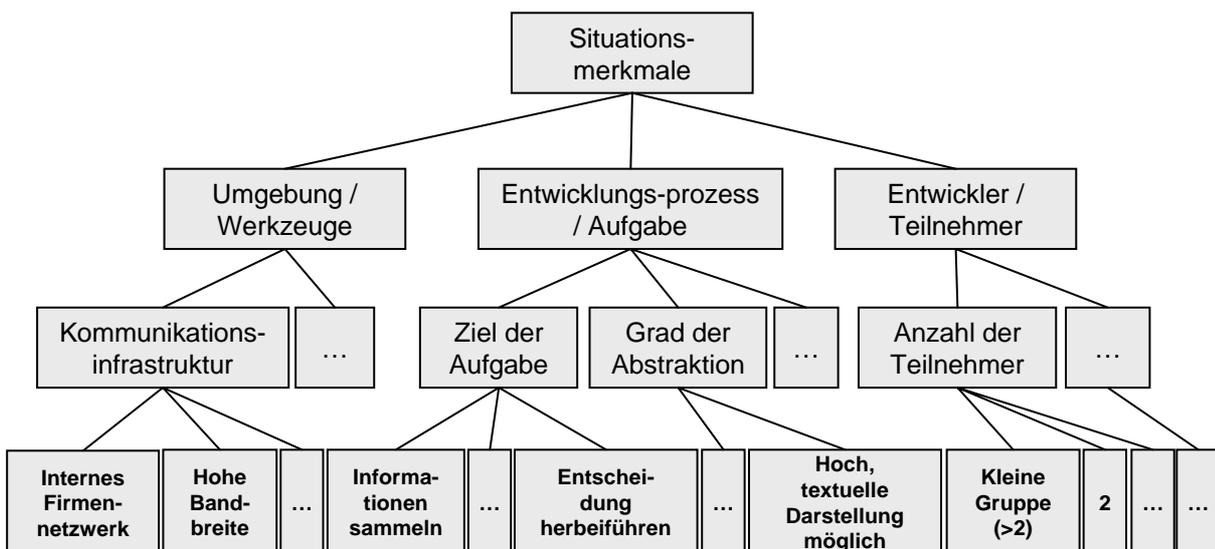


Abbildung 4-21: Struktur der Situationsmerkmale

Auf der untersten Ebene dieser Struktur generieren die Merkmale eine Menge an situationsbeschreibenden Ausprägungen. Diese Ausprägungen werden als eine Checkliste für die Beschreibung von Situationen verwendet. Dies ermöglicht eine sehr einfache und aufwandsarme Charakterisierung von Situationen in der verteilten Produktentwicklung. Unter Berücksichtigung der Randbedingung, dass nur Ausprägungen aufgenommen werden, die die Eignung von Kommunikationsmedien beeinflussen könnten, sollten die Merkmale und Ausprägungen Situationen in der verteilten Entwicklung so vollständig wie möglich abbilden.

Um eine repräsentative Zusammenstellung relevanter Merkmale zu erhalten, werden unterschiedliche Veröffentlichungen, die sich mit der Klassifizierung der verteilten Produktentwicklung beschäftigen, analysiert. GIERHARDT ET AL. entwickeln eine Liste an Kriterien von verteilten Entwicklungsprozessen, um typische Probleme in diesen Prozessen gezielt zu identifizieren [GIERHARDT ET AL. 1999]. OSTERGAARD & SUMMERS präsentieren

eine taxonomische Klassifizierung der verteilten Entwicklung [OSTERGAARD & SUMMERS 2003]. In Ergänzung dazu erarbeiten ECKERT & STACEY Dimensionen der Kommunikation in der Entwicklung, um Entwicklungsszenarien einzuordnen [ECKERT & STACEY 2001]. Die genannten Klassifizierungen wurden auf Merkmale untersucht, die die Eignung von Kommunikationsmedien beeinflussen. Zusätzlich wurden die ermittelten Merkmale durch Merkmale aus eigenen experimentellen Untersuchungen und einer Umfrage ergänzt (siehe Kap. 3.2.2 und Kap. 4.1). Die resultierende Sammlung an Situationsmerkmalen und beschreibenden Ausprägungen ist in Abbildung 4-22 abgebildet.

Entwickler / Teilnehmer		Entwicklungsprozess / Aufgabe		
Information über Hintergründe und Kontext	Teilnehmer haben das selbe Wissen über Hintergründe und Kontext	Kritikalität der zu übermittelnden Information	Sehr kritische Entwicklungsprozessinformation (Weitergabe der Information hat hohen Einfluss auf den Entwicklungsprozess)	
	Teilnehmer haben unterschiedliches oder kein Wissen über Hintergründe und Kontext		Mäßig kritische Entwicklungsprozessinformation (Weitergabe der Information hat mäßigen Einfluss auf den Entwicklungsprozess)	
Gleichheit / Ausgewogenheit von Expertise, Wissen	Gleiche Ebene an Expertise und gemeinsame Wissensgebiete		Unkritische Entwicklungsprozessinformation (Weitergabe der Information hat keinen Einfluss auf den Entwicklungsprozess)	
Bekanntheit	Teilnehmer kennen sich gut	Stufe der Geheimhaltung	Hoch geheime Information (Teile können weitergegeben werden)	
	Teilnehmer kennen sich nicht / kaum		Mäßig geheime Information (gesamte Information kann weitergegeben werden)	
Kompetenz mit Medien / Groupware	Erfahrene regelmäßige Nutzer (gutes Beherrschen und komfortables Arbeiten mit Kommunikationsmedien)		Nicht geheime Information, Information muss nicht geschützt werden	
Anzahl der Teilnehmer	Keine oder wenig Erfahrung mit Medien	Aufteilung der Arbeiten	Gemeinsames Arbeiten an einer Aufgabenstellung (gemeinsames Entwickeln)	
	2		Getrenntes, gleichzeitiges Arbeiten, gemeinsame Besprechungen (Schnittstellen Abstimmung)	
	Kleine Gruppe (3-10)		Abstimmung der Übergabe von Arbeitspaketen, sequentielles Arbeiten	
Sprache	Teilnehmer sprechen die selbe Sprache (als Muttersprache)	Grad der Abstraktion	Hoch (textuelle Darstellung möglich)	
	Teilnehmer sprechen unterschiedliche Sprachen		Mittel (Repräsentation z. B. über Skizzen und Funktionsstrukturen)	
Zusammensetzung des Teams	Unterschiedliche Disziplinen		Niedrig (Konkrete Strukturen, z. B. CAD-Modelle)	
Umgebung / Werkzeuge	Kommunikationsinfrastruktur	Zahl der zu berücksichtigenden Schnittstellen	Hoch (stark gekoppelte Aufgaben/Abhängigkeiten in Bezug auf Produkt und Prozess)	
			Firmeninternes Netzwerk (Intranetähnlich)	Niedrig (kaum gekoppelte Aufgaben/Abhängigkeiten in Bezug auf Produkt und Prozess)
			Internet (Verbindung über Firewalls)	Struktur des Prozesses
			Hohe Bandbreite (>1MB/s)	Gut definierter/strukturierter Prozess (Routineentwicklung)
			Geringe Bandbreite (<1MB/s)	Kaum definierter/strukturierter Prozess (Neu/Sonderentwicklung)
	Videokonferenz Hardware vorhanden		Komplexität der Aufgabe	Hoch (z. B. Auto, Flugzeug, andere komplexe Systeme)
Stereographische Hardware vorhanden	Niedrig (z. B. Nussknacker, Hefter, andere einfache Systeme)			
Kompatibilität der Entwicklungswerkzeuge	Ja (z. B. selbes CAD, CAE Werkzeug)	Ziel der Aufgabe	Generieren von Ideen / alternativen Lösungen	
	Nein (z. B. unterschiedliches CAD, CAE Werkzeug, Nutzung von standardisierten Schnittstellen)		Problem lösen	
Standorte	Teilnehmer in unterschiedlichen Räumen am selben Standort		Entscheidung herbeiführen	
	Teilnehmer an unterschiedlichen Standorten derselben Firma im gleichen Land	Sammeln von Informationen		
	Teilnehmer in unterschiedlichen Firmen oder Ländern	Dauer der Kommunikation		
Zeitliche Beschränkungen	Gleiche Zeit (synchrone Kommunikation möglich)	Kurze Kommunikation (Sekunden bis einige Minuten)		
	Unterschiedliche Zeit (synchrone Kommunikation nicht möglich)	Längere Kommunikation (einige Minuten bis Stunden)		
Firma	Teilnehmer arbeiten in der selben Firma	Art der Information	Objektive Information (Fakten, Spezifikationen etc.)	
	Teilnehmer arbeiten für eine Firma und einen entsprechenden Zulieferer		Subjektive Information (Meinungen, Beurteilungen etc.)	
	Teilnehmer arbeiten für unterschiedliche Firmen		Zeitdruck	
		Aufgabe ist zeitkritisch		
		Aufgabe ist nicht dringend		
		Konfliktpotenzial	Niedrig (vermutlich treten keine Konflikte auf)	
			Hoch (vermutlich treten (starke) Konflikte auf)	
		Dokumentation	Keine Dokumentation des Informationsaustauschs erforderlich	
			Dokumentation des Informationsaustauschs hilfreich	
			Dokumentation des Informationsaustauschs aus rechtlichen Gründen notwendig	

Abbildung 4-22: Klassifizierung der Situationsmerkmale

Zusätzlich zu der Klassifizierung der Situation, ist die Klassifizierung der Kommunikationsmedien wichtig. Neben Standardkommunikationsmedien wie Post und

Telefon, die sich seit Jahrzehnten kaum verändert haben, werden verteilte Entwicklungsprozesse vermehrt von rechnerbasierten Kommunikationsmedien unterstützt. Diese Medien entwickeln sich sehr schnell und innerhalb kurzer Zeiträume werden immer wieder neue Produkte auf dem Markt angeboten (vgl. Kap. 3.1.2). Die Anforderung, in diesem Bereich viele unterschiedliche Medien berücksichtigen zu können, und der Bedarf neue, jetzt noch nicht existierende Medien einfach in das Medienmodell aufnehmen zu können, führen zu der Notwendigkeit, auch die Kommunikationsmedien auf einer abstrakten Ebene zu klassifizieren. Genau wie die Situationsmerkmale werden die Medienmerkmale in einer hierarchischen Struktur angeordnet. Auch hier werden nur die Ausprägungen berücksichtigt, die einen Einfluss auf die Eignung eines Kommunikationsmediums in der verteilten Produktentwicklung haben. Die übergeordneten Kategorien sind: Infrastruktur, Funktionalität und Beschaffenheit. Infrastruktur enthält Merkmale, die sich auf die Frage beziehen: „Welche Voraussetzungen müssen gegeben sein, damit das Medium funktioniert?“ Z. B. benötigen einige Kommunikationsmedien besondere Hardware, die Standard PCs nicht zur Verfügung stellen, andere stellen besondere Anforderungen an die Netzwerkverbindung. Funktionalität beinhaltet Merkmale, die sich auf die Frage beziehen: „Welche Möglichkeiten und Funktionen bietet ein Medium und wie sind diese umgesetzt?“. Die hier angeordneten Merkmale beschreiben z. B., in welcher Form Informationen übertragen werden und ob es möglich ist die zugrunde liegenden Daten während der Besprechung zu manipulieren. Beschaffenheit bezieht sich auf Merkmale, die die Eigenschaften und den „Charakter“ der Medien beschreiben, z. B. ob ein Medium sehr schnell verfügbar ist, oder eine Vorbereitungsphase benötigt. Abbildung 4-23 gibt einen Überblick über die Struktur der Medienmerkmale.

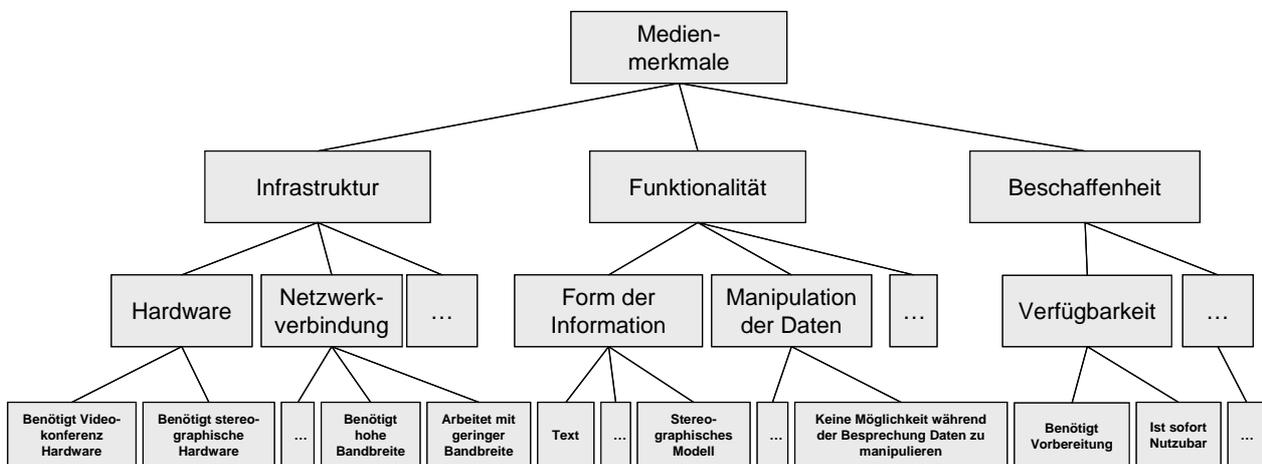


Abbildung 4-23: Struktur der Medienmerkmale

Die Medienmerkmale müssen dabei die Eigenschaften, die Einfluss auf die Eignung von Kommunikationsmedien haben, so vollständig wie möglich abdecken. Um eine Zusammenstellung relevanter Merkmale zu erarbeiten, wird in der Literatur recherchiert. LINDEMANN ET AL. schlagen einige Merkmale für ein Medienmodell vor [LINDEMANN ET AL. 2000]. Die „Dimensionen der Kommunikation“ von ECKERT & STACEY enthalten auch Merkmale, die für die Charakterisierung von Medien wertvoll sind [ECKERT & STACEY 2001]. Ergänzend gibt die taxonomische Klassifikation von OSTERGAARD & SUMMERS neben den

diskutierten Situationsmerkmale Anregungen, welche Medienmerkmale zu berücksichtigen sind [OSTERGAARD & SUMMERS 2003]. Abschließend werden die gesammelten Merkmale noch durch Merkmale aus eigenen experimentellen Untersuchungen und einer Umfrage ergänzt (siehe Kap. 3.2.2 und Kap. 4.1). Die resultierende Sammlung an Situationsmerkmalen und beschreibenden Ausprägungen ist in Abbildung 4-24 abgebildet.

Infrastruktur		Funktionalität		
Netzwerk- verbindung	Intranet (Keine Firewall)	Sicherheits- standard	Informationsübertragung ist nicht verschlüsselt	
	Internet (Durch Firewall)		Informationsübertragung ist verschlüsselt	
	Hohe Bandbreite (>1MB/s)	Manipulation der Daten	Teilnehmer können gleichzeitig Daten manipulieren	
	Niedrige Bandbreite (<1MB/s)		Teilnehmer können nacheinander Daten manipulieren	
	Nur ein Teilnehmer kann Daten manipulieren			
Hardware	Benötigt Videokonferenz Hardware	Gleichzeitigkeit	Während der Besprechung können keine Daten manipuliert werden	
	Benötigt Stereographische Hardware		Unterstützt synchrone (gleichzeitige) Kommunikation	
Software	Spezielle Software an allen Standorten erforderlich	Form der Information	Unterstützt asynchrone (nicht gleichzeitige) Kommunikation	
	Spezielle Software an einem Standort und Standard Software an anderen Standorten (z. B. Webbrowser)		Gestik	
	Keine spezielle Software erforderlich		Mimik	
Kompetenz	Gut geübte und erfahrene Nutzer		Verbal (Audio)	
	Nicht geübte / unerfahrene Nutzer		Schrift (Text)	
<b>Beschaffenheit</b>			Anzahl der Teilnehmer	Abstrakte Grafiken (Skizzen, Grafen)
Art der Information	Gute Unterstützung von formellem Informationsaustausch			Konkrete Grafiken (CAD Modelle, Technische Zeichnungen)
	Dauer der Kommunikation		Gute Unterstützung von informellem Informationsaustausch	Stereographische Bilder (VR-DMU)
Verfügbarkeit			Geeignet/angenehm für kurze Kommunikation	Dateien (Programme)
	Zuverlässigkeit		Geeignet/angenehm für längere Kommunikation	Physische Objekte (Prototypen)
Menschliche Nähe		Benötigt Vorbereitung	Dokumentation	Unterstützt 2 Teilnehmer
	Ist sofort nutzbar	Unterstützt kleine Gruppe (3-10)		
Vertrauen / Bekanntheit	Absolut zuverlässig	Dokumentation	Unterstützt große Gruppe bzw. mehrere kleine Gruppen (>10 Teilnehmer)	
	Nicht in allen Situationen zuverlässig		Keine direkte Dokumentation des Informationsaustauschs möglich	
Vertrauen / Bekanntheit	Unterstützt die Wahrnehmung menschlicher Nähe		Direkte Dokumentation des Informationsaustauschs möglich	
	Unterstützt die Wahrnehmung menschlicher Nähe nicht	Dokumentation des Informationsaustauschs ist rechtlich verwertbar.		
Vertrauen / Bekanntheit	Vertrauen/Bekanntheit nötig (geeignet wenn sich Teilnehmer gut kennen)			
	Vertrauen/Bekanntheit nicht nötig (geeignet wenn sich die Teilnehmer nicht gut kennen)			

Abbildung 4-24: Klassifizierung der Medienmerkmale

Einerseits bilden die vorgestellten Klassifizierungen der Merkmale die Grundlage für das erarbeitete Medienmodell und sollten daher nicht bei jeder Gelegenheit geändert werden. Andererseits kann es natürlich notwendig sein, diese Merkmale anzupassen und zu ergänzen, um neue, oder noch nicht berücksichtigte, grundlegende Erkenntnisse in Bezug auf die Kommunikation in der verteilten Entwicklung abzubilden.

Ein wichtiger Teil im weiteren Aufbau des Medienmodells besteht darin, konkrete Kommunikationsmedien (Produkte) mithilfe der Medienmerkmale zu beschreiben. Beispielfähig wird dies an einem Programm für das gemeinsame Betrachten von Produktmodellen mit VR-Technologie (VR-Viewer) durchgeführt (Abbildung 4). Diesem VR-Viewer können spezifische Ausprägungen von Medienmerkmalen zugeordnet werden (ein konkretes Produkt wird nicht genannt, das Beispiel orientiert sich aber an bestehenden

Produkten). In diesem Beispiel benötigt der VR-Viewer besondere stereografische Hardware und eine Netzwerkverbindung mit hoher Bandbreite um funktionieren zu können. Die Information wird in Form von stereografischen Produktmodellen übertragen. Während einer Besprechung können die zugrunde liegenden Daten nicht manipuliert werden. Der VR-Viewer benötigt eine Vorbereitungszeit (zum Aufbereiten der Daten), bevor er verfügbar ist. Darüber hinaus wird der VR-Viewer durch noch mehr Eigenschaften beschrieben, die hier nicht alle im Detail angesprochen werden. Im Prinzip kann für jede der aufgelisteten Medienmerkmale Abbildung 4-24 zumindest eine Ausprägung zugeordnet werden.

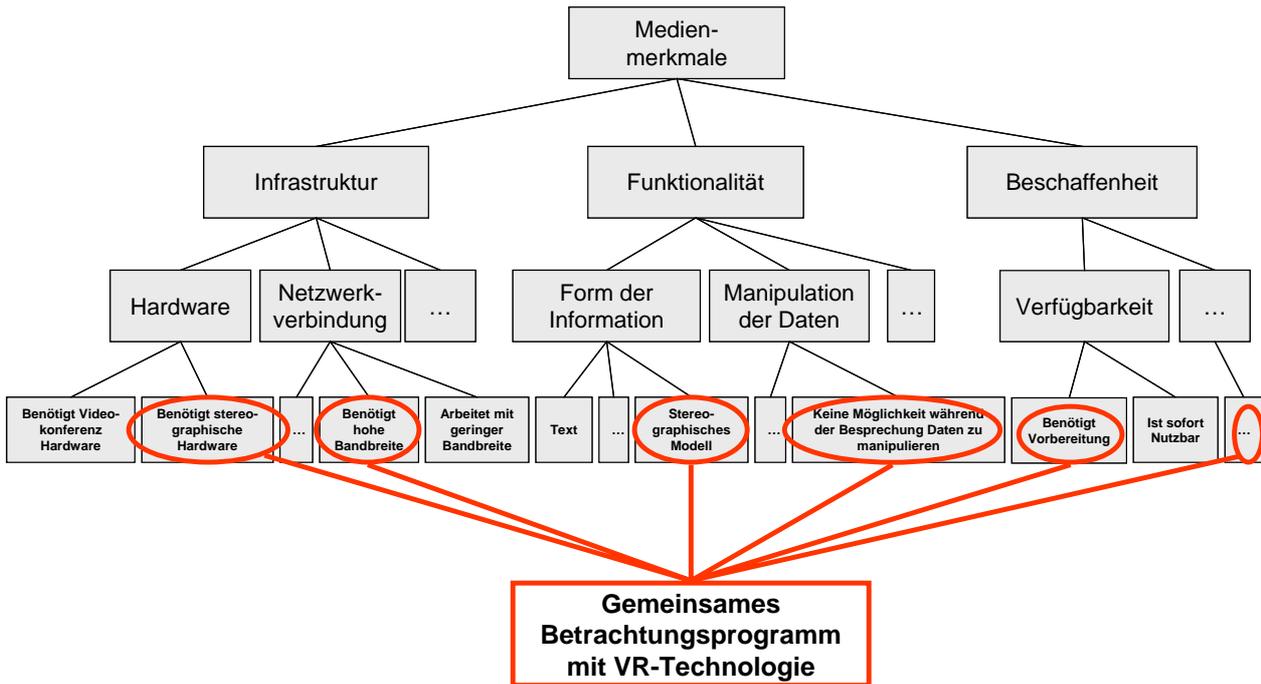


Abbildung 4-25: Zuordnung von Medien zu spezifischen Ausprägungen von Medienmerkmalen

Indem den Kommunikationsmedien bzw. Produkten im oben beschriebenen Schritt abstrakte Medienmerkmale und Ausprägungen zugewiesen werden, wird eine Klassifizierung dieser Medien durchgeführt. Alternativ ist es möglich, anstelle von einzelnen Produkten, auch bestimmte Gruppen von Kommunikationsmedien zuzuweisen. Zum Beispiel ist es grundsätzlich denkbar, die Mediengruppe „Voice Over IP“ (Internettelefonie) oder auch das einzelne Produkt z. B. Skype™, zu betrachten. In diesem Ansatz wird vorgeschlagen nur dann Mediengruppen zu berücksichtigen, wenn mehrere ähnliche Produkte auf dem Markt sind und die einzelnen Produkte anhand der Ausprägungen praktisch nicht zu differenzieren sind. Vorstellbar wäre es z. B. anstelle der einzelnen E-Mail Clients z. B. Thunderbird™, Eudora™, Outlook Express™ etc., E-Mail als eine Mediengruppe zu betrachten (unter der Annahme, dass die Ausprägungen dieser Produkte sehr ähnlich sind).

Informationen darüber, wie genau diese Zuordnungen vorzunehmen sind, kann aus der Literatur, aus Experimenten, Tests und allgemeinen Untersuchungen gewonnen werden. Auch Produktbeschreibungen der Hersteller von Kommunikationsmedien können berücksichtigt werden. Die Einordnung der Medien durch abstrakte Kriterien macht es möglich

Kommunikationsmedien in einem festen, klar definierten Rahmen zu erfassen und zu dokumentieren.

Der nächste Schritt besteht in der Verknüpfung der Situationsmerkmale mit den Medienmerkmalen. Diese Zuordnung erfolgt auf der Ebene der Ausprägungen. Dabei wird grundsätzlich davon ausgegangen, dass sich aus einer (Kommunikations)Situation in der verteilten Entwicklung, die sich durch bestimmte Situationsmerkmale beschreiben lässt, auf bestimmte Medienmerkmale schließen lässt, die den ermittelten Situationsmerkmalen zugeordnet werden können. Zum Beispiel erfordert eine Situation, mit der Situationseigenschaft „Kompetenz mit Medien / Groupware: Die Teilnehmer haben keine oder wenig Erfahrung im Umgang mit Kommunikationsmedien“, ein Kommunikationsmedium mit der Medieneigenschaft „Kompetenz: auch für nicht geübte und unerfahrene Nutzer geeignet“ (Abbildung 4).

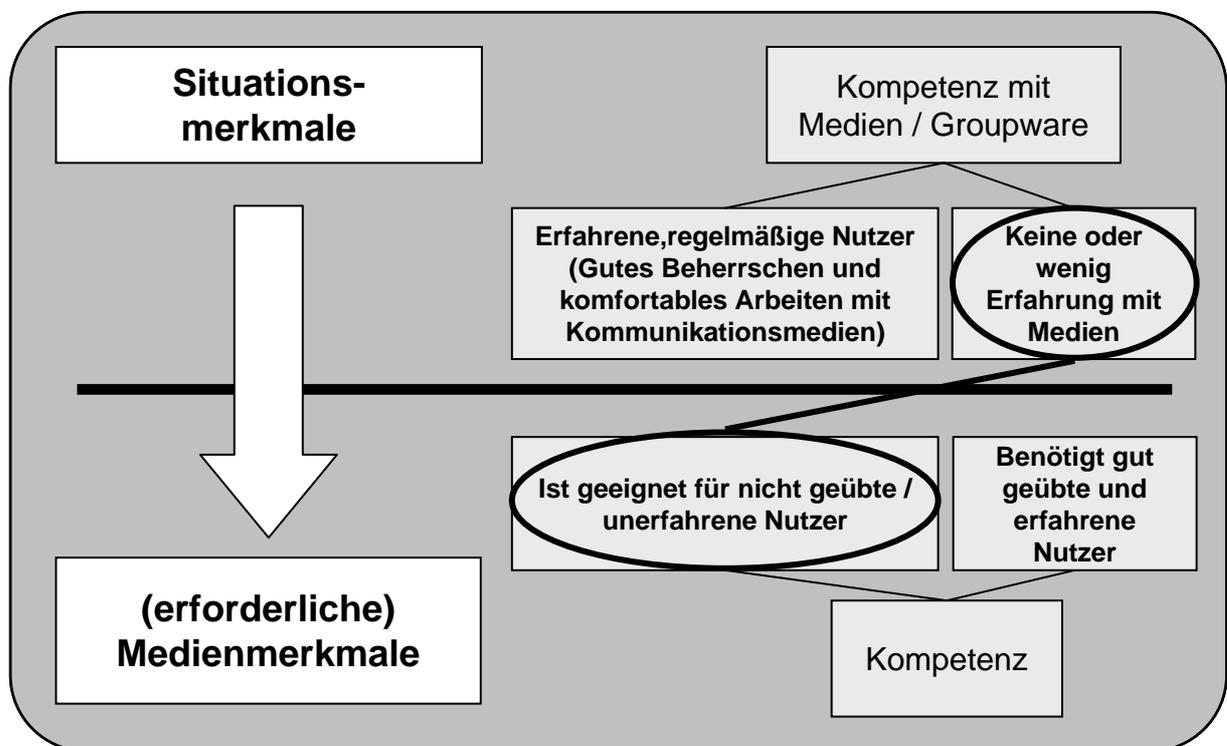


Abbildung 4-26: Zuordnung von Situationsmerkmalen zu (erforderlichen) Medienmerkmalen

Um alle Verknüpfungen zwischen Situationsmerkmalen und den (erforderlichen) Medienmerkmalen bzw. deren Ausprägungen abzubilden, werden diese in einer Matrix gegenübergestellt. Abbildung 4 zeigt eine vereinfachte Darstellung dieser Situations-Medien Matrix.



gestellt werden (vorhandene) und schlägt auf dieser Basis eine Kombination geeigneter Kommunikationsmedien vor. Abbildung 4-25 gibt einen Überblick über Aufbau und Funktionsweise des Medienmodells.

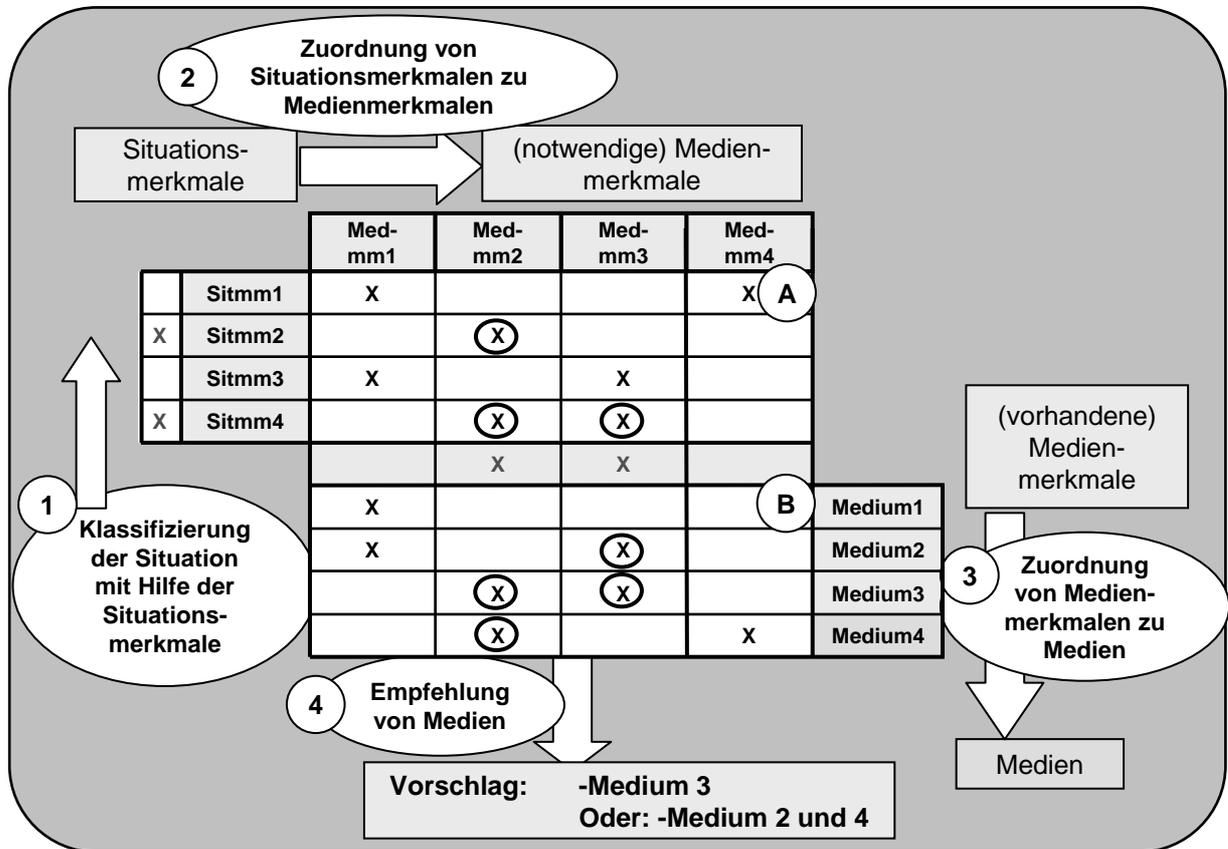


Abbildung 4-25: Überblick über die Struktur des Medienmodells

Die Anwendung des Medienmodells verläuft folgendermaßen: Im Vorfeld wird die Situationsmerkmale/Medienmerkmale-Matrix (A) wie in den vorigen Abschnitten erläutert definiert. Ebenso werden die Zuordnungen von Medien zu Medienmerkmalen in einer Medienmerkmale/Medien-Matrix dokumentiert (B). Diese Verknüpfungen sollten aufgrund des Abstraktionsniveaus für einen weiten Bereich der verteilten Entwicklung gültig sein, ohne dass eine Neudefinition dieser Beziehungen erforderlich ist.

Die operative Anwendung im verteilten Entwicklungsprozess ist im Gegensatz zu den aufwendigen Vorarbeiten sehr einfach. Der erste Schritt besteht in der Klassifizierung der Situation in der verteilten Produktentwicklung mit Hilfe der Ausprägungen der Situationsmerkmale (1). Dieser Schritt entspricht dem Ankreuzen einer einfachen Checkliste und erfordert kein besonderes Wissen über Kommunikationsmedien oder verteilte Entwicklung. Der nächste Schritt besteht in der Zuordnung von notwendigen Medienmerkmalen zu den angegebenen Situationsmerkmalen (2). Da die generellen Zuordnungen in der Matrix hinterlegt sind, muss hier nur überprüft werden, welche Ausprägungen der Medienmerkmale den angegebenen Ausprägungen der Situationsmerkmale zugeordnet sind (eingekreiste Kreuze in (A)). Jetzt ist es möglich die Medienmerkmale, die aufgrund der Situation erforderlich sind, mit den Medienmerkmalen zu vergleichen, die von

konkreten Kommunikationsmedien zur Verfügung gestellt werden können (3). Diese Information erlaubt es geeignet Kommunikationsmedien zu identifizieren (4). Im Beispiel von Abbildung 4-25 würde das Medienmodell Medium 3 oder eine Kombination von Medium 2 und 4 vorschlagen, um die erforderlichen Medienmerkmale zur Verfügung zu stellen.

Das hier entwickelte Medienmodell klassifiziert Situationen in der verteilten Entwicklung und Kommunikationsmedien auf einem abstrakten Niveau und ermöglicht die Dokumentation von Verknüpfungen zwischen diesen Objekten in Form von Matrizen. Dadurch ist es möglich, im Gegensatz zu anderen Ansätzen aus der Literatur ([SALHIEH & MONPLAISIR 2003],[GAUL 2001]), die für jeden Einsatz in einer neuen Umgebung im Prinzip eine sehr aufwendige und nur durch Experten machbare Neudefinition des Modells erfordern, den Aufbau und die Definitionen des Modells beizubehalten. Selbstverständlich ist für eine praxisnahe Anwendung des Modells eine Umsetzung als Rechnerlösung erforderlich, um insbesondere die oben beschriebenen Teilschritte (2) bis (4) zu automatisieren. Eine prototypenhafte Umsetzung als Softwarelösung, die praktische Anwendung des Medienmodells in verteilten Entwicklungsprojekten und eine kritische Betrachtung wird in Kapitel 5.3 beschrieben.

#### **4.4 Aufbau einer Wissensbasis für die verteilte Produktentwicklung**

Nachdem in den vorigen Kapiteln auf der Basis von empirischen Untersuchungen und detaillierten Anforderungen an Kommunikationsmedien zwei spezifische Lösungsansätze, das 3D-Shared-Whiteboard und das Medienmodell, entwickelt wurden, ist es notwendig die Übertragung und Anwendung der erarbeiteten Ergebnisse in die industrielle Praxis zu ermöglichen.

Bisher stand die Gewinnung wissenschaftlicher Erkenntnisse zum Themengebiet „Unterstützung der verteilten Produktentwicklung“ im Vordergrund. Für eine erfolgreiche Unterstützung der verteilten Entwicklung in der Praxis sind wissenschaftliche Erkenntnisse aber nicht ausreichend. Vielmehr ist es erforderlich Produktentwicklern, die einen verteilten Produktentwicklungsprozess planen oder durchführen, Handlungsanweisungen auf einer operativen Ebene zur Verfügung zu stellen.

Um dies zu erreichen, werden die in den vorigen Kapiteln gewonnenen Erkenntnisse auf eine operative Ebene heruntergebrochen und in Handlungsanweisungen umgewandelt. Da eine ganzheitliche, systematische und methodische Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse angestrebt wird, die auch Bereiche betrifft, die nicht in den vorangegangenen Kapiteln behandelt wurden, werden Erkenntnisse aus der Literatur und der Praxis ergänzt. Die so erarbeiteten Handlungsanweisungen für die verteilte Produktentwicklung werden in Form von Leitfäden zusammengefasst und als Wissensbasis zur methodischen Unterstützung der verteilten Entwicklung zur Verfügung gestellt.

In den folgenden Teilkapiteln wird die Umsetzung dieses Ansatzes detailliert. Dabei werden zuerst die Anforderungen an eine solche Wissensbasis diskutiert. Einen Ansatzpunkt bieten hier vorhandene Wissensbasen und Methodendatenbanken aus anderen Bereichen der Produktentwicklung. Im Anschluss wird das Konzept für die zu entwickelnde Wissensbasis ausgearbeitet und detailliert. Dabei steht die Strukturierung des Wissens für einen einfachen

Zugriff im Mittelpunkt. Abschließend wird die Realisierung und Umsetzung als webbasierte Anwendung beschrieben.

#### 4.4.1 Anforderungen an eine Wissensbasis für die verteilte Produktentwicklung

Für die Ermittlung der Anforderungen ist es sinnvoll von der zugrunde liegenden Problemstellung auszugehen, dass verteilte Entwicklungsprozesse als kritischer anzusehen sind als vergleichbare nicht verteilte Prozesse. In dieser Hinsicht erfordern die zugrunde liegenden Aspekte Kommunikation, Koordination und Kooperation in verteilten Entwicklungsprozessen besondere Aufmerksamkeit (Abbildung 4-26).

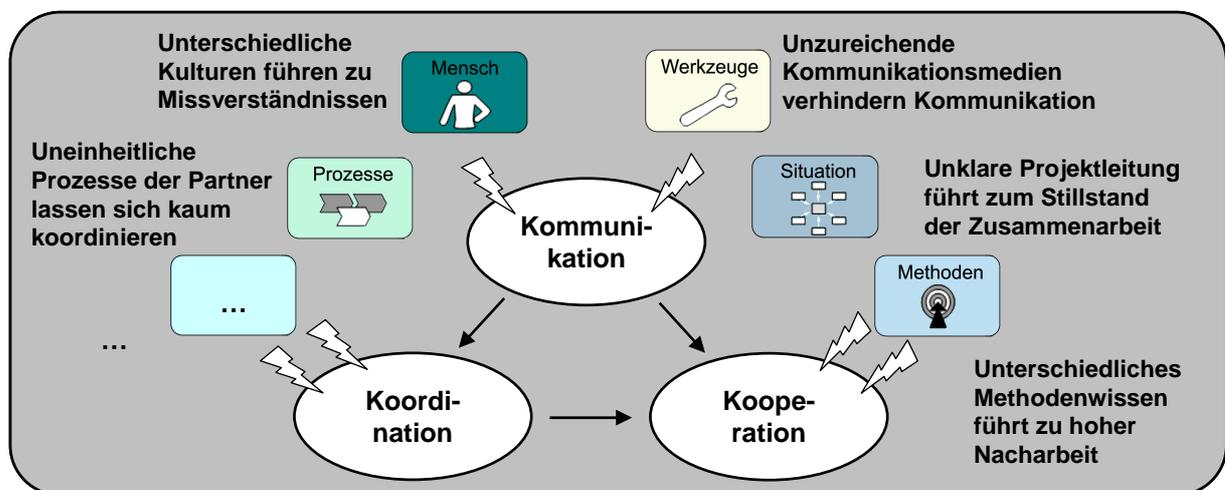


Abbildung 4-26: Problemstellungen in verteilten Entwicklungsprozessen

Neben den in dieser Arbeit vorgestellten Erkenntnissen existiert eine Vielzahl an wissenschaftlichen Untersuchungen und Ansätzen, um den hier entstehenden besonderen Herausforderungen zu begegnen. Dieses Wissen ist aber für Produktentwickler in der Praxis nur schwer erreichbar, häufig nicht direkt auf die Erfordernisse der Produktentwicklung abgestimmt und meist auf einer eher abstrakten oder strategischen Ebene angeordnet.

JÄNSCH & BIRKHOFFER fordern im Kontext der Akzeptanz von methodischen Ansätzen in der Praxis, wissenschaftliche Erkenntnisse in konkrete Handlungsanweisungen zu überführen und den Fokus auf tatsächlich in der Praxis vorhandene Probleme zu legen [JÄNSCH & BIRKHOFFER 2006, S. 52]. In diesem Sinne besteht das grundsätzliche Ziel der hier entwickelten Wissensbasis für die verteilte Produktentwicklung darin, Ergebnisse aus der wissenschaftlichen Betrachtung der verteilten Entwicklung in der Praxis anwendbar zu machen.

Die Anforderungen an die zu entwickelnde Wissensbasis lassen sich dabei nach Anwender und Anbieter untergliedern. Der Anwender ist in diesem Fall der Produktentwickler, der in der Planung und Durchführung eines verteilten Produktentwicklungsprozesses systematisch unterstützt werden soll. Die wichtigsten Anforderungen sind hier:

- Integration von relevantem Wissen zu (örtlich) verteiltem Arbeiten aus unterschiedlichen Disziplinen
- Auf die Produktentwicklung abgestimmt
- Einfacher und intuitiver Zugriff über ein Webportal
- Als Handlungsanweisungen auf der operativen Ebene in Form von Leitfäden zusammengefasst

Die Integration von relevantem Wissen beinhaltet auch, dass (im Sinne der methodischen Unterstützung von verteilter Entwicklung) nicht relevantes Wissen, nicht direkt mit in die Wissensbasis aufgenommen wird (z. B. technische Details von Datenaustauschformaten). Die Berücksichtigung von Wissen aus anderen Disziplinen (Arbeitswissenschaft, Informatik, BWL) stellt eine entscheidende Erweiterung bestehender Ansätze dar. Selbstverständlich muss eben dieses Wissen auf die Produktentwicklung angepasst werden. Die Strukturierung des Wissens ist neben der Realisierung als Webportal Voraussetzung für einen einfachen und intuitiven Zugriff. Die Darstellung in Form von Handlungsanweisungen und Leitfäden ergibt sich schließlich aus der Forderung von JÄNSCH & BIRKHOFFER nach konkreten Handlungsanweisungen [JÄNSCH & BIRKHOFFER 2006, S. 52].

Auch aus Sicht des Anbieters, der das Wissen in der Wissensbasis zur Verfügung stellt, sind einige Anforderungen zu berücksichtigen, damit die Wissensbasis erfolgreich betrieben werden kann. Die wichtigsten Anforderungen beziehen sich hier allerdings neben der Konzeption insbesondere auf die Realisierung der Wissensbasis:

- Einfache Änderung und Weiterentwicklung
- Informationen über Nutzung als Basis für Weiterentwicklungen
- Integration in das Methodenportal CiDaD

Möglichkeiten zur einfachen Änderung und Weiterentwicklung der Wissensbasis sind Voraussetzung dafür, dass aktuelle Erkenntnisse aus der Forschung auch kurzfristig und ohne großen Aufwand in die Wissensbasis einfließen können. Informationen über die Nutzung bzw. Feedback von den Nutzern können in diesem Zusammenhang die Weiterentwicklung der Wissensbasis optimieren. In diesem speziellen Fall ist auch die Integration in das am Lehrstuhl für Produktentwicklung bestehende und etablierte System zur Unterstützung der methodischen Produktentwicklung „CiDaD“ (Competence in Design and Development [CiDAD 2007]) obligatorisch.

Der aus den Anforderungen hervorgehende Handlungsbedarf lässt sich in einem Satz auf den Punkt bringen:

Strukturierte Zusammenfassung von relevantem Wissen zur methodischen Unterstützung der verteilten Entwicklung in Form von Handlungsanweisungen und Leitfäden, die als Wissensbasis über ein Webportal zur Verfügung gestellt und in das System „CiDaD“ integriert werden.

## 4.4.2 Lösungsansatz und Konzept für eine Wissensbasis

Nachdem im vorigen Kapitel die Anforderungen und das Ziel der Wissensbasis umrissen wurden, werden im Folgenden der Lösungsansatz und das Konzept ausgearbeitet. Hier werden insbesondere zwei Punkte betrachtet: erstens die Sammlung und Aufbereitung von Wissen zur Unterstützung der verteilten Entwicklung und zweitens die Strukturierung und das Zugriffskonzept auf dieses Wissen.

### **Sammlung und Aufbereitung von Wissen zur Unterstützung der verteilten Entwicklung**

Der erste Schritt besteht in der Sammlung von relevantem Wissen zur verteilten Produktentwicklung. Die Basis bilden die in den Kapiteln 4.1-4.3 vorgestellten Forschungsarbeiten im Bereich der verteilten Produktentwicklung. Als praktischer Erfahrungsschatz fließen die Erfahrungen aus Projekten mit Studenten und Industriepartnern ein, die z. B. das Entwickeln in interkulturellen Teams, die Auswahl und Einführung von Kommunikationsmedien für die verteilte Entwicklung oder die Bedeutung und Gestaltung von Kick-off Meetings in der verteilten Entwicklung zum Thema hatten. In diesem Rahmen konnten praxisnahe und über einen längeren Zeitraum andauernde verteilte Entwicklungsprojekte beobachtet werden. Die Forschungsarbeiten und der praktische Erfahrungsschatz konstituieren somit einen Teil des Wissens zur Unterstützung der verteilten Produktentwicklung.

Da die Probleme und Herausforderungen in verteilten Entwicklungsprozessen sehr vielfältig sein können (siehe z. B. Kapitel 2) und eine wirksame Unterstützung der verteilten Entwicklung einen ganzheitlichen Ansatz erfordert, ist eine Ergänzung der eigenen Erfahrungen durch Wissen aus der Literatur obligatorisch. Zu diesem Zweck wird eine Recherche in der wissenschaftlichen Fachliteratur nach Ansätzen und Konzepten, die zu einer methodischen Unterstützung der verteilten Produktentwicklung beitragen können, durchgeführt. Gesucht wird nach den Stichworten: Verteilte Entwicklung, Verteiltes Arbeiten, Telearbeit, Telekooperation, Computerunterstützte Gruppenarbeit, Computer Supported Cooperative Work, Distributed Work, Distributed Design, Global Teams, Virtual Teams, Collaboration und Cooperation. Die Recherche erstreckt sich auf die Bereiche: Informatik, Wirtschaftsinformatik, Betriebswirtschaftslehre, Kommunikationswissenschaften, Psychologie/Soziologie und Produktentwicklung.

Im nächsten Schritt werden sowohl aus der eigenen Erfahrung, als auch aus der Literatur zum Thema verteilte Entwicklung, grundsätzliche Besonderheiten, Probleme, kritische Aspekte und Lösungsansätze im Themenbereich der verteilten Entwicklung extrahiert und dokumentiert. Der Schwerpunkt liegt hier darauf, grundlegende Elemente, die bei verteilten Produktentwicklungsprozessen häufig berücksichtigt werden müssen, zu sammeln. Abschließend werden aus diesen Elementen konkrete Handlungsanweisungen erstellt, die als Leitfäden checklistenartig zusammengefügt werden. Abbildung 4-27 gibt einen Überblick über die beschriebene Vorgehensweise.

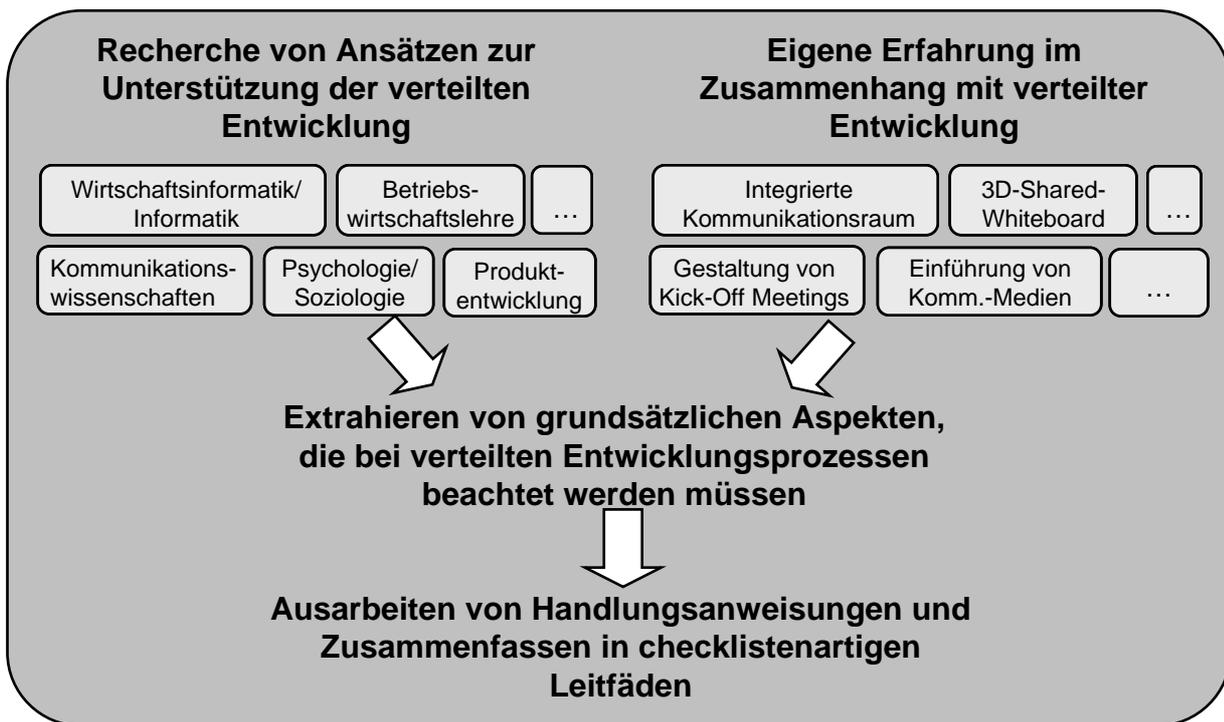


Abbildung 4-27: Vorgehensweise zur Sammlung und Aufbereitung von Wissen

Um Vorgehensschritten als Leitfäden zur Verfügung stellen zu können, werden diese zu zusammenhängenden Vorgehensabfolgen gruppiert und mit weiteren Informationen ergänzt. Der Aufbau der Leitfäden lehnt sich dabei an die Methodenbeschreibungen nach LINDEMANN an [LINDEMANN 2007, S. 239]. Abbildung 4-28 zeigt die Struktur eines Leitfadens. Die ursprünglichen Vorgehensschritte finden sich in der Kategorie Vorgehen wieder. Die Kategorie Situation beschreibt mögliche Anwendungsbereiche und Problemstellungen und passende Rahmenbedingungen. Die Zielsetzung erklärt die Funktion und erwartete Ergebnisse. Der Punkt Hinweise hebt Einschränkungen und häufige Fehler und Nebenwirkungen hervor. Da die Leitfäden das Vorgehen nur checklistenartig beschreiben, wird unter Literatur auf weiterführende Information verwiesen. Sofern vorhanden, werden Unterlagen zur Verfügung gestellt, die das Bearbeiten des Leitfadens erleichtern. Schlagwörter dienen der Kategorisierung und einer Verbesserung der Suchfunktion.

<p><b>Situation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anwendungsbereich und Problemstellung für die der Leitfaden sinnvoll ist (Ausgangssituation)</li> <li>Rahmenbedingungen, die erfüllt sein müssen, damit der Leitfaden angewendet werden kann</li> </ul>	<p><b>Zielsetzung:</b></p> <p>Zielsetzung kurz in Stichpunkten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Funktion des Leitfadens und Tätigkeiten die durchgeführt/unterstützt werden sollen</li> <li>Ergebnisse und Wirkungen des Leitfadens</li> </ul>
<p><b>Vorgehen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Schritte, die bei der Anwendung des Leitfadens zu durchlaufen sind</li> <li>Anwendungshinweise für die Durchführung einzelner Schritte</li> </ul>	
<p><b>Hinweise:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ergänzende Hinweise, wie Einschränkungen, wichtige zu beachtende Punkte, häufige Fehler und Nebenwirkungen</li> </ul>	
<p><b>Literatur:</b></p>	<p>Literatur zum Thema, insbesondere wenn diese Grundlage für das dargestellte Vorgehen ist</p>
<p><b>Unterlagen:</b></p>	<p>weitere Unterlagen, die das Vorgehen noch detaillierter erläutern, bestimmte vorgefertigte Formblätter</p>
<p><b>Schlagwörter:</b></p>	<p>Schlagworte zur Kategorisierung des Leitfadens und zur Verbesserung der Suchfunktion (Themengebiet, Prozessphase, weitere...)</p>

Abbildung 4-28: Aufbau eines Leitfadens

Abbildung 4-29 zeigt beispielhaft Ausschnitte aus dem Leitfaden „Abschätzen von Aufwand und Nutzen“ (in der verteilten Produktentwicklung). Die vollständigen Leitfäden finden sich im Anhang dieser Arbeit.

<p><b>Situation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Planung eines verteilten Entwicklungsprozesses hinsichtlich des Aufwandes</li> <li>Entscheidungsfindung, ob ein Entwicklungsprozess verteilt oder nicht verteilt durchgeführt werden soll</li> </ul>	<p><b>Zielsetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Abschätzen von Aufwand und Nutzen der Verteilung eines Entwicklungsprozesses</li> <li>Systematische Analyse von Faktoren die typischerweise zusätzlichen Nutzen oder Aufwand in verteilten Prozessen...</li> </ul>
<p><b>Vorgehen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematisches Abschätzen von Aufwand und Nutzen. Analyse der vier Ebenen Arbeitsplatz...</li> <li>Welche Effekte ergeben sich auf der Arbeitsplatzebene durch die verteilte Entwicklung: Kosteneffekte der Arbeitsplätze (Kommunikation, Reisen, Löhne), Zeiteffekte (Arbeitszeiten...)</li> <li>Welche Effekte ergeben sich auf der Leistungsprozessebene ... (Infrastruktur, Software,...)</li> <li>Strukturierte Dokumentation der Analyse. Bewertung wo möglich, geschätzt monetär, ansonsten...</li> <li>...</li> </ul>	
<p><b>Hinweise:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verteilte Entwicklung in großem Stil hat Auswirkungen bis zur Ebene der Gesamtorganisation ...</li> </ul>	
<p><b>Literatur:</b></p>	<p>Reichwald, R.; Möslin, K.; Sachenbacher, H.; Engelberger, H.: Telekooperation: Verteilte Arbeits- und Organisationsformen. Berlin: Springer 2000.</p>
<p><b>Unterlagen:</b></p>	<p>-</p>
<p><b>Schlagwörter:</b></p>	<p>Vorbereitungsphase, Situation, Nutzen, Aufwand, Kosten</p>

Abbildung 4-29: Ausschnitte aus dem Leitfaden: Abschätzen von Aufwand und Nutzen

### Strukturierung des Wissens für einen einfachen Zugriff

Die Leitfäden, die Ansätze und Konzepte zur methodischen Unterstützung der verteilten Entwicklung beinhalten, müssen für einen einfachen Zugriff durch die Anwender klar strukturiert sein. Das gilt nicht nur für den inneren Aufbau der Leitfäden, der anhand von Abbildung 4-28 dargelegt wurde, sondern auch für die Einordnung der Leitfäden. Um einen gezielten Zugriff auf Leitfäden zu ermöglichen, ist es erforderlich, die Leitfäden unterschiedlichen Themengebieten zuzuordnen, die in der verteilten Entwicklung relevant sind.

LINDEMANN ordnet Forschungsschwerpunkte in der Produktentwicklung in die Kategorien: Mensch, Methoden, Prozesse, Hilfsmittel und Situation [LINDEMANN 2007A]. PONN spricht in Bezug auf diese Kategorien allgemein von Forschungsfeldern in der Produktentwicklung und erwähnt die bewährte Anwendung zur Strukturierung von Themenschwerpunkten in der Produktentwicklung [PONN 2006, S. 14].

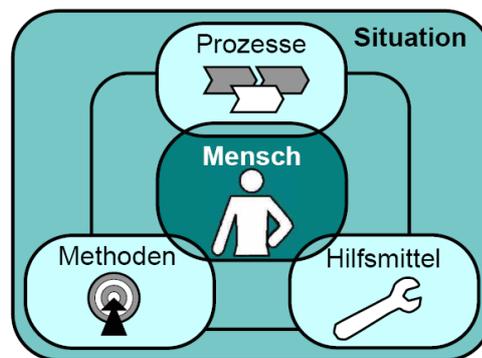


Abbildung 4-30: Forschungsschwerpunkte in der Produktentwicklung nach [LINDEMANN 2007A]

Die hier dargestellten Forschungsschwerpunkte der Produktentwicklung eignen sich auch für die Strukturierung der Themengebiete für eine systematische und methodische Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse. Allerdings erfordert der Einsatz dieses Ordnungsschema für die verteilte Produktentwicklung eine detaillierte Definition der Themengebiete im Hinblick auf das spezielle Anwendungsfeld. In diesem Rahmen wird auch der Begriff Hilfsmittel durch den Begriff Werkzeuge ersetzt, um sich schärfer von den Methoden abgrenzen zu können. Die Themengebiete Mensch, Methoden, Prozesse, Situation und Werkzeuge werden für die Strukturierung der Wissensbasis folgendermaßen definiert:

- Der Produktentwickler als **Mensch** steht im Zentrum der verteilten Entwicklung. Er bestimmt maßgeblich Qualität und Erfolg der Entwicklung. In der verteilten Entwicklung arbeiten Entwickler immer im Team zusammen. Der Themenbereich Mensch adressiert hier folgende Fragestellungen: Was ist bei Kultur, Kommunikation, Motivation, und anderen „menschlichen“ Faktoren in der verteilten Entwicklung zu beachten?
- **Methoden** unterstützen den Entwickler im Entwicklungsprozess mit regelbasierten Anweisungen für ein systematisches Vorgehen. Methoden sollten auch in verteilten Entwicklungsprozessen eingesetzt werden, müssen zum Teil aber angepasst werden.

Der Themenbereich Methoden adressiert hier folgende Fragestellungen: Was ist bei Auswahl, Anpassung und Anwendung von Entwicklungsmethoden und -richtlinien für verteilte Entwicklungsprozesse zu beachten?

- In der Produktentwicklung beschreiben **Prozesse** als Abfolge von Aktivitäten den Weg um ein definiertes Ziel (das Produkt) zu erhalten. In der verteilten Entwicklung sind Prozesse vor allem für die Ziele Koordination und Ressourcennutzung von entscheidender Bedeutung. Der Themenbereich Prozesse adressiert hier folgende Fragestellungen:  
Was ist bei Gestaltung, Einführung und Bearbeitung der Prozesse in der verteilten Entwicklung zu beachten?
- Die **Situation** beschreibt wichtige Randbedingungen von verteilten Entwicklungsprozessen. Dabei sind z. B. der Aufwand und Nutzen, Projektpartner, Fragen der Geheimhaltung und rechtliche Rahmenbedingungen interessant. Der Themenbereich Situation adressiert hier folgende Fragestellungen:  
Welche grundsätzlichen und kritischen Randbedingungen sind bei verteilten Entwicklungsprozessen zu beachten?
- **Werkzeuge** unterstützen die Produktentwicklung. In dieser Wissensbasis wird in erster Linie auf Werkzeuge für die verteilte Produktentwicklung, bzw. Werkzeuge die durch die verteilte Produktentwicklung erheblich beeinflusst werden eingegangen. Der Themenbereich Werkzeuge adressiert hier folgende Fragestellungen:  
Was ist bei Auswahl und Anwendung von Werkzeugen (insbesondere für Datenverwaltung und Kommunikation) für die verteilte Produktentwicklung zu beachten?

Einen Überblick über die für die Wissensbasis definierten Themengebiete bietet Abbildung 4-31. Um die Orientierung zu erleichtern, werden den einzelnen Themengebieten stilisierte Symbole zugeordnet.

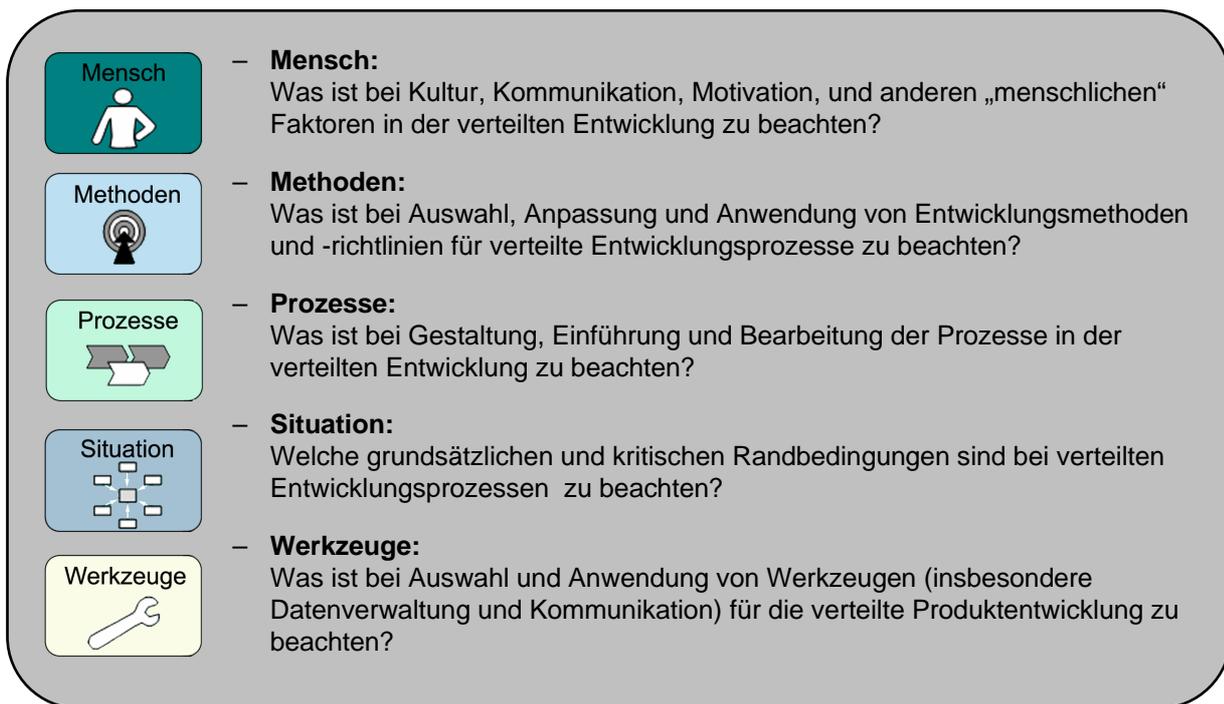


Abbildung 4-31: Themengebiete in der verteilten Produktentwicklung

Die hier definierten Themengebiete lassen sich nicht absolut eindeutig abgrenzen, erlauben aber eine ausreichend exakte Zuordnung der Leitfäden anhand nachvollziehbarer Kriterien und ermöglichen eine Unterstützung von Entwicklern in verteilten Entwicklungsprojekten, anhand einer problemorientierten Sichtweise.

Neben der Hilfestellung zu bestimmten Themengebieten in der verteilten Entwicklung, soll die Wissensbasis explizit auch die Einführung verteilter Entwicklungsprozesse unterstützen. Hier ist neben der problemorientierten eine einführungsprozessorientierte Sichtweise auf verteilte Entwicklungsprozesse hilfreich. In Anlehnung an die fünf Phasen zur Einführung von Systemen für die computerunterstützte Gruppenarbeit [ENGEL ET AL. 2001, S. 400], werden in dieser Arbeit drei Phasen zur Einführung von verteilten Entwicklungsprozessen definiert. Ähnlich der Phasen „Vorbereitung“ und „Installation und Konfiguration“ wird die Phase „Vorbereitung“ definiert. In Bezug auf die Phasen „Schulung“ und „Betreute Nutzung“ wird die Phase „Einführung“ definiert. Die Phase „Betrieb“ wird gleichbedeutend zur Phase „Unterstützte Nutzung“ definiert. Die Phasen Vorbereitung, Einführung und Betrieb werden in Hinblick auf die Einführung verteilter Entwicklungsprozesse in der Wissensbasis folgendermaßen definiert:

- Die **Vorbereitungsphase** beinhaltet vorbereitende Tätigkeiten und Analysen vor dem eigentlichen Projektbeginn. Ziel ist es, Potenziale und Möglichkeiten der verteilten Entwicklung abzuschätzen, auf mögliche Problemstellungen aufmerksam zu werden, und frühzeitig Problemlösungsstrategien zu entwickeln.
- Die **Einführungsphase** beinhaltet neben der Analyse auch das Festlegen von organisatorischen und rechtlichen Fragestellungen, die zum Start des Projektes erforderlich sind, sowie den eigentlichen Projektstart (Kick-off Treffen etc.).

- Die Grundlage für eine effektive Zusammenarbeit wurde bereits in der Vorbereitungs- und Einführungsphase geschaffen. Daher liegt der Schwerpunkt in der **Betriebsphase** auf der Überwachung der kooperativen Arbeiten und dem Sicherstellen der Qualität und der ständigen Verbesserung des verteilten Entwicklungsprozesses.

Einen Überblick über die für die Wissensbasis definierten Phasen bietet Abbildung 4-32. Um die Orientierung zu erleichtern, werden den einzelnen Phasen stilisierte Symbole und abgestimmte Farben bzw. Graustufen zugeordnet.

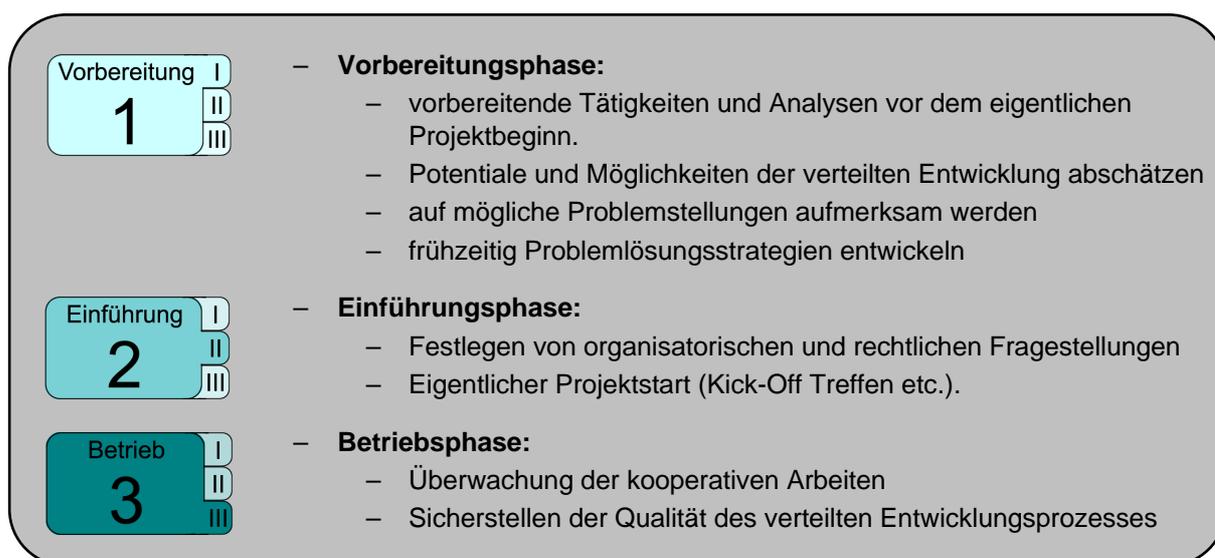


Abbildung 4-32: Phasen des Einführungsprozesses in der verteilten Produktentwicklung

Die hier definierten Phasen lassen sich gut abgrenzen und erlauben eine ausreichend exakte Zuordnung der Leitfäden anhand nachvollziehbarer Kriterien. Insbesondere ermöglichen diese Phasen aufgrund ihrer einführungsprozessorientierten Sichtweise eine gezielte Unterstützung von Entwicklern und Projektleitern, die sich mit der Herausforderung konfrontiert sehen, verteilte Entwicklungsprojekte einzuführen, bzw. ein Entwicklungsprojekt erstmals als verteiltes Projekt durchzuführen.

Die in diesem Ansatz entwickelten Leitfäden können bestimmten Themengebieten und bestimmten Phasen des Einführungsprozesses in der verteilten Entwicklung zugeordnet werden. Die Themengebiete und Prozessphasen können dabei als Merkmale zur Strukturierung der Wissensbasis aufgefasst werden. Ein einzelner Leitfaden kann gleichzeitig einer Ausprägung des Strukturmerkmals Themengebiet und einer Ausprägung des Strukturmerkmals Prozessphase zugeordnet werden. Abbildung 4-33 gibt einen Überblick über die Gesamtstruktur der Wissensbasis. Die einzelnen Leitfäden sind als Sechsecke stilisiert.

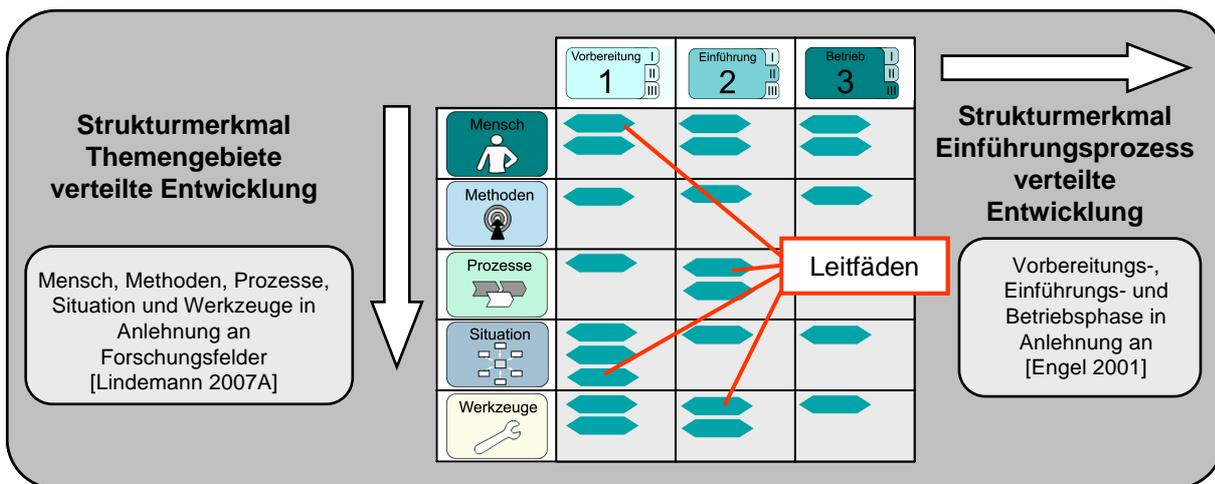


Abbildung 4-33: Struktur der Wissensbasis zur Unterstützung der verteilten Produktentwicklung

#### 4.4.3 Implementierung und Umsetzung

Um den in den vorigen Kapiteln konzipierten Lösungsansatz für eine systematische Unterstützung der verteilten Produktentwicklung unter den Randbedingungen der industriellen Praxis bewerten und überprüfen zu können, ist eine Umsetzung des entwickelten Konzepts notwendig. Die Realisierung als Softwareanwendung bietet die Möglichkeit, insbesondere die Übertragbarkeit des Ansatzes in die Industrie direkt von Entwicklern aus der Praxis bewerten zu lassen.

Entsprechend den diskutierten Anforderungen soll die Wissensbasis als ein Teilprojekt des Systems (CiDaD) über eine Internetseite zur Verfügung gestellt werden. Die technische Realisierung lässt sich folgendermaßen umreißen: Die Inhalte der Leitfäden werden als reiner Text in einer SQL-Datenbank hinterlegt. Die Internetseite greift über PHP-Skripte auf die SQL-Datenbank zu und generiert die angezeigten Inhalte dynamisch. Abbildung 4-34 gibt einen Überblick über den Aufbau der Web-Seite:

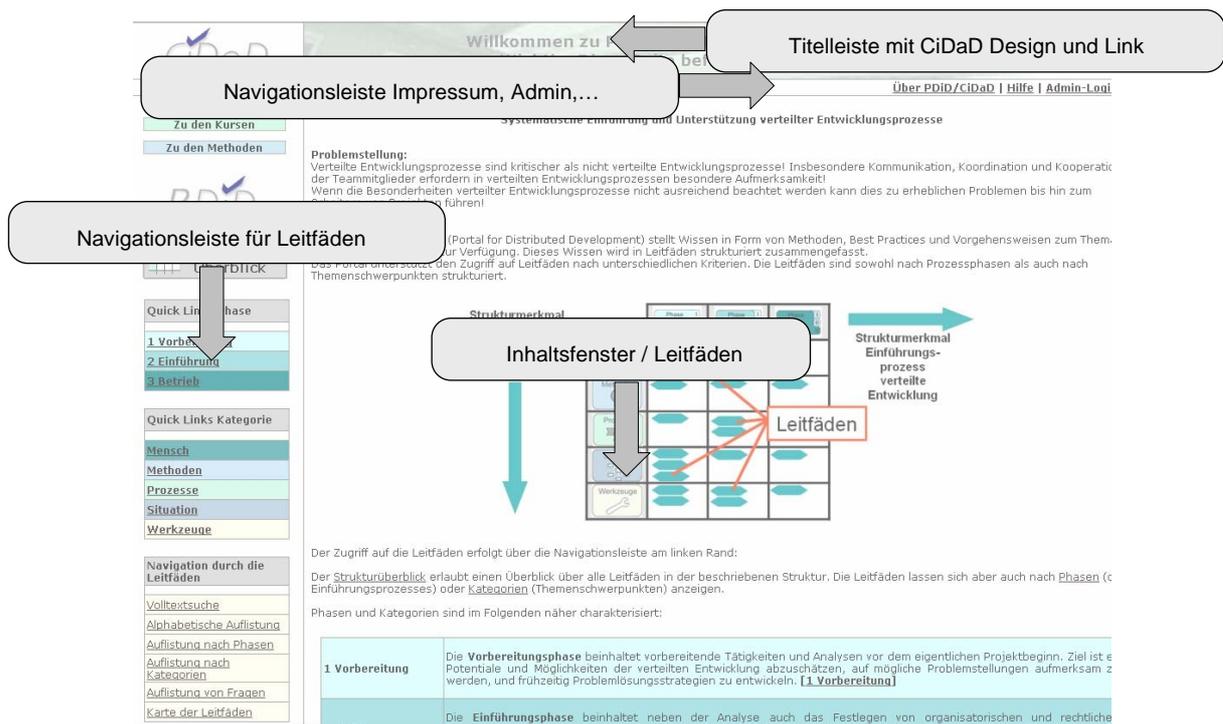


Abbildung 4-34: Aufbau der Web-Seite

Die Titelleiste, die sich an das Design des CiDaD-Portals anlehnt und auch einen Direktlink zum CiDaD-Portal bietet, unterstreicht die Integration in das CiDaD-System des Lehrstuhls für Produktentwicklung. Eine kleine Navigationsleiste über dem Inhaltsfenster ermöglicht den Zugriff auf die Administratorumgebung und trägt den rechtlichen Anforderungen bezüglich eines jederzeit erreichbaren Impressums genüge.

Den Schwerpunkt der Anwendung bilden die beiden Fenster „Navigationsleiste für Leitfäden“ und „Inhaltsfenster“. Die Navigationsleiste für die Leitfäden hat deshalb eine herausragende Bedeutung, weil sie den einfachen Zugriff auf die Inhalte der Wissensbasis ermöglicht und damit eine zentrale Kernanforderung erfüllt. Neben einem Überblick, der die Struktur der Wissensbasis als Karte zeigt und einen gezielten Zugriff auf einzelne Leitfäden ermöglicht, ist hier auch die Vorauswahl von Leitfäden nach den Kriterien Einführungsprozessphase oder Themengebiet möglich. Ergänzt werden diese Vorauswahlfunktionen durch eine Volltextsuche durch alle Leitfäden und die Möglichkeit der Auflistung nach behandelten Fragestellungen. Im Inhaltsfenster werden schließlich die unterschiedlichen Vorauswahllisten und die Leitfäden selber angezeigt. Eine Sammlung umfangreicher Screenshots der Wissensbasis wird im Anhang (Kap. 8.2) zur Verfügung gestellt.

Neben der Anwenderschnittstelle der Anwendung, die in den vorangegangenen Absätzen vorgestellt wurde, ermöglicht die Administratorschnittstelle schwerpunktmäßig die Umsetzung der Anforderungen aus Sicht des Anbieters. Abbildung 4-35 gibt einen Überblick über den Aufbau der Administratorumgebung.

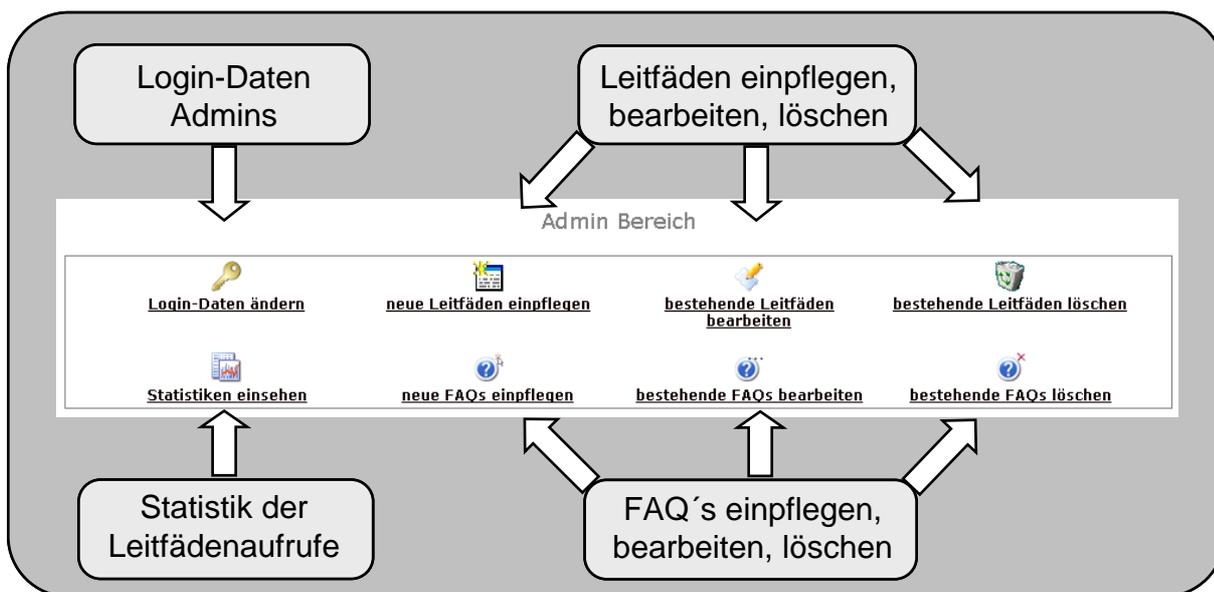


Abbildung 4-35: Aufbau der Administratorumgebung

Das wichtigste Ziel der Administratorschnittstelle ist die Möglichkeit Inhalte der Wissensbasis ohne Programmier- oder Datenbankenkenntnisse pflegen und ergänzen zu können. Dies wird über die Funktionen Leitfäden einpflegen, bearbeiten und löschen realisiert. Die Berechtigung für die Administratorumgebung lassen sich über die Funktion „Login-Daten ändern“ steuern. Der Bereich „FAQ“ ermöglicht den Aufbau einer Hilfe Umgebung. Mithilfe der Funktion „Statistiken einsehen“ lässt sich ein automatischer Bericht über die Nutzung der Wissensbasis, unterteilt nach den einzelnen Leitfäden, erstellen. Langfristig erlaubt dies Rückschlüsse darauf, welche Themengebiete in der verteilten Produktentwicklung als besonders wichtig bzw. interessant eingestuft werden.

Die hier dargestellte Umsetzung der Wissensbasis erlaubt durch ihre vielfältigen Zugriffsalternativen unterschiedliche Nutzungsszenarios. In Anlehnung an BRAUN, der die Bedeutung der Berücksichtigung unterschiedlicher Voraussetzungen der Anwender bei der methodischen Unterstützung hervorhebt, lassen sich drei exemplarische Nutzungsszenarien identifizieren (Abbildung 4-36) [BRAUN 2005, S. 109ff]:

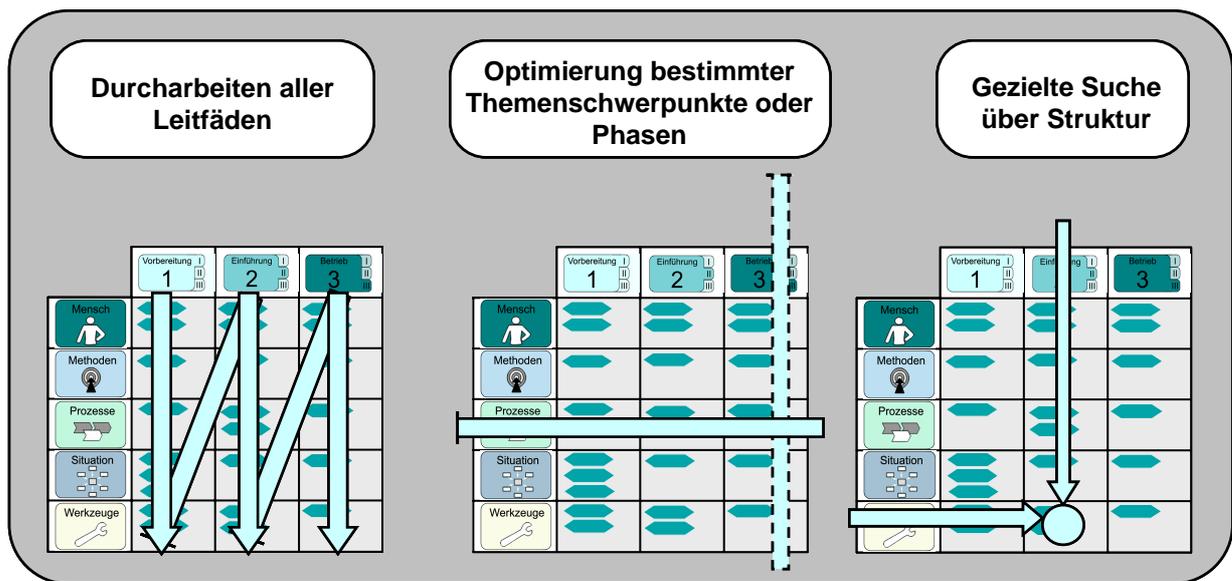


Abbildung 4-36: Nutzungsszenarios der Wissensbasis

Für mit der Thematik unerfahrene Nutzer bietet es sich an, alle in der Wissensbasis vorhandenen Leitfäden in der Reihenfolge der Einführungsphasen durchzuarbeiten. Diese Vorgehensweise gibt „Anfängern“ in der verteilten Produktentwicklung die Möglichkeit sich einen Überblick über die Besonderheiten und die denkbaren Problemstellungen der verteilten Entwicklung zu verschaffen.

Nutzer, die sich schon mit der Thematik verteilter Entwicklungsprojekte beschäftigt haben und als „Fortgeschrittene“ gelten können, bietet der Einstieg über die Einführungsphasen oder Themenschwerpunkte eine angemessene Unterstützung. Dieser Nutzerkreis kann seinen Informationsbedarf anhand der Strukturmerkmale der Wissensbasis einschätzen und für die jeweilige Problemstellung relevante Leitfäden betrachten.

Schließlich können Nutzer, die über intensive Erfahrung mit verteilten Entwicklungsprojekten verfügen und als „Experten“ auf diesem Gebiet gelten, über die Struktur der Wissensbasis gezielt auf einzelne Leitfäden zugreifen. Diese Nutzer identifizieren Problemstellungen und deren Ursachen in der verteilten Produktentwicklung und werden über einzelne Leitfäden in der Problemlösung unterstützt.

Eine kritische Betrachtung und erste Erfahrungen mit dem Betrieb der Wissensbasis werden in Kapitel 5.4 dargestellt.



## **5 Diskussion und Verifizierung der erarbeiteten Ergebnisse**

*Ziel dieses Kapitels ist es, die in Kapitel 4 entwickelten Lösungsansätze kritisch zu hinterfragen und zu überprüfen. So weit wie möglich werden diese Ansätze dabei an der Anwendung in der industriellen Praxis gespiegelt. Eine einheitliche Verifizierung der unterschiedlichen Ansätze ist dabei allerdings nur bedingt möglich. So werden die in Kapitel 4.1 ermittelten allgemeinen Anforderungen für einen integrierten Kommunikationsraum an den Anforderungen eines Industrieunternehmens an Kommunikationsmedien gemessen. Dagegen erfordert die kritische Betrachtung des in Kapitel 4.2 entwickelten 3D-Shared-Whiteboard detaillierte Experimente in einer Versuchsumgebung, da ein produktiver Einsatz dieses Mediums in der Industrie im aktuellen Prototypenstadium aus organisatorischen und sicherheitstechnischen Gründen kaum denkbar ist. Die Evaluierung des in Kapitel 4.3 entwickelten Medienmodells bedingt erst einmal eine angemessene softwaretechnische Umsetzung. Diese wird dann anhand von Fallbeispielen aus realen verteilten Projekten diskutiert. Schließlich ist die Verifizierung des Nutzens der in Kapitel 4.4 entwickelten methodischen Unterstützung der verteilten Entwicklung in Form einer Wissensbasis mit ähnlichen Problemen verbunden, wie die Bewertung des Nutzens von Methoden der Produktentwicklung allgemein. Daher wird dieser Teil, der die Erkenntnisse aus den vorigen, mehr wissenschaftlich geprägten Teilen integriert, anhand von Gesprächen mit Experten aus Industrie und Wissenschaft diskutiert.*

### **5.1 Anforderungen an Kommunikationsmedien in der industriellen Praxis**

In diesem Teilkapitel werden die in Kapitel 4.1 auf Basis von Experimenten erarbeiteten Anforderungen an einen integrierten Kommunikationsraum diskutiert und an Anforderungen an Kommunikationsmedien, die im Rahmen eines Kooperationsprojektes mit der Industrie erarbeitet werden, gespiegelt. Anhand dieser Betrachtung wird untersucht, inwieweit die ermittelten Anforderungen auf andere Randbedingungen, insbesondere die industrielle Praxis, übertragbar sind, bzw. allgemein gültigen Charakter haben.

Die in Kapitel 4.1 dargestellten Anforderungen sind für die Randbedingungen eines „idealen Kommunikationsraums“ für die synchrone Kollaboration in Entwicklungsprojekten erarbeitet worden. Neben den allgemeinen Anforderungen und den Anforderungen an die Datenverbindung beziehen sie sich insbesondere auf konkrete Kommunikationsfunktionen, die durch einzelne Kommunikationsmedien erfüllt werden, aber auch in rechnerbasierten Kommunikationsmedien als Teilfunktion integriert sein können (Telefon bzw. VoIP, Application Sharing, Shared-Whiteboard, File Sharing, Video, Medien für asynchrone Kommunikation). An dieser Stelle sei noch einmal auf die detaillierte Auflistung und Erläuterung der Anforderungen im Anhang (Kap. 8.5) verwiesen.

Die Anforderungen wurden auf Basis der durchgeführten wissenschaftlichen Experimente erarbeitet und berücksichtigen aus diesen Gründen keine politischen und wirtschaftlichen Aspekte, oder bestimmte am Markt erhältliche Produkte. Der Schwerpunkt der Anforderungen liegt allgemein darauf, ein Arbeiten in einer verteilten Umgebung zu ermöglichen, das einer Arbeit in einem nicht verteilten Team möglichst nahe kommt. In Anlehnung an GRUDIN bedeutet das: Die Kommunikation soll möglichst wenig zusätzlichen Aufwand verursachen und dabei möglichst hohen Nutzen bringen bzw. die Übermittlung aller relevanten (auch informellen) Informationen ermöglichen [GRUDIN 1988]. Insofern lässt sich auch erklären, dass die ermittelten Anforderungen neben der Bereitstellung aller nötigen Kommunikationsmöglichkeiten vor allem konkrete Anforderungen beinhalten, auf welche Weise die einzelnen Funktionen möglichst komfortabel und einfach realisiert werden sollten.

Die oben beschriebenen Anforderungen werden im Folgenden mit Anforderungen an Kommunikationsmedien in der industriellen Praxis verglichen. Einen Einblick in die dort vorhandenen Ansprüche geben Anforderungen, die im Rahmen eines Kooperationsprojekts mit einem Industrieunternehmen erarbeitet wurden. Diese Anforderungen gelten speziell für ein Industrieunternehmen und müssen aus Geheimhaltungsgründen in dieser Arbeit auf einer sehr abstrakten Ebene vorgestellt werden.

Im Rahmen dieses Projekts wurden 69 Anforderungen an ein rechnergestütztes Kommunikationsmedium für ein Industrieunternehmen aus der Luftfahrtbranche gesammelt, das alle notwendigen Kommunikationsfunktionen integriert. Als Einsatzfeld ist vorrangig die synchrone (gleichzeitige) Kommunikation mit Mitarbeitern am selben Standort, an anderen Standorten und mit Zulieferern im Sinne von computergestützten verteilten Besprechungen zu sehen. Als besondere Randbedingung kann das sehr hohe Bedürfnis nach Sicherheit und Vertraulichkeit des beteiligten Unternehmens angesehen werden. Die Anforderungen werden in die vier Gruppen Technologie, Sicherheit, synchrone Funktionen und asynchrone Funktionen unterteilt. Abbildung 5-1 gibt einen Überblick über die abstrahierten Anforderungen.

<b>Nr.</b>	<b>Beschreibung/Name der Anforderung</b>
<b>1</b>	<b>Technologieanforderungen</b>
1.1	Netzwerkstruktur (Anbindung von Rechnern außerhalb des Firmennetzwerks)
1.2	Server Plattformunterstützung (Betriebssysteme der beteiligten Server)
1.3	Client Kompatibilität (mögliche Betriebssysteme)
1.4	Installation (der Software auf allen beteiligten Rechnern)
1.5	Hardware (Nutzen von vorhandener Hardware)
1.6	Datenverbindung (Zuverlässigkeit und Kapazität)
1.7	Allgemeines (Support, bewährter Hersteller, intuitive Bedienung und Konfiguration)
<b>2</b>	<b>Sicherheitsanforderungen</b>
2.1	Verschlüsselung / Login-Verfahren (Teilnehmerbeschränkung, Konfigurierbarkeit)
2.2	Netzwerkcommunication (erlaubte Protokolle, unterstützte Verbindungstypen)
2.3	Firewall (erlaubte Ports auf der Firewall)
<b>3</b>	<b>Funktionale Anforderungen für synchrone Zusammenarbeit</b>
3.1	Kommunikation (Chat, Video, Audio, Instant Messaging)
3.2	Kollaboration und Koordination (Shared Whiteboard, Application Sharing)
3.3	Sonstiges (automatische Protokollgenerierung, Abstimmen etc.)
<b>4</b>	<b>Funktionale Anforderungen für asynchrone Zusammenarbeit</b>
4.1	Kommunikation und Koordination (Kalender, Datenbankintegration, Forum)

*Abbildung 5-1: Abstrahierte Anforderungen an ein Kommunikationsmedium für synchrone Zusammenarbeit in der Industrie*

Über einen Vergleich dieser Anforderungen aus der industriellen Praxis (im Folgenden mit „industrielle Anforderungen“ bezeichnet) mit den in Kapitel 4.1 ermittelten Anforderungen (im Folgenden mit „wissenschaftliche Anforderungen“ bezeichnet) lassen sich folgende Gemeinsamkeiten und Unterschiede erkennen:

Im Unterschied zu den wissenschaftlichen Anforderungen haben die industriellen Anforderungen einen sehr großen und sehr detaillierten Teil an technischen Anforderungen. Diese dienen in erster Linie dazu, bei der Auswahl für ein bestimmtes Produkt die Funktionsfähigkeit auf allen beteiligten Rechnern sicherzustellen und einen wirtschaftlichen Betrieb zu ermöglichen. Diese Gruppe an Anforderungen wurde bei den wissenschaftlichen Anforderungen nicht detailliert angesprochen. Zum einen wird hier implizit davon ausgegangen, dass ein System unter den gegebenen Randbedingungen funktioniert, zum anderen ist es auch nicht möglich, in diesem Fall allgemein gültige und detaillierte Anforderungen aufzustellen, da hier die technischen Rahmenbedingungen (Hardwareumgebung, Netzwerkstruktur etc.) genau bekannt sein müssen.

Der zweite bedeutende Unterschied liegt in dem wesentlich höheren Detaillierungsgrad der Sicherheitsanforderungen bei den industriellen Anforderungen. Diese lassen sich direkt auf die speziellen Rahmenbedingungen des beteiligten Unternehmens zurückführen, die einen sehr hohen Sicherheitsstandard festschreiben (vgl. Kap. 3.2.3). Darüber hinaus ist hier, wie bei den technischen Anforderungen auch, eine genaue Kenntnis des konkreten Netzwerks nötig, um aussagekräftige Anforderungen abzuleiten.

Im Bereich der funktionalen Anforderungen sind allgemein große Gemeinsamkeiten zwischen den wissenschaftlichen und den industriellen Anforderungen festzustellen. Die Kommunikationsfunktionen Telefon/VoIP, Application Sharing, Shared Whiteboard, Video

und Medien für asynchrone Kommunikation sind auch in der Industrie als wichtige Funktionen identifiziert worden. Eine weitere Gemeinsamkeit liegt in den Forderungen nach wenig Aufwand und genügender Funktionalität, welche die jeweiligen Kommunikationsfunktionen detaillieren. Unterschiede sind in diesem Bereich nur in wenigen Details (z. B. der optionalen Nutzung von VR-Systemen) festzustellen. File Sharing taucht in diesem Fall bei den industriellen Anforderungen nicht auf, weil diese Funktionalität von einem anderen System übernommen wird, nicht weil die Funktion als unwichtig erachtet wird.

Allgemein lässt sich anhand dieses Vergleichs der „wissenschaftlichen“ Anforderungen an einen Kommunikationsraum mit den „industriellen“ Anforderungen an ein rechnerbasiertes Kommunikationsmedium feststellen, dass sich die in dieser Arbeit ermittelten Anforderungen als funktionale Anforderungen im Beispielprojekt mit der Industrie praktisch komplett wieder finden. Hier ist lediglich eine Ergänzung um die technischen und Sicherheitsanforderungen notwendig. Eine Verallgemeinerung dieser beiden Anforderungskategorien ist aber nur begrenzt möglich, da diese von den konkreten, vorhandenen Strukturen abhängen.

Für die auf wissenschaftlichem Wege in Kapitel 4.1 ermittelte und im Anhang bereitgestellte Anforderungsliste bedeutet das, dass hier von einer guten Übertragbarkeit in die allgemeine industrielle Praxis ausgegangen werden kann, solange es sich um die Unterstützung vorwiegend synchroner Kommunikation handelt. Dabei muss beachtet werden, dass für die praktische Anwendung Ergänzungen erforderlich sind, die das spezifische Einsatzumfeld berücksichtigen. Dies gilt insbesondere in den Bereichen Technologieanforderungen und Sicherheitsanforderungen.

Für die weiteren Bestandteile dieser Arbeit, die auf den erarbeiteten Anforderungen aufbauen, wird festgestellt, dass diese Anforderungen eine belastbare Grundlage darstellen.

## **5.2 Erkenntnisse aus dem 3D-Shared-Whiteboard Prototyp**

In diesem Teilkapitel wird das in Kapitel 4.2 entwickelte 3D-Shared-Whiteboard in seiner Funktion als neuartiges Kommunikationsmedium betrachtet. Da ein produktiver Einsatz dieses Mediums in der Industrie im aktuellen Prototypenstadium aus organisatorischen und sicherheitstechnischen Gründen kaum denkbar ist, erfordert die Verifizierung dieses Ansatzes eigene Experimente in einer Versuchsumgebung. Das 3D-Shared-Whiteboard wird als Softwareprototyp in mehreren Experimenten zur verteilten Entwicklung eingesetzt. Die Experimente und die jeweiligen Erkenntnisse werden im Folgenden vorgestellt.

### **5.2.1 Einsatz des 3D-Shared-Whiteboard in der verteilten Entwicklung**

Das Ziel von ersten Versuchen ist es, die Eignung des 3D-Shared-Whiteboard in Versuchen zu überprüfen, die realen verteilten Entwicklungsprozessen möglichst ähnlich sind. Zu diesem Zweck wird das 3D-Shared-Whiteboard als eines von mehreren Kommunikationsmedien in zwei Arbeitsplätze für die verteilte Entwicklung integriert: Auf jedem der beiden über Netzwerk verbundenen Rechner wird die Software installiert. Eine Installation fungiert dabei

als Client und eine als Server, so dass ein gemeinsames Arbeiten an einer Geometrie möglich ist. Die Steuerung erfolgt über Maus bzw. Spacemouse. Die vorherige Schulung des Programms stellt sicher, dass die Versuchspersonen in der Lage sind, das Programm zu bedienen und die Möglichkeiten und Grenzen des Systems kennen. Ein Röhrenbildschirm in Verbindung mit einer Shutterbrille erlaubt das echt dreidimensionale Betrachten von erzeugten bzw. geladenen Geometrien als Stereobilder. Für die detaillierte Funktionalität wird auf Kapitel 4.2 verwiesen. Abbildung 5-2 zeigt den Einsatz des 3D-Shared-Whiteboard im Experiment.



*Abbildung 5-2: Einsatz des 3D-Shared-Whiteboard in Experimenten zur verteilten Entwicklung*

Die weiteren vorhandenen Kommunikationsmedien bestehen aus für die verteilte Entwicklung typischen Kommunikationsmedien (Post, Fax, Telefon, Application Sharing, Shared Whiteboard, File Sharing), siehe auch Kapitel 3.2. Die Arbeitsplätze befinden sich in unterschiedlichen Räumen. Die Versuchsaufgabe beinhaltet die Neuentwicklung eines technischen Produktes über Anforderungskklärung, Konzepterstellung bis zur Entwicklung eines CAD-Prototyps und wird über mehrere Tage bearbeitet. Die Versuchspersonen haben bezüglich der Auswahl der Kommunikationsmedien freie Hand und sind angehalten immer das Kommunikationsmedium zu verwenden, von dem sie sich den meisten Nutzen für die aktuelle Problemstellung versprechen. Ziel der Versuchspersonen ist es, in der zur Verfügung stehenden Zeit eine bestmögliche Lösung zu erreichen.

Die Auswertung der Experimente zeigt eindeutig, dass der Prototyp des 3D-Shared-Whiteboard unter den herrschenden Randbedingungen nicht für das am besten geeignete Medium gehalten wird. Nur eine von sechs Versuchspersonengruppen setzt das 3D-Shared-Whiteboard überhaupt ein. Dieser Einsatz dauert ca. 5 Minuten (in einem dreitägigen Experiment). Da alle Versuchsgruppen im Rahmen einer direkt vor dem Experiment stattfindenden Trainingsphase das 3D-Shared-Whiteboard eingesetzt und dabei auch allgemein positiv bewertet haben, kann ausgeschlossen werden, dass ein Einsatz nicht erfolgt,

weil er den Versuchspersonen nicht möglich ist. Die Versuchsteilnehmer interessieren sich für dieses Medium, können aber offensichtlich keinen echten Mehrwert für die Unterstützung ihrer Arbeit erkennen, der den zusätzlichen Aufwand für die Bearbeitung ihrer Aufgabenstellung rechtfertigt.

Interviews mit den Versuchspersonen, die im Anschluss an die Experimente durchgeführt werden, bestätigen diese Vermutung. Insbesondere wird von den Versuchspersonen bemängelt, dass die Darstellung im 3D-Shared-Whiteboard keinen großen Mehrwert im Vergleich zum CAD-Application Sharing bringt. Auch hier ist eine synchrone Betrachtung von dreidimensionalen Objekten (wenn auch ohne Stereobild) möglich. Dafür muss das Modell auch nicht erst in ein anderes Format exportiert werden. Das Stereobild wurde von den Bearbeitern sogar mehr als ein Nachteil und weniger als ein Vorteil gesehen. Um sich ein Bauteil räumlich vorzustellen, reicht nach Meinung der Versuchspersonen eine dreidimensionale perspektivische Darstellung ohne Stereobild aus, insbesondere wenn eine Rotation und damit eine Betrachtung aus unterschiedlichen Blickwinkeln intuitiv möglich ist. Die Erzeugung des echten Stereobildes setzt in diesem Versuchsaufbau das Tragen von relativ schweren Shutterbrillen voraus, die neben dem ungenügenden Tragekomfort auch ein merkbar flackerndes Bild erzeugen. Die Versuchspersonen empfinden dies als sehr unangenehm. Das Erzeugen eines Stereobildes wird wenn überhaupt nur für den Fall von extrem komplexen geometrischen Problemstellungen empfohlen, die sehr hohe Ansprüche an das räumliche Vorstellungsvermögen stellen.

Insgesamt muss festgestellt werden, dass sich der Einsatz des 3D-Shared-Whiteboard in der vorgestellten Konfiguration und unter den dargestellten Randbedingungen nicht bewährt hat. Insbesondere das Bereitstellen eines Stereobildes hat nicht den Mehrwert gebracht, der den Mehraufwand und die Einschränkungen im Komfort gerechtfertigt hätten.

Da das 3D-Shared-Whiteboard in den Versuchen praktisch nicht verwendet wurde, kann der Einsatz dieses Mediums anhand der vorgestellten Versuche auch nicht im Sinne einer Verifizierung und detaillierten Diskussion untersucht werden. Um belastbare Aussagen über die Eignung des 3D-Shared-Whiteboard für die Kommunikation in der verteilten Entwicklung zu erhalten, sind also weitere Versuche erforderlich, die im Folgenden dargelegt werden.

### 5.2.2 Skizzieren mit dem 3D-Shared-Whiteboard in der verteilten Entwicklung

Auch wenn erste Versuche gezeigt haben, dass das 3D-Shared-Whiteboard in der aktuellen Prototypversion bei bestimmten Randbedingungen und in direkter Konkurrenz zu etablierten Kommunikationsmedien nicht die erste Wahl für die Kommunikation in der verteilten Entwicklung darstellt, so kann doch davon ausgegangen werden, dass das Skizzieren in drei Dimensionen, und damit die Kernidee des 3D-Shared-Whiteboard, erhebliches Potenzial für die Unterstützung der Kommunikation in der verteilten Entwicklung besitzt.

Um dieses Potenzial und die Stärken und Schwächen des 3D-Shared-Whiteboard detailliert zu untersuchen, werden weitere Versuche durchgeführt. Dabei werden gegenüber den ersten Versuchen einige Änderungen vorgenommen:

Die Versuche werden zeitlich stark verkürzt. Grundgedanke ist die Überlegung, dass die Kommunikation in der verteilten Entwicklung durch Skizzen unterstützt werden kann und dass dies insbesondere in der Konzeptentwicklung von Bedeutung ist (vgl. [MALHOTRA ET AL. 2001] bzw. Kapitel 4.1). Aus diesem Grund wird die Aufgabenstellung auf die Phase der Konzeptentwicklung eingeschränkt.

Die Verwendung der Kommunikationsmedien wird explizit festgelegt. Um eine detaillierte Untersuchung des 3D-Shared-Whiteboard zu ermöglichen, wird die Verwendung dieses Systems für bestimmte Aufgaben des Experimentes vorgeschrieben. Um einen Vergleich mit etablierten Kommunikationsmedien zu ermöglichen, werden die Aufgaben unter gleichen Bedingungen auch mit dem 2D-Shared-Whiteboard von Microsoft NetMeeting® bearbeitet.

Die Konfiguration des 3D-Shared-Whiteboard wird für einen möglichst hohen Bedienkomfort geändert. Der mangelnde Komfort wird als die Hauptursache für das Vermeiden des 3D-Shared-Whiteboard in den vorangegangenen Versuchen identifiziert. Aus diesem Grund wird die Möglichkeit eines echten Stereobildes deaktiviert. Damit sind auch die kritisierten Shutterbrillen nicht mehr notwendig. Zudem wird das Erstellen von Skizzen vereinfacht. Für diesen Zweck wird ein berührungsempfindlicher Bildschirm (Pen Tablet) als Eingabeinterface eingesetzt, der sich auch schon als Eingabeinterface für die Erstellung von 2D Skizzen bewährt hat (vgl. Kapitel 4.1).

### Versuchsaufbau und Durchführung

Für den Versuch werden zwei Versuchsarbeitsplätze in einem Raum aufgebaut. Eine Trennwand verhindert, dass sich die beiden Versuchspersonen sehen können, erlaubt aber eine akustische Verständigung und erübrigt so eine Telefonverbindung (Abbildung 5-3, vgl. [MAHER ET AL. 2005]).

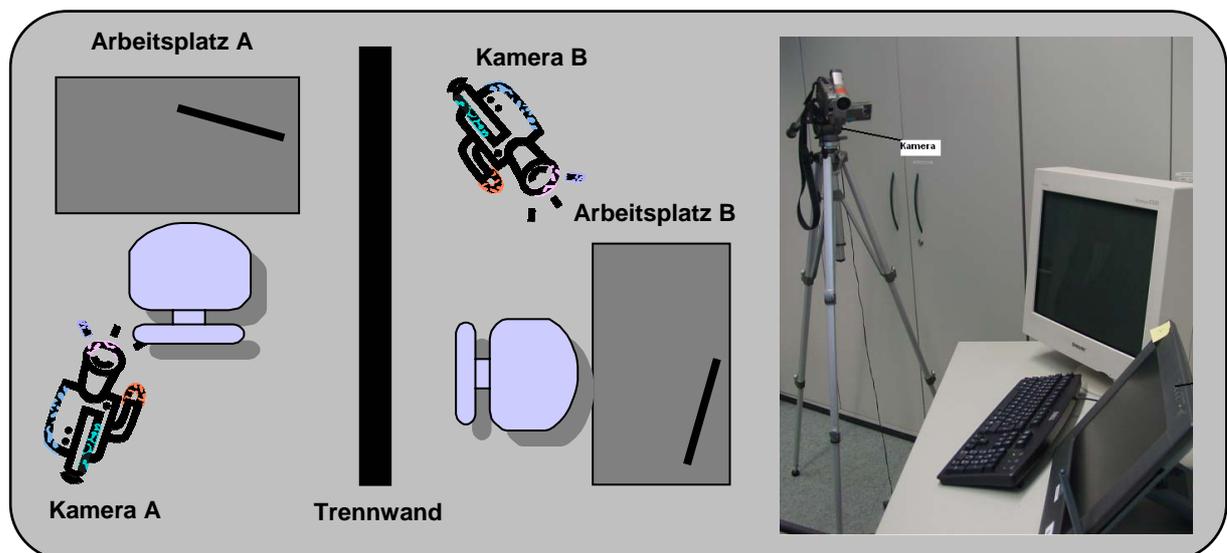


Abbildung 5-3: Anordnung der Versuchsarbeitsplätze und Foto eines Arbeitsplatzes

Die Kommunikation erfolgt neben der Möglichkeit sich akustisch zu verständigen ausschließlich über die beiden über Netzwerk verbundenen Rechnerarbeitsplätze. Auf jedem Rechner ist jeweils das NetMeeting® 2D-Shared-Whiteboard und das 3D-Shared-Whiteboard

installiert. Je nach Versuchsaufgabe wird die akustische Kommunikation über ein bestimmtes Netzwerkskizzierprogramm unterstützt, das mit dem Pen Tablet bedient wird.

Die Versuchsaufgabe setzt sich aus zwei unterschiedlichen Aufgabenteilen zusammen, einem geometrisch einfachen und einem geometrisch komplexen. Für jeden Aufgabenteil ist eine Bearbeitungszeit von ca. 30 Minuten vorgesehen. Hintergrund ist die in den vorangegangenen Versuchen geäußerte Vermutung, 3D-Skizzieren sei gerade bei geometrisch komplexen Problemen gegenüber 2D-Skizzieren im Vorteil. Jede Versuchspersonengruppe bearbeitet einen geometrisch komplexen und einen geometrisch einfachen Aufgabenteil. Die für die Bearbeitung der Aufgabenteile jeweils vorgeschriebenen Medien werden gewechselt. Abbildung 5-4 gibt einen Überblick über die geplanten Versuche.

	<b>3D-Shared-Whiteboard</b>	<b>2D-Shared-Whiteboard</b>
<b>Gruppe 1</b>	Geometrisch einfach	Geometrisch komplex
<b>Gruppe 2</b>	Geometrisch komplex	Geometrisch einfach
<b>Gruppe 3</b>	Geometrisch einfach	Geometrisch komplex
<b>Gruppe 4</b>	Geometrisch komplex	Geometrisch einfach

Abbildung 5-4: Versuchsplan

Der geometrisch einfache Teil behandelt die konzeptionelle Ausarbeitung eines Kegelradsummengetriebes. Anhand einer technischen Prinzipskizze (bzw. eines Prinzip-VRML-Modells) sollen die beiden Versuchspersonen die Funktionsweise klären und konzeptionelle Lösungsvorschläge für die Lagerung der Räder und ein Gehäuse, in dem das Getriebe gelagert wird, erarbeiten. Zusätzlich ist eine Abdichtung des Gehäuses nach außen vorzusehen. Geometrisch einfach ist dieser Aufgabenteil deshalb, weil sich alle relevanten Informationen in einem Schnitt, bzw. einer zweidimensionalen Ebene darstellen lassen (Abbildung 5-5).

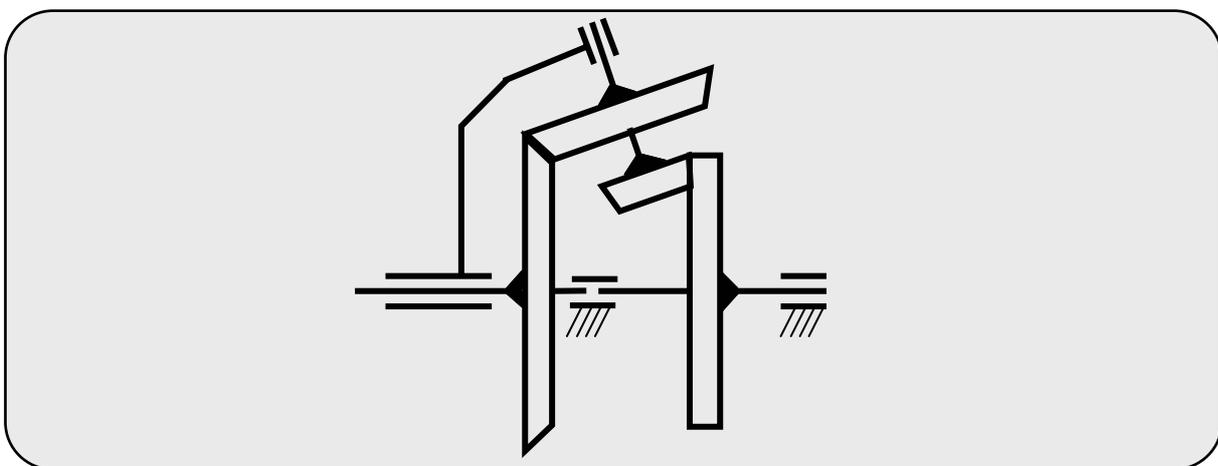
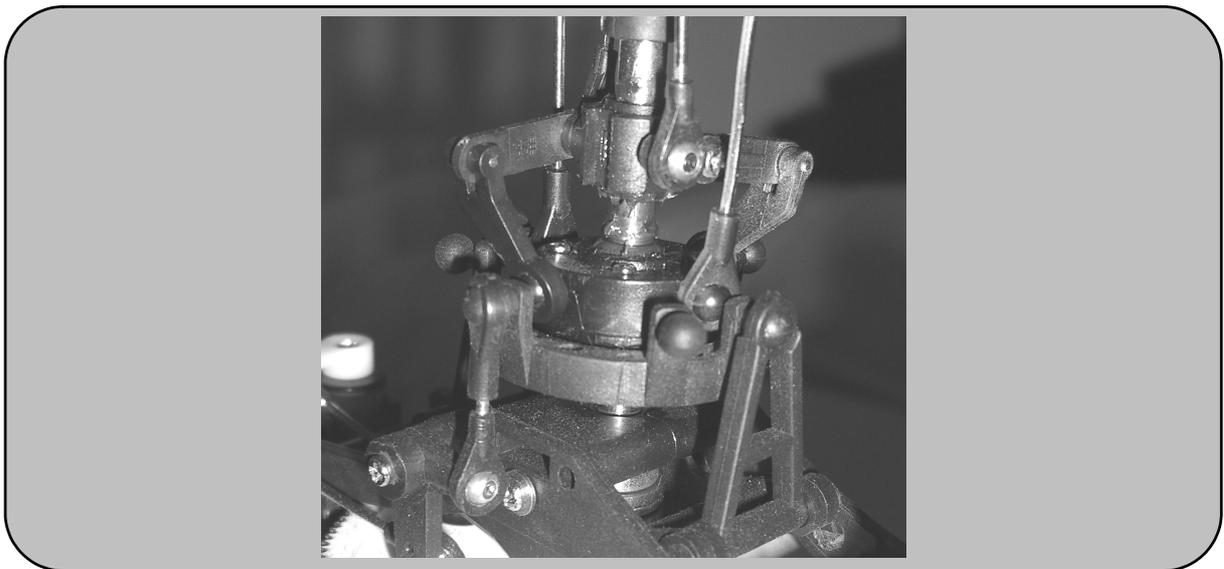


Abbildung 5-5: Prinzipskizze Kegelradsummengetriebe als geometrisch einfaches Problem

Der geometrisch komplexe Teil behandelt die konzeptionelle Ausarbeitung einer Taumelscheibe für Hubschrauber. Anhand eines Fotos und einer physischen Modelltaumelscheibe (bzw. einer Zeichnung und eines VRML-Modells) sollen die Versuchspersonen die Funktionsweise klären und das an- und abführende Gestänge skizzieren. Weiterhin sind konzeptionelle Lösungen für das Ersetzen der Hauptgleitlager durch Wälzlager und das Abdichten der entsprechenden Lagerungen zu erarbeiten. Geometrisch komplex ist dieser Aufgabenteil deshalb, weil sich alle relevanten Informationen nicht in nur einem Schnitt, bzw. einer zweidimensionalen Ebene darstellen lassen (Abbildung 5-6).



*Abbildung 5-6: Hubschraubertaumelscheibe als geometrisch komplexes Problem*

Die Auswertung der Versuche erfolgt in Anlehnung an die in Kapitel 4.1 angewendeten Auswertungsverfahren. Neben einem Fragebogen für die Versuchspersonen und den Videoaufnahmen der Versuche werden auch die von den Teilnehmern erarbeiteten Ergebnisse für eine Auswertung herangezogen. Die wichtigsten Ergebnisse werden im Folgenden Abschnitt kurz vorgestellt. Eine detaillierte Beschreibung der Versuche und der Auswertungen würden den Rahmen der Arbeit sprengen. Hier sei auf [Praxenthaler 2007] verwiesen.

### **Ergebnisse des Vergleichs von 2D- und 3D-Skizzieren zur Unterstützung der Kommunikation**

Ziel der durchgeführten Untersuchungen ist es, das 3D-Shared-Whiteboard als Kommunikationsmedium für die verteilte Entwicklung kritisch zu diskutieren, Stärken und Schwächen aufzuzeigen und das Potenzial für dieses neue Medium abzuleiten. Das 3D-Shared-Whiteboard wird dabei am 2D-Shared-Whiteboard gespiegelt, für das ein großes Potenzial für die Unterstützung der verteilten Entwicklung als gesichert gelten kann (vgl. [YANKELOVICH ET AL. 2004]).

Die Befragung der Teilnehmer nach Durchführung des Versuchs mit einem Fragebogen führt dabei zu folgenden Ergebnissen:



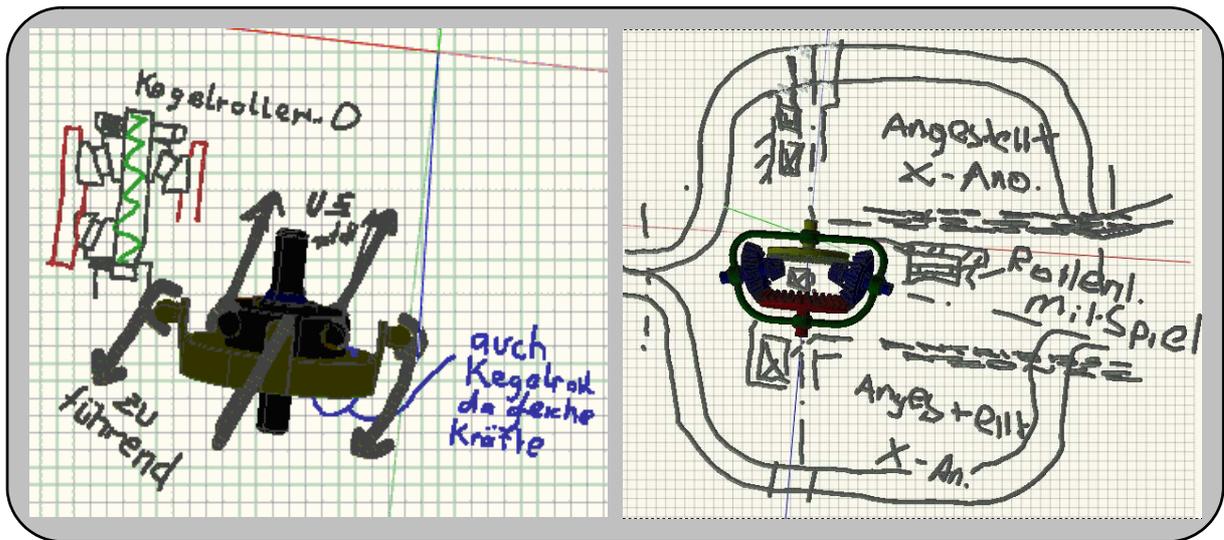


Abbildung 5-8: 2D Skizzen in einer 3D Umgebung

Insgesamt wurde festgestellt, dass auch mit dem 3D-Shared-Whiteboard nur die Details tatsächlich dreidimensional erstellt werden, die sich nicht eindeutig in einer Ansicht darstellen lassen (insbesondere die Gestänge der Taumelscheibe). Die meisten Details, die sich zweidimensional darstellen lassen (z. B. Lager) werden in dreidimensionalen Skizzen nur zweidimensional dargestellt. Insgesamt wird bei der geometrisch einfachen Aufgabe (Kegelradsummengetriebe) wesentlich weniger dreidimensional gezeichnet, als bei der geometrisch komplexen Aufgabe (Taumelscheibe).

Die Videoauswertungen geben einen Einblick, inwieweit die Versuchspersonen mit den jeweiligen Skizzierwerkzeugen unterschiedlich arbeiten. Für diesen Zweck werden die Zeitdauern bestimmter Tätigkeiten festgestellt und miteinander verglichen. Auch wenn die Aussagefähigkeit dieser Analysen aufgrund der relativ kleinen Zahl von vier Versuchen begrenzt ist, so lassen sich doch einige Tendenzen beobachten:

- Der Zeitanteil, in dem sich die Versuchspersonen mit den technischen Problemen der Skizzierwerkzeuge auseinandersetzen mussten, ist bei beiden Systemen sehr gering (ca. 5%). Größere technisch bedingte Schwierigkeiten können also ausgeschlossen werden.
- Der Zeitanteil, um dem Partner mit der Unterstützung des Skizzierens eine Funktion zu erläutern bzw. ein technisches Problem zu klären, ist bei der Verwendung des 2D-Shared-Whiteboards deutlich höher (15% gegenüber 6%).
- Ebenso ist der Zeitanteil in dem die Partner versuchen ein gemeinsames Verständnis der Aufgabe (insbesondere der technischen Funktionsweise) herzustellen bei der Verwendung des 2D-Shared-Whiteboards deutlich höher (32% gegenüber 22%).
- Im Gegensatz dazu wird festgestellt, dass Teams die mit dem 3D-Shared-Whiteboard arbeiten einen erheblichen Zeitanteil mit der Rotation der Skizze bzw. des Modells verbringen (ca. 15%). Diese Tätigkeit ist mit dem 2D-Shared-Whiteboard nicht möglich.

### **Schlussfolgerungen für den Einsatz des 3D-Shared-Whiteboard zur Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse**

Die detaillierten Versuche zum Skizzieren mit dem 3D-Shared-Whiteboard lassen Potenziale und Herausforderungen dieses neuen Kommunikationsmediums für den Einsatz in realen verteilten Produktentwicklungsprozessen erkennen.

Die Herausforderungen bestehen dabei in erster Linie in der Tatsache, dass den Entwicklern das Skizzieren in drei Dimensionen (zumindest mit den hier verwendeten handelsüblichen Eingabegeräten) deutlich schwerer fällt, als das Skizzieren in zwei Dimensionen. Gerade Maschinenbauingenieure werden im Rahmen ihrer Ausbildung im zweidimensionalen Skizzieren von technischen Sachverhalten trainiert. Diese Übung im Skizzieren ist auch für das dreidimensionale Skizzieren erforderlich und kann nicht durch Kenntnisse im zweidimensionalen Skizzieren ersetzt werden. Vielmehr ist eine eigene ausführliche Schulung des dreidimensionalen Skizzierens erforderlich. Einen Ansatzpunkt bieten hier z. B. die Arbeiten von DIEHL ET AL. [DIEHL ET AL. 2006]. Neben der üblicherweise vorhandenen Übung erleichtert beim zweidimensionalen Skizzieren auch eine Vielzahl an Konventionen und Symbolen das schnelle und einfache Darstellen von technischen Prinzipien (z. B. Symbole für Lagerungen, Wellen, Verbindungen usw.), für die es beim dreidimensionalen Skizzieren keine gleichwertigen Entsprechungen gibt. Eine Entwicklung entsprechender Symbole für das dreidimensionale Skizzieren ist für die Zukunft anzustreben. Auch eine Integration von Symbolbibliotheken, wie sie in MECHEKOUR ET AL. für 2D-Shared-Whiteboards vorgeschlagen werden, könnte hier einen deutlichen Nutzen bringen [MECHEKOUR ET AL. 2005].

Herausforderungen des dreidimensionalen Skizzierens, die sich direkt in Forderungen zur Weiterentwicklung des 3D-Shared-Whiteboard überführen lassen bestehen z. B. in der besseren Integration von Notizen. In der aktuellen Version werden im 3D-Shared-Whiteboard verfasste Notizen gemeinsam mit der erstellten Skizze rotiert und skaliert. Dadurch sind diese Notizen nur in bestimmten Betrachtungswinkeln zu erkennen. Für die weitere Entwicklung sollten Notizen getrennt von den geometrischen Objekten verwaltet werden und immer lesbar sein. Obwohl die Versuchspersonen mit der Funktion des 3D-Shared-Whiteboard in den Versuchen allgemein zufrieden waren, ist es für einen produktiven Einsatz in der Industrie erforderlich, die Qualität des Programmcodes an das Sicherheits- und Zuverlässigkeitsniveau handelsüblicher Software anzupassen.

Neben den Problemen werden mit den durchgeführten Untersuchungen auch Potenziale und Einsatzmöglichkeiten für das 3D-Shared-Whiteboard identifiziert. Insbesondere bei der Bearbeitung geometrisch komplexer Problemstellungen, die sich nicht mehr in einer zweidimensionalen Skizze abbilden lassen, hat das dreidimensionale Skizzieren Vorteile gegenüber herkömmlichen Systemen. Zum einen erspart es das Anfertigen mehrerer Ansichten um einen Sachverhalt abzubilden, zum anderen entlastet es das räumliche Vorstellungsvermögen der beteiligten Personen, da diese ein dreidimensionales Modell nicht mehr aus den Ansichten „im Kopf“ zusammensetzen müssen. Dies erleichtert insbesondere bei komplexen Geometrien die Kommunikation. Unabhängig von der verteilten Entwicklung sieht PACHE sogar grundsätzlich das Skizzieren in drei Dimensionen als zukünftiges Werkzeug in der Produktentwicklung [PACHE 2005]. In seiner Funktion als

Kommunikationsmedium wird der Einsatz des 3D-Shared-Whiteboard insbesondere dann besonders vielversprechend gesehen, wenn Personen in die Kommunikation eingebunden werden, die ein weniger ausgeprägtes räumliches und technisches Vorstellungsvermögen besitzen (Nicht-Techniker, Kunden etc.). Gerade für Personen, die im Lesen technischer Zeichnungen und Interpretieren von Klappregeln nicht geübt sind, ist die Diskussion von dreidimensionalen Problemen mithilfe herkömmlicher zweidimensionaler Skizzen mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden. In diesem Anwenderkreis wird der Einsatz des 3D-Shared-Whiteboard die Kommunikation erheblich vereinfachen.

Auch wenn der entwickelte Prototyp für das 3D-Shared-Whiteboard noch nicht ein marktreifes Produkt darstellt, so ist er doch für die wissenschaftliche Untersuchung des 3D-Skizzierens zur Unterstützung der Kommunikation geeignet. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass das Skizzieren in drei Dimensionen eine neue Technik darstellt, die erst erlernt werden muss und bei einfachen Problemen aufwendiger ist als das herkömmliche Skizzieren. Daher wird auch in Zukunft für die Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse das Skizzieren in zwei Dimensionen eine große Rolle spielen. Bei sehr komplexen geometrischen Problemen oder der Kommunikation mit technischen Laien bietet das Skizzieren in drei Dimensionen aber ein Potenzial die Kommunikation zu vereinfachen, das mit herkömmlichen zweidimensionalen Medien nicht ausgeschöpft werden kann.

### **5.3 Erkenntnisse aus dem Medienmodell Prototyp**

Im vorigen Teilkapitel wurde ein Teilergebnis der Arbeit (das 3D-Shared-Whiteboard) untersucht und diskutiert. In diesem Kapitel wird ein weiteres Ergebnis der Arbeit kritisch betrachtet. Im Teilkapitel 4.3 dieser Arbeit wird das Medienmodell als ein Ansatz vorgestellt, der die Entwickler in verteilten Teams bei der Auswahl geeigneter Kommunikationsmedien situationsgerecht unterstützt. Ziel dieses Teilkapitels ist es, das entwickelte Konzept auf Basis der Anwendung in Fallbeispielen (studentische verteilte Entwicklungsprojekte) zu diskutieren und zu verifizieren. Um eine Anwendung des Medienmodells zu ermöglichen, ist die Realisierung als Softwareprototyp notwendig.

Die folgenden Abschnitte beschreiben eine erste prototypenhafte Umsetzung auf der Basis von MS Excel™, mit der die grundsätzliche Funktion nachgewiesen wird. Die mit diesem sehr einfachen Prototyp ermittelten Erkenntnisse fließen in eine Weiterentwicklung des Ansatzes ein, die auf der Basis von PHP und MySQL als webbasierte Lösung einen praxistauglichen Demonstrator für das entwickelte Konzepts darstellt.

#### **5.3.1 Erste Umsetzung des Medienmodells auf der Basis von MS Excel™**

Die Umsetzung und Anwendung des Medienmodells erfolgt anhand des in Kapitel 4.3.2 vorgestellten Ablaufs. Die dort ermittelten Situationsmerkmale und Medienmerkmale werden in einer Matrix in MS Excel™ angeordnet. Anschließend werden die Verknüpfungen in die Matrix eingetragen (Abbildung 5-9).

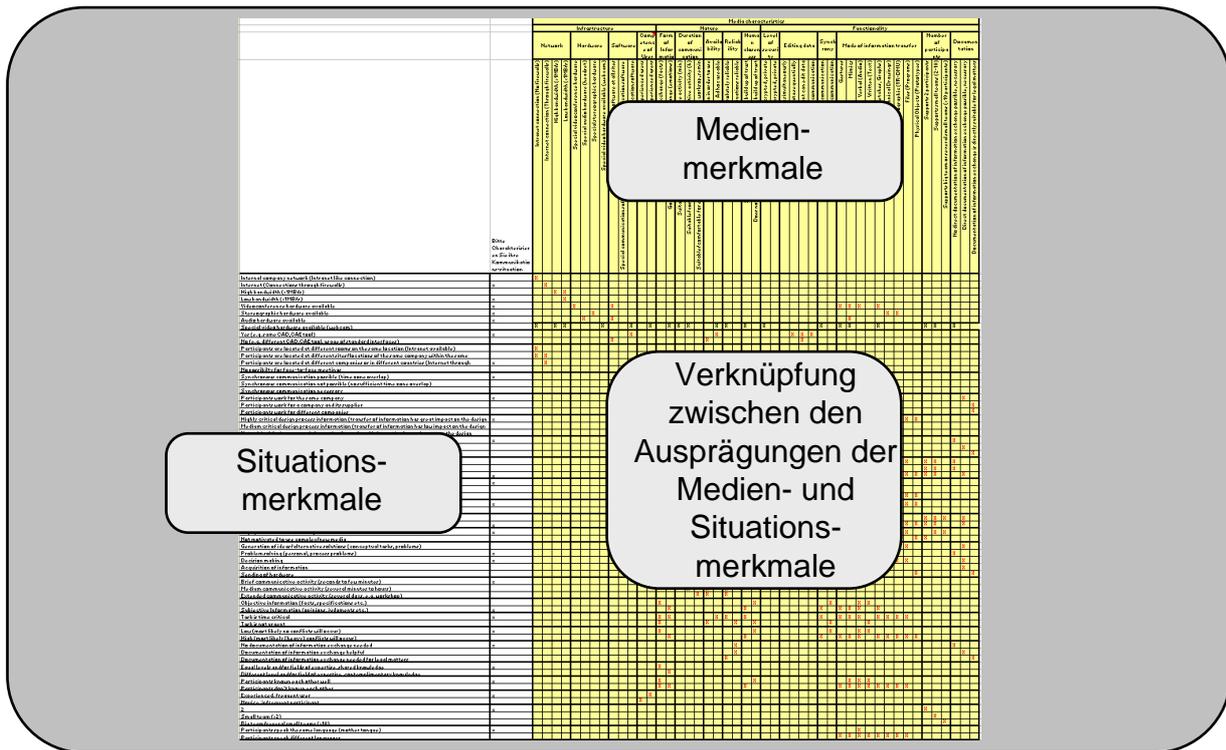


Abbildung 5-9: Verknüpfung von Situation- und Medienmerkmalen anhand der Ausprägungen im Excel™-Prototyp

Die Definition der Verknüpfungen erfolgt durch zwei Personen mit Projekterfahrung bzw. Forschungserfahrung auf dem Gebiet der verteilten Produktentwicklung. In einem ersten Schritt wird auf der Ebene der Merkmale untersucht, ob Verknüpfungen bestehen. Wenn keine Verknüpfungen bestehen, werden die entsprechenden Felder auf der Ebene der Ausprägungen nicht weiter betrachtet. Dieses Ausschlussverfahren reduziert den Aufwand für die Untersuchung der theoretisch möglichen 3000 Verknüpfungen. Wenn auf der Ebene der Merkmale Verknüpfungen bestehen, werden die Felder auf der Ebene der Ausprägungen untersucht und die einzelnen Verknüpfungen als „X“ in die Matrix eingetragen.

Ebenso wird den ermittelten Medienmerkmalen eine Auswahl an Kommunikationsmedien gegenübergestellt und die Verknüpfung zwischen Medienmerkmalen und Medien definiert. Dabei werden diejenigen Medien in die Matrix aufgenommen, die auch in den beiden verteilten Entwicklungsprojekten zur Verfügung standen, die zur Untersuchung und Verifizierung dieses Ansatzes herangezogen werden. Abbildung 5-10 zeigt die hier betrachteten Kommunikationsmedien.

Persönliches Treffen	Filesharing (Xerox docushare)
Videokonferenz (Polycom)	Filesharing (intranet Netzlaufwerk)
Videokonferenz (Webcam)	Email
VoIP (Skype)	Wiki-Forum (IdeaLog)
Telefon (Festnetz)	Chat (Skype)
Application Sharing (VNC)	Fax
Shared Whiteboard (NetMeeting)	Briefpost
3D-Shared-Whiteboard	Versand (FedEx)

Abbildung 5-10: Untersuchte Medien im Excel™-Prototyp

Die Excel™-Datei enthält jetzt die beiden Matrizen Situationsmerkmale-Medienmerkmale und Medienmerkmale-Medien, die jeweils über „X“ verknüpft sind. Um die in Kapitel 4.3.2 beschriebene Funktionalität zu erreichen, ist es erforderlich diese Datei um Visual Basic Makros zu ergänzen. Nach dem Klassifizieren der Situation über entsprechende „X“ in der Spalte A führen die Makros folgende Aktionen aus (siehe Abbildung 5-11):

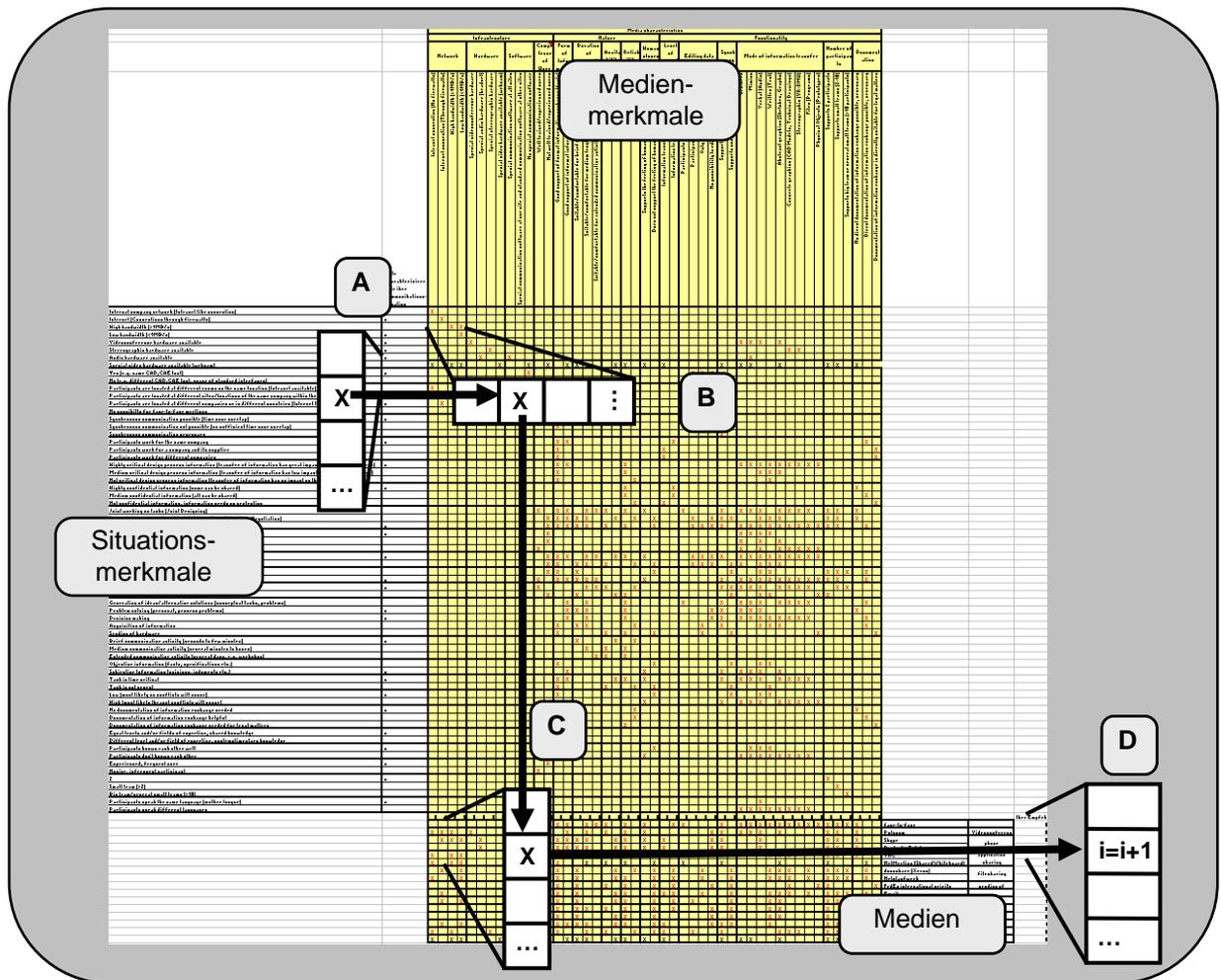


Abbildung 5-11: Funktionsweise der Makros im Excel™-Prototyp

Für jedes „X“ in der Spalte A werden die „X“ in der entsprechenden Zeile B gesucht. Das sind die Medienmerkmale, die mit dem entsprechenden Situationsmerkmal verknüpft sind. Für jedes „X“ in der betreffenden Zeile B werden die „X“ in der entsprechenden Spalte C gesucht. Das sind die Medien, die mit dem jeweiligen Medienmerkmal verknüpft sind. Für jedes „X“ was in der Spalte C gefunden wird, wird der Zähler des betreffenden Mediums in der Zeile D um eins erhöht. So werden für die Medien, die mit den angegebenen Situationsmerkmalen besonders häufig verknüpft sind, besonders hohe Werte in der Spalte D erzeugt.

### Testen und Optimieren des Prototyps

Um das auf der Basis von Excel™ als Prototyp umgesetzte Medienmodell zu testen und die Funktion nachzuweisen wird es auf vier Szenarios der verteilten Entwicklung angewendet. Die Szenarios stammen aus in der Praxis durchgeführten verteilten Entwicklungsprojekten. Es werden bewusst unterschiedliche Szenarios ausgewählt:

- Ein gemeinsames Brainstorming in einer dreitägigen Fallstudie zur synchronen Zusammenarbeit mit zwei Personen, die über eine Breitbandinternetverbindung verfügen
- Der Austausch von Produktteilen in einem interkontinental verteilten Entwicklungsprojekt
- Die Übermittlung von Änderungen der Maße an Produktteilen in einem interkontinental verteilten Entwicklungsprojekt
- Die Durchführung einer kritischen Videokonferenz um eine folgenreiche und konfliktträchtige Entscheidung in einem interkontinental verteilten Entwicklungsprojekt herbeizuführen

Die vorgestellten Szenarios werden anhand der Situationsmerkmale charakterisiert. Im Anschluss daran werden die vom Medienmodell vorgeschlagenen Medien mit den in der Realität verwendeten Medien verglichen und die Differenzen kritisch betrachtet. Auf diese Weise wird eine iterative Überarbeitung des Medienmodells durchgeführt (Abbildung 5-12).

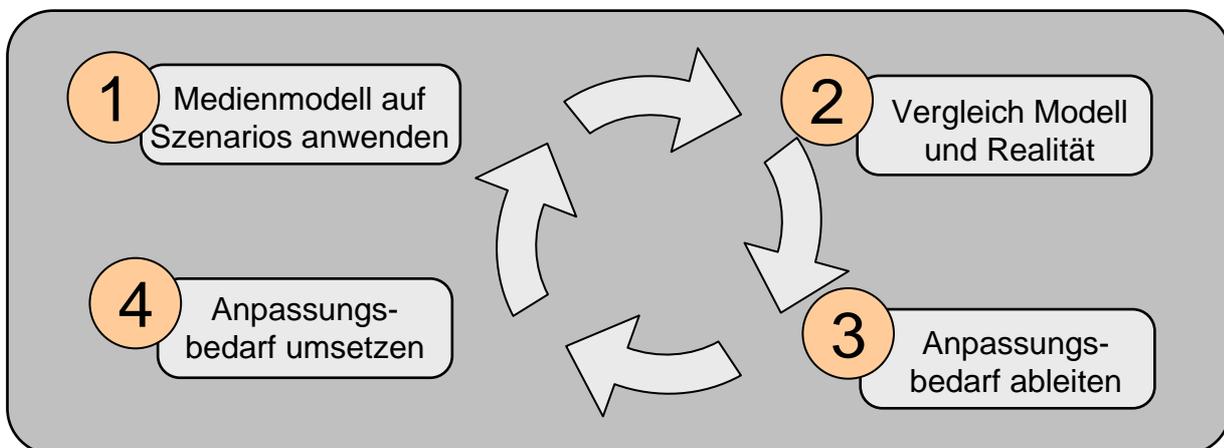


Abbildung 5-12: Iterative Optimierung des Medienmodells

Der Vergleich der Ergebnisse des Prototyps mit der Realität zeigt zum einen Anpassungsbedarf in Bezug auf die Verknüpfungen der Matrizen. Hier werden Verknüpfungen identifiziert, die irrtümlich (weil nicht alle Konsequenzen bedacht worden sind) oder versehentlich falsch definiert wurden.

Zum anderen lässt sich ein strukturelles Defizit des Modells feststellen. So werden mitunter Medien vorgeschlagen, deren Einsatz nicht möglich ist. Z. B. schlägt das Modell persönliche Treffen vor, auch wenn die Teilnehmer an unterschiedlichen Orten sind. Die Ursache liegt darin, dass z. B. persönliche Treffen die reichhaltigste Kommunikation bieten und so fast immer auf die höchsten Punktwerte kommen. Im Medienmodell fehlt also ein Mechanismus, der überprüft, ob die vorgeschlagenen Medien überhaupt verwendet werden können. Aus diesem Grund werden so genannte „K.-o.-Kriterien“ eingeführt. Diese Kriterien verhindern bei bestimmten Situationsmerkmalen die Auswahl definierter Medien. Die K.-o.-Kriterien lassen sich den Situationsmerkmalen „Kommunikationsinfrastruktur“, „Standorte“, „zeitliche Beschränkungen“, „Firma“ und „Ziel der Aufgabe“ zuordnen und verhindern bei der Auswahl, bzw. Nicht-Auswahl bestimmter Ausprägungen das Vorschlagen definierter Medien. Die K.-o.-Kriterien werden in einer separaten Excel™ Tabelle hinterlegt und durch ein weiteres Makro eingebunden, das den Vorschlag des Medienmodells bei Bedarf korrigiert.

Nach vier Iterationsdurchläufen mit den vier unterschiedlichen Szenarios und den oben erläuterten Anpassungen sind die Ergebnisse des Medienmodells schließlich zufrieden stellend. Das heißt, der Prototyp des Medienmodells schlägt die in der Praxis tatsächlich verwendeten oder in einer solchen Situation sinnvollen Medien vor.

Mit dem hier vorgestellten Prototyp wird die grundsätzliche Funktionalität des in Kapitel 4.3 entwickelten Medienmodells nachgewiesen. Allerdings ist die Anwendung des Excel™ Prototyps relativ unkomfortabel, kompliziert und wenig flexibel. Bei Änderungen von Merkmalen oder Medien müssen auch die unterschiedlichen Visual Basic Skripte angepasst werden, sodass ein Einsatz des Modells in der Praxis einen deutlich höheren Aufwand als Nutzen mit sich bringt. Zusätzlich wäre es für eine glaubwürdige Verifizierung notwendig, andere Szenarios als die für die Optimierung verwendeten heranzuziehen. Aus diesem Grund wird der Prototyp in Hinblick auf Bedienungs- und Wartungsfreundlichkeit als webbasierte Anwendung weiterentwickelt, die auch in der Praxis einsetzbar ist. Zudem werden für eine echte Verifizierung weitere Szenarios herangezogen.

### 5.3.2 Entwicklung eines Web-basierten Prototyps und Verifizierung

Der auf der Basis von Excel™ umgesetzte Prototyp wird so weiterentwickelt, dass Verfügbarkeit und Zugang stark vereinfacht werden, die Anwendung minimalen Aufwand und keine Vorkenntnisse erfordert und Änderungen einfach, aufwandsarm und vor allem ohne Programmierkenntnisse durchgeführt werden können.

Diese Anforderungen lassen sich sehr gut mit einer webbasierten Anwendung realisieren. Ein plattformunabhängiger Zugriff über das Internet garantiert einen einfachen und ortsunabhängigen Zugang. Die Daten und Verknüpfungen werden in einer MySQL Datenbank hinterlegt. Die Funktionalität wird mit Hilfe von PHP-Skripten realisiert, die die Anwendung und die Anpassung (Änderungen der Verknüpfungen, Hinzufügen und Ändern

von Kommunikationsmedien) des Systems über die Interaktion mit einem beliebigen Web-Browser ermöglichen.

Auf die Details der technischen Umsetzung des zweiten Prototyps kann im Rahmen dieser Arbeit aufgrund des Umfangs nicht eingegangen werden. Hier wird auf [HOISL 2006] verwiesen. Die wesentlichen Aspekte werden im Folgenden kurz angerissen.

Zunächst wird die Grundfunktionalität, die der Excel™ Prototyp bereits bietet, als webbasierte Anwendung umgesetzt. Dabei werden alle Kategorien, Verknüpfungen und sonstigen Daten aus dem Excel™ Prototyp übernommen. Die gesamte Benutzeroberfläche ist in Englisch gehalten, um auch den Einsatz in internationalen verteilten Entwicklungsprojekten zu ermöglichen. Die Charakterisierung der Situation für den Anwender wird vereinfacht, indem dies in Form von Multiple-Choice Fragen ermöglicht wird, die je nach Beschaffenheit der Ausprägungen eine Mehrfachauswahl oder nur eine Einzelauswahl erlauben und über Anklicken mit der Maus beantwortet werden. Abbildung 5-13 zeigt einen Ausschnitt aus der grafischen Eingabeschnittstelle zur Charakterisierung der Situation.

The screenshot shows a web browser window with a teal header. The header contains the text 'PRODUKTENTWICKLUNG product development' on the left and 'MEDIAMODEL Admin-Login' on the right. Below the header is a navigation bar with links for 'Home', 'Situation', 'How...', and 'Tools'. The main content area has the heading 'Please choose your specific situation' and a paragraph of instructions: 'Mark the characteristics in the following list that are relevant for your specific situation. The system will analyze your situation afterwards and display a list of the most suitable tools to use. Note: The current version of the MEDIAMODEL only contains software for Windows.' Below this is a section titled 'I. Environment / Tools' with a sub-section '1. Communication infrastructure'. This section contains five items, each with a checkbox: 'Internal company network (Intranet like connection)', 'Internet (Connections through firewalls)', 'High bandwidth (>1MB/s) - Check your current internet connection speed', 'Low bandwidth (<1MB/s) - Check your current internet connection speed', and 'Videoconference hardware available'. The 'Internet', 'High bandwidth', and 'Videoconference hardware available' checkboxes are checked.

Abbildung 5-13: Grafische Eingabeschnittstelle zur Charakterisierung der Situation

Auch die Datenausgabe des Medienmodells wird komfortabler gestaltet. So werden die empfohlenen Medien direkt im Internetbrowser angezeigt. Das ermittelte Ranking wird dabei grafisch unterstützt. Zusätzlich ist es möglich durch den Klick auf einzelne vorgeschlagene Medien zusätzliche Informationen und z. B. einen Downloadlink zu erhalten. So kann der Benutzer bei der konkreten Auswahl und Beschaffung des optimalen Mediums weiter unterstützt werden (Abbildung 5-14).

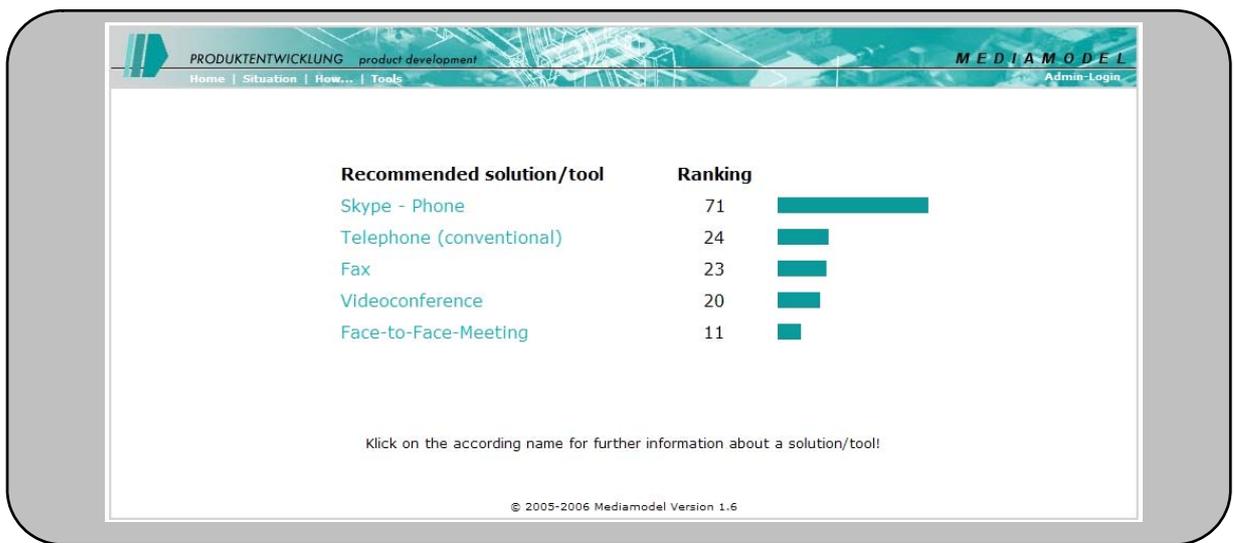


Abbildung 5-14: Grafische Ausgabeschnittstelle und Empfehlung der Kommunikationsmedien

Neben der verbesserten Benutzerschnittstelle wird auch die Anpassung und Pflege des Medienmodells in dieser Umsetzung wesentlich verbessert. So ist es über eine Administratorschnittstelle möglich, sehr einfach und ohne Programmierkenntnisse die Verknüpfungen zwischen Situationsmerkmalen und Medienmerkmalen und zwischen Medienmerkmalen und Medien zu bearbeiten (Abbildung 5-15). Auch das Hinzufügen und Bearbeiten von Medien und entsprechender K.-o.-Kriterien ist in der Administratorschnittstelle vorgesehen.

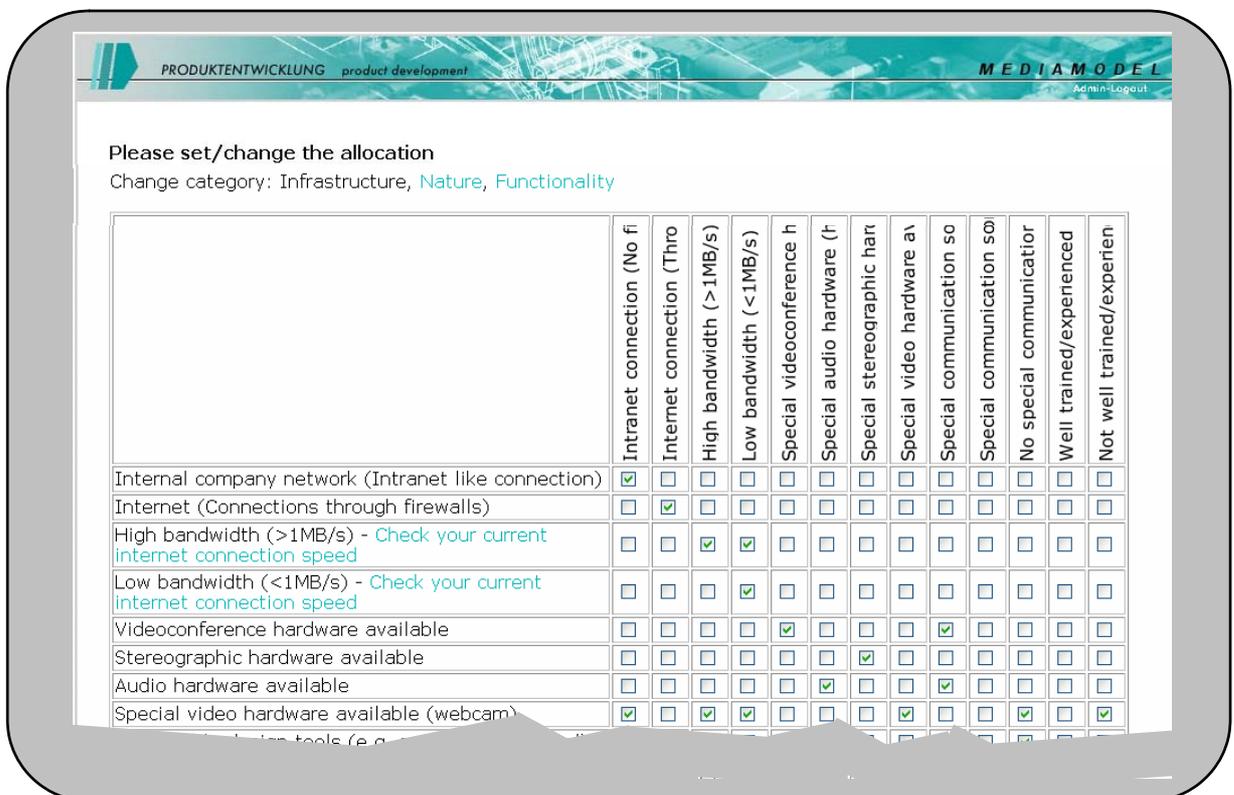


Abbildung 5-15: Administratorschnittstelle zur einfachen Anpassung des Medienmodells

Das als webbasierte Anwendung umgesetzte Medienmodell wird anhand von drei unterschiedlichen Situationen in einem weiteren realen verteilten Entwicklungsprojekt getestet. Es handelt sich dabei um die konstruktive Abstimmung von Schnittstellen sowohl in asynchroner als auch in synchroner Arbeit und den Austausch von Informationen zum weiteren Vorgehen in einem global verteilten Entwicklungsprojekt. Die grundsätzlichen Verknüpfungen sind identisch zu den im Excel™ Prototyp existierenden Verknüpfungen. Es werden lediglich die Medien an die im neuen Projekt verfügbaren Kommunikationsmedien angepasst. Die Vorschläge des Medienmodells werden vom Projektmitarbeiter, der den Test durchführt, als überzeugend angesehen, da sie den tatsächlich verwendeten Medien, bzw. sinnvollen Alternativen entsprechen. Da diese zweite Betrachtung des Medienmodells unabhängig von dem für die Optimierung des Medienmodells verwendeten Fallbeispiels erfolgt, stellt diese eine gültige Verifizierung des entwickelten Konzeptes dar.

### **Schlussfolgerungen für den Einsatz des Medienmodells**

In den vorhergehenden Abschnitten wird dargestellt, wie das in Kapitel 4.3 entwickelte theoretische Konzept für ein Medienmodell zur Unterstützung der situationsgerechten Auswahl von Kommunikationsmedien in eine funktionsfähige und benutzerfreundliche Anwendung überführt wird. Die Optimierung des Modells an einer Reihe von Fallbeispielen und die Verifizierung dieses Modells anhand einer zweiten Reihe davon unabhängiger Fallbeispiele lassen den Schluss zu, dass das vorgestellte Konzept funktioniert.

Für einen Einsatz in der industriellen Praxis ist sicherlich eine Anpassung der Kommunikationsmedien erforderlich, da das System nur die Medien vorschlagen soll, die den Anwendern auch zur Verfügung stehen. Aufgrund der entwickelten webbasierten Anwendung, die für diesen Zweck eine Administratorschnittstelle vorsieht, werden hier keine großen Probleme gesehen.

Die in diesem Prototyp definierten Verknüpfungen zwischen den Merkmalen sollten für den Einsatz in der industriellen Praxis noch weiter überprüft werden. Sie können in diesem Stadium noch nicht für den gesamten Bereich der verteilten Entwicklung als verifiziert angesehen werden, da sie in erster Linie auf verteilten Entwicklungsprojekten im universitären und studentischen Umfeld basieren. Allerdings ist in diesem Umfeld die Funktionsfähigkeit des Modells und die Gültigkeit der Verknüpfungen für sehr unterschiedliche Szenarios nachgewiesen worden, sodass eine gute Übertragbarkeit auf Szenarios in einem anderen Umfeld in der verteilten Entwicklung vermutet werden kann.

Möglichkeiten für eine Weiterentwicklung des Modells bestehen zum Beispiel in der Einführung von gewichteten Verknüpfungen. Hier sollte aber immer berücksichtigt werden, dass der Aufwand zur Anwendung und zum Aufbau eines solchen Modells immer in einem sinnvollen Verhältnis zum erwarteten Nutzen steht. Für die Auswahl von Kommunikationsmedien funktioniert das Modell auch ohne Gewichtung hinreichend gut. Eine Übertragbarkeit des grundsätzlichen Konzepts des Modells auf andere Anwendungsfälle, bei denen anhand bestimmter Situationen bestimmte Maßnahmen oder Hilfsmittel vorgeschlagen werden, ist aber gut vorstellbar.

## 5.4 Diskussion der Wissensbasis VPE

In den vorigen Teilkapiteln wurden die Teilergebnisse dieser Arbeit, bei denen die Gewinnung wissenschaftlicher Erkenntnisse zum Themengebiet „Unterstützung der verteilten Produktentwicklung“ im Mittelpunkt stehen, durch Experimente oder den Vergleich mit dem Einsatz in der Praxis validiert. In diesem Teilkapitel wird die in Kapitel 4.4 entwickelte Wissensbasis diskutiert, bei der weniger die Erarbeitung wissenschaftlicher Erkenntnisse an sich im Vordergrund steht, sondern vielmehr die Absicht die in dieser Arbeit ermittelten wissenschaftlichen Erkenntnisse für die Praxis verfügbar zu machen.

Durch die Anreicherung der eigenen Ergebnisse aus den vorangegangenen Kapiteln mit Erkenntnissen aus Literatur und Praxis wird eine ganzheitliche Wissensbasis geschaffen, die einen Transfer der Ergebnisse dieser Arbeit in die industrielle Praxis ermöglicht. Das Konzept dieser Wissensbasis wird auf der Basis von Interviews mit Experten im Folgenden kritisch diskutiert. Dabei werden insbesondere die Bereiche „Aufbau und Struktur“, „Inhalt und Themengebiete“ und „Potenziale und Nutzen in der Praxis“ gezielt betrachtet. Ziel ist es festzustellen, ob der gewählte Ansatz geeignet ist Erkenntnisse so zur Verfügung zu stellen, dass eine angemessene Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse möglich ist.

Die Experten setzen sich aus vier Experten aus der Wissenschaft und vier Experten aus der industriellen Praxis zusammen. Die Wissenschaftsexperten arbeiten an den Hochschulen Cambridge, Stanford und München im Bereich Produktentwicklung/Konstruktion. Drei Wissenschaftler beschäftigen sich im Rahmen Ihrer Forschung intensiv mit der Problematik der Zusammenarbeit von Ingenieuren in der Entwicklung bzw. verteilten Entwicklung. Ein Wissenschaftler beschäftigt sich intensiv mit Wissensbasen und Internetportalen zur systematischen Unterstützung der Produktentwicklung.

Die Industrieexperten stammen aus vier unterschiedlichen Unternehmen. Zwei Unternehmen sind in der Automobilbranche tätig, ein Unternehmen kommt aus dem Luftfahrtbereich und ein Unternehmen aus dem Werkzeugbereich. Drei der Industrieexperten haben langjährige Erfahrung mit global verteilten Entwicklungsprojekten und sind auch an der Gestaltung dieser Entwicklungsprozesse beteiligt. Ein Industrieexperte beschäftigt sich mit dem Projektmanagement und der Prozessentwicklung von Entwicklungsprozessen.

### **Aufbau und Struktur der Wissensbasis**

Aus Sicht der Industrieexperten ist die Struktur der Wissensbasis nach den vorgeschlagenen Themengebieten im Großen und Ganzen sehr gut. Auch die innere Struktur der Leitfäden wird für sinnvoll gehalten. Besonders positiv werden die Darstellung der Themen in einer Übersichtsmatrix und die Aufbereitung der Informationen in Form von Stichpunkten gesehen. Auch die Experten aus der Wissenschaft halten die Strukturierung anhand der Themengebiete und Einführungsprozessphasen allgemein für gut und intuitiv im Sinne eines einfachen Zugriffs auf die Informationen.

Obwohl die Struktur für den aktuellen Inhalt der Wissensbasis für geeignet gehalten wird, so ist es für die Zukunft sinnvoll über weitere Zugriffs- und Strukturierungsmöglichkeiten nachzudenken. Das gilt insbesondere dann, wenn die Wissensbasis in ihrem Umfang weiter wachsen sollte. Aus dem Blickwinkel der Industrie wäre hier vor allem ein Zugriff über typische Problemstellungen oder relevante Anwendungsfälle interessant. Im Sinne

ausgewählter typischer Szenarios könnten die wichtigsten Punkte bzw. Leitfäden, die in bestimmten Situationen zu beachten sind, im Vorfeld ausgewählt und den Nutzern in chronologischer Reihenfolge zur Verfügung gestellt werden. Ansatzpunkte bieten hier z. B. die Arbeiten von BRAUN, GAUL und GIERHARDT, die für eine Weiterentwicklung in diese Richtung unbedingt berücksichtigt werden sollten [BRAUN 2005], [GAUL 2001] und [GIERHARDT 2001]. Die Experten aus der Wissenschaft halten dagegen die Einführung eines weiteren Detaillierungsniveaus für interessant, das die unterschiedlichen Voraussetzungen der Nutzer explizit berücksichtigt. Auch wäre eine grundsätzliche weitere Unterteilung der Informationen in vorrangig organisatorisch und formell geprägte Maßnahmen (mit dem Schwerpunkt Koordination) gegenüber in erster Linie durch menschliche Faktoren und Verhalten geprägte Maßnahmen (mit dem Schwerpunkt Kollaboration) interessant.

Neben der grundsätzlichen Struktur wird sowohl von den Experten aus der Industrie, als auch von den Experten aus der Wissenschaft der Struktur und dem Aufbau der Webseite, die die Schnittstelle zwischen Wissensbasis und Anwendern darstellt, eine große Bedeutung beigemessen. Insbesondere muss die Einstiegsseite potenzielle Nutzer abholen und einen schnellen und intuitiven Überblick über die Wissensbasis ermöglichen. Hier ist auf eine grafisch übersichtliche Darstellung, Verwendung eindeutiger Begriffe und die Vermeidung redundanter Funktionen zu achten. Insgesamt wird die Webseite in ihrer bisherigen Form als gut geeignet angesehen.

### **Inhalt und Themengebiete der Wissensbasis**

Die Experten aus der Industrie halten die Inhalte der Wissensbasis für angemessen. Dies gilt insbesondere für die Zielgruppe der Personen, die sich nicht detailliert mit dem Themengebiet der verteilten Entwicklung auskennen. Im Prinzip werden alle für dieses Themengebiet relevanten Aspekte angesprochen. Ähnlich äußern sich auch die Experten aus der Wissenschaft. Die wichtigen Schlagwörter sind vorhanden und innerhalb der aufgezeigten Struktur sind keine „weißen Felder“ erkennbar.

Kleinere Ergänzungen werden vor allem in den Bereichen Vertraulichkeit/Datensicherheit gewünscht. Vor allem nach Aussage der Industrieexperten sollte dieses Thema einen noch größeren Stellenwert einnehmen. Wichtig ist, dass das grundsätzliche Bewusstsein geschaffen wird, nur wirklich notwendige Informationen an Partner weiterzugeben. Auch das Feld der rechtlichen Probleme soll einen etwas höheren Stellenwert einnehmen. Insbesondere werden die vertragliche Vereinbarung von Leistung und Vergütung und der Umgang mit Verwertungs- und Patentrechten bzw. geistigem Eigentum genannt.

Im Gegensatz zu vielen Ansätzen aus der rechnerintegrierten Produktentwicklung wie z. B. KRAUSE ET AL. oder ANDERL ET AL. wird das Themengebiet der Datenaustauschformate in dieser Wissensbasis nicht detailliert betrachtet [KRAUSE ET AL. 2002], [ANDERL ET AL. 2003]. Die Experten sehen es allerdings als legitim an, dieses Themengebiet hier weitgehend auszuklammern. So ist die Qualität der Zusammenarbeit nur zu einem sehr kleinen Teil von den Datenformaten abhängig. Gemeinsame Ziele sind z. B. viel wichtiger. Für die Organisation verteilter Entwicklungsprozesse stellen Datenformate nicht das entscheidende Problem dar.

Allgemein wird sowohl von den Experten aus der Industrie als auch von den Experten aus der Wissenschaft darauf hingewiesen, dass neben den checklistenartigen Leitfäden eine konkrete Unterstützung der jeweiligen Schritte sehr wichtig ist. Hier wird ein intensiverer Gebrauch der Möglichkeit, zusätzliches Material zur Verfügung zu stellen, gefordert. Ein reicher Bestand an passenden Formblättern, Musterverträgen, Checklisten usw. ist demnach eine entscheidende Grundlage für einen hohen Nutzen in der Praxis.

### **Potenziale und Nutzen in der Praxis**

Die Experten aus der Industrie sehen vor allem in kleineren und mittleren Unternehmen, die sich erstmals mit dem Thema der verteilten Entwicklung beschäftigen, Bedarf für die entwickelte Wissensbasis. Demnach verfügen große Unternehmen und Konzerne, die sich langfristig mit der Problemstellung verteilter Entwicklungsprozesse auseinandersetzen, meist über entsprechende Spezialisten oder die Ressourcen dieses Spezialwissen kurzfristig z. B. von Unternehmensberatungen einzukaufen. Diese Ansicht wird auch von den Experten aus der Wissenschaft geteilt. Die Wissensbasis bietet insbesondere für Mitarbeiter, die mit der Koordination oder dem Management verteilter Entwicklungsprozesse betraut sind, wertvolle Informationen. Für unerfahrene Mitarbeiter bietet die Wissensbasis dabei die Möglichkeit, einen grundlegenden Überblick über die Problematik verteilter Entwicklungsprozesse zu gewinnen. Für erfahrene Mitarbeiter bietet sie sich für die Vorbereitung, Reflexion und Optimierung konkreter verteilter Entwicklungsprojekte an.

Aufgrund des Konzepts der Wissensbasis, das eine gewisse Eigeninitiative der Nutzer voraussetzt, ist ein Einsatz in Abteilungen die sich von äußeren Einflüssen zur Durchführung von verteilten Entwicklungsprozessen gezwungen sehen vermutlich sehr problematisch. Allgemein wird vorgeschlagen die kritischen Gebiete der verteilten Entwicklung erst einmal in Form eines moderierten Workshops anhand der Wissensbasis zu erarbeiten und im Anschluss den Mitarbeitern die Wissensbasis für das weitere selbstständige Arbeiten und Problemlösen in verteilten Prozessen zur Verfügung zu stellen.

Um den Praxisnutzen der Wissensbasis zu steigern, wird von den Experten aus der Industrie vorgeschlagen, eine englische Version der Leitfäden zu erarbeiten, um auch bei internationalen Kooperationen in der Lage zu sein alle beteiligten Mitarbeiter zu unterstützen. Zusätzlich wird vorgeschlagen, die Feedback-Möglichkeiten der Wissensbasis weiter auszubauen. Über die Einrichtung eines Forums oder Wiki-Bereichs könnte der Erfahrungsaustausch der Nutzer untereinander weiter verbessert werden und zusätzliche Informationen aus der Praxis zur Verfügung gestellt werden.

### **Schlussfolgerungen für die Wissensbasis**

In Bezug auf den Aufbau und die Struktur der Wissensbasis lässt sich zusammenfassen, dass diese Punkte für den jetzigen Umfang (23 Leitfäden) gut gelöst sind und ein intuitiver Zugriff auf die enthaltenen Informationen ermöglicht wird. Sollte der Umfang der Wissensbasis in der Zukunft deutlich zunehmen, dann muss zum einen über weitere Ebenen der Strukturierung und zum anderen über das Zusammenstellen typischer Szenarios nachgedacht werden, damit der Zugang zu den Informationen einfach und intuitiv bleibt.

Auch die Punkte Inhalt und Themengebiete sind mit dem aktuellen Stand der Wissensbasis gut gelöst. Nach Ansicht der Experten werden alle relevanten Themenfelder angesprochen.

Dass kleinere Defizite bezüglich der Themen „Vertraulichkeit/Datensicherheit“ und „rechtliche Vereinbarung“ bestehen, verwundert aufgrund des universitären und studentischen Umfeldes als ursprüngliche Erfahrungsbasis nicht. Diese Themen werden aber in Zukunft stärker gewichtet. Aufgrund der großen Bedeutung der zusätzlichen Materialien und Unterlagen, die mit den einzelnen Leitfäden zur Verfügung gestellt werden, wird der vorhandene Bestand an Unterlagen in der Zukunft weiter ausgebaut, um einen möglichst hohen Nutzen in der Praxis zu erreichen.

Als schwerpunktmäßige Nutzergruppe werden kleinere und mittlere Unternehmen identifiziert, die sich erstmals mit der Problemstellung verteilter Entwicklungsprozesse konfrontiert sehen. Für eine optimale Nutzung in der Praxis sollte die Einführung der Wissensbasis mit einem Workshop zur Sensibilisierung der Mitarbeiter verbunden sein und eventuellen internationalen Partnern eine englische Übersetzung zur Verfügung gestellt werden. Um das deutliche Potenzial der Wissensbasis weiter zu steigern, ist für die zukünftige Weiterentwicklung die bessere Integration und Förderung von Feedback und ein intensiverer Erfahrungsaustausch der Nutzer z. B. auf der Basis von Foren- oder Wiki-Seiten angedacht.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

*Im abschließenden Kapitel dieser Arbeit werden die ursprüngliche Problemstellung und Zielsetzung noch einmal aufgegriffen. Im Anschluss werden das Vorgehen dieser Arbeit und die erreichten Ergebnisse zusammengefasst. Als Letztes erfolgt ein kurzer Ausblick hinsichtlich weiterer Forschungsmöglichkeiten und der Implementierung der erreichten Ergebnisse in die industrielle Praxis.*

### 6.1 Problemstellung und Zielsetzung

Das industrielle Umfeld wird zunehmend durch die voranschreitende Globalisierung der Wirtschaftsräume beeinflusst. Für die Unternehmen bieten sich hier Chancen und Herausforderungen, denen sie sich stellen müssen. In Bezug auf die Produktentwicklung lässt sich feststellen, dass die Rahmenbedingungen der Globalisierung eine Zunahme von verteilten Entwicklungsprozessen, Kooperationen und verteilter Arbeit erfordern [VON LUKAS 2002, S. 41], [LINDEMANN ET AL. 2002]. Dabei ist zu berücksichtigen, dass durch global verteilte Kooperation in der Produktentwicklung völlig neue und komplexe Problemstellungen zu bewältigen sind, um das sich bietende Potenzial effektiv und effizient nutzen zu können z. B. [KRAUSE ET AL. 2007, S. 71ff], [LARSSON ET AL. 2003]. Dies erfordert eine gezielte und systematische Unterstützung, welche die besonderen Herausforderungen verteilter Entwicklungsprozesse gegenüber herkömmlichen Produktentwicklungsprozessen explizit berücksichtigt. Diese Unterstützung zu gewährleisten ist das Kernziel dieser Arbeit.

Der Großteil der Forschung im Bereich verteiltes Arbeiten wird vor allem von den Bereichen Informatik, Psychologie und Betriebswirtschaftslehre betrieben und berücksichtigt die speziellen Tätigkeiten und Aufgaben von Ingenieuren im Produktentwicklungsprozess nicht ausreichend [MILNE 2005, S. 1f]. Als gesichert gilt aber, dass die Kommunikation zwischen den Bearbeitern den wesentlichen Erfolgsfaktor für diese Prozesse darstellt [LUCZAK & EVERSHEIM 1999, S. 47]. Dabei wird insbesondere eine rechnergestützte Kommunikationsumgebung für die verteilte Entwicklung als praktisch unverzichtbar angesehen [ABRAMOVICI ET AL. 1998, S. 70]. Es existiert zwar eine Vielzahl an rechnerbasierten Kommunikationsmedien, speziell im Bereich der Produktentwicklung sind aber kaum detaillierte Untersuchungen über den Einsatz dieser Medien vorhanden [MILNE 2005].

Für eine zielgerichtete Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse ist es also erforderlich, detaillierte Erkenntnisse über den Medieneinsatz und die Anforderungen an Kommunikationsmedien speziell in der verteilten Produktentwicklung zu erlangen und diese als Grundlage für weitere Arbeiten in einer Anforderungsliste zu dokumentieren.

Nachdem Erkenntnisse aus der Literatur darauf hindeuten, dass Werkzeuge zur synchronen Kollaboration in der Praxis wenig genutzt werden (vgl. [BÖTTGE ET AL. 2001, S. 25]), weitere Untersuchungen aber darlegen, dass diese Werkzeuge ein großes Potenzial für die verteilte

Entwicklung bieten könnten, wenn sie auf der Basis von Skizzen und Virtual Reality arbeiten (vgl. [LINDEMANN ET AL. 2001] und [MÜLLER 2005]), wird die Erschließung dieses Potenzials als ein weiteres Teilziel betrachtet. Insbesondere ist ein solches synchrones Kommunikationswerkzeug auf der Basis von Skizzen und Virtual Reality und unter Berücksichtigung der zuvor ermittelten Anforderungen zu entwickeln und das mögliche Potenzial für die Unterstützung der verteilten Entwicklung zu prüfen.

Um allen Situationen und Problemstellungen in verteilten Entwicklungsprozessen angemessen zu begegnen, sind die beteiligten Mitarbeiter neben dem betrachteten Skizzierwerkzeug auf eine Vielzahl von Kommunikationsmedien angewiesen. Die Problemstellung hier eine optimale Auswahl zu treffen wurde bereits behandelt (vgl. [PARK ET AL. 2003], [SALHIEH & MONPLAISIER 2003]), allerdings berücksichtigen diese Ansätze den sich schnell wandelnden Markt an Kommunikationsmedien zu wenig. Die Zielsetzung besteht hier also in der Entwicklung eines Systems, das die situationsgerechte Auswahl von Kommunikationsmedien in der verteilten Entwicklung unterstützt und dabei den sich schnell wandelnden Markt der Kommunikationsmedien berücksichtigt.

Nach der grundlegenden Untersuchung von Kommunikationsmedien, und der anschließenden Entwicklung von konkreten Ansätzen zur Unterstützung der verteilten Entwicklung besteht das letzte Ziel darin Übertragung und Anwendung der erarbeiteten Erkenntnisse in die industrielle Praxis zu ermöglichen. Um die als Kernziel identifizierte Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse in der Praxis gewährleisten zu können, ist die Integration der ermittelten wissenschaftlichen Ergebnisse in eine ganzheitliche Unterstützung der verteilten Entwicklung erforderlich. In dieser Arbeit wird der Weg über eine Wissensbasis gegangen, die durch Erkenntnisse aus der Literatur ergänzt wird und eine systematische Unterstützung von verteilten Entwicklungsprozessen ermöglicht.

## 6.2 Vorgehen

Das Vorgehen in dieser Arbeit orientiert sich grundsätzlich an der „Design Research Methodology“, wie sie von BLESSING vorgeschlagen wird [BLESSING 2002]. Nach dieser Vorgehensweise folgt auf die Kriteriensuche, in der das Forschungsziel und der Fokus des Projektes festgelegt werden, eine erste deskriptive Studie, die ein vertieftes Verständnis für die Problemstellung, die Identifizierung von Einflussfaktoren und die Basis für eigene Ansätze beinhaltet. Anschließend erfolgt eine präskriptive Studie, während der eigene Lösungsansätze entwickelt werden, und eine zweite deskriptive Studie, in der die entwickelten Lösungsansätze auf ihre erfolgreiche Anwendung hin untersucht werden.

Dem Vorgehensmodell zufolge beginnt die Arbeit mit einer ausführlichen Untersuchung der Grundlagen verteilter Entwicklungsprozesse, um die relevanten Kriterien zu identifizieren (vgl. Kap. 2). Insbesondere werden hier die Ursachen und die Motivation für verteilte Produktentwicklungsprozesse (vgl. Kap. 2.1) und die Grundlagen der rechnergestützten verteilten Arbeit betrachtet (vgl. Kap. 2.2). Schließlich wird die Kommunikation als entscheidender Faktor für die verteilte Produktentwicklung identifiziert (vgl. Kap. 2.3).

In der ersten deskriptiven Studie wird der Stand der Technik der Unterstützung von verteilten Entwicklungsprozessen erarbeitet (vgl. Kap. 3). Insbesondere wird hier der Stand der Technik der Kommunikationsmedien (vgl. Kap. 3.1) und der aktuelle Einsatz von Kommunikationsmedien untersucht (vgl. Kap. 3.2). Als Basis für die Entwicklung eigener Ansätze wird der Stand der methodischen Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesses geprüft (vgl. Kap. 3.3) und daraus ein konkreter Handlungsbedarf abgeleitet (vgl. Kap. 3.4).

Im Rahmen der präskriptiven Studie, die den Hauptteil der Arbeit darstellt, werden eigene Lösungsansätze für die Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse entwickelt (vgl. Kap. 4). Hier werden zunächst die konkreten Anforderungen an eine Kommunikationsumgebung erarbeitet und dokumentiert (vgl. Kap. 4.1). Anschließend werden zwei Lösungsansätze, ein 3D-Shared-Whiteboard für das elektronische Skizzieren in verteilten Umgebungen (vgl. Kap. 4.2) und ein Vorgehen für die situationsgerechte Auswahl von Kommunikationsmedien (vgl. Kap. 4.3), konzipiert und als Prototyp umgesetzt. Abschließend werden diese Ergebnisse für den Transfer in die industrielle Praxis aufbereitet und in eine ganzheitliche Wissensbasis zur Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse integriert (vgl. Kap. 4.4).

In der zweiten deskriptiven Studie werden die entwickelten Lösungsansätze verifiziert und diskutiert (vgl. Kap. 5). Dabei werden die unterschiedlichen Teilansätze mit jeweils angepassten Vorgehensweisen auf Ihre erfolgreiche Anwendung hin untersucht. Während die Anforderungsliste an eine Kommunikationsumgebung direkt mit der industriellen Praxis abgeglichen werden kann (vgl. Kap. 5.1), erfordert die Verifizierung des 3D-Shared-Whiteboard die Durchführung erneuter Versuche (vgl. Kap. 5.2). Das Modell für die Auswahl von Kommunikationsmedien kann anhand von Fallbeispielen bestätigt werden (vgl. Kap. 5.3), während die erfolgreiche Anwendung der gesamten Wissensbasis mit Experteninterviews belegt werden muss (vgl. Kap. 5.4). Insgesamt zeigen aber alle Teile dieser zweiten deskriptiven Studie im Sinne einer Verifizierung die grundsätzliche Gültigkeit und darüber hinaus die Stärken, Schwächen und Grenzen der entwickelten Lösungsansätze.

## **6.3 Ergebnisse**

Die Betrachtung der Grundlagen verteilter Entwicklungsprozesse zeigt, dass diese kritischen Prozesse einer besonderen Unterstützung bedürfen. Insbesondere kann der Kommunikation und den Kommunikationsmedien eine besondere Rolle zugeschrieben werden.

Nachdem der Bedarf identifiziert wurde, als Grundlage für eine zielgerichtete Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse erst einmal detaillierte Erkenntnisse über den Medieneinsatz und die Anforderungen an Kommunikationsmedien zu erlangen und zu dokumentieren, werden Versuche zur Mediennutzung in der verteilten Entwicklung durchgeführt. Die auf dieser empirischen Basis erarbeiteten Anforderungen an Kommunikationsmedien geben in Verbindung mit der prototypenhaften Realisierung eines Kommunikationsraumes für synchrone Kollaboration (vgl. Kap. 4.1) Hinweise darauf, welche Sachverhalte beim Aufbau einer Kommunikationsumgebung für die verteilte Entwicklung zu beachten sind und leisten so einen wissenschaftlich fundierten Beitrag zur Unterstützung der verteilten Entwicklung. Ein Vergleich der mit wissenschaftlichen Methoden erarbeiteten Anforderungen mit den Anforderungen an ein rechnerbasiertes Kommunikationsmedium in der Industrie weist darauf

hin, dass hier von einer guten Übertragbarkeit in die allgemeine industrielle Praxis ausgegangen werden kann (vgl. Kap. 5.1). Insofern wird die erstellte Anforderungsliste als eine belastbare Grundlage für die weiteren Forschungsaktivitäten angesehen.

Im weiteren Verlauf der Arbeit werden zwei spezifische Lösungsansätze für die Unterstützung der Produktentwicklung in einer verteilten Umgebung entwickelt. Der erste Ansatz beinhaltet die Entwicklung und Untersuchung eines Kommunikationswerkzeugs auf der Basis von Skizzen und Virtual Reality (vgl. Kap. 4.2). Hier wird festgestellt, dass mit dem 3D-Shared-Whiteboard ein Prototyp für ein neues Kommunikationsmedium für die verteilte Entwicklung, insbesondere für die Unterstützung der Konzeptphase, entwickelt wurde. Bei vertiefenden Untersuchungen, die sich mit der Anwendung des Prototyps in der verteilten Entwicklung befassen (vgl. Kap. 5.2), wird festgestellt, dass das Skizzieren in drei Dimensionen eine neue Technik darstellt, die erst erlernt werden muss und bei einfachen Problemen aufwendiger ist, als das herkömmliche Skizzieren. Daher wird auch in Zukunft für die Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse das Skizzieren in zwei Dimensionen eine große Rolle spielen. Bei sehr komplexen geometrischen Problemen, oder der Kommunikation mit technischen Laien bietet das Skizzieren in drei Dimensionen aber ein Potenzial die Kommunikation zu vereinfachen, das mit herkömmlichen zweidimensionalen Medien nicht ausgeschöpft werden kann.

Der zweite spezifische Lösungsansatz zielt auf die Problemstellung, den Mitarbeitern in verteilten Entwicklungsprozessen aus der Vielzahl an vorhandenen Kommunikationsmedien jederzeit die für die jeweilige Situation am besten geeigneten Kommunikationsmedien vorzuschlagen. Das hier entwickelte Medienmodell klassifiziert Situationen in der verteilten Entwicklung und Kommunikationsmedien auf einem abstrakten Niveau und ermöglicht die Dokumentation von Verknüpfungen zwischen diesen Objekten in Form von Matrizen (vgl. Kap. 4.3). Dadurch ist es möglich, im Gegensatz zu anderen Ansätzen aus der Literatur ([SALHIEH & MONPLAISIR 2003], [GAUL 2001]), die für jeden Einsatz in einer neuen Umgebung im Prinzip eine sehr aufwendige und nur durch Experten machbare Neudefinition des Modells erfordern, den Aufbau und die Definitionen des Modells beizubehalten. Für eine praxisnahe Anwendung des Modells erfolgt eine Umsetzung als Softwarelösung (vgl. Kap. 5.3). Die weitere Optimierung des Modells an einer Reihe von Fallbeispielen und die Verifizierung dieses Modells anhand einer zweiten Reihe davon unabhängiger Fallbeispiele lassen den Schluss zu, dass das vorgestellte Konzept funktioniert. Aufgrund der entwickelten webbasierten Anwendung, die über eine Administratorschnittstelle verfügt und eine komfortable Anpassung ermöglicht, ist eine Übertragung des Modells in die Praxis problemlos möglich.

Nach der Ermittlung von Anforderungen und der Entwicklung von spezifischen Lösungsansätzen zur Unterstützung der verteilten Produktentwicklung im Umfeld der Kommunikation bleibt die Aufgabe die Übertragung und Anwendung der erarbeiteten Erkenntnisse in die industrielle Praxis zu ermöglichen. Die ermittelten wissenschaftlichen Ergebnisse werden in eine Wissensbasis zur ganzheitlichen Unterstützung der verteilten Entwicklung integriert. Diese Wissensbasis, die durch Erkenntnisse aus der Literatur ergänzt wird und so eine umfassende systematische Unterstützung von verteilten Entwicklungsprozessen ermöglicht, unterstützt Mitarbeiter in verteilten

Entwicklungsprozessen auf der Basis von Leitfäden (vgl. Kap. 4.4). Interviews mit Experten aus Industrie und Wissenschaft bescheinigen der Wissensbasis eine gute Struktur und für die Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse in der Praxis angemessene inhaltliche Vollständigkeit (vgl. Kap. 5.4). Insgesamt wird mit diesem Ansatz die Übertragung der in der Arbeit entstandenen wissenschaftlichen Erkenntnisse in die Praxis gewährleistet und eine echte Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse, insbesondere bei kleineren und mittleren Unternehmen erreicht.

## 6.4 Ausblick

Neben der Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse in der industriellen Praxis bieten die Ergebnisse dieser Arbeit auch Potenzial für weiterführende Forschungstätigkeiten.

Insbesondere die spezifischen Ansätze des 3D-Shared-Whiteboard (vgl. Kap. 4.2) und des Medienmodells bieten konkrete Ansatzpunkte für weiterführende Forschungsarbeiten. Neben der Erarbeitung eines Schulungsprogramms für das 3D-Skizzieren, wie es schon in Arbeiten von DIEHL ET AL. angedacht wird [DIEHL ET AL. 2006], ist vor allem eine bessere Integration von Notizen in die 3D-Skizzen vielversprechend. Für die weitere Entwicklung sollten Notizen getrennt von den geometrischen Objekten verwaltet werden und unabhängig von Rotation, Skalierung und Betrachtungswinkel der eigentlichen Skizze lesbar sein. Obwohl die Versuchspersonen mit der Funktion des 3D-Shared-Whiteboard Prototyps in den Versuchen allgemein zufrieden waren, ist es für einen produktiven Einsatz in der Industrie erforderlich, die Qualität des Programmcodes an das Sicherheits- und Zuverlässigkeitsniveau handelsüblicher Software anzupassen.

Im Umfeld des Medienmodells (vgl. Kap. 4.3) bietet insbesondere die weitere Ausarbeitung und Verifizierung der Verknüpfungen zwischen den Merkmalen Potenzial. Vielversprechend ist hier die Erarbeitung einer verifizierten und in einem breiten Bereich gültigen grundlegenden Verknüpfung zwischen Situationsmerkmalen und Medienmerkmalen auf die in der Zukunft weiter aufgebaut werden kann. Die in diesem Prototyp definierten Verknüpfungen können im aktuellen Stadium noch nicht für den gesamten Bereich der verteilten Entwicklung als verifiziert angesehen werden, da sie in erster Linie auf verteilten Entwicklungsprojekten im universitären und studentischen Umfeld basieren. Daneben sind auch Möglichkeiten für konzeptionelle Weiterentwicklungen des Modells vorstellbar. Insbesondere die Einführung von gewichteten Verknüpfungen würde noch exaktere Aussagen des Modells ermöglichen. Für derartige Weiterentwicklungen sollte aber immer berücksichtigt werden, dass der Aufwand zur Anwendung und zum Aufbau eines solchen Modells in einem sinnvollen Verhältnis zum erwarteten Nutzen steht. Für den Anwendungsfall der Auswahl von Kommunikationsmedien scheint das Modell auch ohne Gewichtung hinreichend zu funktionieren. Eine Übertragbarkeit des grundsätzlichen Konzepts des Modells auf andere Anwendungsfälle, bei denen anhand bestimmter Situationen bestimmte Maßnahmen oder Hilfsmittel vorgeschlagen werden, ist für die Zukunft aber gut vorstellbar.

Auch wenn die entwickelte Wissensbasis zur Unterstützung der verteilten Produktentwicklung (vgl. Kap. 4.4) im aktuellen Zustand gut aufgestellt ist, können für den

Fall, dass der Umfang der Wissensbasis in der Zukunft deutlich zunehmen sollte, weitere Forschungstätigkeiten notwendig werden. Für diesen Fall sollte zum einen über weitere Ebenen der Strukturierung und zum anderen über das Zusammenstellen typischer Szenarios nachgedacht werden, damit der Zugang zu den Informationen weiterhin einfach und intuitiv möglich ist. Daneben sollte für die zukünftige Weiterentwicklung die bessere Integration und Förderung von Feedback und ein intensiverer Erfahrungsaustausch der Nutzer z. B. auf der Basis von Foren- oder Wiki-Seiten angedacht werden.

## 7 Literaturverzeichnis

### 7.1 Literatur

ABRAMOVICI, M.; GERHARD, D.; LANGENBERG, L. (1998):

Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse durch EDM/PDM. In: Informationsverarbeitung in der Konstruktion '98 – Prozessketten für die virtuelle Produktentwicklung in verteilter Umgebung, München. Düsseldorf: VDI Verlag 1998, S. 69-86. (VDI-Berichte 1435)

AI-BIN, Z.; YOU-BAI, X. (2005):

Research on interface description of intelligent knowledge service for Internet-based collaborative product design. In: Lin, Shpitalni, Meng, Lu: 15th International CIRP Design Seminar 2005, Shanghai, 22.-26.05.2005. Shanghai: 2005.

ALLEN, T. J. (1984):

Managing the flow of technology: Technology transfer and the dissemination of technological information within the R&D organization.  
Cambridge, Mass.: MIT Press 1984.

ANDERL, R.; PFOUA, A.(2003):

Integriertes Produkt- und Prozessmanagement kollaborativer Engineering-Prozesse.  
Industrie-Management 19 (2003) 5, S. 13-116

ANDREASEN, M. M.; HEIN, L. (1987):

Integrated Product Development.  
Berlin: Springer 1987.

APPELT, W.; BUSBACH, U.; KOCH, T. (2001):

Kollaborationsorientierte asynchrone Werkzeuge. In: Schwabe, G.; Streitz, N.; Unland, R.: CSCW-Kompodium. Lehr- und Handbuch zum computergestützten kooperativen Arbeiten.  
Berlin: Springer 2001, S.167-173.

BANNON, L.J., SCHMIDT, K. (1991):

CSCW: Four Characters in Search of a Context. In: Studies in Computer Supported Cooperative Work  
Elsevier: Science Publishers 1991, S. 49-56.

BAUMBERGER, C.; PULM, U.; LINDEMANN, U. (2003):

Coordination and controlling of distributed product development processes.  
In: Proceedings of ICED 03, Stockholm. Linköping (Sweden): Linköpings Universitet 2003, 325-326.

BAUMBERGER, C. ;LINDEMANN, U. (2004):

Bewertung von Innovationsleistungen in der Unternehmung – Ein Konzept für das Benchmarking von Innovationsprozessen. ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 99 (2004) 7/8, S.368-375.

BERGER, A. (2001):

Sicherheit von Daten und Kommunikation. In: SCHWABE, G.; STREITZ, N.; UNLAND, R.: CSCW-Kompodium. Lehr- und Handbuch zum computergestützten kooperativen Arbeiten. Berlin: Springer 2001, S.108-116.

BLESSING, L. (2002):

What is this thing called design research?  
Annals of the 2002 International CIRP Design Seminar, Hong Kong, 14-16 May 2002, S. 1-6.

BÖTTGE, U.; BUBNER, N.; VON LUKAS, U. (2001):

Kommunikations- und Kooperationswerkzeuge für die virtuelle Produktenstehung – Anforderungen. In: Krause, F.-L.et al. (Hrsg.): Leitprojekt integrierte Produktenstehung Fortschrittsbericht April 2001.  
Stuttgart: Fraunhofer IRB 2001, S. 24-27. (Schriftreihe iViP 1)

BORGHOFF, U. M.; SCHLICHTER, J. H. (2000)

Computer Supported Cooperative Work: Introduction to Distributed Applications.  
Berlin: Springer 2000.

BORNSCHEIN-GRASS, C. (1995):

Groupware und computergestützte Zusammenarbeit: Wirkungsbereiche und Potentiale.  
Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag 1995.

BRAUN, T. (2005):

Methodische Unterstützung der strategischen Produktplanung in einem mittelständisch geprägten Umfeld.  
München: Dr. Hut 2005. (Produktentwicklung, Band 60).  
Zugl. München: TU, Diss. 2005.

BROCKHAUS (1997A)

Artikel Globalisierung. In: Brockhaus – Die Enzyklopädie. Band 8  
Leipzig, Brockhaus, 20. Auflage, 1997 S. 634-636

BROCKHAUS (1998)

Artikel Team. In: Brockhaus – Die Enzyklopädie. Band 21  
Leipzig; Brockhaus, 20. Auflage, 1998 S. 598

BULLINGER, H.-J.; WARSCHAT, J. (HRSG.) (1996):

Concurrent Simultaneous Engineering Systems.  
London: Springer 1996.

- CHU, C.-H.; YUAN, G.-X.; CHENG, C.-Y.; WU, C.-W. (2006):  
Product Information Sharing in Collaborative Product Development With Web-Based 3D Visualization. In Proceedings of IDETC/CIE 2006, Philadelphia, DETC2006-99293.
- CHUH, C.-H.; CHENG, H.-C.; CHANG, C.-H. (2005)  
Collaborative Product Development for the New Economics – An Empirical Study of Methods and Enabling Functions. In: Lin, Shpitalni, Meng, Lu: 15th International CIRP Design Seminar 2005, Shanghai, 22.-26.05.2005. Shanghai: 2005.
- CiDAD (2007):  
CiDaD-Entwicklerportal des Lehrstuhl für Produktentwicklung der TU München  
[www.cidad.de](http://www.cidad.de) (Zugriff: 23.01.2007)
- DAFT, R.L.; LENGEL, R.H. (1986):  
Organizational Information Requirements, Media Richness and Structural Design.  
Management Science 32 (1986) 5, S. 554-571.
- DIEHL, J.C. ; CHRISTIAANS, H.H.C.M. (2006):  
Globalization and Cross Cultural Product Design. Proceedings of Design 2006 – 9<sup>th</sup>  
International Design Conference, Dubrovnik (Croatia)  
Zagreb: Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, Glasgow, Design Society,  
2006, S. 503-509.
- DIEHL, H.; BREMER, M.; LINDEMANN, U. (2006):  
Learning how to sketch in three dimensions. Proceedings of Virtual Concept 2006  
Cancún, Mexico, November 27th – December 1st, 2006
- DIEHL, H.; LINDEMANN, U.; MÜLLER, F.; SCHNEIDER, S. (2004A):  
A New Approach for Gesture-Based Sketching. Proceedings of Design 2004 - 8th International  
Design Conference, Dubrovnik (Croatia).  
Zagreb: Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture 2004, S. 735-740.
- DIEHL, H.; MÜLLER, F.; LINDEMANN, U. (2004B):  
Konzept zur Konkretisierung von 3D-Skizzen in einer Virtual-Reality-Umgebung. In: 3.  
Paderborner Workshop Augmented und Virtual Reality in der Produktentstehung, Paderborn.  
Paderborn: Heinz Nixdorf Institut 2004, S.73-82.
- DÖRNER, D.(1987):  
Problemlösen als Informationsverarbeitung.  
3. Auflage Stuttgart: Kohlhammer 1987
- DYLLA, N. (1991):  
Denk- und Handlungsabläufe beim Konstruieren.  
München, Wien: Hanser 1991. (Konstruktionstechnik München; Band 5)  
Zugl. München: TU, Diss. 1990

- ECKERT, C.M.; CLARKSON, P.J.; STACEY, M.K. (2001):  
Information Flow in Engineering Companies – Problems and their Causes. In: Proceedings of the ICED 01, Glasgow.  
Bury St. Edmunds: IMechE 2001.
- ECKERT, C.; STACEY, M.K.(2001):  
Dimensions of Communication in Design. In: Proceedings of the ICED 01, Glasgow  
Bury St. Edmunds: IMechE 2001
- EHRENSPIEL, K. (2007):  
Integrierte Produktentwicklung, Denkabläufe Methodeneinsatz Zusammenarbeit, Carl Hanser Verlag, 3. überarbeitete Auflage, 2007.
- ELLIS, C.A.; GIBBS, S.J.; REIN, G.L. (1991):  
Groupware - Some Issues and Experiences.  
Communications of the ACM 34 (1991) 1, S. 39 - 58.
- ENGEL, A.; KAISER, S.; MAYER, A.; KERN, A. (2001):  
Einführung und Betrieb. In: Schwabe, G.; Streitz, N.; Unland, R.: CSCW-Kompendium. Lehr- und Handbuch zum computergestützten kooperativen Arbeiten.  
Berlin: Springer 2001, S.395-425.
- ENGLBERGER, H. (2000):  
Funktionalität, Ökonomie und Akzeptanz - Zu den Innovationsbarrieren bei der Projektierung verteilten Arbeitens. In: Reichwald, R./ Schlichter, J. (Hg.): Verteiltes Arbeiten - Arbeit der Zukunft. Tagungsband der D-CSCW 2000. Stuttgart: Teubner 2000, S. 77-90
- EREN, E.; DETKEN, K.-O. (2006):  
Mobile Security - Risiken mobiler Kommunikation und Lösungen zur mobilen Sicherheit.  
München: Hanser 2006.
- EVERSHEIM, W.(HRSG.); BOCHTLER, W.; LAUFENBERG, L. (1995):  
Simultaneous Engineering : Erfahrungen aus der Industrie für die Industrie.  
Springer, Berlin, 1995.
- FINGER, R. (1999):  
Prozesse der Konzeption, Realisierung und Einführung integrierter Telekooperationssysteme – Risiken und Gestaltungsempfehlungen.  
Lohmar: Eul 1999. (Wirtschaftsinformatik, Band 22)  
Zugl. Köln: Univ., Diss. 1998
- FIORENTINO, M.; DE AMICIS, R.; MONNO, G.; STORK, A. (2002):  
Spacedesign: A Mixed Reality Workspace for Aesthetic Industrial Design. In: Proceedings of the International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR 02). IEEE 2002.
- FRAUNHOFER IGD (2006):  
<http://www.igd.fraunhofer.de/igd-a2/projects/Arcade/> (Zugriff: 16.11.2006)

- FUCHS, D.-K.; LINDEMANN, U.; JOKELE, B.; ANDERL, R.; KLEINER, S.; FADEL, G.; GREENSTEIN, J. (2002):  
“Sensitization to the Distributed Development Process.” In: Horvath (Hrsg.): 4th Tools and Methods of Competitive Engineering, Wuhan (P. R. China), 22.-26. April 2002. Huazhong University of Science and Technology Press 2002, S. 601-612.
- GARNER, S. (2001):  
Comparing graphic actions between remote and proximal design teams.  
Design Studies 22 (2001), S. 365–376.
- GAUL, H.-D. (2001):  
Verteilte Produktentwicklung – Perspektiven und Modell zur Optimierung.  
München: TU, Dissertation 2001. (Produktentwicklung München, Band 45)
- GAUSEMEIER, J.; HAHN, A.; KESHPOHL, H.D.; SEIFERT, L. (2006):  
Vernetzte Produktentwicklung – Der erfolgreiche Weg zum Global Engineering Networking.  
München: Carl Hanser, 2006.
- GAUSEMEIER, J.; LINDEMANN, U.; SCHUH, G. (2004)  
Planung der Produkte und Fertigungssysteme für die Märkte von morgen. Frankfurt aM:  
VDMA Verlag GmbH, 2004
- GAUSEMEIER, J.; LINDEMANN, U.; REINHART, G.; WIENDAHL, H-P. (2000)  
Kooperatives Produktengineering : ein neues Selbstverständnis des ingenieurmäßigen Wirkens.  
Paderborn: HNI, 2000
- GIERHARDT, H.(2001):  
Global verteilte Produktentwicklungsprojekte.  
München: TU, Dissertation 2001. (Produktentwicklung München, Bd. 46)
- GIERHARDT, H.; GAUL, H.-D.; OTT, T. (1999):  
Distribution in Product Design and Development Processes. In: ASME: Proceedings of ASME 1999 Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference, New York.
- GRIEB, J.; LINDEMANN, U. (2005):  
Design communication in industry: A survey analysis. In: Proceedings ICED 05, Melbourne (Australia). Barton Act: Institution of Engineers Australia 2005.
- GROSS, M.; WÜRMLIN, S.; NAEF, M.; LAMBORAY, E.; SPANGO, C.; KUNZ, A.; KOLLER-MEIER, E.; SVOBODA, T.; VAN GOOL, L.; LANG, S.; STREHLKE, K.; VANDE MOERE, A.; STAADT, O. (2003):  
blue-c: A Spatially Immersive Display and 3D Video Portal for Telepresence. In: Proceedings of ACM SIGGRAPH 2003, San Diego (USA).  
New York: ACM Press 2003, S. 819-827.

- GROSS, T. (2003):  
Supporting Collaboration in Global Information Systems.  
Linz: Universitätsverlag Rudolf Trauner, 2003
- GROTE, K.-H.; KIMURA I. (2001):  
Communication to accelerate product development in a collaborative engineering environment.  
In: Proceedings of the ICED 01, Glasgow. Bury St. Edmunds: IMechE 2001, S. 661-668.
- GRUDIN, J. (1988):  
Why CSCW applications fail: problems in the design and evaluation of organization of organizational interfaces. In: Proceedings of CSCW 88, Portland (USA)  
New York: ACM Press, S. 85–93.
- HACKER, W. (1998):  
Allgemeine Arbeitspsychologie : psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten.  
Bern: Huber 1998
- HADJICHARALAMBOUS, E. (2002):  
Benutzeranforderungen an Videoconferencing-Systeme – Ergebnisse empirischer Untersuchungen und Thesen zur Realisierung von Videoconferencing-Systemen.  
Köln: Univ., Diss. 2002.
- HANSEN, H.K.; LARSEN, J.H.; MABOGUNJE, A.; LEIFER, L. (1997):  
Simulating design coordination. In: Proceedings of the ICED 97, Tampere (Finnland).  
Zürich: Heurista 1997, S. 399-404.
- HAUSER, J.; VOSBERG, P.; LIINDEMANN, U.; IRLINGER, R.; PELZL, M. (1998):  
Kritische Erfolgsfaktoren für das Management räumlich verteilter Produktentwicklungsprojekte.  
In: Informationsverarbeitung in der Konstruktion '98 – Prozessketten für die virtuelle Produktentwicklung in verteilter Umgebung, München.  
Düsseldorf: VDI Verlag 1998, S. 319-338. (VDI-Berichte 1435)
- HEIMBURG, Y.v.; RADISCH, G.F.(2001):  
Virtuelle Teams erfolgreich führen–Ein Team, eine Aufgabe, verschiedene Standorte -  
Landsberg/Lech: Verlag Moderne Industrie, 2001
- HERBST, D. (2000):  
Entwicklung eines Modells zur Einführung von Telekooperation in der verteilten Produktentwicklung.  
Aachen: Shaker 2000. (Rationalisierung und Humanisierung, Band 25)  
Zugl. Aachen: TH, Diss. 1999.
- HERFELD, U. (2007):  
Ganzheitliche Integration von Konstruktion und Simulation komplexer Produkte.  
München: TU, Dissertation 2007.

HERRMANN, T. (2001):

Kommunikation und Kooperation. In: SCHWABE, G.; STREITZ, N.; UNLAND, R.:  
CSCW-Kompendium. Lehr- und Handbuch zum computergestützten kooperativen Arbeiten.  
Berlin: Springer 2001, S.13-25.

HERRMANN, T. (1991):

Die Bedeutung menschlicher Kommunikation für die Kooperation und für die Gestaltung  
computerunterstützter Gruppenarbeit. In: Oberquelle, H. (Hrsg.): Kooperative Arbeit und  
Computerunterstützung – Stand und Perspektiven.  
Stuttgart: Verlag für Angewandte Psychologie, 1991, S. 63-78.

HINDS, P.; KIESLER, S. (2002):

Distributed work.  
Cambridge, MA: MIT Press, 2002.

HOFFMANN, M. (2000):

Integratives Konstruktionssystem für die kooperative, verteilte Produktentwicklung in  
multimedialen Konstruktionskonferenzen Ein Beitrag zum Simultaneous Engineering.  
Düsseldorf: VDI-Verlag 2000. (Fortschritt-Berichte der VDI-Zeitschriften Reihe 20, Nr. 310)

HOFFMANN, M.; BEITZ, W. (1998):

Kooperative verteilte Produktentwicklung auf der Basis breitbandiger Netze. In:  
Informationsverarbeitung in der Konstruktion '98 – Prozessketten für die virtuelle  
Produktentwicklung in verteilter Umgebung, München.  
Düsseldorf: VDI Verlag 1998, S. 259-275. (VDI-Berichte 1435)

HOISL, F. (2006):

Medien- und organisationstechnische Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse.  
München: TU, unveröffentlichte Diplomarbeit 2006.

HOLMER, T.; HAAKE, J. STREITZ, N. (2001):

Kollaborationsorientierte synchrone Werkzeuge. In: Schwabe, G.; Streitz, N.; Unland, R.:  
CSCW-Kompendium. Lehr- und Handbuch zum computergestützten kooperativen Arbeiten.  
Berlin: Springer 2001, S.180-193.

HUET, G.; CULLEY, S.J.; MCMAHON, C.A. (2004):

A Classification Scheme for Structure and Content of Design Meetings. In: Marjanovic, D.  
(Hrsg.): Proceedings of Design 2004 - 8th International Design Conference, Dubrovnik  
(Croatia).  
Zagreb: Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture 2004, S. 1363-1368.

IBELINGS, I. (2001):

Collaborative CAD-Systeme.  
Industrie Management, 17 (2001) 3, S.53-61

IGARASHI, T.; MATSUOKA, S.; TANAKA, H. (1999):

Teddy: a sketching interface for 3D freeform design. In: Proceedings of the 26th annual conference on Computer graphics and interactive techniques,.  
ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co. New York, NY, USA; 1999.

ION, B.; MACCALLUM, K. (1997):

The use of shared workspaces in design. In: Proceedings of the ICED 97, Tampere (Finland).  
Zürich: Heurista 1997, S. 237- 242.

ITU (2006)

Source: © INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION, 2006,  
[http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/at\\_glance/KeyTelecom99.html](http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/at_glance/KeyTelecom99.html)

IWB (2004):

Newsletter iwb.  
12. Jg., 2004, Heft 2: ISSN 1434-324X. S. 1-6

JABLONSKI, S. (2001):

Grundlagen des Workflowmanagements. In: Schwabe, G.; Streitz, N.; Unland, R.: CSCW-Kompodium. Lehr- und Handbuch zum computergestützten kooperativen Arbeiten.  
Berlin: Springer 2001, S.205-221.

JÄNSCH, J.; BIRKHOFFER, H. (2006):

The Development of the Guideline VDI 2221 - the Change of Direction.  
In: Marjanovic, D.: 9th International Design Conference Dubrovnik, 15 - 18 May 2006.  
Glasgow: The Design Society 2006, S. 45 - 52.

JENNINGS, P.; GIACCARDI, E. (2005):

Creativity support tools for and by the new media art community. In B. Schneiderman et al. (Hrsg.), NSF Workshop Report on Creativity Support Tools, 12-14 June 2005.  
Washington DC, S. 37-52.

JOHANSEN, R. (1988):

Groupware: Computer Support for Business Teams.  
New York: The Free Press-Macmillan 1988.

JOHNS, R.; SHAW, J. (2006):

Real-time immersive design collaboration: conceptualising, prototyping and experiencing design ideas. J. Design Research, Vol. 5, No. 2, S. 172-187.

KAISER, S. (2001):

Kommunikationsorientierte synchrone Werkzeuge. In: Schwabe, G.; Streitz, N.; Unland, R.: CSCW-Kompodium. Lehr- und Handbuch zum computergestützten kooperativen Arbeiten.  
Berlin: Springer 2001, S.159-166.

KANELLOS, M. KAUFMANN, J. (2006):

US-Einzelhandel: Notebook vor Desktop,

<http://www.zdnet.de/news/business/0,39023142,39140666,00.htm>

KLEINSMANN, M; VALKENBURG, R. (2003):

Barriers to Shared Understanding in Collaborative Design Projects. In: Proceedings of ICED 03, Stockholm. Linköping (Sweden): Linköpings Universitet 2003, S. 39-40.

KLEMMER, S.; EVERITT, K (2003):.

Bridging physical and electronic media for distributed design collaboration. In: Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems CHI'02, Minneapolis (USA).

New York: ACM Press 2003, S. 878-879.

KLOCKE, F.; STRAUBE, A. M.; KRUIFF, E. P. C.; NIKITIN, I. (2003):

Produktentwicklung mit Virtual Reality und Teleconferencing.

VDI-Z Integrierte Produktion, Band 145 (2003) Heft 3, S. 31-34.

KORDAY, N.; KORTE, W.B. (1996):

Telearbeit erfolgreich realisieren – Handbuch.

Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden, 1996.

KRAUSE, F.L.; JANSEN, H.; KIESEWETTER, T. (1996):

Verteilte, kooperative Produktentwicklung durch Integration heterogener CAD-Systeme in einer multimedialen Breitbandkommunikationsumgebung, Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZwF), Jahrgang 91, 4/1996, S. 147-151, Carl Hanser, München

KRAUSE, F.-L.; TANG, T.; AHLE, U. (HRSG.) (2001):

Leitprojekt integrierte Produktentstehung – Fortschrittsbericht April 2001. Stuttgart: Fraunhofer IRB 2001. (Schriftreihe iViP 1)

KRAUSE, F.-L.; TANG, T.; AHLE, U. (HRSG.) (2002):

Leitprojekt integrierte Produktentstehung. Abschlussbericht Juni 2002.

Stuttgart : Fraunhofer IRB 2002.

KRAUSE, F.-L.; FRANKE, H.-J.; GAUSEMEIER, J.(HRSG) (2007):

Innovationspotenziale in der Produktentwicklung.

München: Carl Hanser 2007

KRISTENSEN, K. (2004):

“Physual Designing, A Supportive Framework for Dispersed Engineering Design”, PhD Thesis, ISBN 82-471-5607-5, Department of Engineering Design and Materials, Faculty of Engineering Science and Technology, Trondheim, 2004.

KUFER, S. (2002):

Collaborative Engineering: Desire and Reality. In: Proceedings of the 20th CAD-FEM Users Meeting, International Congress on FEM Technology 2002, Friedrichshafen.

LARSSON, A. (2002):

Socio-Technical Aspects of Distributed Collaborative Engineering.  
Luleå: Luleå University of Technology, Licentiate thesis 2002.

LARSSON, A.; TÖRLIND, P.; KARLSSON, L.; MABOGUNJE, A.; LEIFER, L.; LARSSON, T.;  
ELFSTRÖM, B.-O. (2003):

Distributed Team Innovation – a Framework for Distributed Product Development. In:  
Proceedings of ICED 03, Stockholm. Linköping (Sweden): Linköpings Universitet 2003, S. 321-  
322.

LINDEMANN, U. (2007):

Methodische Entwicklung technischer Produkte - Methoden flexibel und situationsgerecht  
anwenden. 2. bearb. Aufl., Berlin: Springer 2007.

LINDEMANN, U. (2007A):

Vorlesungsfolien zur Vorlesung: Methoden der Produktentwicklung, Termin 1, Folie 11  
<http://www.pe.mw.tum.de/index.php?inhalt=unterlagen&name=MPE> (Zugriff am 08.01.2007)

LINDMEANN, U. (2005):

Wünsche eines Produktentwicklers an das Controlling. In: Jander, H.; Krey, A. (Hrsg.):  
Betriebliches Rechnungswesen und Controlling im Spannungsfeld von Theorie und Praxis -  
Festschrift für Prof. Dr. Jürgen Graßhoff zum 65. Geburtstag. Verlag Dr. Kovac, Hamburg,  
2005.

LINDEMANN, U.; PULM, U.; STETTER, R. (2002):

Effective Strategies for Distributed Product Development. In: Ehrig, H.; Krämer, B. J.; Ertas, A.  
(Eds.): Proceedings of the Sixth Biennial World Conference on Integrated Design and Process  
Technology (IDPT-2002), Pasadena, CA (USA), 23.-28.06.2002. Pasadena, CA(USA): Society  
for Design and Process Science 2002, CD-ROM.

LINDEMANN, U.; WEIBHAHN, G.; PACHE, M.; HACKER, W.; RÖMER, A. (2001):

Effort-Saving Product Representations in Design-Results of a Questionnaire Survey.  
Design Studies 22 (2001) 6, S. 473-491.

LINDEMANN, U.; FUCHS, D.K.; GAUL, H.D. (2000):

House of Communication – Ein Kommunikationsmodell im globalen Umfeld.  
ZWF 95 (2000) 7-8, S. 366-368.

LEVITT, T. (1983)

The Globalization of Markets.  
Harvard Business Review, May-June, (1983), S. 2-11

LUCZAK, H.; EVERSHEIM, W. (HRSG.) (1999):

Telekooperation – Industrielle Anwendungen in der Produktentwicklung.  
Berlin: Springer 1999

- LUCZAK, H.; SPRINGER, J.; HERBST, D.; SCHLICK, C.; STAHL, J. (1995):  
Kooperative Konstruktion und Entwicklung. In: Reichwald, R. et al. (Hrsg.): Kreative Unternehmen: Spitzenleistung durch Produkt- und Prozessinnovation. Stuttgart: Schäffer-Poeschel 1995, S. 122-163.
- LUKAS, U. VON (2002):  
Kommunikations- und Kooperationswerkzeuge für die virtuelle Produktenstehung – Einführung. In: Krause, F.-L. et al. (Hrsg.): Leitprojekt integrierte Produktentstehung Abschlussbericht Juni 2002. Stuttgart: Fraunhofer IRB 2002, S. 41-43. (Schriftreihe iViP 3)
- MAAß, S. (1991):  
Computergestützte Kommunikation und Kooperation. In: Oberquelle, H. (Hrsg.): Kooperative Arbeit und Computerunterstützung – Stand und Perspektiven. Stuttgart: Verlag für Angewandte Psychologie, 1991, S. 11-35.
- MAHER, M.L., BILDA, Z., MARCHANT, D. (2005),  
Comparing collaborative design behaviour in remote sketching and 3D virtual worlds. In: Gero and Lindemann (Ed.), International Workshop on Human Behaviour in Design'05, Melbourne, Australia, 2005.
- MAIER, A. M.; ECKERT, C. M.; CLARKSON, P.J. (2006):  
Identifying requirements for communication support: A maturity grid-inspired approach. In Expert Systems with Applications, 31 (2006), 4, S. 663-672.
- MALHOTRA, A.; MAJCHRZAK, A.; CARMAN, R.; LOTT, V. (2001):  
Radical Innovation without Collocation: A Case Study at Boeing-Rocketdyne. MIS Quarterly 25 (2001) 2, S. 229-249.
- MARQUARDT, M. J., & HORVATH, L. (2001):  
Global teams: How top multinationals span boundaries and cultures with high-speed teamwork. Palo Alto, CA: Davies-Black.
- MCKAY, A.; THOMAS, P.J.; RAMIREZ, B.; LEECH, S.J.; PENNINGTON DE, A.; RAIT, J. (2004)  
Supporting Global Design Teams through virtual design offices. In: Tiechkiewitch, S. und Brissand, D. (Hrsg): Methods and Tools for Co-operative and Integrated Design, 397-408, Kluwer Academic Publishers, Holland, 2004
- MECHEKOUR, E-H.; RIBOULET, V.; MARINE, P. (2005):  
Towards an improved distributed whiteboard for E-Collaborative design. In: Lin, Shpitalni, Meng, Lu: 15th International CIRP Design Seminar 2005, Shanghai, 22.-26.05.2005. Shanghai: 2005.

MICROSOFT (2007):

Netmeeting. Offizielle Microsoft Netmeeting Homepage.

Verfügbar unter: <http://www.microsoft.com/windows/NetMeeting/default.ASP> (Zugriff am 07.02.2007)

MILNE, A. (2005):

An information-theoretic approach to the study of ubiquitous computing workspaces supporting geographically distributed engineering design teams as groupusers.

Stanford: Stanford University, Diss. 2005.

MÜLLER, F. (2005):

Intuitive digitale Geometriemodellierung in frühen Entwicklungsphasen.

München: TU, Dissertation 2005. (Produktentwicklung München, Bd. 65)

MÜLLER, F.; LEX, S.; BRIEGEL, C.; LINDEMANN, U. (2004):

An Innovative User Interface for Intuitive 3D-Sketching in an Augmented Reality Environment.

Proceedings of Design 2004 - 8th International Design Conference, Dubrovnik (Croatia).

Zagreb: Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture 2004, S.793-798.

MÜLLER, F.; PACHE, M.; LINDEMANN, U.(2003):

Digital Free-Hand Sketching in 3D - a tool for early design phases. In: Proceedings of ICED 03, Stockholm.

Linköping (Sweden): Linköpings Universitet 2003, S. 129-130.

NETVIEWER (2007)

Netviewer. Die Welt auf Ihrem Desktop.

Verfügbar unter: <http://www.netviewer.de/> (Zugriff am 08.01.2007)

OBERQUELLE, H. (2001):

Softwareergonomie, In: Schwabe, G.; Streitz, N.; Unland, R.(Hrsg.): CSCW-Kompodium.

Lehr- und Handbuch zum computerunterstützten kooperativen Arbeiten.

Berlin: Springer 2001, S. 87-97.

OBERQUELLE, H. (1991):

Kooperative Arbeit und menschengerechte Groupware als Herausforderung für die Software-Ergonomie. In: Oberquelle, H. (Hrsg.): Kooperative Arbeit und Computerunterstützung – Stand und Perspektiven.

Stuttgart: Verlag für Angewandte Psychologie, 1991, S. 1-10.

O'NEILL, J.; CASTELLANI, S.; GRASSO, A.; ROULLAND, F.; TOLMIE P. (2005):

Representations can be good enough. In: Proceedings of 9th European Conference on Computer Supported Cooperative Work 05, Paris.

Paris: Springer 2005, S. 267-286.

- OSTERGAARD, K.J.; SUMMERS, J.D. (2003):  
A Taxonomic Classification of Collaborative Design. In: Proceedings of ICED 03, Stockholm.  
Linköping (Sweden): Linköpings Universitet 2003, S. 617.
- OTT, T. (2002):  
Problemprognose verteilter Produktentwicklungsprozesse mit Neuronalen Netzen.  
Aachen: Shaker 2002.(Forschungsberichte aus dem Fachgebiet Datenverarbeitung in der  
Konstruktion, Band 12). Zugl. Darmstadt: TU, Diss. 2002.
- PACHE, M. (2005):  
Sketching for Conceptual Design – Empirical Results and Future Tools.  
München, TU, Diss. 2005.
- PAHL, G; BEITZ, W. (1993):  
Konstruktionslehre – Methoden und Anwendung.  
3. Auflage, Berlin, Springer, 1993.
- PANKOKE-BABATZ, U. (2001):  
Kommunikationsorientierte asynchrone Werkzeuge. In: Schwabe, G.; Streitz, N.; Unland, R.:  
CSCW-Kompodium. Lehr- und Handbuch zum computergestützten kooperativen Arbeiten.  
Berlin: Springer 2001, S.167-173.
- PARK, H.-S.; LEE, G. B.; KIM, H. (2003):  
Collaborative engineering system supporting development process. In: Proceedings of  
DETC'03, ASME 2003 Design Engineering Technical Conferences and Computers and  
Information in Engineering Conference, Chicago (USA).  
Chicago: ASME 2003, DETC2003/CIE-48267.
- PIEPENBURG, U. (1991):  
Ein Konzept von Kooperation und die technische Unterstützung kooperativer Prozesse. In:  
Oberquelle, H. (Hrsg.): Kooperative Arbeit und Computerunterstützung – Stand und  
Perspektiven.  
Stuttgart: Verlag für Angewandte Psychologie, 1991, S. 79-98.
- PODSIADLOWSKI, A. (2002):  
Multikulturelle Arbeitsgruppen im Unternehmen.  
Waxmann Verlag Münster, 2002
- PONN, J.(2006):  
Situative Unterstützung der methodischen Konzeptentwicklung technischer Produkte.  
TU München: 2006. (Produktentwicklung München, Bd. 69)
- PRASAD, B. (1996):  
Concurrent Engineering Fundamentals, Volume I: Integrated Product and Process Organization,  
Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, New Jersey, 1996

PRASAD, B. (1997):

Concurrent Engineering Fundamentals, Volume II: Integrated Product Development, Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, New Jersey, 1997

PRAVENTHALER, R. (2007):

Vergleich von 2D- und 3D-Skizzieren in virtuellen Meetings.  
München: TU, unveröffentlichte Semesterarbeit 2007.

REICHWALD, R.; MÖSLEIN, K.; SACHENBACHER, H.; ENGELBERGER, H. (2000):

Telekooperation: Verteilte Arbeits- und Organisationsformen.  
Berlin: Springer, 2. Auflage, 2000.

REINHART, G.; FUSCH, T.; PATRON, C. (2001):

Web-basierte Lösungen für die durchgängige Virtualisierung des Produktionsprozesses.  
Internettechnologien für die Virtuelle Produktion nutzen.  
VDI-Z Integrierte Produktion 143 (2001) 3, S. 46-48.

RUIZ-DOMINGUEZ, G.A.; BOUJUT, J.-F.; DIALLO, T. (2004):

On the sequential effect induced by the use of communication tools in distant collaboration.  
In: Horvath et al. (Hrsg.): Proceedings of the TMCE 04, Lausanne.  
Rotterdam: Millpress 2004, 953-964.

RUNDE, C.; DECKER, F. (2003):

Virtuelle Welten in Unternehmenssoftware integriert.  
Interaktiv - Fraunhofer IPA, 4/2003, S18-23.

SALHIEH, S.; MONPLAISIR, L. (2003):

Collaboration planning framework (CPF) to support distributed product development.  
Journal of Intelligent Manufacturing (2003) 14, S. 581-597.

SALMINEN, V.; MALINEN, P. (1997):

„Global engineering networking – Turning engineering knowledge into an accessible corporate asset“, ICED 1997, Vol.2, S. 231-236.

SCHEUERMAN, W. (2006)

"Globalization", The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Summer 2006 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <<http://plato.stanford.edu/archives/sum2006/entries/globalization/>>.

SCHLICHTER, J.; REICHWALD R.; KOCH, M.; MÖSLEIN, K. (2001):

Rechnergestützte Gruppenarbeit (CSCW).  
i-com Zeitschrift für interaktive und kooperative Medien (2001), Heft 0-2001, S. 5-11.

SCHUELLER, A.; BASSON, A.H. (2001):

A framework for a distributed conceptual design. In: Proceedings of the ICED 01, Glasgow.  
Bury St. Edmunds: IMechE 2001.

SCHWABE, G. (2001):

Koordinationswerkzeuge. In: Schwabe, G.; Streitz, N.; Unland, R.: CSCW-Kompendium. Lehr- und Handbuch zum computergestützten kooperativen Arbeiten.  
Berlin: Springer 2001, S.174-179.

SCHWEIGERT, M.(2003):

Fahrerblickverhalten und Nebenaufgaben.  
München, TU, Diss. 2003.

SEITZ, R. (1995):

Computergestützte Tele- und Teamarbeit : betriebliche Modelle, Werkzeuge und Einsatzpotentiale in der universitären Ausbildung.  
Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. 1995.  
Zugl. Erlangen: Univ., Diss. 1995.

SFB\_453 (2007):

Wirklichkeitsnahe Telepräsenz und Teleaktion. Sonderforschungsbereich 453 der DFG.  
Verfügbar unter: <http://www.sfb453.de/> (Zugriff am 07.01.2007)

SHANNON, C.E.; WEAVER, W. (1976):

Mathematische Grundlagen der Informationstheorie.  
München: Oldenbourg 1976.

SKYPE (2007)

Skype. Alle Welt kann sich kostenlos unterhalten.  
Verfügbar unter: <http://www.skype.com/intl/de/> (Zugriff am 08.01.2007)

SPRINGER, J. (2001):

Telekooperation - Vernetzte Arbeit mit integrierten Informations- und Kommunikationssystemen. Aachen: Shaker, 2001. (Schriftenreihe Rationalisierung und Humanisierung, Band 33)

STEUER, J. (1992):

Defining Virtual Reality - Dimensions Determining Telepresence.  
Journal of Communication 42 (1992) 4, S. 73-93.

STORGA, M.; BOJCETIC, N.; MARJANOVIC, D. (2003):

Web Services as a Virtual Product Development Environment. In: Proceedings of ICED 03, Stockholm. Linköping (Sweden): Linköpings Universitet 2003, S. 619-620.

STROHSCHNEIDER, S. (2002):

"Cultural Factors in Complex Decision Making". In: Lonner, W. J.; Dinnel, D. L.; Hayes, S. A. & Sattler, D. N. (Eds.), OnLine Readings in Psychology and Culture, Western Washington University, Department of Psychology, Center for Cross-Cultural Research.(2002)  
<http://www.wvu.edu/~culture>

- SUCHAN, J.; HAYZAK, G. (2001):  
The Communication Characteristics of Virtual Teams: A Case Study.  
IEEE Transactions on Professional Communication 44 (2001) 3, S. 174-186.
- TANG, J.C.; LEIFER, L.J. (1991):  
An observational methodology for studying group design activity.  
Research in Engineering Design (1991) 2, S. 209-219.
- TEUFEL, S.; SAUTER, C.; MÜHLHERR, T.; BAUKNECHT, K. (1995):  
Computerunterstützung für die Gruppenarbeit.  
Bonn: Addison-Wesley 1995.
- TÖRLIND, P. (2003):  
Distributed Engineering Via Broadband – A Case Study. In: n: Proceedings of ICED 03,  
Stockholm. Linköping (Sweden): Linköpings Universitat 2003, S. 317-318.
- TÖRLIND, P.; LARSSON, A.; LÖFSTRAND, M.; KARLSSON, L. (2005):  
Towards true collaboration in global design teams? In: Proceedings ICED 05, Melbourne  
(Australia). Barton Act: Institution of Engineers Australia 2005, S. 105-106.
- TUCKMAN, B. W. (1965) :  
Developmental sequence in small groups.  
Psychological Bulletin, Volume 63, Number 6, 384-399
- VAJNA, S.; MAROSVARY, Z. (2004):  
Communication and Knowledge Sharing in Distributed Engineering Design. In: Proceedings of  
Design 2004 - 8th International Design Conference, Dubrovnik (Croatia). Zagreb: Faculty of  
Mechanical Engineering and Naval Architecture 2004, S. 937-942.
- VALKENBURG, R.C. (2000):  
The reflective practice in product design teams.  
PhD thesis, Department of Industrial Design Engineering, Technical University of Delft, 2000.
- VISENSO (2006):  
<http://www.visenso.de>, Zugriff am 17.11.2006
- VON LUKAS, U. (2002):  
Kommunikations- und Kooperationswerkzeuge für die virtuelle Produktenstehung –  
Einführung. In: Krause, F.-L.et al. (Hrsg.): Leitprojekt integrierte Produktentstehung  
Abschlussbericht Juni 2002.  
Stuttgart: Fraunhofer IRB 2002, S. 41-51. (Schriftreihe iViP 3)
- WAHRIG, G.: (2005A)  
Artikel Koordination in: Deutsches Wörterbuch. Hrsg. Wahrig-Burfeind, R.  
Gütersloh: Wissen-Media-Verl., 7. Auflage, 2005

WAHRIG, G.: (2005B)

Artikel Kommunikation in: Deutsches Wörterbuch. Hrsg. Wahrig-Burfeind, R.  
Gütersloh: Wissen-Media-Verl., 7. Auflage, 2005

WENDEL, T. (1996):

Computerunterstützte Teamarbeit – Konzeption und Realisierung eines Teamarbeitssystems.  
Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. 1996.  
Zugl. Karlsruhe: Univ., Diss. 1995

YANKELOVICH, N.; WALKER, W.; ROBERTS, P.; WESSLER, M.; KAPLAN, J.; PROVINO, J. (2004):

Meeting Central: Making distributed meetings more effective. In: Proceedings of CSCW 2004,  
Chicago. New York: ACM Press 2004, S. 419-428.

ZAVBI, R. TAVCAR, J. (2003):

Some Observations on Work within a Virtual Product Development Team. In: Proceedings of  
ICED 03, Stockholm. Linköping (Sweden): Linköpings Universität 2003.



## **8 Anhang**

## 8.1 Leitfäden der Wissensbasis verteilte Entwicklung

### Aufbau eines Leitfadens



<p><b>Situation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungsbereich und Problemstellung für die der Leitfaden sinnvoll ist (Ausgangssituation)</li> <li>• Rahmenbedingungen, die erfüllt sein müssen, damit der Leitfaden angewendet werden kann</li> </ul>	<p><b>Zielsetzung</b></p> <p>Zielsetzung kurz in Stichpunkten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktion des Leitfadens und Tätigkeiten die durchgeführt/unterstützt werden sollen</li> <li>• Ergebnisse und Wirkungen des Leitfadens</li> </ul>
---	--

<p><b>Vorgehen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schritte die bei der Anwendung des Leitfadens zu durchlaufen sind</li> <li>• Anwendungshinweise für die Durchführung einzelner Schritte</li> </ul>
<p><b>Hinweise:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergänzende Hinweise, wie Einschränkungen, wichtige zu beachtende Punkte, häufige Fehler und Nebenwirkungen</li> </ul>

**Literatur:** Literatur zum Thema, insbesondere wenn diese Grundlage für das dargestellte Vorgehen ist

**Unterlagen:** weitere Unterlagen, die das Vorgehen noch detaillierter erläutern bestimmte vorgefertigte Formblätter

**Schlagwörter:** Schlagwörter zur Kategorisierung des Leitfadens und zur Verbesserung der Suchfunktion (Themengebiet, Prozessphase, weitere...)

### 8.1.1 Phase I (Vorbereitung)



Die Vorbereitungsphase beinhaltet vorbereitende Tätigkeiten und Analysen vor dem eigentlichen Projektbeginn. Ziel ist es Potenziale und Möglichkeiten der verteilten Entwicklung abzuschätzen, auf mögliche Problemstellungen aufmerksam zu werden, und frühzeitig Problemlösungsstrategien zu entwickeln.

<p><b>Mensch</b></p> 	<p><b>Methoden</b></p> 	<p><b>Werkzeuge</b></p> 
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berücksichtigen kultureller Unterschiede</li> <li>• Zusammenstellen eines Teams</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchen der Entwicklungsmethoden und -richtlinien von potenziellen Projektpartnern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchen der Kommunikationsanforderungen und -werkzeuge</li> <li>• Untersuchen der Datenverwaltung und -infrastruktur</li> </ul>

<p><b>Prozesse</b></p> 	<p><b>Situation</b></p> 
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzipieren verteilter Entwicklungsprozesse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswahl geeigneter Projektpartner</li> <li>• Abschätzen von Aufwand und Nutzen</li> <li>• Erstellen eines Geheimhaltungskonzepts</li> </ul>



## Berücksichtigen kultureller Unterschiede

<p><b>Situation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verteilte Entwicklungsprojekte, an denen Partner aus unterschiedlichen Kulturen (Gruppen, Unternehmen, Länder) beteiligt sind</li> <li>• Als Grundlage für strategische Planungen zum Erreichen von Wettbewerbsvorteilen</li> </ul>	<p><b>Zielsetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematische Analyse der kulturellen Unterschiede der Partner</li> <li>• Schaffen eines Bewusstseins für kulturelle Unterschiede</li> <li>• Vermeidung von Problemen in interkulturellen Teams und Ableiten von gezielten Maßnahmen für die Verbesserung der interkulturellen Arbeit</li> </ul>
<p><b>Vorgehen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sammeln von Informationen über eine bestimmte Kultur z. B. mittels Recherche von Literatur und Interviews mit Personen aus dem interessierenden Kulturkreis. Um möglichst alle relevanten Punkte zu untersuchen empfiehlt es sich folgende Themenbereiche zu betrachten:</li> <li>• Allgemeine kulturelle Aspekte:</li> <li>• Machtdistanz, Kollektivismus gegenüber Individualismus Femenität gegenüber Maskulinität, Unsicherheitsvermeidung, Langfristige gegenüber kurzfristige Orientierung</li> <li>• Spezielle kulturelle Aspekte/Unternehmenskultur:</li> <li>• Führungsverhalten, Mitarbeiterverhalten, Besonderheiten interpersoneller Kommunikation, Organisationskultur, spezielle Praktiken</li> <li>• Mögliche kulturelle Schwierigkeiten schon bei der Auswahl der Partner beachten</li> <li>• Gezieltes Hinweisen aller beteiligten Mitarbeitern auf kulturelle Unterschiede um ein gegenseitiges Verständnis zu erreichen. Vorstellen der wichtigsten Verhaltensmuster, die zu beachten sind. Keine Wertung der jeweiligen Kulturen!</li> <li>• Eignung der Mitarbeiter für den Umgang mit unterschiedlichen kulturellen Gegebenheiten prüfen</li> <li>• Weiterbilden der Mitarbeiter in professionellen Trainings und Schulungen zu allgemeinen interkulturellen Fragestellungen bzw. speziell zu den am Projekt beteiligten Kulturen</li> <li>• Einbinden eines „Culture-coaches“, der die beteiligten Kulturen sehr gut kennt und bei Missverständnissen und Konflikten vermitteln kann</li> <li>• Durchführen von zeitlich befristeten Austauschprogrammen mit den beteiligten Mitarbeitern</li> <li>• Einkalkulieren von möglichen Verzögerungen durch unterschiedliches Verständnis von Termintreue und Qualität</li> <li>• Ableiten von Erkenntnis für die strategische Planung verteilter Entwicklungsprozesse. Welche Aufgaben passen zu welchen Kulturen?</li> </ul>	
<p><b>Hinweise:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Nichtbeachten der kulturellen Unterschiede kann zu großen Problemen bis hin zum Scheitern von Projekten führen. Die Bedeutung und die Auswirkungen der kulturellen Unterschiede werden häufig unterschätzt.</li> <li>• Länder sind nicht immer gleichbedeutend mit Kulturräumen! Sehr große Länder können z. B. mehrere Kulturräume enthalten.</li> <li>• Aussagen über die Kultur stellen keine Aussagen zu Individuen dar. Sie sind nur zentrale Tendenzen zu bestimmten Aspekten in Kulturräumen und dürfen nicht auf ein bestimmtes Individuum angewandt werden.</li> <li>• Umgekehrt gilt: das Interview einer Person ergibt noch keine Aussagen über deren Kultur.</li> </ul>	

**Literatur:** Hofstede, G. (1997): Lokales Denken, globales Handeln. Kulturen, Zusammenarbeit und Management. München, Verlag C.H. Beck

**Unterlagen:** XXX

**Schlagwörter:** Vorbereitungsphase, Mensch, kulturelle Unterschiede, interkulturelle Arbeit, Wie kann ich kulturelle Unterschiede im verteilten Entwicklungsprozess berücksichtigen?



## Zusammenstellung eines Teams

<p><b>Situation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planung von verteilten Entwicklungsprojekten mit insgesamt mehreren Mitarbeitern</li> <li>• Bearbeitung von verteilten Entwicklungsprojekten deren Umfang, organisatorische oder fachliche Anforderungen mehr als einen eigenen Mitarbeiter erfordern</li> </ul>	<p><b>Zielsetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenstellen eines geeigneten Teams von Mitarbeitern unter Berücksichtigung der besonderen Rahmenbedingungen von verteilten Entwicklungsprojekten</li> </ul>
<p><b>Vorgehen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse der für das Projekt erforderlichen Kompetenzen</li> <li>• Einbinden der erforderlichen Fachkompetenzen durch Fachabteilungen bzw. Spezialisten. Dabei unter Umständen auch an Spezialisten für internationales Recht bzw. Rechtsfragen im Land der Projektpartner denken</li> <li>• Überprüfen der Kompetenzen der Mitarbeiter hinsichtlich interkulturellem Arbeiten (Sprachkenntnisse!) bzw. Arbeiten in lokal verteilten Teams</li> <li>• Je nach Bedarf Einbinden von Beratern mit Erfahrung in interkulturellen bzw. verteilten Teams, bzw. Schulen der entsprechenden Kompetenzen</li> <li>• Bilden eines Kernteams, das über die gesamte Projektlaufzeit bestehen bleibt. Im Kernteam sollten alle relevanten Bereiche vertreten sein. Im Kernteam können auch Mitarbeiter von Partnern vertreten sein</li> <li>• Einhalten einer gewissen Maximalgröße. Die Größe des Kernteams sollte 10 Mitarbeiter nicht übersteigen. Koordination und Kommunikation wird gerade bei verteilten Projekten sonst unüberschaubar!</li> <li>• Festlegen der Kapazitätsverteilung der Ressourcen. Welche Mitarbeiter werden Vollzeit, Teilzeit oder temporär dem Projekt zugeordnet?</li> <li>• Je nach Bedarf bilden eines Beratungsgremiums das u. a. aus Vorgesetzten der Teammitglieder zusammengesetzt ist, um Entscheidungsfindung und -durchsetzung des Teams zu unterstützen und den Rückfluss von Ergebnissen des Teams in das Unternehmen sicherzustellen</li> </ul>	
<p><b>Hinweise:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerade bei verteilten Projekten und noch mehr bei interkulturellen Projekten ist es häufig nicht ausreichend nur auf ausreichende Fachkompetenz der Mitglieder zu achten. Im besten Falle verfügen die nach fachlichen Gesichtspunkten ausgesuchten Mitarbeiter auch über ausreichende Kompetenzen in den Bereichen verteilte und interkulturelle Teams. Andernfalls ist es ratsam Mitarbeiter mit solchen Kompetenzen zusätzlich einzubinden, entweder als Teammitglieder, oder als Berater. Falls dies nicht möglich ist können auch Schulungen in Betracht gezogen werden (siehe auch „Berücksichtigen kultureller Unterschiede“).</li> </ul>	

- Literatur:** Luczak, H.; Eversheim, W.: Telekooperation – Industrielle Anwendungen in der Produktentwicklung, Berlin: Springer 1999 (S.20ff)  
 Antoni, C.: Zwischen Wunsch und Wirklichkeit: Eine Zwischenbilanz zu den Auswirkungen von Teamarbeit und relevanten Einflussgrößen. In: Kooperation und Arbeit in vernetzten Welten, Stuttgart: Ergonimia 2003.
- Unterlagen:** XXX
- Schlagwörter:** Vorbereitungsphase, Mensch, Team, Zusammenstellen, Mitarbeiter, Kompetenzen  
 Wie kann ich ein Team für ein verteiltes Entwicklungsprojekt zusammenstellen?



## Untersuchen der Entwicklungsmethoden und -richtlinien von potenziellen Projektpartnern

### Situation:

- Planung von verteilten Entwicklungsprojekten bzw. Auslagerung bestimmter Teile der Entwicklung
- Unterstützung der Aufwandsabschätzung für verteilte Projekte
- Die eigenen Entwicklungsmethoden und -richtlinien, bzw. Mindestanforderungen an Entwicklungsmethoden und -richtlinien sollten bekannt sein, andernfalls ist das Vorgehen entsprechend auf die Analyse der eigenen Entwicklungsmethoden und -richtlinien auszudehnen

### Zielsetzung:

- Systematische Analyse von Entwicklungsmethoden und -richtlinien (Entwicklungsrichtlinien, Konstruktionsrichtlinien, PDM-Richtlinien, Methoden) der potenziellen Partner
- Identifizieren des Handlungsbedarfes für ein erfolgreiches Kooperationsprojekt
- Abschätzen des Aufwands für eine Umsetzung, als Entscheidungsgrundlage für oder gegen ein Kooperationsprojekt bzw. als Grundlage für die Auswahl von Entwicklungspartnern

### Vorgehen:

- Untersuchen der Entwicklungsrichtlinien potenzieller Partner
  - Verwendung von Kaufteilen, Gleichteilen, Wiederholteilen, gültige und verwendete Normen und Gesetze, Firmeninterne Richtlinien, DFX, verwendete Software, etc.
- Untersuchen der Konstruktionsrichtlinien potenzieller Partner
  - Verwendetes CAD-System, Richtlinien für das CAD-Konstruieren (Bauteilbenennung, Feature-Verwendung, Mindestradien, Baugruppen, Verwendung von Parametern, Aufbaustruktur von parametrischen CAD-Modellen etc.)
- Untersuchen der PDM-Richtlinien potenzieller Partner
  - Verwendetes PDM-System, Richtlinien für Bauteilbenennung, Anlegen von Bauteilen, Verwalten und Ändern von Bauteilen
- Untersuchen der Methoden potenzieller Partner
  - Bekanntheit von Methoden, Durchführungsrichtlinien für Methoden (z. B.: Anforderungsliste, QFD, FMEA), Vorschrift von Methoden (z. B. zur Qualitätssicherung)
- Identifizieren des Handlungsbedarfes für ein erfolgreiches Kooperationsprojekt:
- Herausarbeiten der Defizite oder Differenzen bei den potenziellen Projektpartnern
- Konzeptionieren von Lösungsansätze zur Behebung der Defizite (Schulung und Know-How Transfer, Anschaffung weiterer Software, Einigung auf gemeinsame Standards, Normen und Vorgehensweisen etc.)
- Dokumentieren der Defizite und der Lösungsmöglichkeiten
- Abschätzen des Aufwands für die Umsetzung der aufgezeigten Lösungsmöglichkeiten. Kosten für Schulungen, Software, Einarbeitungsaufwand, Nacharbeit, etc.
- Dokumentieren der begründeten Aufwandsabschätzung als Entscheidungsgrundlage für ein Kooperationsprojekt, bzw. für bestimmte Entwicklungspartner

### Hinweise:

- Dokumentieren der begründeten Aufwandsabschätzung als Entscheidungsgrundlage für ein Kooperationsprojekt, bzw. für bestimmte Entwicklungspartner. Das Bearbeiten von Entwicklungsaufgaben mit Entwicklungsmethoden und -richtlinien, die nicht den Mindestanforderungen entsprechen, kann Nacharbeit in erheblichem Ausmaß erfordern. Neben Terminproblemen können die daraus entstehenden Mehrkosten ein eventuelles Einsparpotential komplett aufheben.

**Literatur:** Lindemann, U.: Methodische Entwicklung technischer Produkte – Methoden flexibel und situationsgerecht anwenden. Springer, 2. bearbeitete Auflage, 2007.  
Ehrlenspiel, K.: Integrierte Produktentwicklung, Denkabläufe Methodeneinsatz Zusammenarbeit, Carl Hanser Verlag, 3. überarbeitete Auflage, 2007.

**Unterlagen:** XXX

**Schlagwörter:** Vorbereitungsphase, Methoden, Analyse, Aufwand, Partner, Wie kann ich problematische Unterschiede in den Entwicklungsmethoden und -richtlinien der unterschiedlichen Partner identifizieren?

## Untersuchen der Kommunikationsanforderungen und -werkzeuge



<p><b>Situation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vorbereitung eines verteilten Entwicklungsprojekts hinsichtlich notwendiger Kommunikationswerkzeuge</li> </ul>	<p><b>Zielsetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Herausarbeiten der Anforderungen an Kommunikationswerkzeuge</li> <li>Analyse der vorhandenen Kommunikationswerkzeuge</li> <li>Schaffen einer Grundlage für die Auswahl von Kommunikationswerkzeugen</li> </ul>
--	--

<p><b>Vorgehen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ermitteln funktionaler Anforderungen an Kommunikationswerkzeuge anhand verschiedener, im Projekt zu erwartender Kommunikations-Szenarios</li> <li>Dokumentation in einer Anforderungsliste. Typische Gruppierung:             <ul style="list-style-type: none"> <li>Synchrone Kommunikation: Audiokommunikation, Videokommunikation, Chat, Instant Messaging, Application Sharing, Shared Whiteboard, Kollaboratives Viewing von 3D-CAD, etc.</li> <li>Asynchrone Kommunikation: E-Mail, Gruppenkalender, gemeinsame Dateiverwaltung, gemeinsamer Workspace / Foren, Fax, Hardware-Versand etc. (in diesem Punkt Überschneidungen zum Themengebiet der Datenaustauschinfrastruktur)</li> <li>Sicherheitsanforderungen (Verlust und Entwenden von Informationen verhindern): Sichere (verschlüsselte) Kommunikationsverbindungen, sichere Netzwerkstrukturen, Integrierbarkeit in bestehende Sicherheitskonzepte etc.</li> <li>Technologieanforderungen (Realisierbarkeit): Plattformkompatibilität, Installations- und Wartungsaufwand, Integrierbarkeit etc.</li> <li>Vertretbare Kosten</li> </ul> </li> <li>Abgleichen der vorhandenen Kommunikationswerkzeuge mit den erarbeiteten Anforderungen</li> <li>Dokumentieren der Anforderungsliste in Verbindung mit dem Abgleich der vorhandenen Kommunikationsmittel</li> <li>Ableiten von Aussagen hinsichtlich der Leistungsfähigkeit und dem Bedarf an Ergänzung der Kommunikationsinfrastruktur als Basis für die Auswahl von zusätzlichen Kommunikationswerkzeugen. Siehe „Festlegen der Kommunikationsinfrastruktur“</li> </ul>
--

<p><b>Hinweise:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Kommunikationswerkzeuge bilden die entscheidende Basis für eine funktionierende Kommunikation in verteilten Projekten. Bei der Sammlung von Anforderungen sollte immer bedacht werden, dass die gesamte Infrastruktur allen Beteiligten mehr Vorteile bringt als sie zusätzlichen Aufwand erfordert! Ein Scheitern ist sonst vorprogrammiert.</li> </ul>
---

<b>Literatur:</b>	<p>Schwabe, G.; Streitz, N.; Unland, R.: CSCW-Kompendium. Lehr- und Handbuch zum computergestützten kooperativen Arbeiten. Berlin: Springer 2001</p> <p>Grudin, J. (1988): Why CSCW applications fail: problems in the design and evaluation of organization of organizational interfaces. In: Proceedings of CSCW 88, Portland (USA) New York: ACM Press, S. 85–93.</p>
<b>Unterlagen:</b>	XXX
<b>Schlagwörter:</b>	<p>Vorbereitungsphase, Werkzeuge, Kommunikationsmedien, Kommunikationswerkzeuge</p> <p>Welche Anforderungen an Kommunikationswerkzeuge muss ich für ein verteiltes Entwicklungsprojekt berücksichtigen</p>



## *Untersuchen der Datenverwaltung und -infrastruktur*

### Situation:

- Vorbereitung eines verteilten Entwicklungsprojekts hinsichtlich der notwendigen Datenverwaltung und -infrastruktur, insbesondere wenn ein gemeinsames PDM-System nicht gegeben ist.

### Zielsetzung:

- Herausarbeiten der Anforderungen an die Datenverwaltung und -infrastruktur
- Analyse der vorhandenen Datenverwaltung und -infrastruktur
- Abschätzen des Handlungsbedarfes für eine geeignete Datenverwaltung und -infrastruktur für ein verteiltes Projekt

### Vorgehen:

- Anforderungen an die Datenverwaltung anhand verschiedener, im Projekt zu erwartender Szenarios ermitteln. Typische Szenarios: Wie erhalten die Teammitglieder Zugriff auf die Daten, die sie für ihre Arbeit benötigen, und wie können sie ihre Ergebnisse wieder in die Datenverwaltung des Projekts einbinden?
- Dokumentieren der Anforderungen in einer Anforderungsliste! Der Umgang mit Produktdaten steht dabei im Vordergrund. Gruppierung: Sicherheitsanforderungen (Verhindern des Entwendens von Informationen, vertraulichen Produktdaten) und Technologieanforderungen (technische Realisierbarkeit des Datenzugriffs):
  - Sicherheitsanforderungen an die Hard- und Software (sichere Netzwerke etc.)
  - Berücksichtigen eines für alle Seiten akzeptablen Konzepts an Zugriffsrechten: sicherstellen, dass Mitarbeiter mit den Daten arbeiten können, die sie benötigen, aber verhindern, dass kritische Informationen und Daten nicht ausreichend geschützt werden.
  - Berücksichtigen der Technologieanforderungen. Realisierbarkeit der Datenübertragung insbesondere Übertragungsgeschwindigkeiten und Übertragungsvolumina ( z. B. kann es bei mehreren hundert MB großen CAD oder CAE-Daten ein Problem sein die Daten über Internet bei allen Partnern auf dem aktuellen Stand zu halten).
  - Berücksichtigung besonderer Konzepte zur Datenübertragung, die z. B. von PDM Herstellern angeboten werden (nächtliches Abgleichen gespiegelter Datenbanken etc.).
  - Vertretbare Kosten für die Dateninfrastruktur
- Abgleichen der vorhandenen Dateninfrastruktur mit den erarbeiteten Anforderungen. Beachten der Dateninfrastruktur von den Projektpartnern!
- Dokumentieren der Anforderungsliste inklusive dem Abgleich mit der vorhandenen Dateninfrastruktur
- Ableiten von Aussagen hinsichtlich der Leistungsfähigkeit und dem Bedarf an Ergänzung der Dateninfrastruktur (als Basis für die Auswahl von zusätzlichen Möglichkeiten der Datenverwaltung). Siehe „Festlegen der Datenverwaltung und -infrastruktur“

### Hinweise:

- Um zu vermeiden, dass Teammitglieder auf nicht aktuellen Daten aufbauen, ist darauf zu achten, dass eine konsistente und aktuelle Datenhaltung sichergestellt werden kann. Änderungsprozesse sind in diesem Zusammenhang als besonders kritisch zu betrachten!
- Die angesprochenen Probleme sind für Teams innerhalb eines Unternehmens häufig durch den Einsatz eines geeignet konfigurierten PDM-Systems zu beherrschen. PDM-Systeme stellen aber meist Insellösungen dar, die nur eingeschränkt kompatibel sind! Das kann bei der Zusammenarbeit unterschiedlicher Unternehmen, die unterschiedliche PDM Systeme nutzen zu Schwierigkeiten führen.

**Literatur:** Gausemeier, J.; Hahn, A.; Kespohl, H.D.; Seifert, L. (2006): Vernetzte Produktentwicklung – Der erfolgreiche Weg zum Global Engineering Networking. München: Carl Hanser, 2006.

**Unterlagen:** XXX

**Schlagwörter:** Vorbereitungsphase, Werkzeuge, Dateninfrastruktur, Datenverwaltung, PDM Welche Anforderungen an Datenverwaltung und -infrastruktur muss ich für ein verteiltes Entwicklungsprojekt berücksichtigen?



## Konzipieren verteilter Entwicklungsprozesse

### Situation:

- Vorbereitung eines verteilten Entwicklungsprojekts hinsichtlich des Entwicklungsprozesses
- Adaption eines vorhandenen, nicht verteilten Entwicklungsprozesses

### Zielsetzung:

- Analyse der vorhandenen Entwicklungsprozesse
- Konzept eines für verteiltes Arbeiten angepassten Entwicklungsprozesses

### Vorgehen:

- Analyse der Entwicklungsprozesse bei den beteiligten Partnern
- Konzipieren eines grundlegenden, abstrakten Gesamtentwicklungsprozesse auf Basis der Prozesse der beteiligten Partner (ohne Berücksichtigung der Verteilung). Festlegen von Meilensteinen, Phasen, Prozessbestandteilen, Verknüpfungen der Prozessbestandteile etc.
- Dokumentieren des grundlegenden Prozesses
- Aufstellen eines Ressourcenkataloges (Wer kann was?)
- Überprüfen auf ausreichendes Know How. Bei mangelndem Know How Zukauf, oder weitere Partner einbinden.
- Anpassen des grundlegenden Entwicklungsprozesses an die verteilte Situation. Zu beachten sind dabei insbesondere:
  - Ziele: Was soll durch die Verteilung erreicht werden? (Kosten senken, Entwicklungszeit reduzieren, Know How einbinden, rechtliche Gründe etc.)
  - Die Phasen, die verteilt werden sollen: Welche Phasen sind für Verteilung grundsätzlich geeignet?
  - Schnittstellen zwischen und zu verteilten Prozessphasen: Schnittstellen minimieren!
  - Abhängigkeiten zwischen Prozessbestandteilen beachten: Vor allem zeitliche Abhängigkeiten!
  - Eindeutige Zuständigkeiten und Verantwortungsbereiche schaffen
  - die Verteilung des Prozesses muss zur Verteilung der Ressourcen passen (Know How, benötigte Zeit für bestimmte Prozessbestandteile, etc.)
  - Geheimhaltungskonzept (siehe Leitfaden Erstellen eines Geheimhaltungskonzepts)
- Detaillieren des Entwicklungsprozesses: Grafische, übersichtliche Visualisierung!
- Überprüfen des Prozesses mit den Partnern. Notwendige Änderungen in Absprache mit den Partnern durchführen
- Dokumentation des Entwicklungsprozesses in eindeutiger Form, z.B. grafisch

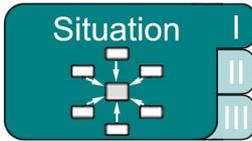
### Hinweise:

- Gerade bei verteilten Projekten sollte der Entwicklungsprozess eindeutig dokumentiert sein. Nur so kann sichergestellt werden, dass alle Partner eine gemeinsame Vorstellung des Prozessablaufes haben. Missverständnisse können hier zu großen Problemen hinsichtlich der Zeitplanung und des Teamklimas führen.
- Gerade bei komplizierten verteilten Prozessen kann der Einsatz von rechnerbasierten Prozess- und Projektplanungstools eine große Hilfe darstellen. Neben der Möglichkeit zur grafischen Visualisierung bieten diese eventuell Unterstützung bei der Identifizierung kritischer Abhängigkeiten.

**Literatur:** Krause, F.-L.; Tang, T.; Ahle, U. (HRSG.) (2002): Leitprojekt integrierte Produktentstehung. Abschlussbericht Juni 2002. Stuttgart : Fraunhofer IRB 2002.

**Unterlagen:** XXX

**Schlagwörter:** Vorbereitungsphase, Prozesse, Entwicklungsprozess  
Wie kann ich einen verteilten Entwicklungsprozess konzipieren?



## Auswahl geeigneter Projektpartner

<p><b>Situation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorbereitung eines verteilten Entwicklungsprojekts hinsichtlich der Auswahl von Projektpartnern</li> <li>• Auswählen bzw. Überprüfen von Projektpartnern für ein verteiltes Entwicklungsprojekt</li> </ul>	<p><b>Zielsetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematische Analyse potenzieller Projektpartner</li> <li>• Nachvollziehbare Auswahl geeigneter Projektpartner</li> </ul>
<p><b>Vorgehen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definieren der Ziele der verteilten Entwicklung (Kosten senken, Entwicklungszeit reduzieren, Know How einbinden, rechtliche Gründe etc.)</li> <li>• Gezielte Suche nach möglichen Projektpartnern, die bei der Zielerreichung behilflich sein können. Eigene oder Auftragsrecherche: Internet, Verbände, Empfehlungen, Messen etc.</li> <li>• Sammeln potenzieller Kandidaten in einer Liste</li> <li>• Treffen einer Vorauswahl anhand von Ausschlusskriterien (Direkte Konkurrenten, Unvereinbarkeit mit Zielen, (negative) Abhängigkeiten der Partner untereinander etc.)</li> <li>• Detaillierte Analyse möglicher Projektpartner. Beachten und Bewerten der Faktoren (evt. mit Unterstützung von Fachleuten):             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompetenzen (fachliche Kompetenzen). Erarbeiten von Kompetenzlisten (Wer kann was?)</li> <li>• Entwicklungsstandard (Niveau)</li> <li>• Entwicklungsmethoden und -richtlinien (Vereinbarkeit mit eigenen Methoden und -richtlinien, siehe Leitfaden „Untersuchen der Entwicklungsmethoden und -richtlinien“)</li> <li>• Verschiedenheit der Organisations- und Unternehmenskultur</li> <li>• Bildungsniveau, Weiterbildungsmöglichkeiten, Arbeitsrecht der Mitarbeiter</li> <li>• Kosten (siehe Leitfaden „Abschätzen von Aufwand und Nutzen“)</li> <li>• Möglichkeit für eine gemeinsam Zielfindung</li> <li>• Möglichkeit für die Motivation aller beteiligter Partner</li> <li>• Stellenwert einer möglichen Kooperation beim Partner</li> <li>• Fähigkeit zur Veränderung</li> <li>• Möglichkeit zum Schutz von vertraulichen Informationen (siehe Leitfaden „Erstellen eines Geheimhaltungskonzepts“)</li> </ul> </li> <li>• Dokumentieren der bewerteten Analyse. Z. B. mit Hilfe einer gewichteten Punktbewertung</li> <li>• Auswahl von geeigneten Partnern auf der Basis der Bewertung</li> <li>• Überprüfen der Plausibilität der Auswahl. Gegebenenfalls Rücksprache mit Fachleuten</li> </ul>	
<p><b>Hinweise:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Je nachdem wie sich die Kompetenzen verteilen kann es durchaus erforderlich sein mehr als einen Partner auszuwählen. Auf der einen Seite gibt es zwar Partner die alle erforderlichen Kompetenzen haben, andererseits arbeiten evt. Partner mit nur einem Teil der Kompetenzen deutlich günstiger. Dabei sollte allerdings bedacht werden, dass mehr Partner auch einen höheren Aufwand zur Koordination benötigen.</li> <li>• Insgesamt wird die Wahl der optimalen Partner von einer Vielzahl an Faktoren bestimmt, die sich unter Umständen auch gegenseitig beeinflussen. Daher sollte die Auswahl nicht blind aus dem Ergebnis einer gewichteten Bewertung erfolgen und auf jeden Fall von Personen, die Erfahrung mit Kooperationsprojekten haben überprüft werden.</li> </ul>	

**Literatur:** Luczak, H.; Killich, S.: Unternehmenskooperation für KMU – Personenorientierte Handlungsfelder. In: Kooperation und Arbeit in vernetzten Welten, Stuttgart: Ergonimia 2003.

**Unterlagen:** XXX

**Schlagwörter:** Vorbereitungsphase, Situation, Projektpartner  
Wie kann ich geeignete Projektpartner finden?



## Abschätzen von Aufwand und Nutzen

<p><b>Situation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planung eines verteilten Entwicklungsprozesses hinsichtlich des Aufwandes</li> <li>• Entscheidungsfindung ob ein Entwicklungsprozess verteilt oder nicht verteilt durchgeführt werden soll</li> </ul>	<p><b>Zielsetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abschätzen von Aufwand und Nutzen der Verteilung eines Entwicklungsprozesses</li> <li>• Systematische Analyse von Faktoren die typischerweise zusätzlichen Nutzen oder Aufwand in verteilten Prozessen hervorrufen</li> </ul>
---	---

<p><b>Vorgehen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betrachten der Aufgabenstellung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ist die Aufgabenstellung prinzipiell für eine verteilte Bearbeitung geeignet?</li> <li>• Welche Vor- und Nachteile ergeben sich direkt bei der Verteilung dieser Aufgabenstellung?</li> <li>• Dokumentation der aufgabenspezifischen Vor- und Nachteile</li> </ul> </li> <li>• Systematisches Abschätzen von Aufwand und Nutzen. Analyse der vier Ebenen Arbeitsplatz, Leistungsprozess, Gesamtorganisation und Markt &amp; Gesellschaft in Anlehnung an Reichwald et al.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche Effekte ergeben sich auf der Arbeitsebene durch die verteilte Entwicklung: Kosteneffekte der Arbeitsplätze (Kommunikation, Reisen, Löhne), Zeiteffekte (Arbeitszeiten, Verteilzeiten, Liegezeiten), Qualitätseffekte (Fehlerquote, Kompetenz, Missverständnisse), Flexibilitätseffekte (Erreichbarkeit), Humansituation (Motivation)</li> <li>• Welche Effekte ergeben sich auf der Leistungsprozessebene durch die verteilte Entwicklung: prozessbezogene Kosteneffekte (Infrastruktur, Software, Meetings, Zölle), prozessbezogene Zeiteffekte (Bearbeitungszeiten, Änderungszeiten, Reaktionszeiten), prozessbezogene Qualitätseffekte (Termintreue, Datensicherheit, Zuverlässigkeit), Flexibilitätseffekte (Einsatz der Mitarbeiter, Zeitflexibilität), Humansituation (Qualität der Kooperation)</li> <li>• Welche Effekte ergeben sich auf der Ebene der Gesamtorganisation durch die verteilte Entwicklung: Kosteneffekte (Standardisierung des Informationsaustauschs, Sicherheit und Unabhängigkeit, Datenschutz, Währungsrisiko), Zeiteffekte (Time to Market, Innovationen), Qualitätseffekte (Informationsabstimmung mit Partnern), Flexibilitätseffekte (Standortstruktur), Humansituation (Spezialisierung, Kommunikation)</li> <li>• Welche Effekte ergeben sich auf der Ebene von Markt &amp; Gesellschaft durch die verteilte Entwicklung: Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit, Erschließung neuer Märkte, Kundenorientierung, Innovationsfähigkeit, Kooperationsfähigkeit, Internationalisierung</li> </ul> </li> <li>• Strukturierte Dokumentation der Analyse. Bewertung wo möglich, geschätzt monetär, ansonsten gewichtet mit positiven und negativen Punkten, bezogen auf das Gesamtergebnis.</li> <li>• Bei der endgültigen Bewertung sollten sowohl die Betrachtung der konkreten Aufgabenstellung, als auch die Analyse der allgemeinen Effekte der verteilten Entwicklung berücksichtigt werden.</li> </ul>
--

<p><b>Hinweise:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht in jedem Fall wird es erforderlich sein eine Analyse bis hin zur Ebene von Markt und Gesellschaft durchzuführen. Für ein kleines verteiltes Entwicklungsprojekt wird eine Analyse der Arbeitsplatz- und der Leistungsprozessebene hinreichende Aussagen liefern. Verteilte Entwicklung in großem Stil hat allerdings Auswirkungen bis zur Ebene der Gesamtorganisation und Markt &amp; Gesellschaft. Diese sollten bei der Bewertung dann auch berücksichtigt werden.</li> </ul>
---

**Literatur:** Reichwald, R.; Möslin, K.; Sachenbacher, H.; Engelberger, H.: Telekooperation: Verteilte Arbeits- und Organisationsformen. Berlin: Springer 2000.

**Unterlagen:** XXX

**Schlagwörter:** Vorbereitungsphase, Situation, Nutzen, Aufwand, Kosten  
Wie kann ich zusätzlichen Nutzen und Aufwand durch verteilte Entwicklung abschätzen?



## Erstellen eines Geheimhaltungskonzepts

<p><b>Situation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planung eines verteilten Entwicklungsprozesses, der die Kommunikation vertraulicher Daten vorsieht</li> <li>• Ein Konzept für den verteilten Entwicklungsprozess sollte vorhanden sein (Siehe Leitfaden „Konzipieren verteilter Entwicklungsprozesse“)</li> </ul>	<p><b>Zielsetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellen eines Konzepts für den Schutz vertraulicher Daten</li> <li>• Vermeidung von Produktpiraterie von Wettbewerbern und Partnern</li> </ul>
<p><b>Vorgehen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Festlegen welche Daten bzw. Datenklassen als vertraulich zu behandeln sind und wie hoch der strategische Wert dieses Wissens ist.</li> <li>• Auf Basis des Konzepts des verteilten Entwicklungsprozesses feststellen, in welchen Prozessschritten vertrauliche Daten an Partner übermittelt werden.</li> <li>• Feststellen ob sich die Übermittlung der Daten verhindern (Ändern des Prozesses) bzw. einschränken lässt:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipulieren der Daten. Entfernen kritischer Informationen. Schwärzen kritischer Passagen.</li> <li>• Überprüfen, ob nur die Daten übermittelt werden, die unbedingt notwendig sind.</li> </ul> </li> <li>• Feststellen ob es möglich ist kritisches Know-How so an unterschiedliche Partner aufzuteilen, dass keiner der Partner alleine die Informationen in schadhafter Weise weiterverwerten kann.</li> <li>• Feststellen inwieweit sich die Daten beim Partner schützen lassen:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Juristische Schutzvereinbarungen, Geheimhaltungsvereinbarungen, Patentanmeldungen</li> <li>• Stellungnahme des Partners zu Maßnahmen zum Schutz kritischer Informationen</li> <li>• Wie hoch ist die Mitarbeiterfluktuation? Inwieweit unterliegen diese der Geheimhaltung?</li> <li>• Beachten, dass sich nicht alle Vereinbarungen auch in der Praxis durchsetzen lassen</li> </ul> </li> <li>• Sicherstellen, dass die Daten bei der Übermittlung nicht abgefangen werden können:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschlüsseln der Daten bzw. der Datenübertragung</li> </ul> </li> <li>• Sicherstellen, dass eine eventuelle gemeinsame Datenverwaltung den Schutz kritischer Informationen gewährleistet:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Restriktive Handhabung und Überprüfung von Zugriffsrechten.</li> </ul> </li> <li>• Schulungen und weitere Maßnahmen um bei den Mitarbeitern ein Bewusstsein für den Umgang mit kritischen Informationen zu schaffen.</li> <li>• Eindeutiges Kennzeichnen kritischer Informationen.</li> </ul>	
<p><b>Hinweise:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die beteiligten Personen sollten sich bewusst sein, dass in vielen Kulturkreisen das Verständnis von „Schutz des geistigen Eigentums“ und „Patentwesen“ vom mitteleuropäischen Verständnis mitunter stark abweicht und hier erhöhte Aufmerksamkeit geboten ist. Allerdings wird eine verteilte Entwicklung meist einen Kompromiss bei der Geheimhaltung erfordern, da Geheimhaltung an sich immer die Kooperation zu einem gewissen Maß behindert.</li> </ul>	

**Literatur:** Wildemann, H.; Ann, C.; Broy, M.; Günthner, W. A.; Lindemann, U.: Plagiatschutz, Handlungsspielräume der produzierenden Industrie gegen Produktpiraterie. München: TCW 2007

**Unterlagen:** XXX

**Schlagwörter:** Vorbereitungsphase, Situation, Geheimhaltung, Produktpiraterie  
Wie kann ich die Geheimhaltung kritischer Informationen sicherstellen?

## 8.1.2 Phase II (Einführung)



Die Einführungsphase beinhaltet neben der Analyse auch das Festlegen von organisatorischen und rechtlichen Fragestellungen die zum Start des Projekts erforderlich sind, sowie den eigentlichen Projektstart (Kick-Off Treffen etc.).



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schaffen einer Vertrauensbasis</li> <li>• Durchführen eines Kick-Off Meetings</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Festlegen und Kommunizieren der Entwicklungsmethoden und -richtlinien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführen der Kommunikationsinfrastruktur</li> <li>• Einführen der Datenverwaltung</li> </ul>
---	---	--



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detaillieren des Entwicklungsprozesses</li> <li>• Einführen des Entwicklungsprozesses</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abschluss eines Projektvertrags</li> </ul>
---	---



## Schaffen einer Vertrauensbasis

### Situation:

- Aufbau eines neuen Teams für ein verteiltes Entwicklungsprojekt in dem sich einige der Partner nicht gut kennen.
- Die für das Entwicklungsprojekt vorgesehenen Personen sollten bekannt sein (Siehe Leitfaden „Zusammenstellen eines Teams“)

### Zielsetzung:

- Auswählen von Maßnahmen, die die Vertrauensbildung unterstützen
- Schaffen einer Vertrauensbasis unter den Kooperationspartnern als Grundlage einer erfolgreichen Zusammenarbeit

### Vorgehen:

- Ermitteln des Bedarfs an vertrauensbildenden Maßnahmen:
  - Kennen sich die Mitarbeiter bereits?
  - Gleicher oder unterschiedlicher Kulturkreis?
  - Enge Kooperation oder Auslagern klar definierter Teilaufgaben im Sinne von Dienstleistungen?
- Gezieltes Durchführen unterschiedlicher Maßnahmen, die der persönlichen Vertrauensbildung der beteiligten Mitarbeiter dienen. Mögliche Maßnahmen sind dabei:
  - Veranstalten eines Kick-Off Meetings mit dem Schwerpunkt persönliches Kennen lernen (siehe Leitfaden „Durchführen eines Kick-Off Meetings“)
  - Veranstalten von Kennenlernetreffen und Teamentwicklungsworkshops (ev. mit professionellen Trainern) gemeinsam an einem Ort
  - Gezieltes Nutzen von situationsbedingten Treffen zum persönlichen Kennen lernen
  - Durchführen von Austauschprogrammen
  - Gezielter Einsatz von Kommunikationsmedien, die die Distanz reduzieren (z. B. Videokonferenz)
  - Erarbeiten einer Kontaktliste um schnelle Kommunikation zu unterstützen
  - Bewusstes Erarbeiten des Kommunikationsbedarfs, Erkennen zwischen welchen Personen Kommunikation notwendig ist
- Den Mitarbeitern bewusst machen, dass Vertrauen in der verteilten Entwicklung vor allem durch Zuverlässigkeit, Fachkompetenz, Vorhersehbarkeit, eine gute Qualität der Kommunikation und Ehrlichkeit initial gebildet wird und nur durch Interaktion und Konversation entstehen kann.

### Hinweise:

- Eine belastbare Vertrauensbasis ist für eine funktionierende Kooperation innerhalb eines verteilten Entwicklungsprojekts unverzichtbar. Die Bedeutung der Vertrauensbildung sollte gerade zu Beginn eines Projekts nicht unterschätzt werden. Frühe Investitionen in diesem Bereich zahlen sich oft durch eine produktivere Kooperation wieder aus.

**Literatur:** Büssing, Morenz: Untersuchung der Vertrauensbildung in telekooperativen Geschäftsbeziehungen, Führung und Organisation 2004

**Unterlagen:** XXX

**Schlagwörter:** Einführungsphase, Mensch, Wie kann ich eine Vertrauensbasis schaffen?



## Durchführen eines Kick-Off Meetings

<p><b>Situation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstes gemeinsames Treffen der am Projekt beteiligten Mitarbeiter zu Beginn eines verteilten Entwicklungsprojekts</li> </ul>	<p><b>Zielsetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorbereiten und Durchführen eines erfolgreichen Kick-Off Meetings zum Projektstart</li> </ul>
<p><b>Vorgehen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Festlegen eines Termins, an dem alle am Projekt beteiligten Mitarbeiter teilnehmen können.</li> <li>• Bestimmen eines Moderators, der durch die Agenda führt. Z. B. der Teamleiter</li> <li>• Erarbeiten einer Agenda:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Vordergrund sollten vertrauensbildende Maßnahmen stehen. Detailliertes Vorstellen der beteiligten Mitarbeiter (evt. auch persönlicher Aspekte anhand von vorgefertigten Fragen, Vorstellungsübungen, Partnervorstellungen etc.). Bei verteilten Kick-Off Meetings bedarf dieser Punkt besonderer Vorbereitung, da sich natürliche Gespräche über eine Videokonferenzanlage kaum entwickeln und explizit unterstützt werden müssen.</li> <li>• Vorstellen der Ziele und Erwartungen aller Mitarbeiter. Moderierter gemeinsamer Zielfindungsprozess aller Beteiligten zur Definition der Teamziele. Bewusstmachen gemeinsamer Zielsetzungen.</li> <li>• Organisatorische Punkte können in einer zweiten Hälfte des Kick-Off Meetings geklärt werden. Dazu zählen z. B.: Vereinbaren von Regelterminen, Erstellen von Ressourcenkatalogen (wer macht was und wo?), Erstellen einer Kontaktliste etc.</li> <li>• Produktives Arbeiten am Projekt sollte im Kick-Off, insbesondere wenn es verteilt ist, vermieden werden.</li> </ul> </li> <li>• Durchführen des Kick-Off Meetings:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherstellen optimaler Randbedingungen: Störungsfreier und ruhiger Raum, ausreichend Material, funktionierende Technik, evt. Getränke, ausreichend Zeit</li> <li>• Bei verteilten Kick-Off Meetings: Videokonferenzanlage (Telefonkonferenz ist für Kick-Off Meetings nur schlecht geeignet), Testen der Videokonferenzanlage und aller benötigten Funktionen in ausreichendem Abstand vor dem Meeting!!! Bewusster Umgang mit den technischen Tücken einer Videokonferenz: Lautes und deutliches Sprechen, sehr große Namensschilder, Verwenden der Zoomfunktion bei längeren Wortbeiträgen, kein Rascheln am Mikro etc. Der Moderator, oder mindestens eine der anwesenden Personen sollte über Erfahrungen mit Videokonferenzen verfügen.</li> </ul> </li> <li>• Versenden des Protokolls an alle beteiligten Mitarbeiter im Anschluss an das Kick-Off Treffen</li> </ul>	
<p><b>Hinweise:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die hier vorgeschlagene Vorgehensweise sollte insbesondere bei verteilten Kick-Off Meetings, die über Videokonferenz stattfinden, berücksichtigt werden. Persönliche Kick-Off Meetings sind weniger kritisch und können eher auch spontan abgehalten werden, wobei eine gute Vorbereitung nie schadet. Es gibt keine zweite Chance für einen ersten Eindruck!</li> <li>• Gerade bei der verteilten Entwicklung wird im Kick-Off Treffen eine wichtige Basis für die Vertrauensbildung gelegt. Insofern sollten vertrauensbildende Maßnahmen im Vordergrund stehen.</li> </ul>	

- Literatur:** Herbst, D. (2000): Entwicklung eines Modells zur Einführung von Telekooperation in der verteilten Produktentwicklung. Aachen: Shaker 2000. S. 141ff.
- Unterlagen:** XXX
- Schlagwörter:** Einführungsphase, Mensch, Kick-Off, Videokonferenz, Wie kann ich ein Kick-Off Treffen durchführen?



## ***Festlegen und Kommunizieren der Entwicklungsmethoden und -richtlinien***

<p><b>Situation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektstart eines verteilten Entwicklungsprojekts bei dem die Entwicklungsmethoden und -richtlinien noch nicht verbindlich festgelegt sind</li> <li>• Dokumentierter Handlungsbedarf laut Leitfaden „Untersuchen der Entwicklungsmethoden und -richtlinien von potenziellen Partnern“</li> </ul>	<p><b>Zielsetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbindliches Festlegen der Entwicklungsmethoden und -richtlinien (Entwicklungsrichtlinien, Konstruktionsrichtlinien, PDM-Richtlinien, Methoden) der Projektpartner</li> <li>• Umsetzen des im Leitfaden „Untersuchen der Entwicklungsmethoden und -richtlinien von potenziellen Partnern“ ermittelten Handlungsbedarfes</li> </ul>
<p><b>Vorgehen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbindliches Festlegen der folgenden Entwicklungsmethoden und -richtlinien für alle Partner (je nach Notwendigkeit im konkreten Projekt):</li> <li>• Festlegen der Entwicklungsrichtlinien der beteiligten Partner:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwendung von Kaufteilen, Gleichteilen, Wiederholteilen, gültige und verwendete Normen und Gesetze, Firmeninterne Richtlinien, DFX, verwendete Software etc.</li> </ul> </li> <li>• Festlegen der Konstruktionsrichtlinien der beteiligten Partner:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwendetes CAD-System, Richtlinien für das CAD-Konstruieren (Bauteilbenennung, Feature-Verwendung, Mindestradien, Baugruppen, Verwendung von Parametern, Aufbaustruktur von parametrischen CAD-Modellen etc.)</li> </ul> </li> <li>• Festlegen der PDM-Richtlinien der beteiligten Partner:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwendetes PDM-System, Richtlinien für Bauteilbenennung, Anlegen von Bauteilen, Verwalten und Ändern von Bauteilen</li> </ul> </li> <li>• Festlegen der Methoden potenzieller Partner:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bekanntheit von Methoden, Durchführungsrichtlinien für Methoden (z. B.: Anforderungsliste, QFD, FMEA), Vorschrift von Methoden (z. B. zur Qualitätssicherung)</li> </ul> </li> <li>• Anstreben gemeinsamer, identische Entwicklungsmethoden und -richtlinien. Berücksichtigen des Aufwands für die Umsetzung (Kosten für Schulungen, Software, Know-How Transfer, Einarbeitungsaufwand, Nacharbeit, etc). Es ist eventuell erforderlich Kompromisse einzugehen.</li> <li>• In jedem Fall muss bei unterschiedlichen Entwicklungsmethoden und -richtlinien ein gegenseitiges Verständnis und Wissen um die jeweiligen Praktiken geschaffen werden. Daneben sollten Workarounds erarbeitet werden (z. B. bei unterschiedlichen PDM-Systemen).</li> <li>• Dokumentieren der festgelegten Entwicklungsmethoden und -richtlinien, festgestellten Abweichungen und vorgeschlagenen Workarounds. Verbindliche Bestätigung dieser Dokumente durch die Partner.</li> <li>• Weiterleiten dieser Unterlagen und Richtlinien an die beteiligten Mitarbeiter</li> </ul>	
<p><b>Hinweise:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Bearbeiten von Entwicklungsaufgaben mit Entwicklungsmethoden und -richtlinien, die nicht den Mindestanforderungen entsprechen, oder nicht kompatibel sind kann Nacharbeit in erheblichem Ausmaß erfordern. Neben Terminproblemen können die daraus entstehenden Mehrkosten ein eventuelles Einsparpotential komplett aufheben.</li> </ul>	

**Literatur:** Lindemann, U.: Methodische Entwicklung technischer Produkte – Methoden flexibel und situationsgerecht anwenden. Springer, 2 bearbeitete Auflage, 2007.  
 Ehrlenspiel, K.: Integrierte Produktentwicklung, Denkabläufe Methodeneinsatz Zusammenarbeit, Carl Hanser Verlag, 3. überarbeitete Auflage, 2007.

**Unterlagen:** XXX

**Schlagwörter:** Einführungsphase, Methoden, Festlegen, Entwicklungsrichtlinien, Konstruktionsrichtlinien  
 Wie kann ich Entwicklungsmethoden und -richtlinien festlegen?

## Einführen der Kommunikationsinfrastruktur



### Situation:

- Projektstart eines verteilten Entwicklungsprojekts bei dem die Kommunikationsinfrastruktur noch nicht festgelegt sind
- Dokumentierte Anforderungen laut Leitfaden „Untersuchen der Kommunikationsanforderungen und Werkzeuge“

### Zielsetzung:

- Festlegen einer für das Projekt sinnvollen Kommunikationsinfrastruktur (Hardware, Software und Zugang zur Kommunikationsinfrastruktur) und Schulen dieser Infrastruktur

### Vorgehen:

- Festlegen von Kommunikationswerkzeugen (Hardware und Software)
  - Basis sind die Anforderungsliste und die vorhandenen Kommunikationsmedien
  - Es ist unbedingt auf eine Kompatibilität der Kommunikationswerkzeuge der einzelnen Partner zu achten!
  - Für jedes einzelne Kommunikationswerkzeug ist zu prüfen, ob der Nutzen für alle Beteiligten größer ist als der zusätzliche Aufwand zur Nutzung
  - Kommunikationswerkzeuge oder Teilfunktionen, die dieses Kriterium nicht erfüllen sind zu deaktivieren
  - Generell gilt, Kommunikationswerkzeuge sollten so einfach wie möglich sein: Intuitive Bedienung, nur wichtige Funktionalitäten sollten verfügbar sein, zuverlässiger Betrieb
  - Eine neue Kommunikationsinfrastruktur sollte vorzugsweise erst einmal intern getestet werden, bevor sie in einem verteilten Projekt zum Einsatz kommt
  - Berücksichtigen der zu erwartenden Kosten
- Festlegen welche Mitarbeiter welchen Zugang zu Kommunikationsmedien haben. Kommunikationsmedien können prinzipiell Sicherheitslücken darstellen!
- Schaffen zeitlicher Überschneidungsbereiche zur Kommunikation, insbesondere wenn in verschiedenen Zeitzonen gearbeitet wird.
- Festlegen gemeinsamer Begrifflichkeiten (Terminologiehandbuch erarbeiten, evt. mehrsprachig)
- Einigung auf eine Projektsprache in der auch alle Dokumente abgefasst werden
- Schulen der Kommunikationsmedien
  - Erstellen von Richtlinien zur Verwendung: Wann ist der Gebrauch eines Mediums sinnvoll?
  - Erstellen von Bedienungsanleitungen für den Einsatz an Kommunikationswerkzeugen, wie sind die Medien zu bedienen?
  - Erstellen von Konventionen zur Kommunikation: Wie ist die Kommunikation mit einzelnen Medien durchzuführen? (Zur Vermeidung von Missbrauch, z.B einer E-Mail Flut)
  - Vorgehen: Schulen einer Gruppe von Lead-Usern, Einholen von Feedback, Anpassen der Schulung, Schulen von allen Beteiligten.
- Erstellen einer Kommunikationslandkarte: Zu welchen Zeiten sind welche Mitarbeiter mit welchen Medien erreichbar?

### Hinweise:

- Die am Projekt beteiligten Personen möchten sich auf ihre Arbeit konzentrieren, nicht auf die Bedienung von komplizierten und unzuverlässigen Kommunikationsmedien.
- Kommunikationsmedien, die mehr Aufwand als Nutzen verursachen, führen zu Frust und werden schließlich nicht mehr genutzt. Dies kann zu einer ablehnenden Haltung gegenüber dem gesamten Projekt führen.

**Literatur:** Schwabe, G.; Streitz, N.; Unland, R.: CSCW-Kompendium. Lehr- und Handbuch zum computergestützten kooperativen Arbeiten. Berlin: Springer 2001

**Unterlagen:** XXX

**Schlagwörter:** Einführungsphase, Werkzeuge, Kommunikationsinfrastruktur, Medien, Wie kann ich eine Kommunikationsinfrastruktur einführen?



## Einführen der Datenverwaltung

### Situation:

- Projektstart eines verteilten Entwicklungsprojekts bei dem die Datenverwaltung noch nicht festgelegt ist
- Dokumentierte Anforderungen laut Leitfaden „Untersuchen der Datenverwaltung und -Infrastruktur“

### Zielsetzung:

- Festlegen einer für das Projekt sinnvollen Datenverwaltung (PDM- bzw. Datenverwaltungssystem, Verteilung von Zugriffsrechten, Festlegen der Administration) und Schulen dieser Infrastruktur

### Vorgehen:

- Festlegen der Datenverwaltung:
  - Basis sind die Anforderungsliste und die vorhandene Datenverwaltung
  - Der im Leitfaden „Untersuchen der Datenverwaltung und -Infrastruktur“ ermittelte Bedarf an Ergänzungen sollte berücksichtigt werden
  - Es ist unbedingt auf eine Kompatibilität der Datenverwaltung der einzelnen Partner zu achten! Am Projekt beteiligte Partner müssen Zugriff auf für sie relevanten Daten haben
  - Für im Einsatz befindliche inkompatible PDM-Systeme müssen evt. Schnittstellen geschaffen werden, alternativ sind „Work-Around“-Prozesse zu definieren
  - Einführung von Werkzeugen, die gezielt die gemeinsame Datenverwaltung erleichtern. Gemeinsame PDM-, Workflow-, Groupware-Systeme
  - Berücksichtigen von eventuellen Änderungsprozessen und der Datenkonsistenz
  - Berücksichtigen der zu erwartenden Kosten
  - Berücksichtigen der anderen beteiligten Projektpartner. Die Festlegung sollte auf allgemeinem Einverständnis beruhen
- Testen der festgelegten Datenverwaltung vor dem produktivem Einsatz
- Sicherstellen, dass die jeweiligen Projektmitglieder und Partner nur auf die Daten zugreifen können, für die sie autorisiert sind (technische Realisierung der Datensicherheit prüfen)
- Dokumentation verworfener Produktvarianten und alter Dokumente ermöglichen
- Archivieren von Protokollen und alten Varianten
- Festlegen von DV-Schnittstellen, Verwendung evt. neutraler Formate (Iges, Step etc.)
- Festlegen gemeinsamer Software (Versionen) und Werkzeuge soweit möglich
- Schulen der Datenverwaltung
  - Erstellen von Richtlinien zur Verwendung: Wie ist mit der Datenverwaltung umzugehen, wie wird die Konsistenz und Versionisierung sichergestellt, wie werden Änderungen durchgeführt?
  - Erstellen von Bedienungsanleitungen für das Arbeiten mit der Datenverwaltung
  - Vorgehen: Schulen einer Gruppe von Lead-Usern, Einholen von Feedback, Anpassen der Schulung, Schulen von allen Beteiligten.

### Hinweise:

- Die Durchführung verteilter Entwicklungsprozesse setzt eine wie auch immer geartete Datenverwaltung zwingend voraus. Bei sehr kleinen Projekten können sehr einfache Lösungen, wie das Nutzen eines gemeinsamen Datenservers mit einer Ordnerstruktur und das Einpflegen in ein firmeneigenes PDM-System nach Projektende, ausreichend sein. Bei größeren und längerfristigen Kooperationen sind eventuell aufwendigere PDM-Lösungen erforderlich.

**Literatur:** Gausemeier, J.; Hahn, A.; Kespohl, H.D.; Seifert, L. (2006): Vernetzte Produktentwicklung – Der erfolgreiche Weg zum Global Engineering Networking. München: Carl Hanser, 2006.

**Unterlagen:** XXX

**Schlagwörter:** Einführungsphase, Werkzeuge, Datenverwaltung, Festlegen, Einführen, Schulen, PDM  
Wie kann ich eine Datenverwaltung einführen?

## Detaillieren des verteilten Entwicklungsprozesses

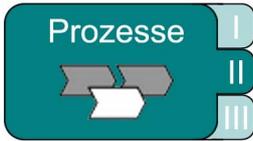


<p><b>Situation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektstart eines verteilten Entwicklungsprojekts, bei dem der Entwicklungsprozess noch nicht detailliert festgelegt ist</li> <li>• Konzept eines verteilten Entwicklungsprozesses laut Leitfaden „Konzipieren verteilter Entwicklungsprozesse“</li> </ul>	<p><b>Zielsetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Festlegen eines detaillierten verteilten Entwicklungsprozesses</li> <li>• Abbilden dieses Prozesses</li> </ul>
<p><b>Vorgehen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basis ist das dokumentierte Konzept eines verteilten Entwicklungsprozesses in Anlehnung an den Leitfaden „Konzipieren verteilter Entwicklungsprozesse“</li> <li>• Detaillieren des Konzepts des Entwicklungsprozesses hinsichtlich Informationen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Festlegen von Informationsschnittstellen und Informationsmeilensteinen</li> <li>• Festlegen wie unfertige Informationen zur Verfügung gestellt werden um den Arbeitsfortgang zu gewährleisten</li> <li>• Entwickeln einer Strategie zum Umgang mit unscharfen Informationen, z. B. Festlegen einer bewussten Kennzeichnung unscharfer Informationen, Entwickeln von Definitionen und Checklisten für die Vollständigkeit von Informationen</li> </ul> </li> <li>• Berücksichtigen der Verschiedenheit der Organisations- und Unternehmenskultur</li> <li>• Detaillieren des Konzepts hinsichtlich Änderungen (Schaffen eines transparenten Änderungsmanagements): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transparente und aktuelle Dokumentation von Änderungen an Produkt und Prozess</li> <li>• Darlegen der Auswirkungen Produkt: Bauteile, Personen, Termine</li> <li>• Darlegen der Auswirkungen Prozess: Bauteile, Personen, Termine</li> <li>• Sicherstellen der Datenkonsistenz</li> </ul> </li> <li>• Minimierung der Übertragung von kritischen Informationen, überprüfen ob Vertraulichkeit von kritischen Informationen ausreichend gewährleistet ist</li> <li>• Schaffen einer Feedback Möglichkeit (Hinweise auf mögliche Fehler...)</li> <li>• Modellieren der Prozessabläufe (basierend auf Konzept, Prozessanalyse oder Szenario) evt. unterstützt mit Werkzeugen ARIS, etc. Darstellen von Prozessschritten und Änderungsprozessen</li> <li>• Dokumentieren des detaillierten Prozesses (inkl. Historie, Anmerkungen und Begründungen) in Absprache mit allen Projektpartnern</li> <li>• Einführen des Prozesses laut Leitfaden „Einführen des Entwicklungsprozesses“</li> </ul>	
<p><b>Hinweise:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerade bei verteilten Prozessen sollte Wert auf eine eindeutige Prozessdokumentation gelegt werden, da die Gefahr von Missverständnissen bezüglich des aktuellen Standes, der aktuellen Daten und der wichtigsten nächsten Schritte sehr hoch ist. Besonders kritisch sind in diesem Zusammenhang Änderungsprozesse, die die Gefahr beinhalten, dass ein Teil der Partner die Änderungen nicht umsetzt.</li> </ul>	

**Literatur:** Lindemann, U.; Pulm, U.; Stetter, R.: "Effective Strategies for Distributed Product Development", In: Ehrig, H.; Krämer, B. J.; Ertas, A. (Eds.): Proceedings of the Sixth Biennial World Conference on Integrated Design and Process Technology (IDPT-2002), Pasadena, CA (USA), 23.-28.06.2002. Pasadena, CA(USA): Society for Design and Process Science 2002.

**Unterlagen:** XXX

**Schlagwörter:** Einführungsphase, Prozesse, Entwicklungsprozess, Änderungsprozesse, Informationsprozesse  
Wie kann ich einen Entwicklungsprozess detailliert festlegen?



## *Einführen des verteilten Entwicklungsprozesses*

<p><b>Situation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Start eines verteilten Entwicklungsprojekts, bei dem Meilensteine und Verantwortlichkeiten noch nicht verbindlich festgelegt sind</li> <li>• Dokumentierter Entwicklungsprozess laut Leitfaden „Detaillieren des Entwicklungsprozesses“</li> </ul>	<p><b>Zielsetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführen des verteilten Entwicklungsprozesses</li> <li>• Festlegen von Meilensteinen und Verantwortlichkeiten</li> </ul>
--	---

<p><b>Vorgehen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Festlegen der Verantwortungsbereiche und der jeweiligen Verantwortlichen             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Festlegen von Schnittstellen: Technische Schnittstellen, DV-Schnittstellen, organisatorische Schnittstellen</li> <li>• Erarbeiten von Verantwortungsbereichen anhand der Schnittstellen</li> <li>• Entscheidungsfähigkeit der verschiedenen Hierarchieebenen berücksichtigen</li> <li>• Offenlegen der Entscheidungsträger (Liste)</li> <li>• Festlegen der Verantwortlichen und Freigabe durch alle Projektpartner</li> </ul> </li> <li>• Festlegen der zeitlichen Planung und Meilensteine             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Terminverzug einkalkulieren (technische, organisatorische, kulturelle etc. Probleme)</li> <li>• Durchführen einer gemeinsamen Projektplanung mit allen Verantwortlichen</li> </ul> </li> <li>• Entwickeln einer allgemein verfügbaren Statusliste für den Prozess, wo befinden wir uns? Was sind die nächsten Schritte? Was ist dringend?</li> <li>• Erstellen einer prozessbezogenen Ansprechpartnerliste, wer ist wo eingebunden, wer muss wann informiert werden, wer ist zuständig, wer hat welches Know How?</li> <li>• Festlegen und Dokumentieren von organisatorischen Randbedingungen (Ansprechpartner, Kommunikationsprozesse, Meetings etc.)</li> <li>• Erläutern bzw. Schulen des Prozesses für alle Beteiligten anhand einer eindeutigen Dokumentation von Entwicklungsprozess, Zeitplan und organisatorischen Randbedingungen</li> </ul>
---

<p><b>Hinweise:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei verteilten Prozessen ist die Bedeutung klarer Verantwortungsbereiche und einer für alle transparenten Zeit- und Aufgabenplanung sehr hoch. Unklare Verantwortungsbereiche führen häufig dazu, dass sich keiner verantwortlich fühlt und die entsprechenden Arbeitspakete nicht erledigt werden. Im Gegensatz zu nicht verteilten Prozessen ist es bei verteilten Prozessen durchaus möglich, dass diese Situation über lange Zeit nicht erkannt wird.</li> </ul>
---

**Literatur:** Mathee, U.: Produktentstehung im „Collaboration“-Netzwerk. Konstruktion, 4-2007 S. 64-66

**Unterlagen:** XXX

**Schlagwörter:** Einführungsphase, Prozesse, Verantwortungsbereiche, Meilensteine  
Wie kann ich einen verteilten Entwicklungsprozess einführen?



## Abschluss eines Projektvertrags

<p><b>Situation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verteiltes Entwicklungsprojekt, für das ein Projektvertrag erforderlich ist</li> <li>• Grundlage sind unter anderem die im Leitfaden „Einführen des verteilten Entwicklungsprozesses“ festgelegten Verantwortungsbereiche</li> </ul>	<p><b>Zielsetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Festlegen der Projektbedingungen, Ressourcen und Erfolgskriterien</li> <li>• (Juristische) Berücksichtigung der Interessen aller Beteiligten: Vergütung, Vertraulichkeit etc.</li> </ul>
--	--

<p><b>Vorgehen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einbinden von Fachleuten: Rechtsanwälte, Notare, Spezialisten für internationales Normwesen, Spezialisten für internationales Recht bzw. Recht im Land der Projektpartner, Kaufleute, Patentanwälte etc.</li> <li>• Dokumentieren der Aufgabenstellung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dokumentieren der einzubringenden Ressourcen aller Partner</li> <li>• Dokumentieren der Verantwortungsbereiche</li> <li>• Dokumentieren der Erfolgskriterien für die einzelnen Verantwortungsbereiche (Ergebnisse und Zeitraum)</li> <li>• Dokumentieren der Projektleitung</li> </ul> </li> <li>• Dokumentieren von Vertraulichkeitsvereinbarungen (von gemeinsam erarbeiteten Ergebnissen und von Know-How der einzelnen Projektpartner)</li> <li>• Dokumentieren zu welchen Bedingungen die im gemeinsamen Projekt erarbeiteten Ergebnisse von den einzelnen Projektpartnern genutzt werden dürfen</li> <li>• Dokumentieren der Vergütung bzw. finanziellen Leistung der einzelnen Partner</li> <li>• Überprüfen des Vertrags durch Fachleute</li> <li>• Unterzeichnen des Vertrags durch alle beteiligten Partner</li> </ul>
--

<p><b>Hinweise:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Für den Erfolg von verteilten Projekten ist es wichtig, dass klar geregelt ist zu welchen Bedingungen die Kooperation stattfindet. Insbesondere die Weiterverwertung gemeinsam erarbeiteter Ergebnisse muss geklärt sein. Auch sollten die beteiligten Mitarbeiter genau wissen, inwieweit sie firmeninternes Know-How in das gemeinsame Projekt einbringen können.</li> </ul>
---

**Literatur:** Malhotra, A.; Majchrzak, A.; Carman, R.; Lott, V. (2001): Radical Innovation Without Collocation: A Case Study at Boeing-Rocketdyne. MIS Quarterly 25 (2001) 2, S. 229-249.

**Unterlagen:** XXX

**Schlagwörter:** Einführungsphase, Situation, Projektvertrag, Bedingungen  
Wie kann ich einen Projektvertrag abschließen?



### 8.1.3 Phase III (Betrieb)



Die Grundlage für eine effektive Zusammenarbeit wurde bereits in der Vorbereitungs- und Einführungsphase geschaffen. Daher liegt der Schwerpunkt in der Betriebsphase auf der Überwachung der kooperativen Arbeiten und dem Sicherstellen der Qualität und der ständigen Verbesserung des verteilten Entwicklungsprozesses.



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufrechterhalten von Motivation und Vertrauensbasis</li> <li>• Optimieren der Kommunikation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimieren der Entwicklungsmethoden und -richtlinien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimieren der Kommunikationsinfrastruktur und Datenverwaltung</li> </ul>
---	--	--



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimieren der Prozesse und Verantwortlichkeiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überprüfen des Projekterfolgs und Optimieren der Kooperation</li> </ul>
--	--



## ***Aufrechterhalten von Motivation und Vertrauensbasis***

### **Situation:**

- Langfristig orientierte Kooperation, die eine vertrauensvolle Zusammenarbeit erfordert

### **Zielsetzung:**

- Auswählen von Maßnahmen die Vertrauensbildung und Motivation unterstützen
- Aufrechterhalten der Vertrauensbasis und Motivation der Kooperationspartner

### **Vorgehen:**

- Überprüfen von Motivation und Vertrauensbasis im Team, z. B. durch Mitarbeitergespräche, Einsatz von Vertrauenspersonen, Coaches etc.
- Einsatz von vertrauensbildenden Maßnahmen (siehe auch Leitfaden „Schaffen einer Vertrauensbasis“):
  - Durchführen von Austauschprogrammen
  - Werkzeuge einsetzen, welche die Distanz reduzieren, z. B. Videokonferenzen
  - Veranstalten von Kennenlernetreffen, Teamentwicklungsworkshops, gezielter Einsatz situationsbedingter Treffen auch zur Vertrauensbildung
  - Persönliche Treffen, Event-Veranstaltungen (Weihnachtsfeier etc.)
  - Erarbeiten einer Kontaktliste zur schnellen, informellen Kommunikation
  - Schaffen von Verständnis für unterschiedliche Organisations- und Unternehmenskultur von Partnern (z. B. durch Ausbildungsprogramme)
  - Gezielte Gruppenarbeit mit Partnern
- Einsatz von motivationsfördernden Maßnahmen:
  - Schaffen von finanziellen Anreizen
  - Schaffen von Anreizen über Dank, öffentliche Anerkennung, Lob
  - Schaffen von Anreizen über die Ausübung von Druck
  - Regelmäßiges Überprüfen der gemeinsamen Zielsetzungen
  - Berücksichtigung der Verschiedenheit der Organisations- und Unternehmenskultur
- Grundsätzliche Maßnahmen:
  - Verpflichten der Mitarbeiter auf regelmäßige Teilnahme an Teamsitzungen
  - Strukturieren der Besprechungen um Zielorientiertes Vorgehen zu gewährleisten
  - Schaffen eines Bewusstseins für das Gesamtsystem
  - Beachten der menschlichen Faktoren, Zurückstellen persönlicher Interessen
  - Schulen von Kommunikations- und Kulturkompetenz
  - Flexibilität in der Kontaktherstellung (nicht nur in der eigenen Firma).
  - Kontaktpflege sicherstellen (aktiver Informationsfluss, auf dem Laufenden halten) Zusenden von Protokollen etc., auch wenn Sie aus Prozesssicht nicht für alle Partner unbedingt notwendig sind

### **Hinweise:**

- Sowohl eine belastbare Vertrauensbasis, als auch die Motivation aller Mitarbeiter ist für eine langfristige erfolgreiche Kooperation unbedingt erforderlich. Gerade die Vertrauensbasis sollte dabei in regelmäßigen Abständen und in höherem Umfang als bei nicht verteilten Projekten durch aktive Maßnahmen gefördert werden.
- Bei der Förderung von Motivation ist zu beachten, dass die Auslagerung von Aktivitäten im Rahmen von verteilten Projekten häufig mit der Angst vor dem Verlust des eigenen Arbeitsplatzes verbunden ist. Dies ist keine Motivation für eine erfolgreiche Kooperation.

**Literatur:** Wagner, R.: Mythos Kooperation – vom schwierigen Umgang mit Kooperationen in der Automobilindustrie. In: Kooperation und Arbeit in vernetzten Welten, Stuttgart: Ergonomia 2003.

**Unterlagen:** XXX

**Schlagwörter:** Betriebsphase, Mensch, Vertrauensbasis, Motivation  
Wie kann ich Motivation und Vertrauensbasis aufrechterhalten?



## Optimieren der Kommunikation

<p><b>Situation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Langfristig orientierte Zusammenarbeit, die eine intensive Kommunikation erfordert.</li> </ul>	<p><b>Zielsetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Untersuchen und Optimieren der Kommunikation zwischen den Teammitgliedern</li> <li>Auswählen von Maßnahmen, die die Kommunikation unterstützen / verbessern</li> </ul>
--	--

<p><b>Vorgehen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aufdecken von Optimierungspotential hinsichtlich der Kommunikation, z. B. durch Mitarbeitergespräche, Kommunikationsanalysen, Gespräche mit Coaches etc.:             <ul style="list-style-type: none"> <li>Wann werden Informationen verteilt? An wen? Welche Information? Mit welchen Mitteln?</li> <li>Abgleich von Bedarf und Iststand, in welchen Fällen sind wichtige Informationen nicht weitergeleitet worden?</li> </ul> </li> <li>Klassifizieren von Optimierungspotential nach: Kommunikationsprozess, Kommunikationswerkzeuge und Motivation/Vertrauen und Ableiten von entsprechenden Maßnahmen</li> <li>Kommunikationsprozess:             <ul style="list-style-type: none"> <li>Aktives Informationsmanagement, z. B. Klassifizieren und Kennzeichnen von Nachrichten bei der Gefahr einer Informationsflut</li> <li>Erstellen einer grafischen Kommunikationslandkarte. Wer muss/sollte mit welchen Leuten über welche Themen Reden?</li> <li>Informationsverteilung forcieren, Regeln aufstellen welche Arten von Informationen an welche Mitarbeiter mindestens weitergeleitet werden sollen.</li> <li>Ansatz bei Zeitverschiebung: Verlegen der Arbeitszeiten für einfachere Kontaktaufnahme, Kontaktaufnahme unter Privatadresse, zeittolerante Werkzeuge einsetzen (E-Mail, Fax,)</li> </ul> </li> <li>Kommunikationswerkzeuge:             <ul style="list-style-type: none"> <li>Siehe Leitfaden „Optimieren der Kommunikationsinfrastruktur und Datenverwaltung“</li> </ul> </li> <li>Motivation/Vertrauen:             <ul style="list-style-type: none"> <li>Siehe Leitfaden „Aufrechterhalten von Motivation und Vertrauensbasis“</li> </ul> </li> <li>Effizientes Planen und Durchführen von Meetings, sowohl in persönlichen Treffen und insbesondere in Video- und Computerkonferenzen:             <ul style="list-style-type: none"> <li>Vorher überlegen welches Ziel mit dem Meeting erreicht werden soll</li> <li>Festlegen der notwendigen Teilnehmer (möglichst nicht mehr als 10)</li> <li>Erstellen und Verteilen einer Agenda im Voraus</li> <li>Zielorientiertes Leiten des Meetings durch einen Moderator</li> <li>Erstellen und Verteilen eines Protokolls</li> </ul> </li> </ul>
---

<p><b>Hinweise:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundsätzlich gelten für die Kommunikation in verteilten Entwicklungsprojekten die gleichen Grundsätze wie für nicht verteilte Entwicklungsprojekte. Allerdings ist zu beachten, dass die Kommunikation in verteilten Teams weniger automatisch abläuft und mehr auf explizite Unterstützung angewiesen ist. Insbesondere informelle Kommunikation, deren Bedeutung nicht unterschätzt werden sollte, findet in verteilten Teams kaum statt, wenn sie nicht explizit unterstützt wird. Zusätzlich sind die Auswirkungen von schlechter Kommunikation in verteilten Teams sehr viel größer, da Missverständnisse oder fehlende Informationen oft erst sehr spät realisiert werden.</li> </ul>
---

**Literatur:** Luczak, H.; Eversheim, W.: Telekooperation – Industrielle Anwendungen in der Produktentwicklung, Berlin: Springer 1999 (S.93ff)

Jay, A.: How to run a meeting, Harvard Business review 54, 1976

**Unterlagen:** XXX

**Schlagwörter:** Betriebsphase, Mensch, Kommunikation, Wie kann ich die Kommunikation optimieren?



## Optimieren der Entwicklungsmethoden und -richtlinien

<p><b>Situation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Langfristig orientierte Zusammenarbeit, die hinsichtlich der Entwicklungsmethoden und -richtlinien optimiert werden soll.</li> <li>• Kenntnis der Entwicklungsmethoden und -richtlinien aller Projektpartner laut Leitfaden „Untersuchen der Entwicklungsmethoden und -richtlinien von potenziellen Projektpartnern“.</li> </ul>	<p><b>Zielsetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchen und Optimieren der Entwicklungsmethoden und -richtlinien der Partner im Projekt</li> <li>• Identifizieren von erfolgreichen Entwicklungsmethoden und -richtlinien und Defiziten</li> <li>• Unterstützen erfolgreicher Entwicklungsmethoden und -richtlinien und beheben der Defizite</li> </ul>
<p><b>Vorgehen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse der Anwendung der Entwicklungsrichtlinien, Konstruktionsrichtlinien, PDM-Richtlinien und Methoden im Projekt (laut Leitfaden „Untersuchen der Entwicklungsmethoden und -richtlinien“). Z. B. durch Befragungen:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie werden die festgelegten Richtlinien bei den beteiligten Partnern eingehalten?</li> <li>• Welche Richtlinien/Methoden werden nicht eingehalten?</li> <li>• Welche Auswirkungen hat das Nichteinhalten auf Kommunikation, Menge der Nacharbeit, Einhalten der Zeitplanung?</li> <li>• Dokumentieren der hier herrschenden Defizite bezüglich der nicht eingehaltenen Richtlinien/Methoden und den daraus resultierenden Problemen</li> <li>• Welche Richtlinien/Methoden werden (teilweise) eingehalten und erleichtern den verteilten Entwicklungsprozess?</li> <li>• Dokumentieren der eingehaltenen Richtlinien/Methoden, und ob Optimierungspotential hinsichtlich Häufigkeit und Art des Einsatzes besteht</li> </ul> </li> <li>• Suche nach Problemursachen und Erfolgsfaktoren             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Warum werden Richtlinien/Methoden nicht angewandt? Sind sie nicht bekannt, sind die Anwender überfordert, sind sie nicht sinnvoll, erfordern sie viel Aufwand etc.</li> <li>• Warum werden Richtlinien/Methoden nicht optimal angewandt? Sind die Anwender nicht ausreichend geschult, passen sie nicht zur Situation etc.</li> <li>• Welche Richtlinien/Methoden sind erfolgreich? Lassen sich aus diesen Richtlinien Maßnahmen zur Optimierung weniger Erfolgreicher Richtlinien ableiten?</li> </ul> </li> <li>• Ableiten von Maßnahmen:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schulen der beteiligten Teammitglieder bezüglich ausgewählter Richtlinien/Methoden</li> <li>• Adaptieren von Richtlinien, so dass diese für das jeweilige Projekt und die Situation passen. Grundsatz: Möglichst wenig Aufwand, möglichst viel Nutzen</li> <li>• Streichen von nicht sinnvollen Richtlinien/Methoden</li> <li>• Durchsetzen, von Richtlinien/Methoden, deren Nichtanwendung Probleme verursacht, z. B. durch Druck.</li> </ul> </li> </ul>	
<p><b>Hinweise:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unzureichend festgelegte, oder nicht eingehaltene Entwicklungsmethoden und -richtlinien können nachträglichen Aufwand in erheblichem Maße verursachen. Bei der Bewertung der Entwicklungsmethoden und -richtlinien sollte man das Gesamtprojekt betrachten und in diesem Sinne ein Optimum suchen. Es ist durchaus möglich, dass das Nichteinhalten von vereinbarten Normen oder Praktiken einzelnen Projektpartnern weniger Aufwand und damit Vorteile beschert, das gesamte Projekt aber aufgrund der nachträglichen Arbeiten leidet.</li> </ul>	

**Literatur:** Lindemann, U.: Methodische Entwicklung technischer Produkte – Methoden flexibel und situationsgerecht anwenden. Springer, 2 bearbeitete Auflage, 2007.

**Unterlagen:** XXX

**Schlagwörter:** Betriebsphase, Methode, Entwicklungsmethoden und -richtlinien, Richtlinien, Wie kann ich Entwicklungsmethoden und -richtlinien im Projekt optimieren?

## Optimieren der Kommunikationsinfrastruktur und Datenverwaltung



### Situation:

- Langfristig orientierte Zusammenarbeit, die hinsichtlich Kommunikationsinfrastruktur und Datenverwaltung optimiert werden soll.
- Kommunikationsinfrastruktur und Datenverwaltung, die schon über einen längeren Zeitraum nicht mehr aktualisiert wurde.

### Zielsetzung:

- Aufrechterhalten und Optimieren der Kommunikationsinfrastruktur und Datenverwaltung
- Sicherstellen von Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit
- Überprüfen auf Optimierungspotential, Weiterentwicklungspotential, Bedarfsgerechte Anpassung

### Vorgehen:

- Analyse der Kommunikationsinfrastruktur (Gespräche mit Teammitgliedern)
  - Überprüfen der Nutzung, Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der Kommunikationsinfrastruktur. Werden die Kommunikationsmedien sinnvoll eingesetzt?
  - Identifizieren von Schwachstellen, Bedarf für Nachbesserungen
  - Überprüfen ob neue Kommunikationsmedien Vorteile schaffen können
- Analyse der Datenverwaltung (Gespräche mit Administratoren)
  - Überprüfen ob die Datensicherheit gewährleistet ist, insbesondere ob die geplanten Sicherheitskonzepte (Zugriffsrechte, minimaler Austausch und Verfügbarkeit kritischer Informationen) umgesetzt werden.
  - Überprüfen ob der Schutz vor unerlaubtem Zugriff aktuell gehalten wird (Firewalls, Betriebssysteme, Virens Scanner, Sicherheitsrichtlinien etc.). Auch bei den Partnern!
  - Ermitteln von Problemen mit der Datenverwaltung bei der Projektarbeit
- Dokumentieren von Defiziten, Problemen und deren Ursachen
- Optimieren und Weiterentwickeln der Kommunikationsinfrastruktur, wenn der Nutzen den Aufwand übersteigt.
- Nachbessern der Datenverwaltung, wenn Sicherheitsprobleme bestehen oder ein Zusatznutzen bei der Arbeit mit der Datenverwaltung zu erwarten ist.
- Sicherstellen der zukünftigen Zuverlässigkeit und Sicherheit von Kommunikationsinfrastruktur und Datenverwaltung, z. B. durch schriftliche Vereinbarungen mit den Partnern.
- Schulen der Kommunikationsinfrastruktur und Datenverwaltung für neue Teammitglieder bzw. für alle Teammitglieder bei Änderungen.
  - Wie funktionieren einzelne Kommunikationsmedien (technisch)?
  - Welche Regeln sind für die Kommunikation mit bestimmten Medien zu beachten?
  - Welche Kommunikationsmedien sind für welche Zwecke geeignet?
- Zur Verfügung stellen von Dokumentation und Schulungsmaterial für alle Teammitglieder. Evt. Einrichten eines Forums oder FAQ.

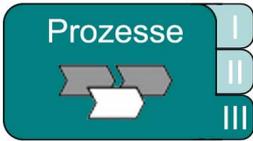
### Hinweise:

- Produkte für die Kommunikation werden zur Zeit in sehr kurzen Abständen auf den Markt gebracht. Ein Einsatz von neuen Produkten sollte aber sorgfältig abgewogen werden. Wenn keine wesentliche Verbesserung der Kommunikationssituation erreicht wird, kann die Einführung eines neuen Produktes durch den zusätzlichen Lern- und Umstellungsaufwand insgesamt sogar Nachteile mit sich bringen.
- Sicherheitsaspekte können eine sehr regelmäßige Aktualisierung der Datenverwaltung, bzw. der Firewalls, Virens Scanner etc. erfordern. Hier ist ein ausreichender Schutz von vertraulichen Daten auch bei den Partnern sicherzustellen.

**Literatur:** Luczak, H.; Eversheim, W.: Telekooperation – Industrielle Anwendungen in der Produktentwicklung, Berlin: Springer 1999 (S.105ff)

**Unterlagen:** XXX

**Schlagwörter:** Betriebsphase, Werkzeuge, Kommunikationsmedien, Datenverwaltung, Kommunikationsinfra-struktur, PDM System, Medien, Wie kann ich Kommunikationsinfrastruktur und Datenverwaltung optimieren?



## Optimieren der Prozesse und Verantwortlichkeiten

<p><b>Situation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Langfristig orientierte Kooperation, die hinsichtlich der Prozesse optimiert werden soll</li> <li>• Änderung der Randbedingungen der Kooperation (z. B. Wegfallen oder Hinzukommen von Partnern)</li> <li>• Dokumentierter Entwicklungsprozess laut Leitfaden „Detaillieren des verteilten Entwicklungsprozesses“</li> </ul>	<p><b>Zielsetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherstellen von gut funktionierenden Prozessen und sinnvollen organisatorischen Schnittstellen</li> <li>• Bedarfsgerechtes Anpassen von Prozessen, Verantwortlichkeiten und Schnittstellen</li> <li>• Untersuchen und bedarfsgerechtes Adaptieren der Prozesse und Verantwortlichkeiten, Optimierungspotential, Änderung der Situation</li> </ul>
<p><b>Vorgehen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysieren des Entwicklungsprozesses und der Verantwortlichkeiten <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entspricht der gelebte Entwicklungsprozess dem dokumentierten?</li> <li>• Ist der Entwicklungsprozess noch der Situation angemessen?</li> <li>• Sind die Verantwortlichkeiten noch sinnvoll verteilt?</li> <li>• Werden die Teilziele erreicht? Wenn nein, warum nicht?</li> <li>• Überprüfung des Sicherheitskonzepts auf Prozessebene, sind die Datensicherheit und Vertraulichkeit in allen Prozessphasen gewährleistet? Werden unnötig vertrauliche Daten weitergegeben?</li> <li>• Dokumentieren von Abweichungen und Optimierungspotential mit der jeweiligen Begründung</li> </ul> </li> <li>• Umsetzen von Maßnahmen auf der Grundlage der dokumentierten Abweichungen und des Optimierungspotentials</li> <li>• Durchführen unterstützender Maßnahmen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz von Projektmanagementtools</li> <li>• Schaffen eines Bewusstseins für das Gesamtsystem bei allen Mitarbeitern. Kennen und Visualisieren der Wirkbeziehungen, Abhängigkeiten und Abläufe</li> <li>• Festlegen und Kommunizieren inwiefern Partnern eigenes Know-How zur Verfügung gestellt werden soll/muss</li> </ul> </li> <li>• Dokumentieren erfolgreicher Maßnahmen im Sinne eines „Lessons learned“</li> </ul>	
<p><b>Hinweise:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Insbesondere bei größeren Änderungen im Projekt z. B. durch Veränderungen bei den Partnern, aber auch nach längeren Zeiträumen ohne Überprüfung ist eine gründliche Analyse des Prozesses und der Verantwortlichkeiten sinnvoll. Verteilte Prozesse sind häufig undurchsichtiger als nicht verteilte. Wenn nicht der gezielte Blick auf das Gesamtsystem gesucht wird, ist es gut möglich, dass wenig sinnvolle Prozessschritte über Jahre beibehalten werden, weil der einzelne Partner alleine nicht feststellen kann, dass der ein oder andere Prozessschritt nicht mehr angemessen ist, bzw. es eine sehr viel günstigere Möglichkeit geben würde.</li> </ul>	

**Literatur:** Luczak, H.; Eversheim, W.: Telekooperation – Industrielle Anwendungen in der Produktentwicklung, Berlin: Springer 1999 (S.88ff)

**Unterlagen:** XXX

**Schlagwörter:** Betriebsphase, Prozesse, Entwicklungsprozess, Verantwortlichkeiten, Wie kann ich Prozesse und Verantwortlichkeiten optimieren?

## Überprüfen des Projekterfolgs und Optimieren der Kooperation



<p><b>Situation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abschluss eines Kooperationsprojekts</li> <li>• Langfristig orientierte Kooperation, die hinsichtlich ihres Gesamtnutzens überprüft und optimiert werden soll</li> <li>• Entscheidung ob weitere Projekte in Form von Kooperationen durchgeführt werden sollen</li> </ul>	<p><b>Zielsetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überprüfen des Projekterfolgs und der Kooperation</li> <li>• Schaffen einer Grundlage für die Planung zukünftiger Kooperationsprojekte</li> <li>• Optimieren langfristiger Kooperationsprojekte</li> </ul>
---	--

<p><b>Vorgehen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematisches Analysieren von Aufwand und Nutzen anhand der vier Ebenen Arbeitsplatz, Leistungsprozess, Gesamtorganisation und Markt &amp; Gesellschaft in Anlehnung an Reichwald et al. siehe Leitfaden „Abschätzen von Aufwand und Nutzen“</li> <li>• Analysieren des Erfolgs des Kooperationsprojekts <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betrachten ob und wie Meilensteine und Teilziele erreicht wurden</li> <li>• Betrachten des Gesamtprojekts. Welche Auswirkungen hatte die kooperative Projektdurchführung im Vergleich zu einer nicht kooperativen Projektdurchführung? (Auch Berücksichtigung von verstecktem Mehrwert z. B. Know-How Erhalt, Kontakten etc. und versteckten Kosten z. B. Verwaltungsaufwand, Know-How Verlust etc.)</li> </ul> </li> <li>• Dokumentieren der Analyse als Grundlage für die Planung zukünftiger Kooperationen (Kosten und strategische Aspekte, Aspekte und Faktoren, die sich als positiv und negativ erwiesen haben)</li> <li>• Ableiten von Maßnahmen (Anpassen an Aufgabenänderungen, Korrigieren von Fehleinschätzungen) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anpassung der Ressourcen</li> <li>• Anpassen der Projektpartner</li> <li>• Optimieren der Teamzusammensetzung</li> <li>• Reduzieren bzw. Ausweiten der Kooperation</li> </ul> </li> <li>• Bedarfsgerechte Adaption der Aufgabenstellung für die Kooperation</li> <li>• Einstellen bzw. Ausweiten von kooperativen Projekten auf weitere Bereiche</li> </ul>
--

<p><b>Hinweise:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei der Überprüfung des Projekterfolgs sollte man nicht nur auf die Erreichung der konkreten Projektziele achten. Interessant ist, ob die kooperative Bearbeitung besser oder schlechter als eine vergleichbare nicht kooperative Projektbearbeitung war. Hier sollte der Gesamtnutzen für die Firma herangezogen werden. Zu beachten sind dabei sowohl versteckte Kosten (billiges Konstruieren aber viel Nacharbeit, Know How Verlust), als auch versteckte Vorteile (Strategische Allianzen, Know-How Gewinn, Marktzugang).</li> </ul>
--

<b>Literatur:</b>	Reichwald, R.; Möslein, K.; Sachenbacher, H.; Engelberger, H.: Telekooperation: Verteilte Arbeits- und Organisationsformen. Berlin: Springer 2000. (Kapitel 8)
<b>Unterlagen:</b>	XXX
<b>Schlagwörter:</b>	Betriebsphase, Situation, Projekterfolg, Wie kann ich den Projekterfolg überprüfen?

## 8.2 Screenshots Wissensbasis für die Unterstützung der verteilten Entwicklung

Startseite

**Willkommen zu CiDaD-DPD, dem Portal für verteilte Entwicklung**  
Wichtig: Diese Seite befindet sich noch im Aufbau!

**CiDaD - Distributed Product Development**  
Systematische Einführung und Unterstützung verteilter Entwicklungsprozesse

**Problemstellung:**  
Verteilte Entwicklungsprozesse sind kritischer als nicht verteilte Entwicklungsprozesse! Insbesondere Kommunikation, Koordination und Kooperation der Teammitglieder erfordern in verteilten Entwicklungsprozessen besondere Aufmerksamkeit! Wenn die Besonderheiten verteilter Entwicklungsprozesse nicht ausreichend beachtet werden kann dies zu erheblichen Problemen bis hin zum Scheitern von Projekten führen!

**Lösungsansatz:**  
Das Internet Portal CiDaD-DPD (Competence in Design and Development - Distributed Product Development) stellt Wissen in Form von Methoden, Best Practices und Vorgehensweisen zum Thema „Verteilte Entwicklung“ zur Verfügung. Dieses Wissen wird in Leitfäden strukturiert zusammengefasst. Das Portal unterstützt den Zugriff auf Leitfäden nach unterschiedlichen Kriterien. Die Leitfäden sind sowohl nach Prozessphasen als auch nach Themenschwerpunkten strukturiert.

**Strukturmerkmal Themen-schwerpunkte verteilte Entwicklung** (indicated by a downward arrow)

	Phase 1	Phase 2	Phase 3
Mensch	Leitfäden	Leitfäden	Leitfäden
Methoden	Leitfäden	Leitfäden	Leitfäden
Prozesse	Leitfäden	Leitfäden	Leitfäden
Situation	Leitfäden	Leitfäden	Leitfäden
Werkzeuge	Leitfäden	Leitfäden	Leitfäden

**Strukturmerkmal Einführungsprozess verteilte Entwicklung** (indicated by a rightward arrow)

**Leitfäden** (indicated by a red box and arrows pointing to the grid cells)

(für eine interaktive Übersicht der Leitfäden auf das Bild klicken)

Der Zugriff auf die Leitfäden erfolgt über die Navigationsleiste am linken Rand:

Der **Strukturüberblick** erlaubt einen Überblick über alle Leitfäden in der beschriebenen Struktur. Die Leitfäden lassen sich aber auch nach **Phasen** (des Einführungsprozesses) oder **Kategorien** (Themenschwerpunkten) anzeigen.

Phasen und Kategorien sind im Folgenden näher charakterisiert:

<b>1 Vorbereitung</b>	Die <b>Vorbereitungsphase</b> beinhaltet vorbereitende Tätigkeiten und Analysen vor dem eigentlichen Projektbeginn. Ziel ist es... <b>[ 1 Vorbereitung ]</b>
<b>2 Einführung</b>	Die <b>Einführungsphase</b> beinhaltet neben der Analyse auch das Festlegen von organisatorischen und rechtlichen... <b>[ 2 Einführung ]</b>
<b>3 Betrieb</b>	Die Grundlage für eine effektive Zusammenarbeit wurde bereits in der Vorbereitungs- und Einführungsphase geschaffen. Daher liegt der... <b>[ 3 Betrieb ]</b>

## Auflistung nach Phase 1 (Vorbereitung)

**CiDaD-DPD - the portal for distributed development - Mozilla Firefox**

http://vpe.pe.mw.tum.de/cidad-dpd/phase.php?cat\_id=phase1

Willkommen zu CiDaD-DPD, dem Portal für verteilte Entwicklung  
Wichtig: Diese Seite befindet sich noch im Aufbau!

[Startseite](#) | [Über CiDaD-DPD/CiDaD](#) | [Hilfe](#) | [Admin-Login](#)

**Zu den Kursen**  
**Zu den Methoden**

**Struktur-Überblick**

**Quick Links Phase**

**1 Vorbereitung**  
**2 Einführung**  
**3 Betrieb**

**Quick Links Kategorie**

**Mensch**  
**Methoden**  
**Prozesse**  
**Situation**  
**Werkzeuge**

**Navigation durch die Leitfäden**

[Volltextsuche](#)  
[Alphabetische Auflistung](#)  
[Auflistung nach Phasen](#)  
[Auflistung nach Kategorien](#)  
[Auflistung von Fragen](#)  
[Karte der Leitfäden](#)

**Vorbereitung 1**

Informationen zur Phase "1 Vorbereitung"

Die **Vorbereitungsphase** beinhaltet vorbereitende Tätigkeiten und Analysen vor dem eigentlichen Projektbeginn. Ziel ist es Potentiale und Möglichkeiten der verteilten Entwicklung abzuschätzen, auf mögliche Problemstellungen aufmerksam zu werden, und frühzeitig Problemlösungsstrategien zu entwickeln.

**enthaltene Leitfäden**

- [Abschätzen von Aufwand und Nutzen](#)
- [Auswahl geeigneter Projektpartner](#)
- [Berücksichtigen kultureller Unterschiede](#)
- [Erstellen eines Geheimhaltungskonzeptes](#)
- [Konzipieren verteilter Entwicklungsprozesse](#)
- [Untersuchen der Datenverwaltung und -infrastruktur](#)
- [Untersuchen der Entwicklungsmethoden und -richtlinien von potentiellen Projektpartnern](#)
- [Untersuchen der Kommunikationsanforderungen und -werkzeuge](#)
- [Zusammenstellen eines Teams](#)

Auflistung nach Themenschwerpunkt Mensch

**Willkommen zu CiDaD-DPD, dem Portal für verteilte Entwicklung**  
**Wichtig: Diese Seite befindet sich noch im Aufbau!**

[Startseite](#) | [Über CiDaD-DPD/CiDaD](#) | [Hilfe](#) | [Admin-Login](#)

**Zu den Kursen**  
**Zu den Methoden**

**Struktur-Überblick**

**Quick Links Phase**

- [1 Vorbereitung](#)
- [2 Einführung](#)
- [3 Betrieb](#)

**Quick Links Kategorie**

- [Mensch](#)
- [Methoden](#)
- [Prozesse](#)
- [Situation](#)
- [Werkzeuge](#)

**Navigation durch die Leitfäden**

- [Volltextsuche](#)
- [Alphabetische Auflistung](#)
- [Auflistung nach Phasen](#)
- [Auflistung nach Kategorien](#)
- [Auflistung von Fragen](#)
- [Karte der Leitfäden](#)

**Mensch**

Informationen zur Kategorie "Mensch"

Der Produktentwickler als Mensch steht im Zentrum der verteilten Entwicklung. Er bestimmt maßgeblich Qualität und Erfolg der Entwicklung. In der verteilten Entwicklung arbeiten Entwickler immer im Team zusammen. Der Themenbereich Mensch adressiert hier folgende Fragestellungen:  
 Was ist bei Kultur, Kommunikation, Motivation, und anderen „menschlichen“ Faktoren in der verteilten Entwicklung zu beachten?

**enthaltene Leitfäden**

- Aufrechterhalten von Motivation und Vertrauensbasis
- Berücksichtigen kultureller Unterschiede
- Durchführen eines Kick-Off Meetings
- Optimieren der Kommunikation
- Schaffen einer Vertrauensbasis
- Zusammenstellen eines Teams

## Darstellung Leitfaden „Aufrechterhalten von Motivation...“

The screenshot shows a web browser window with the URL [http://vpe.pe.mw.tum.de/cidad-dpd/answers.php?ques\\_id=20](http://vpe.pe.mw.tum.de/cidad-dpd/answers.php?ques_id=20). The page title is "CiDaD - the portal for distributed development - Mozilla Firefox". The main content area displays a guide for "Aufrechterhalten von Motivation und Vertrauensbasis" (Maintaining Motivation and Trust Basis). The guide is structured as follows:

**Zielsetzung (Zweck und Wirkung)**

- Auswählen von Maßnahmen die Vertrauensbildung und Motivation unterstützen
- Aufrechterhalten der Vertrauensbasis und Motivation der Kooperationspartner als Grundlage für eine langfristige erfolgreiche Kooperation

**Situation**

- Langfristig orientierte Kooperation, die eine vertrauensvolle Zusammenarbeit erfordert

**Vorgehen**

- Überprüfen von Motivation und Vertrauensbasis im Team, z.B. durch Mitarbeitergespräche, Einsatz von Vertrauenspersonen, Coaches etc.
- Einsatz von vertrauensbildenden Maßnahmen (siehe auch Leitfaden „Schaffen einer Vertrauensbasis“):
  - Durchführen von Austauschprogrammen
  - Werkzeuge einsetzen, welche die Distanz reduzieren, z.B. Videokonferenzen
  - Veranstalten von Kennenlernetreffen, Teamentwicklungsworkshops, gezielter Einsatz situationsbedingter Treffen auch zur Vertrauensbildung
  - Persönliche Treffen, Event-Veranstaltungen (Weihnachtsfeier etc.)
  - Erarbeiten einer Kontaktliste zur schnellen Informellen Kommunikation
  - Schaffen von Verständnis für unterschiedliche Organisations- und Unternehmenskultur von Partnern (z.B. durch Ausbildungsprogramme)
  - Gezielte Gruppenarbeit mit Partnern
- Einsatz von motivationsfördernden Maßnahmen:
  - Schaffen von finanziellen Anreizen
  - Schaffen von Anreizen über die Ausübung von Druck
  - Regelmäßiges Überprüfen der gemeinsamen Zielsetzungen
  - Berücksichtigung der Verschiedenheit der Organisations- und Unternehmenskultur
- Grundsätzliche Maßnahmen:
  - Verpflichten der Mitarbeiter auf regelmäßige Teilnahme an Teamsitzungen
  - Strukturieren der Besprechungen um Zielorientiertes Vorgehen zu gewährleisten
  - Schaffen eines Bewusstseins für das Gesamtsystem
  - Beachtung der menschlichen Faktoren, zurückstellen persönlicher Interessen
  - Schulen von Kommunikations- und Kulturkompetenz
  - Flexibilität in der Kontaktherstellung (nicht nur in der eigenen Firma treffen).
  - Kontaktpflege sicherstellen (aktiver Informationsfluss, auf dem Laufenden halten) Zusenden von Protokollen etc., auch wenn Sie aus Prozesssicht nicht für alle Partner unbedingt notwendig sind

**Hinweise**

- Sowohl eine belastbare Vertrauensbasis, als auch die Motivation aller Mitarbeiter ist für eine langfristige erfolgreiche Kooperation unbedingt erforderlich. Gerade die Vertrauensbasis sollte dabei in regelmäßigen Abständen und in höherem Umfang als bei nicht verteilten Projekten durch aktive Maßnahmen gefördert werden. Bei der Förderung von Motivation ist zu beachten, dass die Auslagerung von Aktivitäten im Rahmen von verteilten Projekten häufig mit der Angst vor dem Verlust des eigenen Arbeitsplatzes verbunden ist. Dies ist keine Motivation für eine erfolgreiche Kooperation.

**Literatur**

keine weiterführende Literatur angegeben

**Unterlagen und Werkzeuge**

keine Dokumente angehängt

**weiterführende Leitfäden (gleiche Phase: 3 Betrieb)**

The left sidebar contains navigation options: "Zu den Kursen", "Zu den Methoden", "Struktur-Überblick", "Inhalte des Leitfadens" (with sub-items: Zielsetzung, Situation, Vorgehen, Hinweise, Literatur, Unterlagen und Werkzeuge, weiterführende Leitfäden, History), and "Navigation durch die Leitfäden" (with sub-items: Volltextsuche, Alphabetische Auflistung, Auflistung nach Phasen, Auflistung nach Kategorien, Auflistung von Fragen, Karte der Leitfäden).

Volltextsuche (Ergebnisseite)

**CiDaD-DPD - the portal for distributed development - Mozilla Firefox**

http://vpe.pe.mw.tum.de/cidad-dpd/searchresults.php

Willkommen zu CiDaD-DPD, dem Portal für verteilte Entwicklung  
Wichtig: Diese Seite befindet sich noch im Aufbau!

[Startseite](#) | [Über CiDaD-DPD/CiDaD](#) | [Hilfe](#) | [Admin-Login](#)

Zu den Kursen  
Zu den Methoden

**CiDaD DPD**

Struktur-Überblick

Quick Links Phase

- 1 Vorbereitung
- 2 Einführung
- 3 Betrieb

Quick Links Kategorie

- Mensch
- Methoden
- Prozesse
- Situation
- Werkzeuge

Navigation durch die Leitfäden

- Volltextsuche
- Alphabetische Auflistung
- Auflistung nach Phasen
- Auflistung nach Kategorien
- Auflistung von Fragen
- Karte der Leitfäden

Volltextsuche

Ihre Suche nach "methoden" ergab 3 Ergebnisse

**Untersuchen der Entwicklungsmethoden und -richtlinien von potentiellen Projektpartnern - Wie kann ich problematische Unterschiede in den Entwicklungsmethoden und -richtlinien der unterschiedlichen Partner identifizieren?**

- Systematische Analyse von Entwicklungsmethoden und -richtlinien (Entwicklungsrichtlinien, Konstruktionsrichtlinien, PDM-Richtlinien, Methoden) der potentiellen Partner
- Identifizieren des..... [\[mehr\]](#)

**Festlegen und Kommunizieren der Entwicklungsmethoden und -richtlinien - Wie kann ich Entwicklungsmethoden und -richtlinien festlegen?**

- Verbindliches Festlegen der Entwicklungsmethoden und -richtlinien (Entwicklungsrichtlinien, Konstruktionsrichtlinien, PDM-Richtlinien, Methoden) der Projektpartner
- Umsetzen des im Leitfaden..... [\[mehr\]](#)

**Optimieren der Entwicklungsmethoden und -richtlinien - Wie kann ich Entwicklungsmethoden und -richtlinien im Projekt optimieren?**

- Betrachten und Optimieren der Entwicklungsmethoden und -richtlinien der Partner im Projekt
- Identifizieren von erfolgreichen Entwicklungsmethoden und -richtlinien und..... [\[mehr\]](#)

Feedback-Formular

**CiDaD-DPD - the portal for distributed development - Mozilla Firefox**

http://vpe.pe.mw.tum.de/cidad-dpd/kontakt.php

Willkommen zu CiDaD-DPD, dem Portal für verteilte Entwicklung  
Wichtig: Diese Seite befindet sich noch im Aufbau!

[Startseite](#) | [Über CiDaD-DPD/CiDaD](#) | [Hilfe](#) | [Admin-Login](#)

**Zu den Kursen**  
**Zu den Methoden**

**Struktur-Überblick**

**Quick Links Phase**

- 1 Vorbereitung
- 2 Einführung
- 3 Betrieb

**Quick Links Kategorie**

- Mensch
- Methoden
- Prozesse
- Situation
- Werkzeuge

**Navigation durch die Leitfäden**

- Volltextsuche
- Alphabetische Auflistung
- Auflistung nach Phasen
- Auflistung nach Kategorien
- Auflistung von Fragen
- Karte der Leitfäden

**Kontaktformular**

Ihr Name	<input type="text"/>
Ihre Firma	<input type="text"/>
Ihre E-Mail-Adresse	<input type="text"/>
Betreff	<input type="text"/>
Ihre E-Mail	<input type="text"/>
Sicherheitsabfrage (bitte Zahl aus Bild in Feld übertragen)	 <input type="text"/>
<input type="button" value="Mail abschicken"/>	

## Admin Bereich

**CiDaD-DPD - the portal for distributed development - Mozilla Firefox**

Datei Bearbeiten Ansicht Chronik Lesezeichen Extras Hilfe

http://vpe.pe.mw.tum.de/cidad-dpd/admin/index.php

Lehrstuhl für Produkt... FreeMail von WEB.DE... LEO Englisch German ...

**CiDaD** Willkommen zu CiDaD-DPD, dem Portal für verteilte Entwicklung **Logout**

**Zu den Kursen**

**Zu den Methoden**

**CiDaD DPD**

**Quick Links Phase**

- 1 Vorbereitung
- 2 Einführung
- 3 Betrieb

**Quick Links Kategorie**

- Mensch
- Methoden
- Prozesse
- Situation
- Werkzeuge

**Navigation durch die Leitfäden**

- Volltextsuche
- Alphabetische Auflistung
- Auflistung nach Phasen
- Auflistung nach Kategorien
- Auflistung von Fragen
- Karte der Leitfäden

**Admin Bereich**

- Login-Daten ändern**
- neue Leitfäden einpflegen**
- bestehende Leitfäden bearbeiten**
- bestehende Leitfäden löschen**
- Statistiken einsehen**
- neue FAQs einpflegen**
- bestehende FAQs bearbeiten**
- bestehende FAQs löschen**

## 8.3 Fragebogen zur Mediennutzung in der verteilten Entwicklung

### Fragebogen

#### Zum Thema: Anwendung von Kommunikationsmedien in der verteilten Produktentwicklung

##### Datenschutz:

Alle Angaben werden vertraulich und anonym behandelt. Sie werden ausschließlich für wissenschaftliche Zwecke verwendet und nicht an Dritte weitergegeben.

##### Hinweise zum Ausfüllen des Fragebogens:

Eckige Felder bedeuten, dass eine Mehrfachauswahl möglich ist!  
z. B.: 1, 2, 3 und 4 ! In diesem Fall wurden die Felder 2 und 4 ausgewählt!



Runde Felder bedeuten, dass nur eine Auswahl möglich ist!  
z. B.: 1 oder 2 oder 3 oder 4! In diesem Fall: 2!



So können Sie nachträglich eine Antwort löschen und ändern z. B.:(von 2 auf 3)



So können Sie eine gelöschte Antwort wieder markieren:



### I. Allgemeine Fragen zu Ihrer Person:

1. Seit wie vielen Jahren arbeiten Sie im technischen Umfeld?

- weniger als 5
- 5 bis 10
- 11 bis 20
- über 20
- \_\_\_\_\_

2. In welchem Bereich sind Sie in ihrem Betrieb tätig?

- Forschung und Entwicklung
- Konstruktion
- Management
- Qualitätssicherung
- Kostenwesen
- Anderer: \_\_\_\_\_

### II. Allgemeine Fragen zu Ihrem Betrieb:

3. Wie viele Mitarbeiter arbeiten ungefähr in Ihrem Unternehmen?

- 1 bis 15
- 16 bis 50
- 51 bis 300
- 300 bis 2000
- über 2000

4. Wie viele Standorte hat Ihr Unternehmen?

- 1
- 2 bis 4
- 5 bis 10
- über 10

5. Wo befinden sich diese Standorte?

- nur in Deutschland
- in Europa verteilt
- auch auf anderen Kontinenten

### III. Allgemeine Fragen zu Medien in der verteilten Produktentwicklung

Unter verteilt Arbeiten verstehen wir, dass Sie gemeinsam mit mindestens einer weiteren Person an einem Entwicklungsprojekt arbeiten. Dabei befinden Sie sich nicht in dem selben Raum wie die weitere(n) Person(en), sondern sind räumlich getrennt und verständigen sich über Medien wie z. B. Telefon, Videokonferenz, Chat, Post etc.

6. Wieviel Prozent Ihrer Arbeitszeit arbeiten Sie verteilt (mit Hilfe von Medien) an Projekten?

- weniger als 5%
- 5 bis 20%
- 20 bis 50%
- über 50%

Wenn Sie verteilt arbeiten, sind Sie gezwungen sich mit Hilfe von Medien zu verständigen. Sie können sich nicht immer persönlich mit den weiteren Mitarbeitern treffen.

7. Wie sehr wird, Ihrer Meinung nach, die Arbeit dadurch negativ beeinflusst, dass Sie "verteilt" arbeiten?

- 1 (gar nicht)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6 (sehr)

8. Welche Kommunikationsmedien stehen Ihnen an Ihrem Arbeitsplatz zur Verfügung?

Post

Fax

E-Mail

Telefon (auch Telefonkonferenz)

Videokonferenz

Shared Application (Shared Virtual Reality, Shared Whiteboard, Shared CAD, VNC, Netmeeting usw.)

*Shared Application bietet die Möglichkeit Computer so miteinander zu verbinden, dass Sie den Bildschirm Ihres Gesprächspartners betrachten und mit ihrer Maus und Tastatur den Computer ihres Gesprächspartners steuern.*

File Sharing (Netzwerk, CSCW-Server)

*File Sharing bietet die Möglichkeit, dass Sie Dateien über/auf einem gemeinsamen Server ablegen und austauschen können.*

Messenger/Chat-Programme (z. B. ICQ)

*Messenger/Chat Programme bieten die Möglichkeit Mitarbeitern schriftliche Notizen zu schicken, die dann sofort bei diesen auf dem Bildschirm erscheinen.*

Kommunikationshilfsmittel mit Virtual Reality Technologie

*Virtual Reality Technologie bietet die Möglichkeit z. B. mit Hilfe von Stereo-Bildern Objekte "echt 3-dimensional" darzustellen. In der Regel mit Hilfe von Power Wall, Cave, Shutter Brille oder speziellem Bildschirm.*

Zusätzlich:

9. Welche Kommunikationsmedien wünschen Sie sich noch zusätzlich?

Post

Fax

E-Mail

Telefon (auch Telefonkonferenz)

Videokonferenz

Shared Application (Shared Virtual Reality, Shared Whiteboard, Shared CAD, VNC, Netmeeting, usw.)

*Shared Application bietet die Möglichkeit, dass Sie den Bildschirm Ihres Gesprächspartners betrachten und evtl. auch auf ihm arbeiten können*

File Sharing (Netzwerk, CSCW-Server)

*File Sharing bietet die Möglichkeit, dass Sie Dateien über/auf einem gemeinsamen Server ablegen und austauschen können.*

Messenger/Chat-Programme (z. B. ICQ)

*Messenger/Chat Programme bieten die Möglichkeit Mitarbeitern schriftliche Notizen zu schicken, die dann sofort bei diesen auf dem Bildschirm erscheinen.*

Kommunikationshilfsmittel mit Virtual Reality Technologie

*Virtual Reality Technologie bietet die Möglichkeit z.B. mit Hilfe von Stereo-Bildern Objekte "echt 3-dimensional" darzustellen. In der Regel mit Hilfe von Power Wall, Cave, Shutter Brille oder speziellem Bildschirm.*

Zusätzlich:

#### IV. Spezielle Fragen zu Medien in der verteilten Produktentwicklung

Im folgenden Teil des Fragebogens möchten wir erfahren welche Typen von Medien Sie beim verteilten Arbeiten in welchen Situationen verwenden.

- Ob Sie z. B. an Anforderungslisten, Beschreibungen, Pflichtenheft Berichten usw. (Texten) arbeiten,
- ob Sie an Skizzen, Funktionsstrukturen, Schaltplänen, Flussdiagrammen usw. (abstrakte oder unscharfe Modelle) arbeiten,
- oder ob Sie an CAD-Modellen, technischen Zeichnungen, DMU usw. (exakte Modelle) arbeiten

und welche Medien Sie in den jeweiligen Situationen benutzen. Zu diesem Zweck werden nachfolgend Fragen zu einer Reihe von Medien gestellt.

**Post**

10. a) Verwenden Sie Post beim verteilten Arbeiten?

- Ja  Nein

**Wenn "Ja":**

10. b) Wie häufig nutzen Sie Post (Briefe/Pakete) pro Woche wenn Sie an ...

1. Anforderungslisten, Beschreibungen, Pflichtenheften, Berichten etc. arbeiten?  < 5  6 - 10  11 - 20  > 20
2. Skizzen, Funktionsstrukturen, Schaltplänen, Flussdiagrammen etc. arbeiten?  < 5  6 - 10  11 - 20  > 20
3. CAD Modellen, technischen Zeichnungen, Digital Mock-Up Modellen etc. arbeiten?  < 5  6 - 10  11 - 20  > 20

10. c) Wie wichtig ist für Sie Post als Kommunikationsmedium wenn Sie an ...

1. Anforderungslisten, Beschreibungen, Pflichtenheften, Berichten etc. arbeiten?  1  2  3  4  5  6  
(gar nicht) (sehr)
2. Skizzen, Funktionsstrukturen, Schaltplänen, Flussdiagrammen etc. arbeiten?  1  2  3  4  5  6  
(gar nicht) (sehr)
3. CAD Modellen, technischen Zeichnungen, Digital Mock-Up Modellen etc. arbeiten?  1  2  3  4  5  6  
(gar nicht) (sehr)

10. d) Welche Tätigkeiten lassen sich besser mit Post als mit anderen Medien ausführen?

**Wenn "Nein":**

10. e) Warum verwenden Sie keine Post?

- zu teuer
- zu umständlich in der Bedienung
- ist mir unbekannt/habe mich noch nicht damit beschäftigt
- ist nicht geeignet/erfüllt die Anforderungen nicht
- Möglichkeit der Verwendung besteht nicht/nicht vorhanden

### Fax

11. a) Verwenden Sie Fax beim verteilten Arbeiten?

- Ja  Nein

Wenn "Ja":

11. b) Wie häufig nutzen Sie Fax pro Woche wenn Sie an ...

1. Anforderungslisten, Beschreibungen, Pflichtenheften, Berichten etc. arbeiten?  < 5  6 - 10  11 - 20  > 20
2. Skizzen, Funktionsstrukturen, Schaltplänen, Flussdiagrammen etc. arbeiten?  < 5  6 - 10  11 - 20  > 20
3. CAD Modellen, technischen Zeichnungen, Digital Mock-Up Modellen etc. arbeiten?  < 5  6 - 10  11 - 20  > 20

11. c) Wie wichtig ist für Sie Fax als Kommunikationsmedium wenn Sie an ...

1. Anforderungslisten, Beschreibungen, Pflichtenheften, Berichten etc. arbeiten?  1  2  3  4  5  6  
(gar nicht) (sehr)
2. Skizzen, Funktionsstrukturen, Schaltplänen, Flussdiagrammen etc. arbeiten?  1  2  3  4  5  6  
(gar nicht) (sehr)
3. CAD Modellen, technischen Zeichnungen, Digital Mock-Up Modellen etc. arbeiten?  1  2  3  4  5  6  
(gar nicht) (sehr)

11. d) Welche Tätigkeiten lassen sich besser mit Fax als mit anderen Medien ausführen? (Stichpunkte)

Wenn "Nein":

11. e) Warum verwenden Sie keine Fax?

- zu teuer
- zu umständlich in der Bedienung
- ist mir unbekannt/habe mich noch nicht damit beschäftigt
- ist nicht geeignet/erfüllt die Anforderungen nicht
- Möglichkeit der Verwendung besteht nicht/nicht vorhanden

### E-Mail

12. a) Verwenden Sie E-Mail beim verteilten Arbeiten?

- Ja  Nein

Wenn "Ja":

12. b) Wie häufig nutzen Sie E-Mail pro Woche wenn Sie an ...

1. Anforderungslisten, Beschreibungen, Pflichtenheften, Berichten etc. arbeiten?  < 5  6 - 10  11 - 20  > 20
2. Skizzen, Funktionsstrukturen, Schaltplänen, Flussdiagrammen etc. arbeiten?  < 5  6 - 10  11 - 20  > 20
3. CAD Modellen, technischen Zeichnungen, Digital Mock-Up Modellen etc. arbeiten?  < 5  6 - 10  11 - 20  > 20

12. c) Wie wichtig ist für Sie E-Mail als Kommunikationsmedium wenn Sie an ...

1. Anforderungslisten, Beschreibungen, Pflichtenheften, Berichten etc. arbeiten?  1  2  3  4  5  6  
(gar nicht) (sehr)
2. Skizzen, Funktionsstrukturen, Schaltplänen, Flussdiagrammen etc. arbeiten?  1  2  3  4  5  6  
(gar nicht) (sehr)
3. CAD Modellen, technischen Zeichnungen, Digital Mock-Up Modellen etc. arbeiten?  1  2  3  4  5  6  
(gar nicht) (sehr)

12. d) Welche Tätigkeiten lassen sich besser mit E-Mail als mit anderen Medien ausführen?

Wenn "Nein":

12. e) Warum verwenden Sie keine E-Mail?

- zu teuer
- zu umständlich in der Bedienung
- ist mir unbekannt/habe mich noch nicht damit beschäftigt
- ist nicht geeignet/erfüllt die Anforderungen nicht
- Möglichkeit der Verwendung besteht nicht/nicht vorhanden

### Telefon (auch Telefonkonferenz)

13. a) Verwenden Sie Telefon beim verteilten Arbeiten?

- Ja  Nein

Wenn "Ja":

13. b) Wie häufig nutzen Sie Telefon pro Woche wenn Sie an ...

- 1. Anforderungslisten, Beschreibungen, Pflichtenheften, Berichten etc. arbeiten?  < 5  6 - 10  11 - 20  > 20
- 2. Skizzen, Funktionsstrukturen, Schaltplänen, Flussdiagrammen etc. arbeiten?  < 5  6 - 10  11 - 20  > 20
- 3. CAD Modellen, technischen Zeichnungen, Digital Mock-Up Modellen etc. arbeiten?  < 5  6 - 10  11 - 20  > 20

13. c) Wie wichtig ist für Sie Telefon als Kommunikationsmedium wenn Sie an ...

- 1. Anforderungslisten, Beschreibungen, Pflichtenheften, Berichten etc. arbeiten?  1  2  3  4  5  6  
(gar nicht) (sehr)
- 2. Skizzen, Funktionsstrukturen, Schaltplänen, Flussdiagrammen etc. arbeiten?  1  2  3  4  5  6  
(gar nicht) (sehr)
- 3. CAD Modellen, technischen Zeichnungen, Digital Mock-Up Modellen etc. arbeiten?  1  2  3  4  5  6  
(gar nicht) (sehr)

13. d) Welche Tätigkeiten lassen sich besser mit dem Telefon als mit anderen Medien ausführen?

Wenn "Nein":

13. e) Warum verwenden Sie kein Telefon?

- zu teuer
- zu umständlich in der Bedienung
- ist mir unbekannt/habe mich noch nicht damit beschäftigt
- ist nicht geeignet/erfüllt die Anforderungen nicht
- Möglichkeit der Verwendung besteht nicht/nicht vorhanden

### Videokonferenz

14. a) Verwenden Sie Videokonferenz beim verteilten Arbeiten?

- Ja  Nein

Wenn "Ja":

14. b) Wie häufig nutzen Sie Videokonferenz pro Woche wenn Sie an ...

1. Anforderungslisten, Beschreibungen, Pflichtenheften, Berichten etc. arbeiten?  < 5  6 - 10  11 - 20  > 20
2. Skizzen, Funktionsstrukturen, Schaltplänen, Flussdiagrammen etc. arbeiten?  < 5  6 - 10  11 - 20  > 20
3. CAD Modellen, technischen Zeichnungen, Digital Mock-Up Modellen etc. arbeiten?  < 5  6 - 10  11 - 20  > 20

14. c) Wie wichtig ist für Sie Videokonferenz als Kommunikationsmedium wenn Sie an ...

1. Anforderungslisten, Beschreibungen, Pflichtenheften, Berichten etc. arbeiten?  1  2  3  4  5  6  
(gar nicht) (sehr)
2. Skizzen, Funktionsstrukturen, Schaltplänen, Flussdiagrammen etc. arbeiten?  1  2  3  4  5  6  
(gar nicht) (sehr)
3. CAD Modellen, technischen Zeichnungen, Digital Mock-Up Modellen etc. arbeiten?  1  2  3  4  5  6  
(gar nicht) (sehr)

14. d) Welche Tätigkeiten lassen sich besser mit Videokonferenz als mit anderen Medien ausführen?

Wenn "Nein":

14. e) Warum verwenden Sie keine Videokonferenz?

- zu teuer
- zu umständlich in der Bedienung
- ist mir unbekannt/habe mich noch nicht damit beschäftigt
- ist nicht geeignet/erfüllt die Anforderungen nicht
- Möglichkeit der Verwendung besteht nicht/nicht vorhanden

### Shared Application ( Whiteboard, CAD, Office Programme)

15. a) Verwenden Sie Shared Application beim verteilten Arbeiten?

- Ja  Nein

Wenn "Ja":

15. b) Wie häufig nutzen Sie Shared Application pro Woche wenn Sie an ...

- 1. Anforderungslisten, Beschreibungen, Pflichtenheften, Berichten etc. arbeiten?  < 5  6 - 10  11 - 20  > 20
- 2. Skizzen, Funktionsstrukturen, Schaltplänen, Flussdiagrammen etc. arbeiten?  < 5  6 - 10  11 - 20  > 20
- 3. CAD Modellen, technischen Zeichnungen, Digital Mock-Up Modellen etc. arbeiten?  < 5  6 - 10  11 - 20  > 20

15. c) Wie wichtig ist für Sie Shared Application als Kommunikationsmedium wenn Sie an ...

- 1. Anforderungslisten, Beschreibungen, Pflichtenheften, Berichten etc. arbeiten?  1  2  3  4  5  6  
(gar nicht) (sehr)
- 2. Skizzen, Funktionsstrukturen, Schaltplänen, Flussdiagrammen etc. arbeiten?  1  2  3  4  5  6  
(gar nicht) (sehr)
- 3. CAD Modellen, technischen Zeichnungen, Digital Mock-Up Modellen etc. arbeiten?  1  2  3  4  5  6  
(gar nicht) (sehr)

15. d) Welche Tätigkeiten lassen sich besser mit Shared Application als mit anderen Medien

Wenn "Nein":

15. e) Warum verwenden Sie keine Shared Application?

- zu teuer
- zu umständlich in der Bedienung
- ist mir unbekannt/habe mich noch nicht damit beschäftigt
- ist nicht geeignet/erfüllt die Anforderungen nicht
- Möglichkeit der Verwendung besteht nicht/nicht vorhanden

### Filesharing (Netzwerk, CSCW)

16. a) Verwenden Sie Filesharing beim verteilten Arbeiten?

- Ja  Nein

Wenn "Ja":

16. b) Wie häufig nutzen Sie Filesharing pro Woche wenn Sie an ...

1. Anforderungslisten, Beschreibungen, Pflichtenheften, Berichten etc. arbeiten?  < 5  6 - 10  11 - 20  > 20
2. Skizzen, Funktionsstrukturen, Schaltplänen, Flussdiagrammen etc. arbeiten?  < 5  6 - 10  11 - 20  > 20
3. CAD Modellen, technischen Zeichnungen, Digital Mock-Up Modellen etc. arbeiten?  < 5  6 - 10  11 - 20  > 20

16. c) Wie wichtig ist für Sie Filesharing als Kommunikationsmedium wenn Sie an ...

1. Anforderungslisten, Beschreibungen, Pflichtenheften, Berichten etc. arbeiten?  1  2  3  4  5  6  
(gar nicht) (sehr)
2. Skizzen, Funktionsstrukturen, Schaltplänen, Flussdiagrammen etc. arbeiten?  1  2  3  4  5  6  
(gar nicht) (sehr)
3. CAD Modellen, technischen Zeichnungen, Digital Mock-Up Modellen etc. arbeiten?  1  2  3  4  5  6  
(gar nicht) (sehr)

16. d) Welche Tätigkeiten lassen sich besser mit Filesharing als mit anderen Medien ausführen?

Wenn "Nein":

16. e) Warum verwenden Sie kein Filesharing?

- zu teuer
- zu umständlich in der Bedienung
- ist mir unbekannt/habe mich noch nicht damit beschäftigt
- ist nicht geeignet/erfüllt die Anforderungen nicht
- Möglichkeit der Verwendung besteht nicht/nicht vorhanden

### Messenger- / Chatprogramme

17. a) Verwenden Sie Messenger/Chat beim verteilten Arbeiten?

- Ja  Nein

Wenn "Ja":

17. b) Wie häufig nutzen Sie Messenger/Chat pro Woche wenn Sie an ...

- 1. Anforderungslisten, Beschreibungen, Pflichtenheften, Berichten etc. arbeiten?  < 5  6 - 10  11 - 20  > 20
- 2. Skizzen, Funktionsstrukturen, Schaltplänen, Flussdiagrammen etc. arbeiten?  < 5  6 - 10  11 - 20  > 20
- 3. CAD Modellen, technischen Zeichnungen, Digital Mock-Up Modellen etc. arbeiten?  < 5  6 - 10  11 - 20  > 20

17. c) Wie wichtig ist für Sie Messenger/Chat als Kommunikationsmedium wenn Sie an ...

- 1. Anforderungslisten, Beschreibungen, Pflichtenheften, Berichten etc. arbeiten?  1  2  3  4  5  6  
(gar nicht) (sehr)
- 2. Skizzen, Funktionsstrukturen, Schaltplänen, Flussdiagrammen etc. arbeiten?  1  2  3  4  5  6  
(gar nicht) (sehr)
- 3. CAD Modellen, technischen Zeichnungen, Digital Mock-Up Modellen etc. arbeiten?  1  2  3  4  5  6  
(gar nicht) (sehr)

17. d) Welche Tätigkeiten lassen sich besser mit Messenger/Chat als mit anderen Medien ausführen?

Wenn "Nein":

17. e) Warum verwenden Sie keinen Messenger/Chat?

- zu teuer
- zu umständlich in der Bedienung
- ist mir unbekannt/habe mich noch nicht damit beschäftigt
- ist nicht geeignet/erfüllt die Anforderungen nicht
- Möglichkeit der Verwendung besteht nicht/nicht vorhanden

### Kommunikationsmedien mit Virtual Reality Technologie

18. a) Verwenden Sie Medien mit Virtual Reality Technologie beim verteilten Arbeiten?

- Ja  Nein

Wenn "Ja":

18. b) Wie häufig nutzen Sie Medien mit Virtual Reality Technologie pro Woche wenn Sie an ...

1. Anforderungslisten, Beschreibungen, Pflichtenheften, Berichten etc. arbeiten?  < 5  6 - 10  11 - 20  > 20
2. Skizzen, Funktionsstrukturen, Schaltplänen, Flussdiagrammen etc. arbeiten?  < 5  6 - 10  11 - 20  > 20
3. CAD Modellen, technischen Zeichnungen, Digital Mock-Up Modellen etc. arbeiten?  < 5  6 - 10  11 - 20  > 20

18. c) Wie wichtig sind für Sie Medien mit Virtual Reality Technologie wenn Sie an ...

1. Anforderungslisten, Beschreibungen, Pflichtenheften, Berichten etc. arbeiten?  1  2  3  4  5  6  
(gar nicht) (sehr)
2. Skizzen, Funktionsstrukturen, Schaltplänen, Flussdiagrammen etc. arbeiten?  1  2  3  4  5  6  
(gar nicht) (sehr)
3. CAD Modellen, technischen Zeichnungen, Digital Mock-Up Modellen etc. arbeiten?  1  2  3  4  5  6  
(gar nicht) (sehr)

18. d) Welche Tätigkeiten lassen sich besser mit Medien mit VR-Technologie ausführen? (Stichpunkte)

Wenn "Nein":

18. e) Warum verwenden Sie keine Medien mit Virtual Reality Technologie?

- zu teuer
- zu umständlich in der Bedienung
- ist mir unbekannt/habe mich noch nicht damit beschäftigt
- ist nicht geeignet/erfüllt die Anforderungen nicht
- Möglichkeit der Verwendung besteht nicht/nicht vorhanden

19. Welche Kombination von Medien wünschen Sie sich beim verteilten Entwickeln zum Arbeiten an ...  
(bitte setzen Sie in jeder Zeile maximal 4 Kreuze)

	Post	Fax	E-mail	Telefon	VideoKonferenz	Shared Application	File Sharing	Messenger
Anforderungslisten, Beschreibungen, Pflichtenheften, Berichten etc.	<input type="checkbox"/>							
Skizzen, Funktionsstrukturen, Schaltplänen, Flussdiagrammen etc.	<input type="checkbox"/>							
CAD Modellen, technischen Zeichnungen, Digital Mock-Up Modellen etc.	<input type="checkbox"/>							

20. Wie hoch schätzen Sie das Potenzial ein, dass durch verbesserte Kommunikationsmedien der Entwicklungsprozess schneller und effizienter abläuft?

- kein Potential  
  sehr gering  
  klein  
  mäßig  
  hoch  
  sehr hoch

**Der Lehrstuhl für Produktentwicklung der TU München bedankt sich herzlich bei Ihnen dafür, dass Sie sich die Zeit genommen haben unsere Fragen zu beantworten. Wir werden unser Bestes tun um auf der Grundlage Ihrer Antworten die verteilte Produktentwicklung zu verbessern.**

## 8.4 Versuch zur Mediennutzung in der verteilten Entwicklung

### 8.4.1 Entwicklungsaufgabe

#### Aufgabe

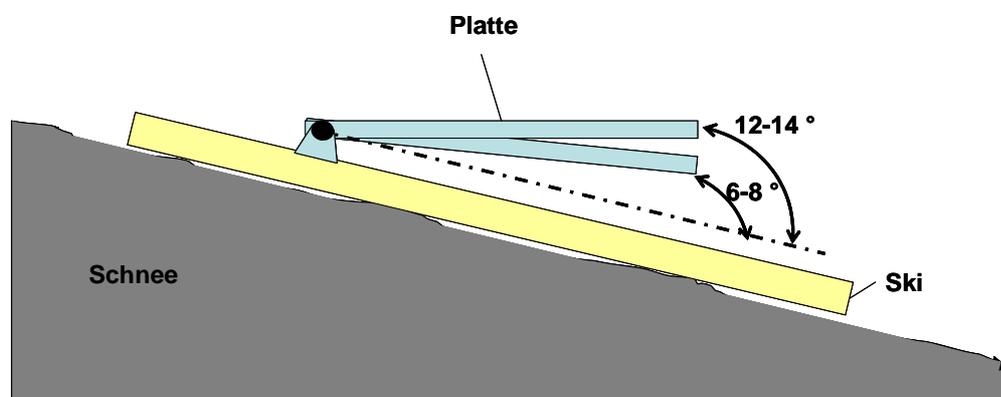
### Entwickeln Sie eine Aufstiegshilfe für Skiläufer

Ein deutscher Ski Bindungshersteller, möchte für die nächste Wintersaison eine neue Aufstiegshilfe für Ski -Tourengeher auf den Markt bringen, da es auf diesem Marktsektor bisher nur wenige Produkte gibt, welche für das Bergabfahren mit den Ski große Schwierigkeiten bereiten. Die Schwierigkeiten liegen hauptsächlich in der Kraftübertragung vom Skischuh auf den Ski. Bisher bestehende Systeme weisen zu geringe Torsions- und Kippsteifigkeit auf und können somit die Kräfte nicht optimal übertragen. Die neue Aufstiegshilfe soll somit die Eigenschaften einer herkömmlichen Tourenbindung für den Aufstieg und die Eigenschaften einer Alpin-Skibindung für die Abfahrt aufweisen. Sie soll aus einer bereits konstruierten Platte (siehe Skizze) bestehen, auf der sich eine normale Ski-Bindung montieren lässt. Die Plattform soll über ein Drehgelenk- und eine Verriegelungseinheit auf dem Ski montiert werden.

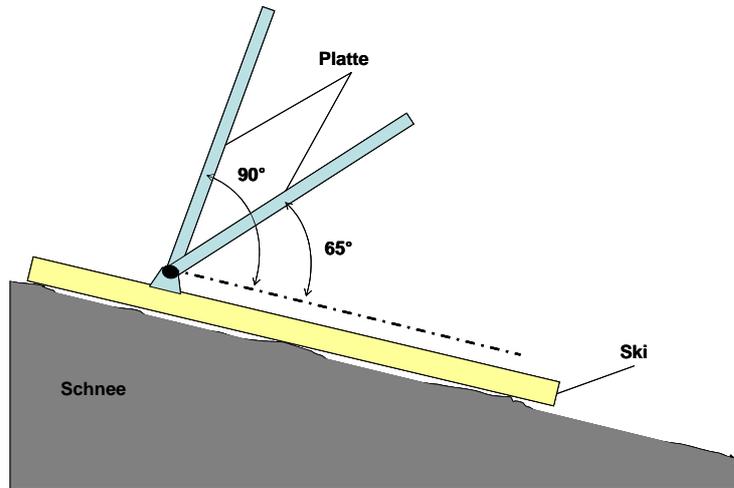
#### Drehgelenk:

Das Drehgelenk soll die Platte fix auf dem Ski befestigen und ein aufklappen der Platte in vertikaler Richtung für einen angenehmen Aufstieg ermöglichen:

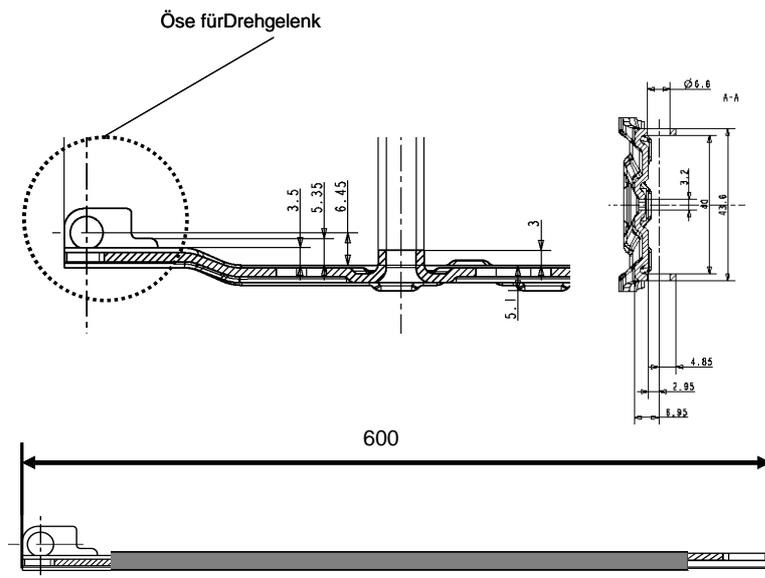
- Um einen angenehmen Aufstieg zu ermöglichen, soll dafür gesorgt werden, dass das Klappen der Plattform in Richtung Ski blockiert werden kann. Es sollen zwei unterschiedlich einstellbare Winkel als Steighilfe vorgesehen werden. Der Winkel zwischen Ski und Plattform soll dann einen Wert zwischen  $6-8^\circ$  bzw.  $12-14^\circ$  betragen.



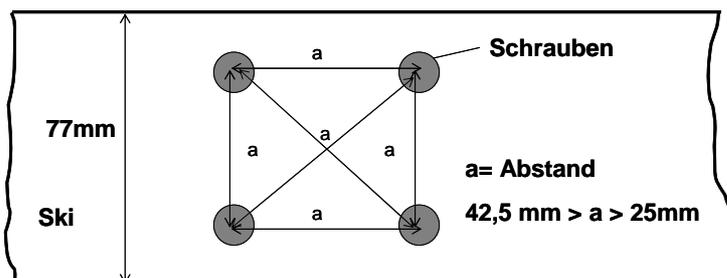
- Die Platte soll nach vorne, minimal 65°, optimal 90° schwenkbar sein.



- Für das Drehgelenk sind an der Platte bereits Ösen für ein Gelenk vorhanden (Siehe Skizze).



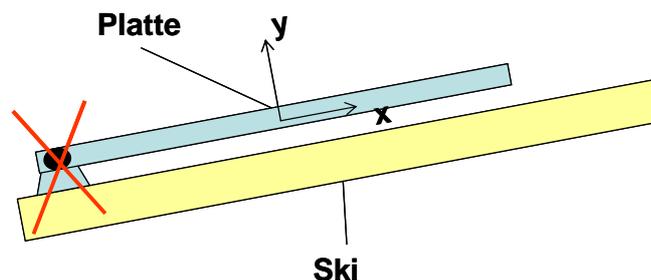
- Die Platte ist 600 mm lang, ca. 7 mm dick und 50 mm breit.
- 
- Das Gelenk muss mit vier Schrauben am Ski befestigt werden; max. Abstand zwischen den Schrauben = 42,5mm, min. Abstand zwischen den Schrauben = 25 mm



**Verriegelungseinheit:**

Die Verriegelungseinheit soll dafür sorgen, dass die Plattform wieder auf dem Ski fixiert ist, so das ein Abfahren mit den Ski ermöglicht wird. Das bedeutet:

- Es darf kein Klappen der Plattform in vertikaler Richtung möglich sein; Plattform soll parallel zum Ski fixiert sein

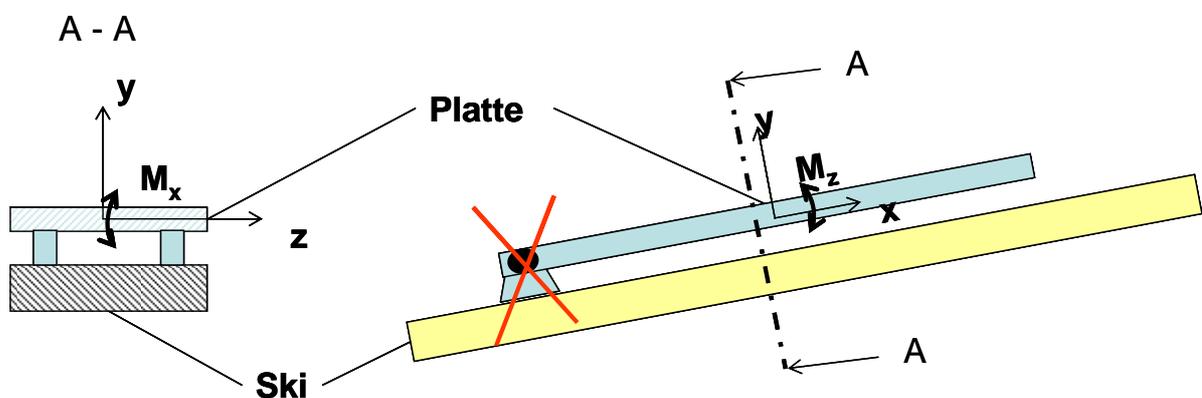


- Um gute Fahreigenschaften zu ermöglichen, muss das komplette System (Drehgelenk, Plattform, Verriegelungseinheit) die Kräfte von der Bindung auf den Ski optimal übertragen. Das System muss deshalb Kipp- und Torsionssteif sein und darf kein Spiel in y- und z-Richtung aufweisen,
- Um ein Durchbiegen des Skis zu ermöglichen, sollte die Platte in x-Richtung frei gleitend sein.
- Die Platte sollte so nah wie möglich auf dem Ski aufliegen

**Belastungsanforderungen an das System (Drehgelenk, Plattform, Verriegelungseinheit):**

$$M_z = \text{min. } 1400 \text{ N}$$

$$M_x = \text{min. } 280 \text{ N}$$

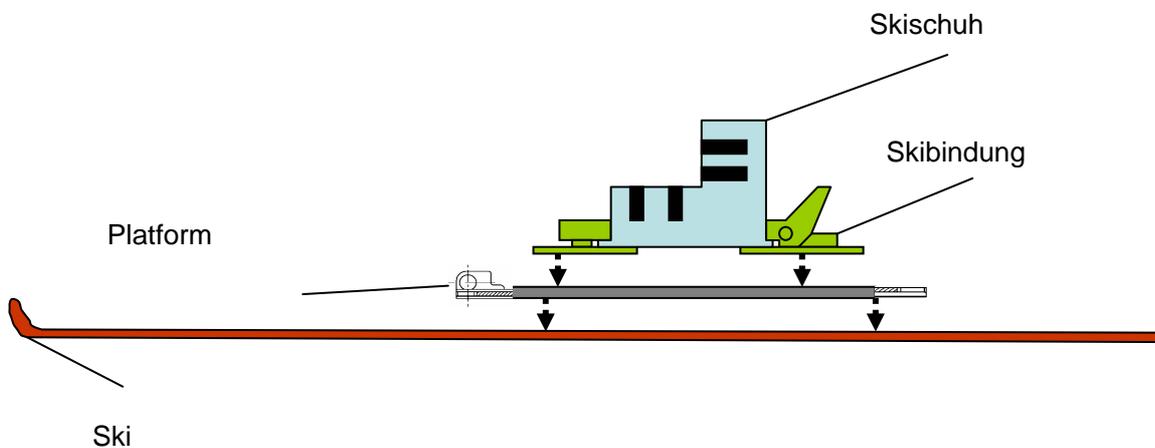


Jede Komponente die auf dem Ski befestigt wird, muss mit vier Schrauben (max. Abstand zwischen den Schrauben = 42,5mm, min. Abstand zwischen den Schrauben = 25 mm) fixiert werden. Die Breite des Skis beträgt 77mm.

Max. Temperatur: - 25° C

max. Hangneigung die mit der Aufstiegshilfe bewältigt werden soll : 40°

**Zusammenbau Skischuh/ Bindung – Platte – Ski:**



**Konstruieren Sie für die Aufstiegshilfe das Drehgelenk und die Verriegelugseinheit. Achten Sie darauf das das Gewicht der beiden Komponenten ca. 500g (pro Ski) beträgt. Achten Sie besonders auf die Kipp und Torsionssteifigkeit für ein optimales Abfahren. Gehen Sie nach folgenden Teilschritten vor.**

Achten Sie darauf:

- Nur die Person ,die das Programm öffnet, kann auch die Datei speichern => Absprache ist nötig, wer was sichert.
- Textbausteine können nicht aus dem Steuerungsprogramm in Word, Excel, etc. kopiert werden. Absprache ist nötig!
- Halten sie die vorgegebenen Zeiten (die jeweiligen Tage) unbedingt ein!

**1. Tag:**

1. Formulieren Sie mit Ihrem Konstruktionspartner eine gemeinsame schriftliche Zielvereinbarung, die einen festen Zeitplan beinhaltet.
2. Erstellen Sie ein Dokument in dem alle Randbedingungen festgehalten sind.
3. Erstellen Sie eine Funktionsstruktur (Baumdiagramm) für die Steighilfe. Verwenden Sie dafür die vorgesehenen Hilfsmittel.
4. Bestimmen Sie mit Ihrem Partner die Anforderungen die die Steighilfe erfüllen soll
5. Nachdem Sie die Anforderungen bewertet haben, dokumentieren und ordnen Sie sie in einer Anforderungsliste (Vorlage Anforderungsliste) Verfolgen Sie nur die Anforderungen weiter, die Sie beide als sinnvoll und notwendig ansehen

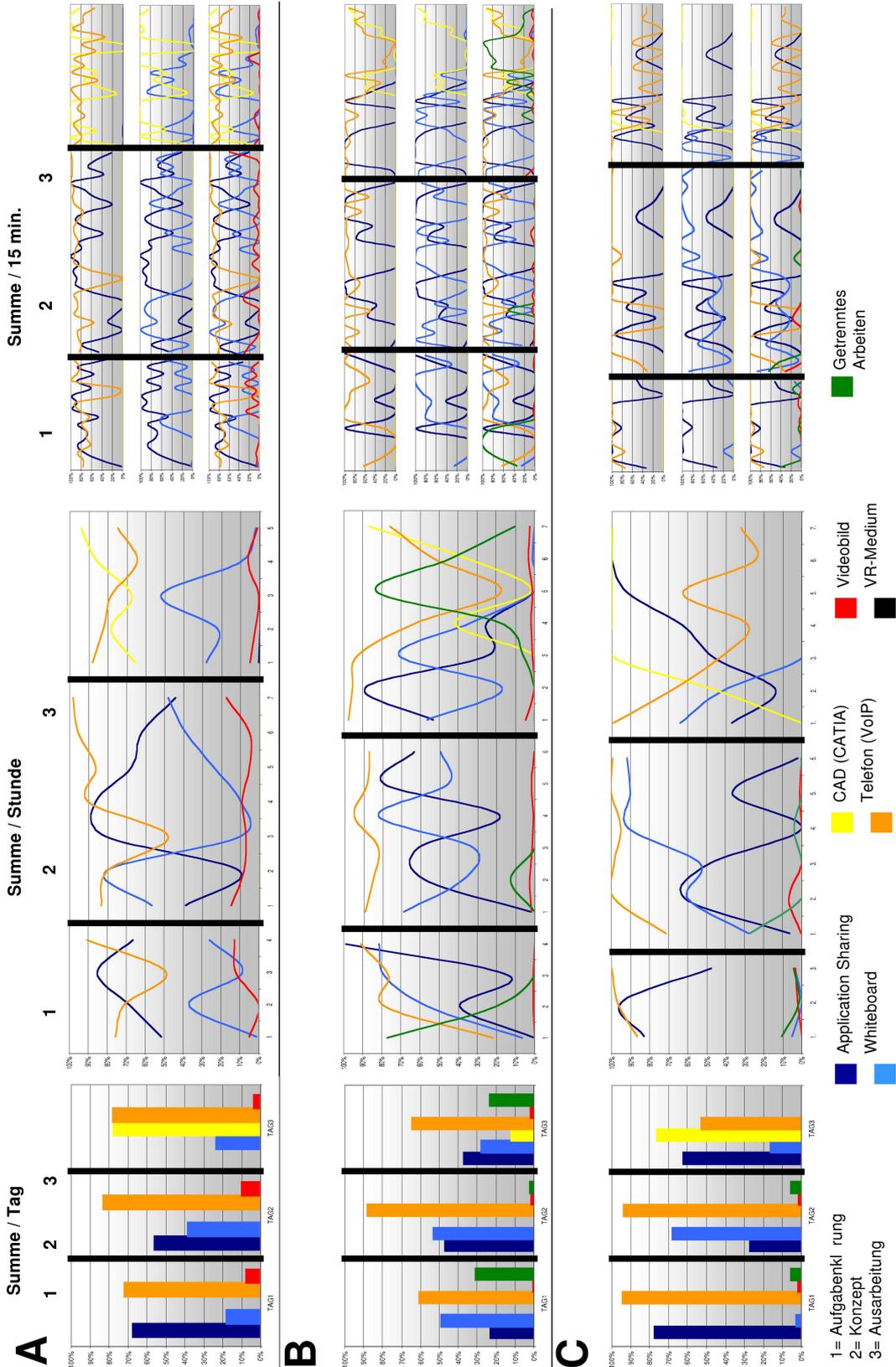
**2.Tag:**

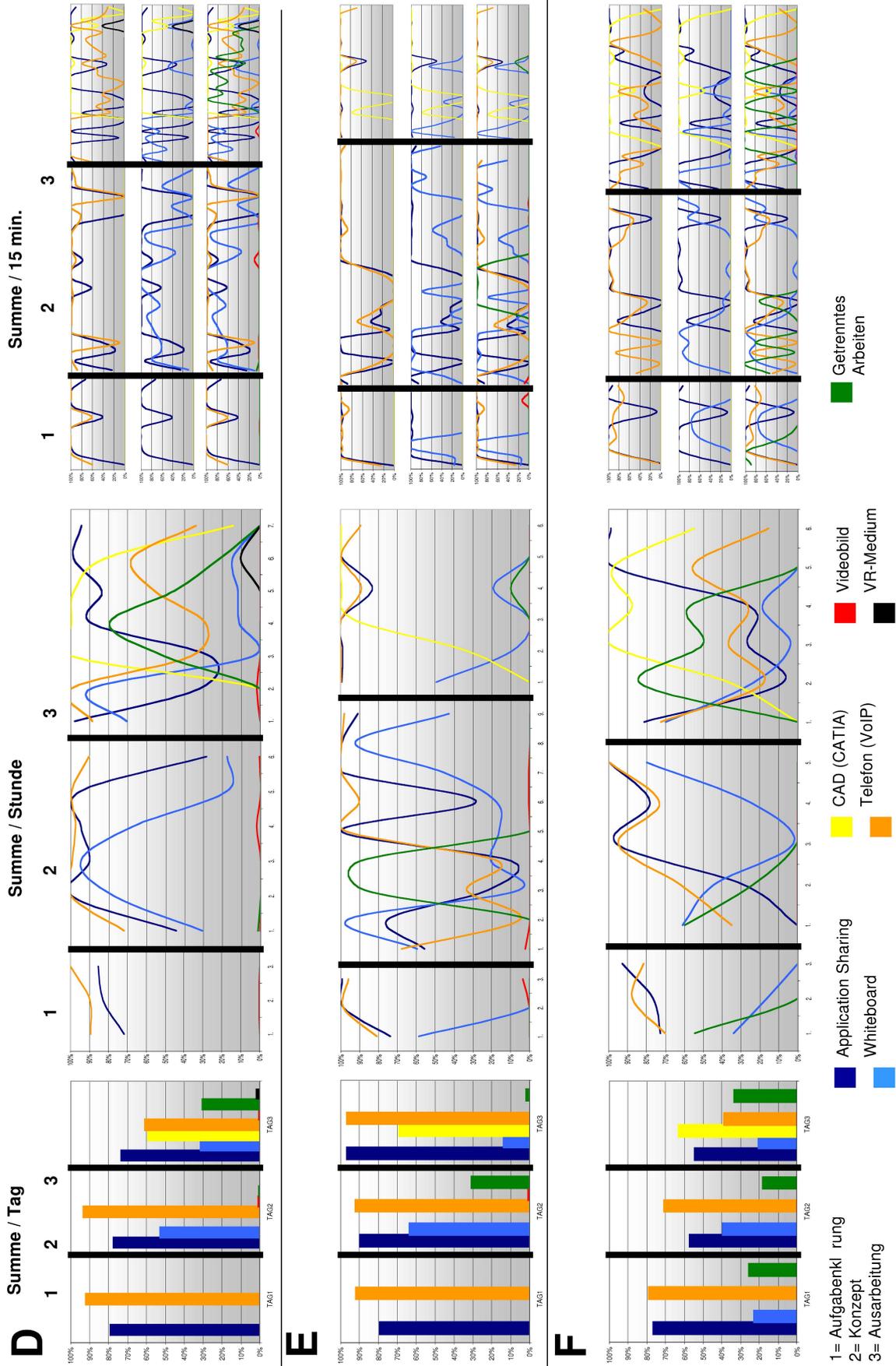
6. Suchen sich nach Möglichkeiten (Lösungen), wie die Teilfunktionen der Funktionsstruktur realisiert werden können und ordnen Sie die Teillösungen nach ihrer Zugehörigkeit zu den Teilfunktionen und nach Ihrer Lösungsdominanz, in einem morphologischen Kasten ein. Benutzen Sie hierfür das Internet, Bibliothek, Formelsammlungen, etc.)
7. Führen Sie eine Vorauswahl der Teillösungen durch. Verwenden Sie hierfür die Vorauswahlliste. Bestimmen Sie hierfür die Ausschlusskriterien
8. Kombinieren Sie die Teillösungen zu Gesamtlösungen für die Aufstiegshilfe.
9. Bewerten Sie die erarbeiteten Gesamtlösungen mit Hilfe von einer Punktbewertung
10. Wählen Sie die beste Lösung aus
11. Skizzieren Sie die ausgewählte Lösung

**3.Tag:**

12. Überführen Sie die Lösung in ein konkretes Konzept. Bestimmen Sie hierbei die benötigten Materialien/ Komponenten, die Fertigungsverfahren, sowie die entstehenden Kosten um das Konzept zu realisieren
13. Dokumentieren Sie das Konzept anschaulich und verständlich, in einer geeigneten Darstellungsform
14. Überprüfen Sie das Konzept nochmals auf mögliche Fehler
15. Erstellen Sie mit Hilfe von Catia V5 ein 3-D Modell des Konzeptes
16. Erstellen aus dem 3-D Modell eine Werkstattzeichnung

### 8.4.2 Versuchsauswertung





## 8.5 Anforderungen an einen integrierten Kommunikationsraum

Die folgende Liste enthält die detaillierten, in Kapitel 4.1.4 erarbeiteten Anforderungen an einen integrierten Kommunikationsraum für die verteilte Produktentwicklung.

Nr.	Name der Anforderung	Ursprung/ Erläuterung
1	<b>Allgemeine Anforderungen</b>	
1.1	Hoher Bedienkomfort	Der Bedienkomfort der Medien ist eine entscheidende Größe für die Akzeptanz von verteiltem Arbeiten. Entwickler, die verteilt arbeiten müssen, möchten sich auf die Entwicklungsaufgabe konzentrieren und nicht auf die Kommunikationsmedien. Aus diesem Grund ist der Bedienkomfort für alle Teilmedien eines Kommunikationsraums von hoher Bedeutung.
1.2	Geringer Konfigurationsaufwand	Der Konfigurationsaufwand sollte sich auf die Auswahl der jeweiligen Gesprächspartner aus einem Adressbuch beschränken. Alle technischen Einstellungen sollten automatisch oder bei Einführung des Kommunikationsraums von einem Fachmann durchgeführt werden.
1.3	Geringe Störungsempfindlichkeit	Technische Störungen (Programmabstürze etc.) sind beim verteilten Arbeiten sehr unangenehm und können die allgemeine Einstellung gegenüber verteilter Entwicklung stark negativ beeinflussen. Auf stabile Software und zuverlässige Hardware ist daher besonders zu achten.
2	<b>Datenverbindung</b>	
2.1	Hohe Kapazität (min. 256 kBit/s)	Die Kapazität der Datenverbindung hat einen entscheidenden Einfluss auf die Qualität der Kommunikation und auf die Leistungsfähigkeit der Kommunikationsmedien. Je höher die Übertragungsrate desto besser. Audio, Video und Application Sharing Verbindungen benötigen jeweils eine möglichst hohe Bandbreite. Der Bedarf der einzelnen Medien addiert sich dabei.
2.2	Hohe Abhörsicherheit (min. 128 Bit Verschlüsselung)	Datenverbindungen zur Kommunikation bergen potenziell immer das Risiko abgehört zu werden. Bei Datenverbindungen innerhalb eines gesicherten Firmennetzwerkes ist das Risiko geringer, Datenverbindungen über das frei zugängliche Internet sind einem größeren Risiko ausgesetzt. Abhängig von der Vertraulichkeit der Informationen und der Verbindung sollte auf eine angemessene Verschlüsselung der Daten geachtet werden.
2.3	Hohe Zuverlässigkeit/ Verfügbarkeit	Eine zuverlässige und ständig verfügbare Datenverbindung hoher Kapazität ist eine Grundlage für eine reibungslose Kommunikation. In den meisten westlich-geprägten Ländern ist dies kein Problem. Gerade bei internationalen Kooperationen sollte man diesen Punkt aber prüfen.
2.4	Anpassung auf Firewalls	Firewalls dienen dazu interne Netzwerke vor feindlichen Angriffen aus dem Internet zu schützen. Je nach Sicherheitseinstellungen kann es vorkommen, dass bestimmte internetbasierte Kommunikationsmedien dabei "geblockt" werden. Einige Kommunikationsprogramme beinhalten die Möglichkeit Firewalls zu untertunneln, bergen dabei aber die Gefahr, das gesamte interne Netzwerk wieder angreifbar zu machen. Firewalls und Kommunikationsmedien sind daher unter Berücksichtigung der Sicherheitsaspekte aufeinander abzustimmen.

Nr.	Name der Anforderung	Ursprung/ Erläuterung
<b>3</b>	<b>Telefon bzw. VoIP Verbindung</b>	
3.1	Hoher Komfort	Von einer akustischen Kommunikationsverbindung wird erwartet, dass sie ein normales zwischenmenschliches Gespräch ersetzt. Das bezieht sich insbesondere auf die Qualität der Übertragung, die Übertragungszeiten und die einfache Kontaktaufnahme mit einem Gesprächspartner.
3.2	Anpassung auf Kapazität der Datenverbindung	Bei sinkender Übertragungskapazität kommt es bei einigen Softwarelösungen dazu, dass sich die Übertragungszeit stark erhöht. Dies macht Diskussionen unmöglich. Hier sind Lösungen vorzuziehen, die im Falle eines Engpasses die Kompression auf Kosten der Qualität erhöhen, aber weiterhin kurze Übertragungszeiten bieten.
3.3	Geeignete Hardware	Es wird eine Ausgabehardware benötigt, die Rückkopplungen vermeidet, Störgeräusche aus der Umgebung ausblendet, die akustische Qualität nicht weiter mindert und die Hände des Gesprächsteilnehmers nicht blockiert. Bewährt haben sich hier Kopfhörer/Mikrofon Kombinationen hoher Qualität. Alternativ ist in ruhigen Räumen auch eine Lautsprecher/Mikrofon Kombination denkbar.
<b>4</b>	<b>Application Sharing</b>	
4.1	Hoher Bedienkomfort / Übersichtlichkeit	Von einer Application Sharing Lösung wird erwartet, dass man wie gewohnt auf einem Rechner arbeiten kann, nur eben gemeinsam mit mehreren Personen. Neben einer einfachen Kontaktaufnahme mit den Kommunikationspartnern ist es wichtig, dass die grundsätzlichen Funktionen Betrachten, Freigeben und Steuern von Fenstern auf verschiedenen Rechnern einfach ausgeführt werden können und immer ersichtlich ist, welche Rolle jeder Teilnehmer gerade auf welchem Rechner hat. Dies kann erfahrungsgemäß gerade bei mehreren Rechnern und Programmen zu Verwirrung führen.
4.2	Komfortables Betrachten	Das gemeinsame Betrachten von Fenstern bzw. Bildschirminhalten dient häufig als Diskussionsbasis. Üblicherweise wird ein Mauszeiger abwechselnd von den Teilnehmern gesteuert. Neben der Möglichkeit gleichzeitig mit unterschiedlichen Zeigeobjekten (Mauszeigern) je Teilnehmer zu arbeiten wäre das Anbringen von temporären Skizzen / Symbolen, die für alle Teilnehmer sichtbar sind, wünschenswert.
4.3	Übersichtliche Freigabe	Die Freigabe ermöglicht das Freigeben des gesamten Bildschirms oder nur einzelner Fenster zum Betrachten oder zur Steuerung durch andere Teilnehmer. Die Funktion sollte übersichtlich gestaltet sein und die freigegebenen Fenster deutlich markiert werden, um zu verhindern, dass eigentlich vertrauliche Daten versehentlich zur Einsicht freigegeben werden, bzw. sich die Mitarbeiter immer bewusst sind, wann ihre Aktionen von anderen Teilnehmern verfolgt werden können.
4.4	Gezielte Steuerung	Die Steuerung im Application Sharing ermöglicht es die Tastatur und Maus eines anderen Rechners fernzusteuern. Die Steuerung sollte durch eine explizite Aktion übernommen und wieder abgegeben werden (z.B. durch Tastendruck). Aktuelle Programme, die die Bewegungen aller angeschlossenen Rechner und Mauszeiger überlagern, führen häufig zu ungewollten Aktionen, wenn mehrere Teilnehmer gleichzeitig ihre Mäuse bewegen.

Nr.	Name der Anforderung	Ursprung/ Erläuterung
4.5	Übertragen von CAD Fenstern	Bei der Auswahl einer Application Sharing Lösung ist darauf zu achten, dass auch die meist mit grafischer Hardwarebeschleunigung dargestellten Fenster von CAD Systemen übertragen werden, da ein CAD Application Sharing eine wertvolle Diskussionsgrundlage darstellen kann.
<b>5</b>	<b>Shared Whiteboard</b>	
5.1	Intuitive/einfache Bedienung	Eine Shared Whiteboard Lösung soll in erster Linie Papier und Bleistift ersetzen. Es soll vor allem nicht komplizierter oder aufwendiger zu bedienen sein! Das macht neben einer geeigneten Software auch eine spezielle Eingabehardware erforderlich. Das digitale gemeinsame Arbeiten soll so einfach und intuitiv wie an einem gemeinsamen Blatt Papier möglich sein.
5.2	Pen Tablet Hardware	Um ein komfortables Arbeiten mit einem Shared Whiteboard zu ermöglichen ist der Anschluss eines zusätzlichen Pen Tablets an den vorhandenen Rechner notwendig. Bei der Auswahl der Hardware sollte auf eine gute Bildqualität / Hohe Auflösung und insbesondere ein präzises und robustes Tracking System geachtet werden. Das Tablet sollte sich in einer horizontalen Lage wie ein Blatt Papier bedienen lassen. Entsprechende Hardware wird beispielsweise von der Firma WACOM vertrieben.
5.3	Beschränkte, aber sinnvolle Funktionalität	Die Funktionalität eines Shared Whiteboards sollte beschränkt, aber sinnvoll sein. Neben einfachen Zeichenfunktionen sollte eine einfache Kontaktaufnahme mit weiteren Teilnehmern, das Speichern und Laden von Zeichnungen und das gleichzeitige Zeichnen möglich sein. Die in diesem Projekt entwickelte Software 3D-Shared-Whiteboard ermöglicht neben dem 2-dimensionalen Skizzieren auch das Nutzen der dritten Dimension.
5.4	Optionale Virtual Reality	Die Einbindung von Virtual Reality Technologien, in erster Linie Stereobild und komplexere Eingabemedien, sollte optional sein. Auf der einen Seite ist die notwendige Hardware sehr teuer und der zusätzliche Aufwand nicht immer gerechtfertigt. Auf der anderen Seite kann sich diese Funktionalität bei geometrisch sehr komplexen Baugruppen oder bei im räumlichen Vorstellungsvermögen wenig geschulten Teilnehmern als vorteilhaft erweisen.
<b>6</b>	<b>File Sharing</b>	
6.1	Intuitive/einfache Bedienung	Eine File Sharing Lösung dient dazu allen Teilnehmern zu ermöglichen, gemeinsam auf Dateien zuzugreifen. Idealerweise sollten die Teilnehmer dabei wie auf Dateien, die sich auf ihrem eigenen Rechner befinden, in gewohnter Weise z.B. mit Hilfe des Windows Explorer zugreifen können.
6.2	Unterstützung einer konsistenten Datenhaltung	Vor allem bei Systemen, bei denen sich die Anwender eine lokale Kopie der Dateien auf ihren eigenen Rechner laden ist darauf zu achten, dass eine konsistente Datenhaltung sichergestellt wird. Es muss vermieden werden, dass die gleiche Datei gleichzeitig von mehreren Personen bearbeitet wird und nach dem Zurückspielen ein Teil der Änderungen verloren geht oder Unklarheit herrscht, welches die aktuelle Version der Datei ist.

Nr.	Name der Anforderung	Ursprung/ Erläuterung
<b>7</b>	<b>Video Verbindung</b>	
7.1	Bedienkomfort	Die Videoverbindung sollte einfach herzustellen und in ihrer Bandbreite bzw. Auflösung entsprechend der Situation variierbar sein
7.2	Variable Größe und Auflösung	Eine Videoverbindung erfüllt insbesondere zwei Funktionen. Zum einen soll es möglich sein die anderen Teilnehmer visuell wahrzunehmen im Sinne, dass wahrgenommen wird, wer gerade was macht oder anwesend bzw. beschäftigt ist. Zum anderen soll sie bei Diskussionen oder Streitgesprächen die Informationsübermittlung ergänzen, indem sie durch Übertragung von Gestik und Mimik zusätzlich zur Sachinformation auch persönliche Information über Teilnehmer vermittelt, die so nicht von anderen Medien übermittelt werden (z.B. zustimmendes Nicken). Für die Erfüllung der ersten Funktion ist eine geringe Auflösung mit einem kleinen Fenster auf dem Bildschirm ausreichend. Für die Erfüllung der zweiten Funktion ist eine hohe Auflösung optimal mit einem Bild nahe der Originalgröße notwendig. Da hochauflösende Videoübertragungen sehr viel Bandbreite beanspruchen ist eine dynamische Einstellung der jeweils benötigten Auflösung wünschenswert.
7.3	Anpassung auf Datenverbindung	Da Videoverbindungen hohe Bandbreite beanspruchen, kurze Ausfälle und Verzögerungen aber im Gegensatz zu den anderen Medien deutlich geringere Auswirkungen auf die gemeinsame Arbeit haben, sollte bei Bandbreitenengpässen das Videobild automatisch angehalten bzw. verlangsamt werden.
7.4	Geeignete Hardware	Für die Aufnahme von hochauflösenden Videobildern sind z.B. sogenannte IP-Kameras mit einer Auflösung ab ca. 560*700 Pixel geeignet. Für die Wiedergabe von originalgroßen Videobildern ist ein zusätzlicher Monitor bzw. Beamer erforderlich.
7.5	Blickkontakt	Einen echten Blickkontakt zu ermöglichen ist insbesondere für kritische Diskussionen wünschenswert. Hardwarelösungen sind schwierig, da sich die Position der Kamera entweder außerhalb des Monitors befindet und keinen Blickkontakt erlaubt, oder mitten im Bild und das Bild entsprechend stört. Softwarelösungen befinden sich in der Entwicklung.
<b>8</b>	<b>Medien für Asynchrone Kommunikation</b>	
8.1	E-Mail, Fax und Post für die Asynchrone Kommunikation	Auch wenn die synchrone Zusammenarbeit es nicht erfordert sollte ein Arbeitsplatz für die synchrone Kommunikation prinzipiell Zugang zu den Medien E-Mail, Fax und Post besitzen. Diese Medien gehören zum Standard eines Arbeitsplatzes und das Vorhandensein dieser Medien wird eventuell von Kommunikationspartnern vorausgesetzt.

## 8.6 Glossar

<b>2D / 3D</b>	<i>zweidimensional / dreidimensional</i>
<b>ADSL</b>	<i>Asymmetric Digital Subscriber Line</i>
<b>Application Sharing</b>	<i>Anwendungsverteilung</i> Das gemeinsame, gleichzeitige Nutzen von Anwendungen von mehreren Beteiligten z. B. als Bestandteil von Konferenzprogrammen.
<b>Audiokommunikation</b>	<i>Audiovermittelte Kommunikation</i> Nachrichtenaustausch mittels gesprochener Sprache in Echtzeit. Z. B. mit Telefon oder Internettelefonie (Voice over IP / VoIP).
<b>CAE</b>	<i>Computer Aided Engineering</i>
<b>CAD</b>	<i>Computer Aided Design</i>
<b>Chat / IM</b>	<i>Chat / Instant Messaging</i> Diese Systeme ermöglichen eine schriftliche Kommunikation in Echtzeit.
<b>CSCW</b>	<i>Computer Supported Cooperative Work</i> Forschungsbereich bei dem das computergestützte Zusammenarbeiten von Gruppen im Mittelpunkt steht
<b>DRM</b>	<i>Design Research Methodology</i> Methodik mit dem Ziel die wissenschaftliche Vorgehensweise bei Forschungsarbeiten in der Produktentwicklung zu unterstützen.
<b>DFG</b>	<i>Deutsche Forschungsgemeinschaft</i>
<b>File Sharing</b>	<i>Dokumenten-Management</i> Diese Systeme bieten die Möglichkeit Dateien über/auf einem gemeinsamen Server ablegen und austauschen zu können.
<b>Globalisierung</b>	<i>Globalisierung</i> Prozess der zunehmenden internationalen Verflechtung, insbesondere in den Bereichen der Wirtschaft.
<b>Groupware</b>	<i>Groupware</i> Die technischen (Software) Systeme, die verteilte Zusammenarbeit ermöglichen
<b>HTTP</b>	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
<b>ICQ</b>	<i>Instant Messaging Programm</i>
<b>IP</b>	<i>Internet Protocol</i>

<b>IRC</b>	<i>Internet Relay Chat (Chatsystem)</i>
<b>Koordination</b>	<i>Koordination</i> Bei jeglicher Form von verteilter Arbeit muss die getrennte Bearbeitung von Aufgaben, die gegenseitige Abhängigkeiten besitzen, inhaltlich und organisatorisch abgestimmt werden. Koordination ist die Abstimmung von Abhängigkeiten zwischen diesen Aktivitäten.
<b>Kommunikation</b>	<i>Kommunikation</i> Verständigung zwischen Aufgabenbearbeitern, allgemein Verständigung mehrerer Personen untereinander.
<b>Kooperation</b>	<i>Kooperation</i> Tätigsein von ein oder mehr Individuen, das bewusst, planvoll aufeinander abgestimmt die Zielerreichung eines jeden beteiligten Individuums in gleichem Maße gewährleistet.
<b>LAN</b>	<i>Local Area Network</i>
<b>PC</b>	<i>Personal Computer</i>
<b>PDM</b>	<i>Product Data Management</i>
<b>PE</b>	Produktentwicklung
<b>Shared-Whiteboard</b>	<i>Elektronisches Zeichenbrett</i> Anwendung, die eine Arbeitsfläche zur gemeinsamen Bearbeitung (Skizzieren) auf mehrere Rechner verteilt.
<b>Team</b>	<i>Team (in der Produktentwicklung)</i> Arbeitsgruppe auf Zeit, die oftmals im Rahmen einer übergeordneten Zielvorgabe bestimmte Probleme klärt, Lösungsvorschläge erarbeitet oder bestimmte Aufgaben erfüllt.
<b>Telekooperation</b>	<i>Telekooperation</i> Mediengestützte arbeitsteilige Leistungserstellung zwischen verteilten Aufgabenträgern, Organisationseinheiten und/oder Organisationen.
<b>UMTS</b>	<i>Universal Mobile Telecommunications System</i>
<b>VR</b>	<i>Virtual Reality</i> Computergenerierte Umgebung, die ein Betrachter mit seinen natürlichen Sinnen als die ihn umgebende Realität erlebt und mit der er interagieren kann.
<b>WLAN</b>	<i>Wireless Local Area Network</i>
<b>XML</b>	<i>Extensible Markup Language</i>

## 9 Dissertationsverzeichnis des Lehrstuhls für Produktentwicklung

Lehrstuhl für Produktentwicklung

Technische Universität München, Boltzmannstraße 15, 85748 Garching

Dissertationen betreut von

- Prof. Dr.-Ing. W. Rodenacker,
- Prof. Dr.-Ing. K. Ehrlenspiel und
- Prof. Dr.-Ing. U. Lindemann

D1 COLLIN, H.:

Entwicklung eines Einwalzenkalenders nach einer systematischen Konstruktionsmethode.  
München: TU, Diss. 1969.

D2 OTT, J.:

Untersuchungen und Vorrichtungen zum Offen-End-Spinnen.  
München: TU, Diss. 1971.

D3 STEINWACHS, H.:

Informationsgewinnung an bandförmigen Produkten für die Konstruktion der Produktmaschine.  
München: TU, Diss. 1971.

D4 SCHMETTOW, D.:

Entwicklung eines Rehabilitationsgerätes für Schwerstkörperbehinderte.  
München: TU, Diss. 1972.

D5 LUBITZSCH, W.:

Die Entwicklung eines Maschinensystems zur Verarbeitung von chemischen Endlosfasern.  
München: TU, Diss. 1974.

D6 SCHEITENBERGER, H.:

Entwurf und Optimierung eines Getriebesystems für einen Rotationsquerschneider mit allgemeingültigen Methoden.  
München: TU, Diss. 1974.

D7 BAUMGARTH, R.:

Die Vereinfachung von Geräten zur Konstanthaltung physikalischer Größen.  
München: TU, Diss. 1976.

- D8 MAUDERER, E.:  
Beitrag zum konstruktionsmethodischen Vorgehen durchgeführt am Beispiel eines Hochleistungsschalter-Antriebs.  
München: TU, Diss. 1976.
- D9 SCHÄFER, J.:  
Die Anwendung des methodischen Konstruierens auf verfahrenstechnische Aufgabenstellungen.  
München: TU, Diss. 1977.
- D10 WEBER, J.:  
Extruder mit Feststoffpumpe – Ein Beitrag zum Methodischen Konstruieren.  
München: TU, Diss. 1978.
- D11 HEISIG, R.:  
Längencodierer mit Hilfsbewegung.  
München: TU, Diss. 1979.
- D12 KIEWERT, A.:  
Systematische Erarbeitung von Hilfsmitteln zum kostenarmen Konstruieren.  
München: TU, Diss. 1979.
- D13 LINDEMANN, U.:  
Systemtechnische Betrachtung des Konstruktionsprozesses unter besonderer Berücksichtigung der Herstellkostenbeeinflussung beim Festlegen der Gestalt.  
Düsseldorf: VDI-Verlag 1980. (Fortschritt-Berichte der VDI-Zeitschriften Reihe 1, Nr. 60).  
Zugl. München: TU, Diss. 1980.
- D14 NJOYA, G.:  
Untersuchungen zur Kinematik im Wälzlager bei synchron umlaufenden Innen- und Außenringen.  
Hannover: Universität, Diss. 1980.
- D15 HENKEL, G.:  
Theoretische und experimentelle Untersuchungen ebener konzentrisch gewellter Kreisringmembranen.  
Hannover: Universität, Diss. 1980.
- D16 BALKEN, J.:  
Systematische Entwicklung von Gleichlaufgelenken.  
München: TU, Diss. 1981.
- D17 PETRA, H.:  
Systematik, Erweiterung und Einschränkung von Lastausgleichslösungen für Standgetriebe mit zwei Leistungswegen – Ein Beitrag zum methodischen Konstruieren.  
München: TU, Diss. 1981.

- D18 BAUMANN, G.:  
Ein Kosteninformationssystem für die Gestaltungsphase im Betriebsmittelbau.  
München: TU, Diss. 1982.
- D19 FISCHER, D.:  
Kostenanalyse von Stirnzahnrädern. Erarbeitung und Vergleich von Hilfsmitteln zur  
Kostenfrüherkennung.  
München: TU, Diss. 1983.
- D20 AUGUSTIN, W.:  
Sicherheitstechnik und Konstruktionsmethodiken – Sicherheitsgerechtes Konstruieren.  
Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz 1985. Zugl. München: TU, Diss. 1984.
- D21 RUTZ, A.:  
Konstruieren als gedanklicher Prozess.  
München: TU, Diss. 1985.
- D22 SAUERMAN, H. J.:  
Eine Produktkostenplanung für Unternehmen des Maschinenbaues.  
München: TU, Diss. 1986.
- D23 HAFNER, J.:  
Entscheidungshilfen für das kostengünstige Konstruieren von Schweiß- und Gussgehäusen.  
München: TU, Diss. 1987.
- D24 JOHN, T.:  
Systematische Entwicklung von homokinetischen Wellenkupplungen.  
München: TU, Diss. 1987.
- D25 FIGEL, K.:  
Optimieren beim Konstruieren.  
München: Hanser 1988. Zugl. München: TU, Diss. 1988 u. d. T.: Figel, K.: Integration  
automatisierter Optimierungsverfahren in den rechnerunterstützten Konstruktionsprozess.

### **Reihe Konstruktionstechnik München**

- D26 TROPSCHUH, P. F.:  
Rechnerunterstützung für das Projektieren mit Hilfe eines wissensbasierten Systems.  
München: Hanser 1989. (Konstruktionstechnik München, Band 1). Zugl. München: TU, Diss.  
1988 u. d. T.: Tropschuh, P. F.: Rechnerunterstützung für das Projektieren am Beispiel  
Schiffsgetriebe.
- D27 PICKEL, H.:  
Kostenmodelle als Hilfsmittel zum Kostengünstigen Konstruieren.  
München: Hanser 1989. (Konstruktionstechnik München, Band 2). Zugl. München: TU, Diss.  
1988.

- D28 KITTSTEINER, H.-J.:  
Die Auswahl und Gestaltung von kostengünstigen Welle-Nabe-Verbindungen.  
München: Hanser 1990. (Konstruktionstechnik München, Band 3). Zugl. München: TU, Diss. 1989.
- D29 HILLEBRAND, A.:  
Ein Kosteninformationssystem für die Neukonstruktion mit der Möglichkeit zum Anschluss an ein CAD-System.  
München: Hanser 1991. (Konstruktionstechnik München, Band 4). Zugl. München: TU, Diss. 1990.
- D30 DYLLA, N.:  
Denk- und Handlungsabläufe beim Konstruieren.  
München: Hanser 1991. (Konstruktionstechnik München, Band 5). Zugl. München: TU, Diss. 1990.
- D31 MÜLLER, R.  
Datenbankgestützte Teileverwaltung und Wiederholteilsuche.  
München: Hanser 1991. (Konstruktionstechnik München, Band 6). Zugl. München: TU, Diss. 1990.
- D32 NEESE, J.:  
Methodik einer wissensbasierten Schadenanalyse am Beispiel Wälzlagerungen.  
München: Hanser 1991. (Konstruktionstechnik München, Band 7). Zugl. München: TU, Diss. 1991.
- D33 SCHAAL, S.:  
Integrierte Wissensverarbeitung mit CAD – Am Beispiel der konstruktionsbegleitenden Kalkulation.  
München: Hanser 1992. (Konstruktionstechnik München, Band 8). Zugl. München: TU, Diss. 1991.
- D34 BRAUNSPERGER, M.:  
Qualitätssicherung im Entwicklungsablauf – Konzept einer präventiven Qualitätssicherung für die Automobilindustrie.  
München: Hanser 1993. (Konstruktionstechnik München, Band 9). Zugl. München: TU, Diss. 1992.
- D35 FEICHTER, E.:  
Systematischer Entwicklungsprozess am Beispiel von elastischen Radialversatzkupplungen.  
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 10). Zugl. München: TU, Diss. 1992.

- D36 WEINBRENNER, V.:  
Produktlogik als Hilfsmittel zum Automatisieren von Varianten- und Anpassungskonstruktionen.  
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 11). Zugl. München: TU, Diss. 1993.
- D37 WACH, J. J.:  
Problemspezifische Hilfsmittel für die Integrierte Produktentwicklung.  
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 12). Zugl. München: TU, Diss. 1993.
- D38 LENK, E.:  
Zur Problematik der technischen Bewertung.  
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 13). Zugl. München: TU, Diss. 1993.
- D39 STUFFER, R.:  
Planung und Steuerung der Integrierten Produktentwicklung.  
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 14). Zugl. München: TU, Diss. 1993.
- D40 SCHIEBELER, R.:  
Kostengünstig Konstruieren mit einer rechnergestützten Konstruktionsberatung.  
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 15). Zugl. München: TU, Diss. 1993.
- D41 BRUCKNER, J.:  
Kostengünstige Wärmebehandlung durch Entscheidungsunterstützung in Konstruktion und Härterei.  
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 16). Zugl. München: TU, Diss. 1993.
- D42 WELLNIAK, R.:  
Das Produktmodell im rechnerintegrierten Konstruktionsarbeitsplatz.  
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 17). Zugl. München: TU, Diss. 1994.
- D43 SCHLÜTER, A.:  
Gestaltung von Schnappverbindungen für montagegerechte Produkte.  
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 18). Zugl. München: TU, Diss. 1994.
- D44 WOLFRAM, M.:  
Feature-basiertes Konstruieren und Kalkulieren.  
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 19). Zugl. München: TU, Diss. 1994.

- D45 STOLZ, P.:  
Aufbau technischer Informationssysteme in Konstruktion und Entwicklung am Beispiel eines elektronischen Zeichnungsarchives.  
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 20). Zugl. München: TU, Diss. 1994.
- D46 STOLL, G.:  
Montagegerechte Produkte mit feature-basiertem CAD.  
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 21). Zugl. München: TU, Diss. 1994.
- D47 STEINER, J. M.:  
Rechnergestütztes Kostensenken im praktischen Einsatz.  
Aachen: Shaker 1996. (Konstruktionstechnik München, Band 22). Zugl. München: TU, Diss. 1995.
- D48 HUBER, T.:  
Senken von Montagezeiten und -kosten im Getriebebau.  
München: Hanser 1995. (Konstruktionstechnik München, Band 23). Zugl. München: TU, Diss. 1995.
- D49 DANNER, S.:  
Ganzheitliches Anforderungsmanagement für marktorientierte Entwicklungsprozesse.  
Aachen: Shaker 1996. (Konstruktionstechnik München, Band 24). Zugl. München: TU, Diss. 1996.
- D50 MERAT, P.:  
Rechnergestützte Auftragsabwicklung an einem Praxisbeispiel.  
Aachen: Shaker 1996. (Konstruktionstechnik München, Band 25). Zugl. München: TU, Diss. 1996 u. d. T.: MERAT, P.: Rechnergestütztes Produktleitsystem
- D51 AMBROSY, S.:  
Methoden und Werkzeuge für die integrierte Produktentwicklung.  
Aachen: Shaker 1997. (Konstruktionstechnik München, Band 26). Zugl. München: TU, Diss. 1996.
- D52 GIPOULIS, A.:  
Modelle für effektive Konstruktionsprozesse.  
Aachen: Shaker 1998. (Konstruktionstechnik München, Band 27). Zugl. München: TU, Diss. 1996.
- D53 STEINMEIER, E.:  
Realisierung eines systemtechnischen Produktmodells – Einsatz in der Pkw-Entwicklung  
Aachen: Shaker 1998. (Konstruktionstechnik München, Band 28). Zugl. München: TU, Diss. 1998.

- D54 KLEEDÖRFER, R.:  
Prozess- und Änderungsmanagement der Integrierten Produktentwicklung.  
Aachen: Shaker 1998. (Konstruktionstechnik München, Band 29). Zugl. München: TU, Diss. 1998.
- D55 GÜNTHER, J.:  
Individuelle Einflüsse auf den Konstruktionsprozess.  
Aachen: Shaker 1998. (Konstruktionstechnik München, Band 30). Zugl. München: TU, Diss. 1998.
- D56 BIRSACK, H.:  
Methode für Kraftleinleitungsstellenkonstruktion in Blechstrukturen.  
München: TU, Diss. 1998.
- D57 IRLINGER, R.:  
Methoden und Werkzeuge zur nachvollziehbaren Dokumentation in der Produktentwicklung.  
Aachen: Shaker 1998. (Konstruktionstechnik München, Band 31). Zugl. München: TU, Diss. 1999.
- D58 EILETZ, R.:  
Zielkonfliktmanagement bei der Entwicklung komplexer Produkte – am Bsp. PKW-Entwicklung.  
Aachen: Shaker 1999. (Konstruktionstechnik München, Band 32). Zugl. München: TU, Diss. 1999.
- D59 STÖSSER, R.:  
Zielkostenmanagement in integrierten Produkterstellungsprozessen.  
Aachen: Shaker 1999. (Konstruktionstechnik München, Band 33). Zugl. München: TU, Diss. 1999.
- D60 PHLEPS, U.:  
Recyclinggerechte Produktdefinition – Methodische Unterstützung für Upgrading und Verwertung.  
Aachen: Shaker 1999. (Konstruktionstechnik München, Band 34). Zugl. München: TU, Diss. 1999.
- D61 BERNARD, R.:  
Early Evaluation of Product Properties within the Integrated Product Development.  
Aachen: Shaker 1999. (Konstruktionstechnik München, Band 35). Zugl. München: TU, Diss. 1999.
- D62 ZANKER, W.:  
Situative Anpassung und Neukombination von Entwicklungsmethoden.  
Aachen: Shaker 1999. (Konstruktionstechnik München, Band 36). Zugl. München: TU, Diss. 1999.

## Reihe Produktentwicklung München

- D63 ALLMANSBERGER, G.:  
Erweiterung der Konstruktionsmethodik zur Unterstützung von Änderungsprozessen in der Produktentwicklung.  
München: Dr. Hut 2001. (Produktentwicklung München, Band 37). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D64 ASSMANN, G.:  
Gestaltung von Änderungsprozessen in der Produktentwicklung.  
München: Utz 2000. (Produktentwicklung München, Band 38). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D65 BICHLMAIER, C.:  
Methoden zur flexiblen Gestaltung von integrierten Entwicklungsprozessen.  
München: Utz 2000. (Produktentwicklung München, Band 39). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D66 DEMERS, M. T.  
Methoden zur dynamischen Planung und Steuerung von Produktentwicklungsprozessen.  
München: Dr. Hut 2000. (Produktentwicklung München, Band 40). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D67 STETTER, R.:  
Method Implementation in Integrated Product Development.  
München: Dr. Hut 2000. (Produktentwicklung München, Band 41). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D68 VIERTLBÖCK, M.:  
Modell der Methoden- und Hilfsmiteleinführung im Bereich der Produktentwicklung.  
München: Dr. Hut 2000. (Produktentwicklung München, Band 42). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D69 COLLIN, H.:  
Management von Produkt-Informationen in kleinen und mittelständischen Unternehmen.  
München: Dr. Hut 2001. (Produktentwicklung München, Band 43). Zugl. München: TU, Diss. 2001.
- D70 REISCHL, C.:  
Simulation von Produktkosten in der Entwicklungsphase.  
München: Dr. Hut 2001. (Produktentwicklung München, Band 44). Zugl. München: TU, Diss. 2001.

- D71 GAUL, H.-D.:  
Verteilte Produktentwicklung - Perspektiven und Modell zur Optimierung.  
München: Dr. Hut 2001. (Produktentwicklung München, Band 45). Zugl. München: TU, Diss. 2001.
- D72 GIERHARDT, H.:  
Global verteilte Produktentwicklungsprojekte – Ein Vorgehensmodell auf der operativen Ebene.  
München: Dr. Hut 2002. (Produktentwicklung München, Band 46). Zugl. München: TU, Diss. 2001.
- D73 SCHOEN, S.:  
Gestaltung und Unterstützung von Community of Practice.  
München: Utz 2000. (Produktentwicklung München, Band 47). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D74 BENDER, B.:  
Zielorientiertes Kooperationsmanagement.  
München: Dr. Hut 2001. (Produktentwicklung München, Band 48). Zugl. München: TU, Diss. 2001.
- D75 SCHWANKL, L.:  
Analyse und Dokumentation in den frühen Phasen der Produktentwicklung.  
München: Dr. Hut 2002. (Produktentwicklung München, Band 49). Zugl. München: TU, Diss. 2002.
- D76 WULF, J.:  
Elementarmethoden zur Lösungssuche.  
München: Dr. Hut 2002. (Produktentwicklung München, Band 50). Zugl. München: TU, Diss. 2002.
- D77 MÖRTL, M.:  
Entwicklungsmanagement für langlebige, upgradinggerechte Produkte.  
München: Dr. Hut 2002. (Produktentwicklung München, Band 51). Zugl. München: TU, Diss. 2002.
- D78 GERST, M.:  
Strategische Produktentscheidungen in der integrierten Produktentwicklung.  
München: Dr. Hut 2002. (Produktentwicklung München, Band 52). Zugl. München: TU, Diss. 2002.
- D79 AMFT, M.:  
Phasenübergreifende bidirektionale Integration von Gestaltung und Berechnung.  
München: Dr. Hut 2003. (Produktentwicklung München, Band 53). Zugl. München: TU, Diss. 2002.

- D80 FÖRSTER, M.:  
Variantenmanagement nach Fusionen in Unternehmen des Anlagen- und Maschinenbaus.  
München: TU, Diss. 2003.
- D81 GRAMANN, J.:  
Problemmodelle und Bionik als Methode.  
München: Dr. Hut 2004. (Produktentwicklung München, Band 55). Zugl. München: TU, Diss. 2004.
- D82 PULM, U.:  
Eine systemtheoretische Betrachtung der Produktentwicklung.  
München: Dr. Hut 2004. (Produktentwicklung München, Band 56). Zugl. München: TU, Diss. 2004.
- D83 HUTTERER, P.:  
Reflexive Dialoge und Denkbausteine für die methodische Produktentwicklung.  
München: Dr. Hut 2005. (Produktentwicklung München, Band 57). Zugl. München: TU, Diss. 2005.
- D84 FUCHS, D.:  
Konstruktionsprinzipien für die Problemanalyse in der Produktentwicklung.  
München: Dr. Hut 2005. (Produktentwicklung München, Band 58). Zugl. München: TU, Diss. 2005.
- D85 PACHE, M.:  
Sketching for Conceptual Design.  
München: Dr. Hut 2005. (Produktentwicklung München, Band 59). Zugl. München: TU, Diss. 2005.
- D86 BRAUN, T.:  
Methodische Unterstützung der strategischen Produktplanung in einem mittelständisch geprägten Umfeld.  
München: Dr. Hut 2005. (Produktentwicklung München, Band 60). Zugl. München: TU, Diss. 2005.
- D87 JUNG, C.:  
Anforderungsklä rung in interdisziplinärer Entwicklungsumgebung.  
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 61). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D88 HEBLING, T.:  
Einführung der Integrierten Produktpolitik in kleinen und mittelständischen Unternehmen.  
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 62). Zugl. München: TU, Diss. 2006.

- D89 STRICKER, H.:  
Bionik in der Produktentwicklung unter der Berücksichtigung menschlichen Verhaltens.  
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 63). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D90 NIBL, A.:  
Modell zur Integration der Zielkostenverfolgung in den Produktentwicklungsprozess.  
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 64). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D91 MÜLLER, F.:  
Intuitive digitale Geometriemodellierung in frühen Entwicklungsphasen.  
München: Dr. Hut 2007. (Produktentwicklung München, Band 65). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D92 ERDELL, E.:  
Methodenanwendung in der Hochbauplanung – Ergebnisse einer Schwachstellenanalyse.  
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 66). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D93 GAHR, A.:  
Pfadkostenrechnung individualisierter Produkte.  
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 67). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D94 RENNER, I.:  
Methodische Unterstützung funktionsorientierter Baukastenentwicklung am Beispiel Automobil.  
München: Dr. Hut 2007 (Reihe Produktentwicklung) Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D95 PONN, J.:  
Situative Unterstützung der methodischen Konzeptentwicklung technischer Produkte.  
München: Dr. Hut 2008 (Reihe Produktentwicklung) Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D96 HERFELD, U.:  
Matrix-basierte Verknüpfung von Komponenten und Funktionen zur Integration von Konstruktion und numerischer Simulation.  
München: Dr. Hut 2007. (Produktentwicklung München, Band 70). Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D97 SCHNEIDER, S.:  
Model for the evaluation of engineering design methods.  
TU München: 2007. (als Dissertation eingereicht)

- D98 FELGEN, L.:  
Systemorientierte Qualitätssicherung für mechatronische Produkte.  
München: Dr. Hut 2007 (Reihe Produktentwicklung) Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D99 GRIEB, J.:  
Auswahl von Werkzeugen und Methoden für verteilte Produktentwicklungsprozesse.  
München: TU, Diss. 2007.
- D100 MAURER, M.:  
Structural Awareness in Complex Product Design.  
München: Dr. Hut 2007 (Reihe Produktentwicklung) Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D101 BAUMBERGER, C.:  
Methoden zur kundenspezifischen Produktdefinition bei individualisierten Produkten .  
München: Dr. Hut 2008 (Reihe Produktentwicklung) Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D102 KEIJZER, W.:  
Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken – ein Modell am Beispiel der  
Automobilindustrie.  
München: TU, Diss. 2007.