

**Koordination der kooperativen Produktentwicklung in
Wertschöpfungsketten –
ein kybernetischer Ansatz für virtuelle Integration**

Von der Fakultät Maschinenbau der Universität Stuttgart zur Erlangung der Würde
eines Doktors der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.) genehmigte Abhandlung

Vorgelegt von
Thomas V. Fischer

aus Ulm

Hauptberichter:	Prof. Dr. rer. pol., habil. Ing. Thomas Fischer
Mitberichter:	Prof. Dr.-Ing. habil. Joachim Warschat
Tag der mündlichen Prüfung:	10. April 2006

Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf
2006

Vorwort des Autors

Die ersten Konzepte und Ansätze zur vorliegenden Arbeit entstanden während meines, von der Europäischen Kommission mittels eines Stipendiums geförderten Aufenthaltes in Italien, welcher parallel zu einem vom Zentrum für Management Research der Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf koordinierten Forschungsprojekt stattfand.

Die Ausarbeitung der Arbeit erfolgte während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Zentrum für Management Research unter der Leitung von Prof. Dr. Thomas Fischer. Ihm schulde ich aufrichtigen Dank für die intensive Auseinandersetzung mit dem Thema und mit meiner Arbeit, sowie für die vielen konstruktiven Diskussionen, die zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben.

Herrn Prof. Dr. Joachim Warschat vom Fraunhofer Institut für Arbeitsorganisation danke ich für sein Interesse an meiner Arbeit und die Übernahme des Mitberichtes. Die Arbeit wurde im April 2006 von der Fakultät Maschinenwesen der Universität Stuttgart als Dissertation angenommen.

Meinen Kollegen und Kolleginnen aus dem Bereich Management Research danke ich für die sehr freundschaftliche Zusammenarbeit. Die Bereitschaft, sich ständig gegenseitig mit Rat und praktischer Hilfe zu unterstützen, war für die Erstellung der Arbeit eine große Hilfe. Ebenso danke ich den Projektpartnern, insbesondere den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen der Firmen Centrocot und Klopman in Italien, für die konstruktive Unterstützung bei der Arbeit vor Ort und für die Gastfreundschaft, die mich auch heute noch mit Italien freundschaftlich verbunden sein lässt.

Besonders danke ich meinen Eltern für die Durchsicht der Arbeit und die moralische Unterstützung während dieser Zeit. Ebenso danke ich meinen Freunden für die anhaltende Aufmunterung während der Fertigstellung der Arbeit.

Ostfildern im Juli 2006

Thomas V. Fischer

Inhaltsverzeichnis

Vorwort des Autors	2
Inhaltsverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	7
Abkürzungsverzeichnis	8
Zusammenfassung	9
Abstract.....	11
1 Einleitung und Problemstellung	13
2 Übersicht über die Arbeit und Gang der Untersuchung	18
3 Detaillierte Problembeschreibung	20
3.1 Sektor Schutzkleidung	20
3.1.1 Aufgaben der Schutzkleidung	20
3.1.2 Konsequenzen für die beteiligte Textilindustrie.....	24
3.2 Zum Begriff der Innovation.....	26
3.2.1 Definition und Abgrenzung	26
3.2.2 Wesen der Innovation.....	27
3.2.3 Kontext: Das Projekt VIRTEX.....	31
3.2.4 Bisherige Prozesse bei der Produktentwicklung	35
4 Konzepte, Methoden und Werkzeuge zur Problemlösung	39
4.1 Konzeption der Virtuell Integrierten Kooperation (VIK).....	39
4.1.1 Kooperation in der Wertschöpfungskette	40
4.1.2 Methoden und Werkzeuge im Computer Supported Cooperative Work (CSCW) Umfeld	44
4.1.3 Umsetzung der Konzeption	46
4.2 Gefährdungsanalyse	47
4.2.1 Problemstellung und Prozessbeschreibung der Gefährdungsanalyse.....	48
4.2.2 Methodischer Lösungsansatz zur Gefährdungsanalyse.....	50
4.2.3 Technologische Umsetzung der Gefährdungsanalyse.....	57
4.2.4 Organisation und Implementierung des Systems zur Gefährdungsanalyse.....	72
4.3 Anforderungsanalyse	74
4.3.1 Problemstellung und Prozessbeschreibung der Anforderungsanalyse	74
4.3.2 Methodischer Lösungsansatz zur Anforderungsanalyse	77
4.3.2.1 Einbindung von Kunden als Akteure im Innovationsprozess	77
4.3.2.2 Bewertung der Anforderungen	80
4.3.2.3 Umsetzung der Anforderungen	83
4.3.2.4 Stufenübergreifende Anwendung von Quality Function Deployment (QFD) und Conjoint Measurement (CM) in der textilen Wertschöpfungskette	87

4.3.3	Technologische Umsetzung der Anforderungsanalyse	89
4.3.4	Organisation und Implementierung der Anforderungsanalyse.....	92
4.4	Projektplanung und -durchführung.....	92
4.4.1	Problemstellung und Prozessbeschreibung der Projektdurchführung.....	93
4.4.2	Methodischer Lösungsansatz zur Projektdurchführung	96
4.4.2.1	Modellierung des Prozesses	99
4.4.2.2	Bereitstellung von Wissen.....	102
4.4.2.3	Methode des Case-Based Workflow	103
4.4.2.4	Qualitative Entscheidungsunterstützung	105
4.4.3	Technologische Umsetzung der Projektdurchführung	106
4.4.3.1	Workflow-Management-System (WFMS).....	106
4.4.3.2	Case-Based Reasoning (CBR) Unterstützung.....	109
4.4.3.3	Anwendungsprojekt.....	114
4.4.4	Organisation und Implementierung der WFMS	118
4.5	Zusammenfassende Darstellung des Ansatzes	118
5	Verallgemeinerung und Bewertung des Ansatzes	121
5.1	Ablauf der Innovation und Unterstützung durch Methoden.....	122
5.2	Aspekte der Virtuell Integrierten Kooperation.....	126
5.2.1	Kollaboration und Integration	127
5.2.1.1	Integration als Strategie	127
5.2.1.2	Zum Begriff der Integration	129
5.2.1.3	Integrationsergebnisse	130
5.2.1.4	Integrationsprozesse	131
5.2.2	Routine und Neuerung.....	133
5.2.3	Virtualisierung	136
5.2.4	Wissensprozesse	137
5.3	Bewertung des Beitrags der angewandten Methoden und entwickelten Systeme zur Virtuell Integrierten Kooperation	141
5.3.1	Gefährdungsanalyse	142
5.3.2	Anforderungsanalyse.....	145
5.3.3	Projektdurchführung.....	147
5.3.4	Zusammenfassung des Beitrags zur Virtuell Integrierten Kooperation	149
5.4	Verallgemeinertes Konzept für kooperatives Innovationsmanagement.....	150
5.4.1	Strategie für Innovationen	150
5.4.2	Innovation und Organisation	152
5.4.3	Prozess und Methoden.....	156
5.4.4	Innovationssystem und Wissenssystem.....	157
6	Schlussbetrachtung und Ausblick.....	160
7	Bibliographie	163

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ganzheitlicher Problemlösungsansatz mit dem Zusammenspiel von Konzeption, Methodik und Technologie	13
Abbildung 2: Einordnung des Gegenstands der Arbeit in die textile Welt	14
Abbildung 3: Darstellung des Entwicklungsprozesses in der Wertschöpfungskette als Kaskadenregelung (Pull) und als offene Steuerung (Push)	15
Abbildung 4: Einflüsse auf die Entwicklung textiler Produkte, insbesondere Schutzbekleidung	16
Abbildung 5: Überblick über die Arbeit und Zusammenhänge zwischen den Kapiteln	18
Abbildung 6: Externe Einflussfaktoren auf das Unternehmen	23
Abbildung 7: Informations- und Materialfluss in der erweiterten Wertschöpfungskette für Schutzbekleidung	25
Abbildung 8: Das Netzwerk der Projektpartner und ihre Geschäftsbeziehungen	32
Abbildung 9: Idealtypische Innovationsprozesse bei Klopman	37
Abbildung 10: Die wechselseitigen Beziehungen zwischen Innovationssystem und Wissenssystem	40
Abbildung 11: Das institutionelle Netzwerk als Ausgangsbasis für Virtuell Integrierte Kooperationen (VIK)	42
Abbildung 12: Einordnung verschiedener CSCW-Methoden	45
Abbildung 13: Die drei Handlungsfelder einer Kooperation	46
Abbildung 14: Ablauf von kooperativen, vom Markt getriebenen Innovationsprozessen in der Wertschöpfungskette	47
Abbildung 15: Der Prozess der Gefährdungsanalyse	49
Abbildung 16: Regelkreis der Gefährdungsanalyse	51
Abbildung 17: Komponenten für die Gefährdungsanalyse	52
Abbildung 18: Struktur der Datenbank „Normen“ als Umsetzung des ERM-Modells	54
Abbildung 19: Der CBR-Cycle, das Prozessmodell einer CBR-Anwendung	56
Abbildung 20: Die logische Architektur des Systems Gefährdungsanalyse	60
Abbildung 21: Struktur des CBR-Systems als Datenbankschema	61
Abbildung 22: Beispiel für eine Produktionsregel der ersten Phase (Feuerwehr)	66
Abbildung 23: Die einzelnen Bildschirme des Dialogsystems	68
Abbildung 24: Beispiel für die Ausgabe der identifizierten Normen (Bildschirm <i>Normen aus Regeln</i> in Abbildung 23)	69
Abbildung 25: Zusammenstellung der laut CBR-System in Frage kommenden Normen (Bildschirm <i>Ähnliche Fälle aus CBR</i> in Abbildung 23)	70
Abbildung 26: Details zu einer Norm (Bildschirm <i>Details zur Norm</i> in Abbildung 23)	70
Abbildung 27: Ausgewählte Zusammensetzungen der Kleidung (Bildschirm <i>Kleidung</i> <i>Beschreibung</i> in Abbildung 23)	71
Abbildung 28: Architektur für die kooperative, organisationsweite und anonyme Nutzung von Fällen und Datenbanken	72
Abbildung 29: Der Prozess von den Anforderungen zum Entwicklungsprojekt	75
Abbildung 30: Regelkreis der Kundenanforderungen	77
Abbildung 31: Sequentielles QFD als hierarchisches System	87

Abbildung 32: Das Prinzip des kooperativen QFD.....	88
Abbildung 33: House of Quality für einen Reinraumzugang.....	90
Abbildung 34: Ablauf eines kooperativen Entwicklungsprojekts.....	94
Abbildung 35: Ablauf einer Genehmigungsprozedur bei Klopman.....	95
Abbildung 36: Regelkreis des Prozessmanagements	97
Abbildung 37: Beispiel für einen modellierten Prozess	100
Abbildung 38: Beispiel für einen Prozess und einen Unterprozess	102
Abbildung 39: Schematische Darstellung des Case-Based Workflow (Verwendung des ähnlichsten Falles C4).....	104
Abbildung 40: Modell des Prozesses und des Protokolls als Datenbankschema	107
Abbildung 41: Modell der Projekte, Personen und Funktionen im WFMS als Datenbankschema	107
Abbildung 42: Beispiel zur Ähnlichkeit von Graphen	111
Abbildung 43: Navigation zwischen einzelnen Bereichen und Bildschirmen im WFMS.....	114
Abbildung 44: Bildschirm zur Bearbeitung des <i>step 3</i> (Bildschirm <i>Step bearbeiten und Event auswählen</i> aus Abbildung 43).....	116
Abbildung 45: Beispiel für die Entscheidungsunterstützung durch die CBR- Komponente (Bildschirm <i>CBR Entscheidungsunterstützung</i> aus Abbildung 43).	117
Abbildung 46: Überblick über die drei Teilsysteme und deren Einordnung.....	119
Abbildung 47: Einordnung der verschiedenen Ansätze in den Bezugsrahmen Konzeption, Methodik und Technologie	120
Abbildung 48: Die drei Dimensionen zur Bewertung des Beitrags	121
Abbildung 49: Phasenmodell einer Innovation und Charakterisierung der Phasen	124
Abbildung 50: Typische Phasen bei der Entwicklung neuer Textilien	125
Abbildung 51: Prinzip des Simultaneous Engineering.....	128
Abbildung 52: Integration zweier Aktivitäten durch Kommunikation	130
Abbildung 53: Schematische Darstellung von Kommunikation und Kollaboration.....	132
Abbildung 54: Der Zusammenhang zwischen Routine und Neuerung	134
Abbildung 55: Routine und Neuerung in zeitlicher Abhängigkeit.....	135
Abbildung 56: Verbesserung der Innovationselastizität, jeweils grau dargestellt.....	136
Abbildung 57: Einordnung verschiedener Konzepte zur Virtualisierung	137
Abbildung 58: Zuordnung von Aufgaben im CBR-Cycle zu den Bausteinen des Wissensmanagements	141
Abbildung 59: Gesamtüberblick über die zu bewertenden Elemente	142
Abbildung 60: Typische Zielsetzung anhand des Zieldreiecks Kosten/Qualität/Zeit.....	151
Abbildung 61: Vergleich des Informationsflusses in Funktionalorganisation und Projektorganisation	153
Abbildung 62: Entsprechung von Informationsverarbeitungskapazität und -bedarf.....	154
Abbildung 63: Betrachtung des Innovationssystems und des Wissenssystems	158
Abbildung 64: Zusammenfassende Darstellung der Vorgehensweise	160

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Überblick über die Parameter zur Beschreibung des Arbeitsplatzes und der Gefährdung	58
Tabelle 2: Auszug aus der Ähnlichkeitsmatrix für den Parameter <i>industry</i>	64
Tabelle 3: Zugriffsrechte auf die Fälle in Abhängigkeit von der Rolle des Anwenders	73
Tabelle 4: Beispiel für das Ergebnis einer CM-Befragung	80
Tabelle 5: Beispiel für ein House of Quality	86
Tabelle 6: Klassifizierung der Prozesse der Produktentwicklung	93
Tabelle 7: Beispiel zur sukzessiven Berechnung der Ähnlichkeit von <i>query</i> und <i>case</i>	113
Tabelle 8: Methoden für die Phasen der Innovation	126
Tabelle 9: Morphologie des Wissensbegriffs	138
Tabelle 10: Morphologie der Wissensübertragungen	139
Tabelle 11: Bewertung Gefährdungsanalyse – Kollaboration.....	143
Tabelle 12: Bewertung Gefährdungsanalyse – Innovation.....	143
Tabelle 13: Bewertung Gefährdungsanalyse – Virtualisierung.....	144
Tabelle 14: Bewertung Gefährdungsanalyse – Wissensprozesse.....	144
Tabelle 15: Bewertung Anforderungsanalyse – Kollaboration	145
Tabelle 16: Bewertung Anforderungsanalyse – Innovation	146
Tabelle 17: Bewertung Anforderungsanalyse – Virtualisierung	146
Tabelle 18: Bewertung Anforderungsanalyse – Wissensprozesse	146
Tabelle 19: Bewertung Projektdurchführung – Kollaboration	147
Tabelle 20: Bewertung Projektdurchführung – Innovation.....	148
Tabelle 21: Bewertung Projektdurchführung – Virtualisierung	148
Tabelle 22: Bewertung Projektdurchführung – Wissensprozesse	149
Tabelle 23: Zusammenfassende Darstellung des Beitrags der Methoden zu den Aspekten der VIK.....	149

Abkürzungsverzeichnis

ACA	Adaptive Conjoint Analysis
CAP	Customer Active Paradigm
CAX	Computer Aided Technologies, z. B. CAD
CBR	Case-Based Reasoning
CE	Concurrent Enterprising
CM	Conjoint Measurement
CRN	Case Retrieval Nets
CSCW	Computer Supported Cooperative Work
DLZ	Durchlaufzeit
EN	European Norm
EPK	Ereignis-Prozessketten
ERM	Entity-Relationship-Model
ETSA	European Textile Services Association
FMEA	Fehler-Möglichkeiten-Einflussanalyse
GoK	Graph-orientiertes Konzept
GUI	Grafische Benutzeroberfläche (Graphical User Interface)
HoQ	House of Quality
IE	Information Entities
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
IS	Innovationssystem
ITV	Institut für Textil- und Verfahrenstechnik
MAP	Manufacturer Active Paradigm
PSA/PPE	Persönliche Schutzausrüstung, englisch: Personal Protective Equipment
PPS	Produktionsplanungssystem
QFD	Quality Function Deployment
QS	Qualitätssicherung
SAP	Supplier Active Paradigm
SIM	Similarity
SE	Simultaneous Engineering
SQL	Structured Query Language
TQM	Total Quality Management
TRIZ	Russischen Akronym für „Theorie des erfinderischen Problemlösen“
VIK	Virtuell Integrierte Kooperation
VoC	Voice of the Customer
VU	Virtuelles Unternehmen
WFMS	Workflow-Management-System
WS	Wissenssystem

Zusammenfassung

Der textile Sektor wird durch mehrstufige Wertschöpfungsketten geprägt, welche sich in den letzten Jahren zu komplexen Netzwerken entwickelt haben. Das Management solcher Strukturen, insbesondere zur Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen, ist eine Gestaltungsaufgabe, welche organisatorische Konzepte, geeignete Methoden und deren technologische Umsetzung umfasst. Dies gilt besonders für den Bereich der Schutzbekleidung, da hier hohe technische Anforderungen an das Produkt und die begleitenden Dienstleistungen gestellt werden, welche von spezialisierten und oft traditionell geführten Textilunternehmen allein nur schwer erfüllt werden können.

Basierend auf dem Konzept der Virtuell Integrierten Kooperation der Partner der Wertschöpfungskette, wird im ersten Teil der Arbeit aus Methoden des Innovationsmanagements und geeigneten Technologien ein Ansatz entwickelt, mit dem diesen Herausforderungen begegnet werden kann. Dieser Ansatz wird im zweiten Teil der Arbeit hinsichtlich seines Beitrags zu verschiedenen Aspekten einer solchen Kooperation untersucht und abschließend zu einer Vorgehensweise für Integriertes Innovationsmanagement verallgemeinert.

Eine ausführliche Problembeschreibung und eine Analyse der Abläufe und des Innovationsumfeldes bilden die Grundlage zur Identifikation von drei Teilsystemen, die den Phasen des Innovationsprozesses zuzuordnen sind und die sich hinsichtlich der Akteure, der Art der Tätigkeiten, der erzeugten Ergebnisse und des eingesetzten Wissens unterscheiden.

Das erste Teilsystem, die Gefährdungsanalyse, beschreibt eine gemeinsame Schnittstelle zum Anwender. Mittels eines hybriden wissensbasierten Dialogsystems wird systematisch untersucht, welche Art von Schutz die Kleidung dem Anwender bieten soll, welche Normen und Vorschriften zu beachten sind und welche verfügbaren Produkte zum Einsatz kommen könnten. Die regelbasierte Komponente repräsentiert und verwendet das Wissen der Experten aus Industrie und Instituten, während die fallbasierte Komponente abgeschlossene Szenarien und Episoden speichert und diese bei ähnlichen, neuen Problemstellungen im Sinne der Case-Based-Reasoning-Methodik wieder verwendet. Dieser systematische Umgang mit Gefährdungsprofilen dient einerseits der konkreten Problemlösung beim Anwender und stellt andererseits eine wichtige Wissensquelle zur marktorientierten Neuentwicklung von Produkten dar.

Das zweite Teilsystem beschreibt die Umsetzung der Anforderungen der Anwender in Produkteigenschaften. Dabei werden die einzelnen textilen Prozessstufen und deren Beiträge

zum Endprodukt nicht – wie bislang üblich – isoliert betrachtet, sondern von Beginn der Analyse an als ein virtuelles Produkt, das sich aus der Schutzkleidung und zusätzlichen Dienstleistungen zusammensetzt. Diese gemeinsame Anwendung der Methode Quality Function Deployment durch die – virtuell integrierten – Wertschöpfungspartner stellt die effektive und effiziente Erfüllung der Kundenanforderungen durch die Neuentwicklung sicher und beschleunigt durch die gleichzeitige Einbindung aller Partner diese Entwicklung.

Mit Hilfe von Workflow-Management-Systemen werden im dritten Teilsystem sowohl die kooperativen Prozesse als auch die Abläufe bei den Partnern unterstützt. Eine flexible Modellierung erlaubt Entscheidungen und Rücksprünge und trägt so der Unvorhersehbarkeit von Entwicklungs- und Innovationsprozessen zumindest im Detail Rechnung. Die bereits abgeschlossenen Projekte und Prozesse werden über eine fallbasierte Komponente dabei zur Entscheidungsunterstützung für laufende Prozesse eingesetzt und ermöglichen damit den systematischen Umgang mit Wissen.

Im zweiten Teil der Arbeit werden die für eine Virtuell Integrierte Kooperation wichtigen Aspekte Kollaboration, Innovationselastizität, Virtualisierung und Wissensorientierung vertiefend betrachtet. Weiterhin werden Kriterien entwickelt, anhand derer der Beitrag der in den Teilsystemen entwickelten Methoden, Technologien und Konzepte zu diesen Aspekten beschrieben werden kann. Diese Zuordnung zeigt, dass durch die unterschiedlichen Schwerpunkte der Teilsysteme insgesamt alle Aspekte Beachtung finden.

Der letzte Teil der Arbeit beschreibt die Verallgemeinerung des Ansatzes. Dabei wird insbesondere auf den Ablauf von Innovationsprozessen, auf geeignete Organisationsformen und das Wechselspiel zwischen Innovationssystem und Wissenssystem eines Unternehmens bzw. einer Kooperation eingegangen. Mit diesem Rüstzeug kann die umfassende Gestaltungsaufgabe eines systemgestützten, wissensorientierten Innovationsmanagements in Wertschöpfungsketten erfolgreich angegangen werden.

Abstract

The textile sector is characterised by multistage supply chains that have evolved into complex networks. The management of these emerging structures, especially for the development of new products and services, is a task that comprises organisational concepts, an appropriate methodology and its technological implementation. This is especially true for the area of protective clothing, due to the demanding technical requirements placed on products and services in this area. Specialised and often traditionally managed textile companies are finding it increasingly difficult to meet these requirements unaided.

In the first part of the present thesis, an approach based on the concept of Virtually Integrated Cooperation combines innovation management methods with suitable tools, forming an approach to cope with these requirements. This approach is evaluated in the second part of the thesis with respect to its contributions to the various aspects of such cooperation. Finally, a generalised concept for integrated innovation management is presented.

A detailed description of the problem, a process analysis, and an examination of the innovation environment form the basis for the identification of three subsystems. They can be related to the phases of an innovation process and differ with respect to the actors, the type of activity, the generated results and the knowledge used.

Protective clothing has to prevent the wearer from certain dangers and hazards. The cooperative, systematic analysis of these risks forms a common interface to the end-user. A hybrid, knowledge based system supports the systematic analysis of dangers and hazards for the wearer of the protective clothing. The resulting information describes the norms and regulations to be taken into account and points towards potentially available products. The rule-based component represents and uses the knowledge of experts from industry and notified bodies. The case-based component stores completed episodes and scenarios and makes use of them following the Case-Based Reasoning methodology. The systematic handling of these risk profiles supports on the one hand the user's specific problem solution and represents on the other a valuable knowledge source for ongoing market oriented product development.

The second subsystem describes the translation of end-user requirements into product features. The specific textile process stages and their contribution to the final product are not, as is commonly the case, considered individually but as one virtual product comprising services and the clothing itself. This mutual application of the Quality Function Deployment method using a virtually integrated supply chain ensures the effective and efficient

compliance with the requirements and reduces development time by involving all partners simultaneously.

In the third subsystem, workflow management systems support both the cooperative and the internal processes related to product development. A flexible model allows decisions and feedback loops and hence copes with the – at least on a detailed level – unpredictability of innovation related processes. The already finished projects and processes are stored and reused for decision support following again the Case-Based Reasoning approach, thus ensuring a systematic handling of knowledge.

The second part of the thesis elaborates on the important aspects of Virtually Integrated Cooperation. They are collaboration, innovation elasticity, virtualisation and knowledge processes. Furthermore, evaluation criteria for the contribution of the developed concepts, methods and tools to these aspects of cooperation are presented. The assessment of the three subsystems actually developed shows that all aspects are covered.

A generalisation of the approach is presented in the last part of the thesis. The focus lies here on the course of innovation related processes, appropriate forms of organisation and the relation between the innovation system and the knowledge system of an organisation or cooperation. With these resources, the task of system-based, knowledge-oriented innovation management can be tackled successfully.

1 Einleitung und Problemstellung

Mehrstufige Wertschöpfungsketten, wie sie etwa den textilen Sektor charakterisieren, haben sich in den letzten Jahren zu komplexen Netzwerken weiterentwickelt. Dies liegt an zwei grundlegenden Veränderungen. Zum einen erlauben moderne Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) eine schnelle und zuverlässige Kommunikation und ermöglichen den Austausch beinahe beliebig großer Datenmengen. Zum anderen erfordern weltweite Konkurrenz um Rohstoffe, günstige Produktionsstandorte und globale Märkte Strukturen, wie sie von den klassischen textilen Wertschöpfungsketten nicht gebildet werden können. Die notwendige hohe Reaktionsgeschwindigkeit solcher Netzwerke und ihre Anpassung an sich ständig verändernde Rahmenbedingungen erhöhen die Komplexität weiter. Netzwerkstrukturen wie *Dynamically Networked Enterprises* oder *Virtually Extended Enterprises* erfordern ganzheitliche Ansätze, welche organisatorische Konzepte, geeignete Methoden und deren technologische Umsetzung umfassen, wie in Abbildung 1 skizziert.

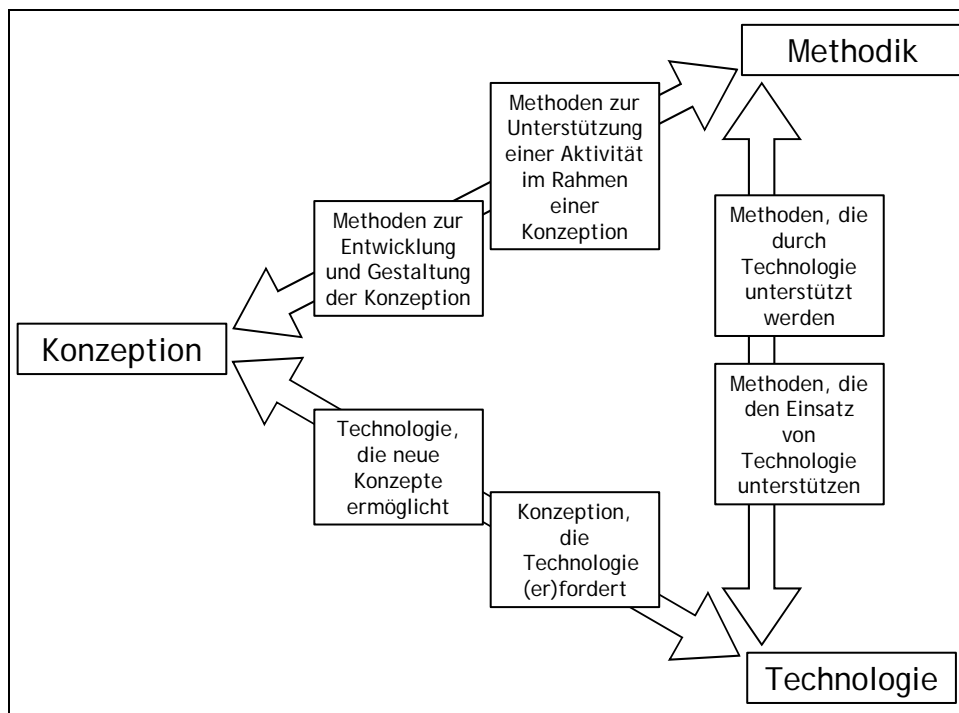


Abbildung 1: Ganzheitlicher Problemlösungsansatz mit dem Zusammenspiel von Konzeption, Methodik und Technologie¹

Dynamische Strukturen zur kooperativen Produktentwicklung sind dabei noch weniger erforscht als solche zur Produktion. Dieser Bereich der Innovation, unter dem hier die Entwicklung neuer Produkte, Dienstleistungen und Prozesse verstanden werden soll, und der

¹ Siehe (Fischer99) und (ITV-MR02)

die Entwicklung neuer organisatorischer Strukturen damit einschließt, stellt zusätzliche Anforderungen, da es sich bei Innovationsprozessen um wissensintensive Prozesse handelt. Die Ausgestaltung der Netzwerke und ihr Management muss also auch wissensorientiert erfolgen.

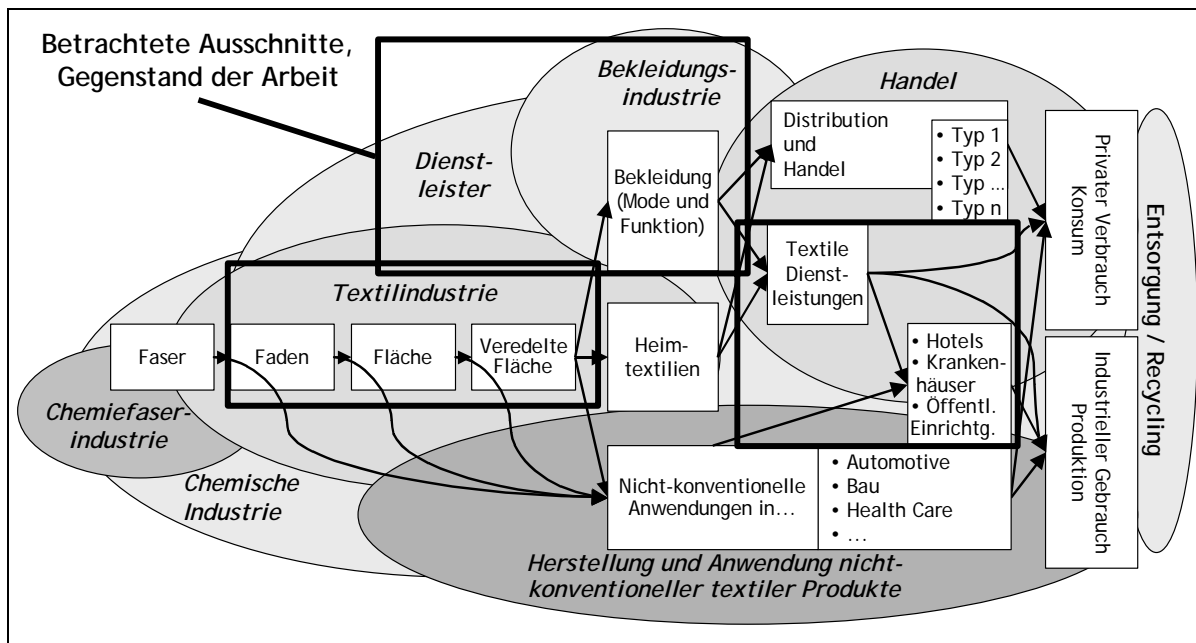


Abbildung 2: Einordnung des Gegenstands der Arbeit in die textile Welt²

Die Komplexität der textilen Welt, dargestellt in Abbildung 2, hat sich in den letzten Jahren aus zwei Richtungen erhöht: Zum einen wurden die Anforderungen höher, insbesondere im klassischen Sektor der Bekleidung. Diese umfassen einen schnellen Kollektionswechsel sowie Umweltverträglichkeit bei der Herstellung gesundheitlich unbedenklicher Produkte, welche zusätzlich zu modischen Anforderungen bestimmte Funktionen erfüllen müssen. Zum anderen hat sich der Anwendungsbereich textiler Produkte enorm erhöht. Vielfältige Verbindungen mit anderen Branchen und Sektoren ermöglichen Produkte hoher Wertschöpfung mit textilen Komponenten, wie sie die „klassische“ Textilindustrie selten in der Lage ist, zuverlässig zu entwickeln und zu liefern. Gleichzeitig bieten neue Materialien und Fertigungsverfahren viele Möglichkeiten, die es gilt, kooperativ und in der ganzen Wertschöpfungskette zu nutzen.

Der Bereich der Schutzbekleidung tangiert die Bereiche Bekleidung und nicht-konventionelle Anwendungen der Abbildung 2 und sieht sich mit Anforderungen aus beiden Richtungen konfrontiert. Dieser Bereich stellt den Untersuchungsgegenstand dar, anhand dessen exemplarisch die Problemstellung der Koordination der kooperativen Produktentwicklung in (virtuell) integrierten Wertschöpfungsketten untersucht wird. Gerade die Gestaltung und

² Nach (ITV-MR02)

Beherrschung dieses Innovationsprozesses erfordern einen ganzheitlichen Ansatz: Zur Lösung dieser Aufgabe gilt es, organisatorische Konzepte, geeignete Methoden und dazu passende Technologien (IKT) zu einem umfassenden Ansatz zu verschmelzen.

Ein erster Ansatz zur Lösung des Problems stellt eine hierarchische Dekomposition des Systems in vertikal und horizontal kooperierende Wertschöpfungsketten dar. Ausgehend vom Markt als Führungsgröße erfolgt eine hierarchische Regelung der einzelnen Stufen, bis das Endprodukt den Anforderungen genügt (Pull-Prinzip). Handelt es sich dagegen um durch neue Ressourcen und Fertigungstechnologien getriebene Entwicklungen, wird die Hierarchie im Sinne einer offenen Steuerung von unten durchlaufen – welche Art von marktfähigem Produkt nachher entsteht, ist zu Beginn oft noch offen (Push-Prinzip). Abbildung 3 zeigt diesen Prozess, der dem Prinzip Kaskadenregelung nachempfunden ist, beziehungsweise eine (offene) Steuerung darstellt.

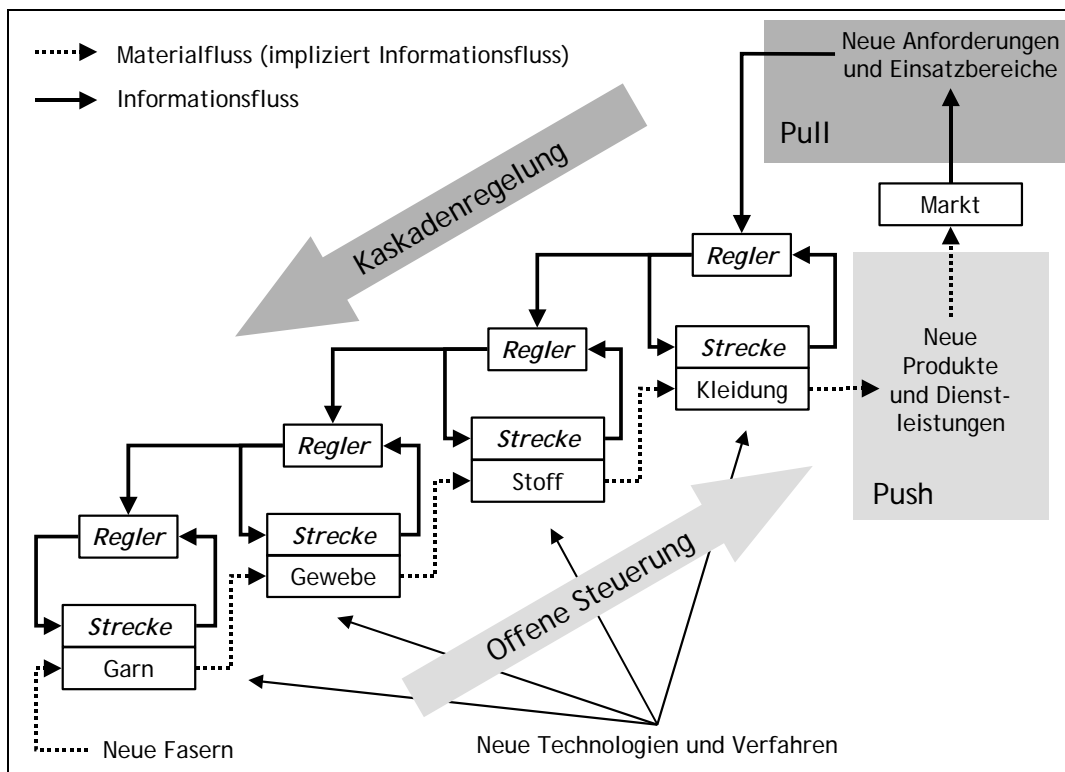


Abbildung 3: Darstellung des Entwicklungsprozesses in der Wertschöpfungskette als Kaskadenregelung (Pull) und als offene Steuerung (Push)

Dieser Ansatz greift allerdings zu kurz, wenn die zugrunde liegenden Strukturen zu starr und zu wenig flexibel sind, um der Komplexität des Systems gerecht zu werden. Weder das Push- noch das Pull-Prinzip kommen in Reinform vor. Die Komplexität zeigt sich beispielsweise an folgenden Entwicklungen:

- Kooperationen mit anderen Sektoren, Adaption neuer Materialien und Prozesse; daraus resultieren neue Marktanforderungen und neue technische Möglichkeiten auf allen Stufen.
- Neuartige Dienstleistungen, welche die textilen Produkte zu wissensbasierten Problemlösungen werden lassen (Service auch während der Nutzung); daraus resultieren, zusätzlich zum Materialfluss, Informations- und Wissensströme.
- Die Zusammenarbeit mit Prüflabors und Forschungseinrichtungen (Messungen, Zertifikate und Labels) bringt zusätzliche Partner in die Wertschöpfungskette der textilen Welt.
- Am ganzen Lebenszyklus orientierte Anforderungen (inkl. Recycling) erlauben keine abgeschlossenen Teilregelkreise, sondern die Betrachtung ganzheitlicher Regelsysteme.
- Die Erfüllung von Marktanforderungen, unter gleichzeitigem Einsatz neuer Technologien, ergibt eine Kombination von Push- und Pull-Prinzip.

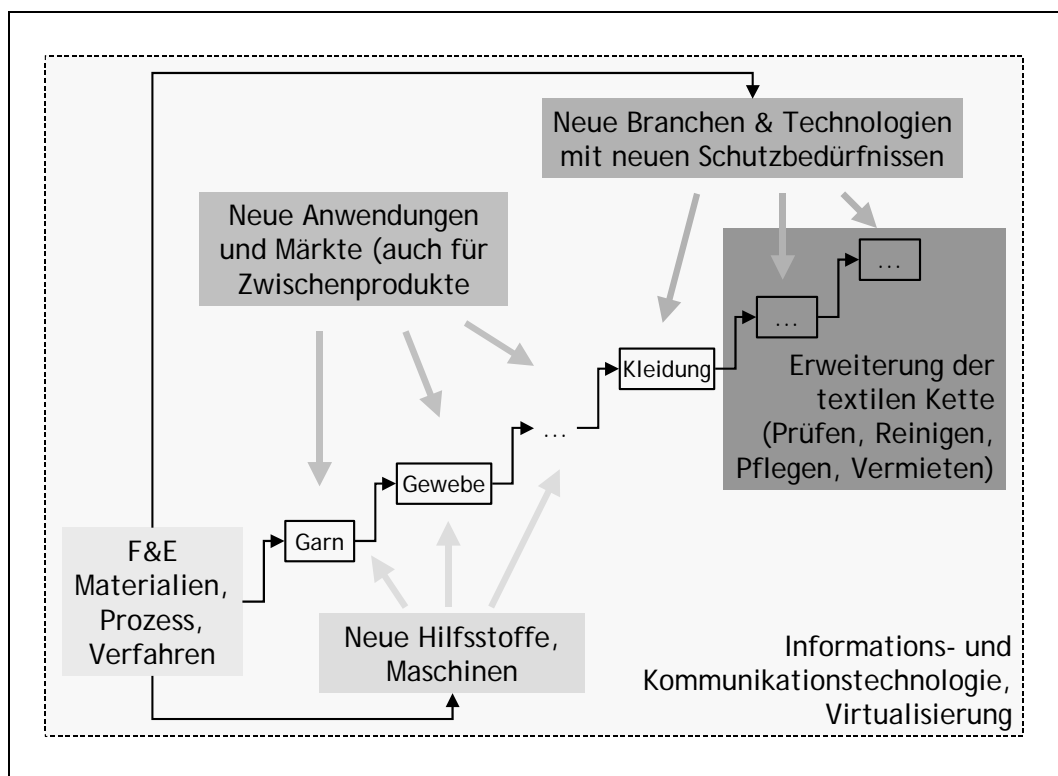


Abbildung 4: Einflüsse auf die Entwicklung textiler Produkte, insbesondere Schutzbekleidung

Abbildung 4 fasst diese Einflüsse auf die Entwicklung von Textilien zusammen, wobei die Besonderheiten der Schutzbekleidung berücksichtigt sind.

Bei der Entwicklung neuer Produkte (und damit zumeist verbunden auch neuer Prozesse und Dienstleistungen) kann unterschieden werden zwischen:

- der Innovation als Aufgabe

- der Kooperation als Weg zur Lösung der Aufgabe
- der Integration als Mittel zur Lösung der Aufgabe

Damit ist der Rahmen für die vorliegende Arbeit gesteckt. Es wird ein ganzheitlicher Ansatz aus Konzeption, Methode und Technologie zur Koordination der kooperativen Produktentwicklung von Schutzbekleidung entwickelt. Dieser Ansatz wird hinsichtlich seinem Beitrag zu Virtualisierung, Integration, Steigerung des Innovationspotenzials und Wissensorientierung bewertet und verallgemeinert.

2 Übersicht über die Arbeit und Gang der Untersuchung

Dieses Kapitel beschreibt den Aufbau der Arbeit und den Gang der Untersuchung. Abbildung 5 zeigt die wichtigsten Kapitel und ihre Querverbindungen im Überblick.

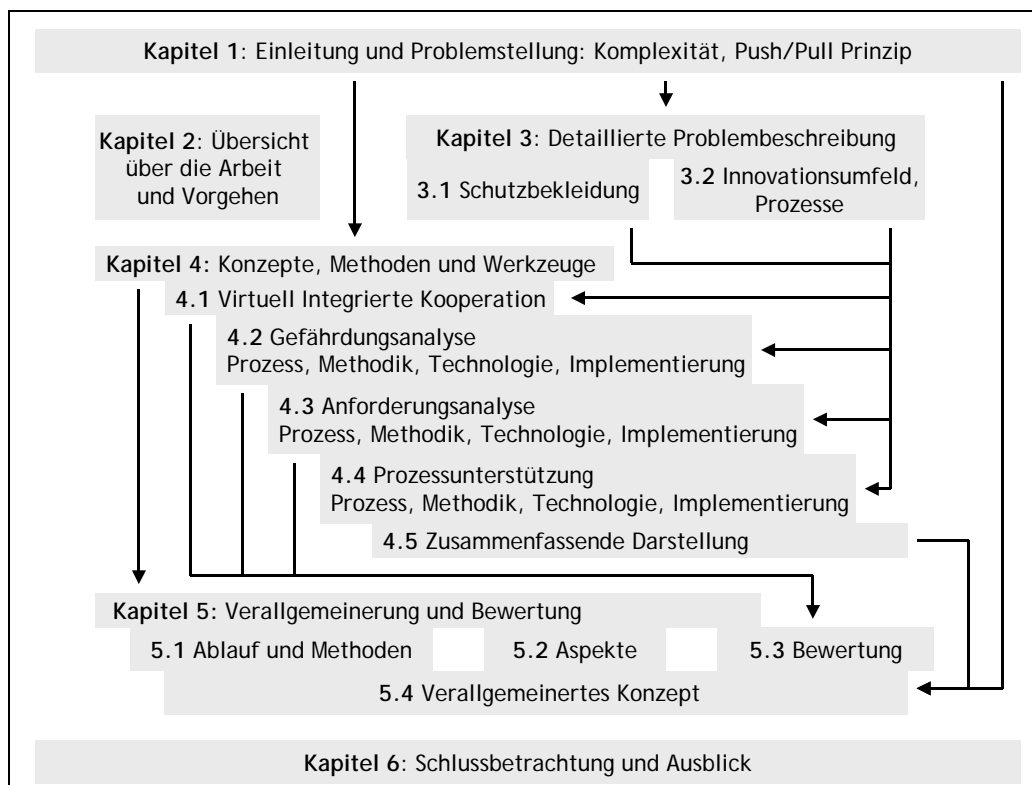


Abbildung 5: Überblick über die Arbeit und Zusammenhänge zwischen den Kapiteln

Die Problemstellung wurde bereits in Kapitel 1 dargelegt. Dieses Kapitel 2 gibt einen Überblick über den Aufbau der Arbeit, bevor in Kapitel 3 die Problemstellung detailliert wird. Dazu wird im Abschnitt 3.1 zunächst auf Schutzkleidung und ihre Verwendung eingegangen, anschließend werden die Konsequenzen für die Textilindustrie diskutiert. Im Abschnitt 3.2 wird der Begriff Innovation weiter konkretisiert und ein Schema zur Charakterisierung von Innovationen entwickelt, mit welchem das Innovationsumfeld der Textilunternehmen sowie ihre Innovationsprozesse beschrieben werden.

Das 4. Kapitel beschreibt die eingesetzten und entwickelten Methoden zur Problemlösung. Das Konzept der Virtuell Integrierten Kooperation wird in Abschnitt 4.1 vorgestellt. Basierend auf dieser Konzeption werden die drei identifizierten Teilsysteme des Innovationssystems gestaltet.

1. Gefährdungsanalyse: In Abschnitt 4.2 wird ein wissensbasiertes System zur Unterstützung der Gefährdungsanalyse vorgestellt, wie sie der Auswahl geeigneter Schutzkleidung üblicherweise vorangeht. Gleichzeitig stellen die Ergebnisse der

Gefährdungsanalyse eine wichtige Wissensquelle für Innovationen, die durch den Einsatz des Systems besser erschlossen werden können.

2. Anforderungsanalyse: In Abschnitt 4.3 wird ein integrierter Ansatz entwickelt, mit dem die Anforderungen der Anwender bewertet und systematisch in Produkt- und Prozessparameter übersetzt werden können.
3. Projektplanung und Durchführung: In Abschnitt 4.4 wird ein Workflow-Management-System entwickelt, mit welchem die inter-organisationalen und intra-organisationalen Abläufe der Produktentstehung unterstützt werden und gleichzeitig das entstehende Wissen gespeichert und verfügbar gemacht wird.

Abschnitt 4.5 fasst die entwickelten Konzepte, Methoden und Werkzeuge zusammen. Sie werden im Kapitel 5 eingeordnet und bewertet. Dazu wird in Abschnitt 5.1 der Ablauf von Innovationen allgemein betrachtet. Abschnitt 5.2 beschreibt die wichtigsten Aspekte einer Virtuell Integrierten Kooperation. Diese sind die Kollaboration, der Umgang mit Routine und Neuerung, die Virtualisierung und die Wissensprozesse. Der Beitrag der entwickelten Methoden zu diesen Aspekten wird in Abschnitt 5.3 detailliert untersucht. In Abschnitt 5.4 wird aus den gewonnenen Erkenntnissen ein allgemeines Konzept für kooperatives Innovationsmanagement abgeleitet. Dieses umfasst eine Strategie für Innovationen, geeignete Organisationsformen, einzusetzende Methoden und schließlich die Gestaltung der relevanten Wissensprozesse. Das Kapitel 6 fasst die Arbeit zusammen und gibt einen Ausblick.

3 Detaillierte Problembeschreibung

Im ersten Teil dieses Kapitels wird der Sektor Schutzbekleidung untersucht, während der zweite Teil den Begriff der Innovation eingegrenzt und differenziert. Mit diesem Rüstzeug kann dann das Innovationsumfeld des Sektors Schutzbekleidung analysiert werden.

3.1 Sektor Schutzkleidung

Ein Bereich der Textilwirtschaft, in dem die signifikante und oft auch die radikale Innovation von Produkten, von Service und damit zusammenhängend auch von Prozessen und Organisationsstrukturen eine besondere Rolle spielt, ist der Bereich der Schutzbekleidung³. Allerdings werden die entsprechenden Zwischen- und Endprodukte zumeist von traditionell gewachsenen und geführten Textilunternehmen entwickelt und vertrieben. Diese stehen vor der Herausforderung, mit ihren Produkten zunehmend spezifizierte technische Anforderungen erfüllen zu müssen und ihre Produkte um Service- und Dienstleistungen zu erweitern, damit sie den Anforderungen des Marktes gerecht werden. Dies kann nur durch eine methodisch unterstützte, kooperativ betriebene Produktentwicklung gelingen. Die Integration entlang der Wertschöpfungskette, die dezidierte Ausrichtung auf Funktionalität mit Bezug auf zu erfüllende gesetzliche Grundlagen in Form von Normen sowie eine kurze Entwicklungszeit um schnell und konkurrenzfähig am Markt zu sein, stellen große Herausforderungen dar. Diesen kann nur durch einen ganzheitlichen Ansatz begegnet werden, welcher geeignete Konzeptionen, passende Methoden und passende Technologien zusammenführt.

Im ersten Abschnitt dieses Kapitels wird der Sektor Schutzbekleidung und dessen Einsatzbereiche beschrieben. Anschließend werden die sich daraus ergebenden Charakteristika der beteiligten Industrie und der Kontext des Forschungsprojektes dargestellt. Eine Analyse der Prozesse und des Innovationsumfeldes auf der Grundlage der oben erarbeiteten Differenzierung von Innovation schließt dieses Kapitel ab.

3.1.1 Aufgaben der Schutzkleidung

Schutzbekleidung kann entweder den Träger⁴ der Kleidung vor Gefährdungen schützen, oder aber Objekte und Personen vor Verunreinigungen durch den Träger. Auch eine Kombination dieser beiden Schutzfunktionen ist denkbar, beispielsweise in pharmazeutischen Labors. Im Folgenden werden die beiden Schutzfunktionen genauer beleuchtet.

³ Die Begriffe Schutzkleidung und Schutzbekleidung werden im Folgenden synonym verwendet.

⁴ Die Wahl der grammatikalisch männlichen Form soll Frauen in keiner Weise ausgrenzen.

Schutz der Person

Beim Schutz von Personen können einige Hauptfunktionen unterschieden werden. Diese sind der Schutz vor Hitze und Flammen, der Schutz gegen mechanische Gefährdungen, der Schutz vor Chemikalien, Warnschutz gegen schlechte Sichtbarkeit⁵, der Schutz gegen schlechte klimatische Bedingungen und der Schutz gegen Explosionsgefahren, verursacht durch elektrische Ladungen.

Diese Schutzbekleidung kommt hauptsächlich in der verarbeitenden Industrie, bei Arbeiten im Freien und bei Rettungs- und Notfalldiensten zum Einsatz. Auch in Labors, Prüfeinrichtungen und im öffentlichen Dienst müssen Personen im oben beschriebenen Sinn geschützt werden.

Schutzkleidung ist ein Teil der Persönlichen Schutzausrüstung (PSA⁶), deren Einsatz durch gesetzliche Regelungen vorgeschrieben ist. Die Rechtsvorschriften in den Mitgliedsländern der Europäischen Union werden durch den Artikel 89/686/EWG⁷ harmonisiert. Es wird zwischen drei Schutzkategorien unterschieden⁸:

1. Kategorie: Der Hersteller beurteilt selbst die Wirksamkeit des Produktes gegenüber geringfügigen Risiken. Dazu zählen beispielsweise witterungsgerechte Kleidung oder Handschuhe gegen Schnittverletzungen. Eine CE⁹-Kennzeichnung ist notwendig und wird vom Hersteller selbst, nach Ausfüllen der Konformitätserklärung, angebracht.
2. Kategorie: In diese Kategorien gehören alle PSA, die nicht Kategorie 1 oder 3 zuzuordnen sind. Nach der Freigabe des Baumusters durch eine Prüfstelle¹⁰ wird wie bei Kategorie 1 verfahren. In diese Kategorie fällt beispielsweise Schutzkleidung, die bis Temperaturen von +100°C, aber nicht gegen elektrische Risiken schützt.
3. Kategorie: In diese Kategorie gehören PSA, die gegen tödliche Gefahren oder schwere Schädigungen schützen sollen, wie sie beispielsweise durch Temperaturen über 100°C

⁵ Im militärischen Bereich der Tarnung ist genau das Gegenteil der Fall.

⁶ PSA (Persönliche Schutzausrüstung) ist die Übersetzung des gängigen englischen Begriffs PPE (Personal Protective Equipment). Informationen zu PSA finden sich im Internet, beispielsweise bei der europäischen Union (URL_PSA).

⁷ Siehe (URL_PPE) und (URL_PPE-FAQ)

⁸ Für eine genaue Beschreibung und Unterscheidung der Kategorien siehe (URL_VDI) und (URL_BG-Prüfzert)

⁹ Mit einem CE (Comité Européenne) Kennzeichen bescheinigt der Hersteller die Konformität eines Produktes mit den Richtlinien der EU, siehe dazu beispielsweise (URL_VDI) oder (Europa00, 103)

¹⁰ Eine Prüfstelle bezeichnet einen *notified body*, d. h. eine Institution zur Prüfung und Zertifizierung, welche von der EU anerkannt ist. Andere Übersetzungen sind Zertifizierungsstelle, Notifizierte Stelle oder Benannte Stelle, siehe (URL_VDI).

oder elektrische Hochspannungen verursacht werden. Zusätzlich zum Verfahren der Kategorie 2 muss der Hersteller ein zugelassene Qualitätssicherungssystem (QS-System) unterhalten oder andere Qualitätssicherungsmaßnahmen durchführen. Die Prüfstelle überwacht das QS-System bzw. führt stichprobenartige Produktprüfungen durch.

Durch die Harmonisierung des Arbeitsschutzrechts in Europa werden in zunehmendem Maße neue Normen für Leistungsanforderungen und Konstruktionen von PSA festgeschrieben. Die EU-Direktive zur Harmonisierung aus dem Jahr 1989 wurde 1992 verabschiedet und sah eine Übergangsfrist bis 1995 vor. Nach Angaben aus dem Jahr 2001¹¹ wurden bis dahin etwa 200 der vorgesehenen 300 Normen vereinheitlicht und ratifiziert. Schätzungen sehen eine Ratifizierung bis etwa 2006-2008 voraus. Eine vollständige Umsetzung in nationale Gesetze in allen Mitgliedsländern dürfte kaum früher zu erwarten sein, die gesellschaftliche Akzeptanz und die konsequente Anwendung der Gesetze wird noch länger dauern.

Das Arbeitsschutzgesetz von 1996 verpflichtet Unternehmen, Schutzkleidung bereitzustellen, die den Risiken am Arbeitsplatz entspricht. Durch dieses Gesetz wird die Verantwortung für den Arbeitsschutz verstärkt den Unternehmen zugeordnet. Zuvor wurde dieser Bereich schwerpunktmäßig durch Direktiven der Berufsgenossenschaften geregelt. Vielen Unternehmen, insbesondere kleinen und mittelständischen Unternehmen, fällt aufgrund mangelnder Kenntnisse die Umsetzung dieser Vorschriften schwer. Dadurch ergibt sich erhöhter Informations- und Beratungsbedarf bei diesen Arbeitgebern. Dies sind Faktoren, die außerhalb des eigentlichen Marktes anzusiedeln sind¹². Es handelt sich dabei um die politische Sphäre (Gesetzgebung) und um die soziodemografische Sphäre (Bewusstsein in der Gesellschaft für Arbeitsschutz). Der Bezugsrahmen der Einflussfaktoren ist in Abbildung 6 wiedergegeben.

¹¹ Siehe (URL_PPE)

¹² Nach (Ulrich88, 52ff.)



Abbildung 6: Externe Einflussfaktoren auf das Unternehmen¹³

Die Entwicklung von Schutzbekleidung wird demnach von Einflussfaktoren auf allen Ebenen bestimmt, wobei sich je Position in der Wertschöpfungskette und nach Produktbereich unterschiedliche Schwerpunkte ergeben.

Schutz sensibler Objekte vor Personen

Das zu schützende Objekt kann ein Mensch, beispielsweise im Krankenhaus bei Operationen, oder ein empfindliches Produkt aus dem Bereich Elektronik oder Chemie sein, das vor Verunreinigungen oder Beschädigung durch den Träger der Kleidung zu schützen ist. Anwendungsgebiete sind u. a. die Halbleiterindustrie, die CD/DVD-Herstellung, die chemische, die pharmazeutische, die optische Industrie und die Lebensmittelverarbeitung. Zunehmend komplizierte Produkte und aufwändigere Herstellungsverfahren erfordern den Einsatz derartiger Schutzkleidung in immer mehr Branchen¹⁴.

Es gibt in diesem Bereich wenig bindende europäische Vorschriften, sondern oft nur länderspezifische und firmen/branchenspezifische Richtlinien. Schutzkleidung für Reinräume erfordert eine besondere Pflege, teilweise unter denselben Bedingungen, in denen sie später zum Einsatz kommt. Deshalb sind zusätzlich zur Kleidung Dienstleistungen erforderlich, welche der Industrie von speziellen Anbietern zur Verfügung gestellt. Der Dienstleister vermietet dabei die Kleidung und ist für ihr Abholen, Reinigen, Reparieren und Bereitstellen verantwortlich.

¹³ Nach (Ulrich88, 54)

¹⁴ So kommen Reinraumanzüge auch beim Lackieren von Fahrzeugen zum Einsatz, damit kleinste Partikel auf dem Lack vermieden werden.

3.1.2 Konsequenzen für die beteiligte Textilindustrie

Der Markt für Schutzbekleidung ist ein Wachstumsmarkt¹⁵. Das Bewusstsein für Gefahren und Risiken für Menschen schlägt sich in den erwähnten gesetzlichen Richtlinien nieder. Anstatt normaler Arbeitskleidung kommt immer öfter Schutzkleidung zum Einsatz. Auch im Sport- und Freizeitbereich achten die Verbraucher immer mehr auf die Funktionalität von Kleidung. Gefährdungen wie beispielsweise starke UV-Strahlung, traten erst in den letzten Jahren auf, weitere werden folgen: momentan wird Kleidung, die vor elektromagnetischer Strahlung (Stichwort Elektrosmog) schützt, entwickelt.

Die in den letzten Jahren stark wachsende Computer- und Elektronikbranche stellt neue Anforderungen an Reinraumtechnik und dabei verwendete Kleidung. Die Hersteller von Schutzkleidung müssen neue Produkte und Dienstleistungen entwickeln, um diesen Anforderungen gerecht zu werden, insbesondere um mehrere Funktionen in einem Kleidungsstück zu vereinen. Neue Dienstleistungskonzepte¹⁶ werden entwickelt, dem Endanwender¹⁷ wird nicht mehr vorrangig ein Kleidungsstück, sondern eine Schutzfunktionalität verkauft¹⁸. Unter einer Schutzfunktion wird in dieser Arbeit demnach eine Kombination verschiedener Leistungen (Produkte und Services) verstanden, welche Schutz vor möglichen Gefahren bietet¹⁹ und damit ein *extended product*²⁰ darstellt.

Die Funktionalität der Textilien, welche sich über messbare Eigenschaft bestimmen lässt, fängt bei der Faser an und muss über die gesamte textile Wertschöpfungskette entwickelt und erhalten werden. Dies erfordert eine weitreichende Zusammenarbeit aller am Entwicklungsprozess beteiligten Partner und insbesondere eine intensive Kommunikation mit dem Endanwender, um dessen Bedürfnisse zu erfassen und in allen Stufen entsprechend in

¹⁵ Siehe (Rigby97) und (Rigby00)

¹⁶ So gehören Mehrwegputztücher zum Komplettpaket eines namhaften Anbieters von Schutzkleidungsdienstleistungen (Arbeitsschutz02, 20)

¹⁷ Der Begriff Endanwender ist im Deutschen etwas ungewöhnlich, allerdings ist die gängige Übersetzung des englischen Begriffs 'end-user' mit „Endverbraucher“ im Zusammenhang mit Textilien meines Erachtens ebenfalls unglücklich. Auch der Begriff Kunde ist in Wertschöpfungsketten mit Vorsicht zu verwenden, da alle Prozessstufen Kunden- und Lieferantenfunktion übernehmen können. Der Käufer der Kleidung ist oft der textile Dienstleister, welcher dann auch die klassischen Kundenanforderungen (Preis, Haltbarkeit) stellt. Deshalb bezeichnet Endanwender im Folgenden den Träger der Kleidung, unabhängig davon, ob er sie gekauft oder gemietet hat. Dazu synonym wird auch verkürzt Anwender verwendet.

¹⁸ Der Trend geht, besonders in Deutschland, bei Schutzkleidung zum Leasen und zur Pflege und Reinigung durch spezialisierte Unternehmen, siehe (Arbeitsschutz02, 20), (TextilWirtschaft04, 38-39)

¹⁹ Im Sinne einer besseren Lesbarkeit wird im Folgenden teilweise verkürzt der Begriff Produkt verwendet, dieser beinhaltet dann auch Dienstleistungen.

²⁰ Siehe (Hirsch00)

Produkteigenschaften so umzusetzen, dass eine optimale Kombination von Eigenschaften der Zwischenprodukte durch Materialauswahl und Konstruktion entsteht.

Mess- und Prüflabors für Textilien sind nicht nur während der Entwicklung und Herstellung in die Wertschöpfungskette integriert. Sie garantieren auch, dass die verkaufte Dienstleistung die notwendige Qualität hat, indem geprüft wird, ob die Schutzkleidung auch nach mehrmaligen Reinigungszyklen noch die (gesetzlichen) Anforderungen erfüllt. Abbildung 7 stellt den Informations- und Materialfluss in der erweiterten textilen Wertschöpfungskette schematisch dar. Die im Vergleich zur Herstellung normaler Bekleidung vielfältigeren Informationsflüsse sowie die Einbindung textiler Prüflabors und Anbieter textiler Dienstleistungen sind darin berücksichtigt. Diese Wertschöpfungskette stellt eine abstrahierende Vereinfachung des textilen Netzwerkes dar, welches sich in der Realität dadurch ergibt, dass auf jeder Stufe mehrere Hersteller zu finden sind: ein Gewebehersteller etwa hat mehrere Garnlieferanten, welche aber nicht nur ihn beliefern.

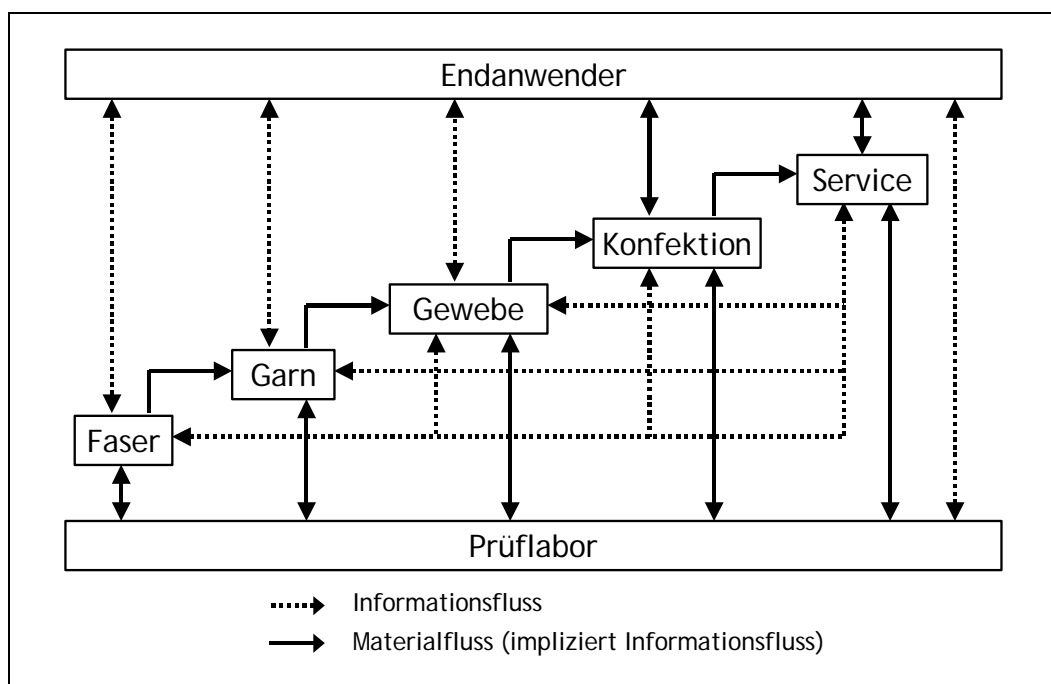


Abbildung 7: Informations- und Materialfluss in der erweiterten Wertschöpfungskette für Schutzkleidung²¹

Die Abstraktion ist durch den Fokus auf den Informationsfluss hinsichtlich der Funktionalität des Produktes gerechtfertigt²², weshalb auch weitere Partner wie Zulieferer von Maschinen, Zubehör, Logistik etc. weggelassen sind.

²¹ Nach (Fischer02a, 175); Informationen werden zwischen allen Akteuren ausgetauscht, dies ist in der Abbildung vereinfacht dargestellt.

Der Endanwender erwirbt oftmals die Kleidung nicht, vielmehr nimmt er die Leistung *Schutzfunktion* in Anspruch. Diese setzt sich aus einer geeigneten und genau aufeinander abgestimmten Kombination von Faser, Gewebe, Veredlung, Konfektion, Service, Funktionskontrolle und Reinigung zusammen.

Aufgrund der neuen und unübersichtlichen Situation im Bereich Normen und Anforderungen, insbesondere bis zur vollständigen Umsetzung der europäischen Direktiven, ergibt sich ein erhöhter Informationsbedarf bei allen Beteiligten: die *Information Supply Chain* muss geschlossen werden, die richtigen Information müssen zur richtigen Zeit am richtigen Ort sein und einen Mehrwert erzeugen.

3.2 Zum Begriff der Innovation

„Neuheit ist zunächst einmal ein ontologisches Unding: Etwas *ist*, obwohl, ja weil es alles *nicht ist*, was bisher war.“ (Luhmann95, 323, Hervorhebung im Original)

3.2.1 Definition und Abgrenzung

Definitionen für Innovationen gibt es viele. Während die deutschsprachige Literatur den Gegenstand sehr weit fasst, setzt der angloamerikanische Sprachraum Innovation verkürzend mit Produktentwicklung gleich²³ und entwickelt pointiert knappe Definitionen²⁴. Für die vorliegende Arbeit schließt Innovation Produktentwicklung ein, geht aber darüber hinaus: alle Bereiche des Unternehmens können Gegenstand von Innovationen sein²⁵.

Laut Schumpeter²⁶ kombinieren Unternehmer vorhandene Elemente neu und setzen diese in Erwartung ökonomischer Vorteile am Markt um. Damit wird eine dynamische Reaktion der Wirtschaft ausgelöst, bis sich wieder ein Gleichgewicht einstellt, welches dann von neuen Innovationen gestört wird. Die Veränderungen im Markt haben einen zerstörenden

²² Bei Fragen die das Management der Produktion und Logistik in einem Netzwerk betreffen wäre diese Abstraktion nicht zulässig.

²³ Wobei zumeist das Produkt, der dazugehörige Herstellungsprozess und mögliche Dienstleistungen eingeschlossen sind, weniger aber organisatorische oder methodische Innovationen.

²⁴ So definiert Heideloff: „Innovation wird hier verstanden als technische oder sozialorganisatorische Veränderung, die durch kollektive Akzeptanz und die soziale Attribution von qualitativ ‚radikaler Neuheit‘ einen Erfolg für das sie erzeugende System generieren kann.“ (Heideloff98, 23), während Afuah folgende Definitionen zusammengetragen hat: “Innovation is the use of new knowledge to offer a new product or service that customers want.”, “Innovation is invention + commercialization.” (Afuah98, 13), und Clark Produktentwicklung so definiert: „Product development is the simulation of production and consumption.“ (Clark91, 24)

²⁵ Berth stellt die These auf, dass 85% der Literatur zum Thema Innovation sich auf neue Produkte und Dienstleistungen konzentriert, weil es nur dafür Zahlen in den Unternehmen gibt (Berth03, 16).

²⁶ Die Darstellung erfolgt nach (Peritsch00, 31ff)

Charakter²⁷, das Wissen um überholte Prozesse und Produkte wird obsolet, die Anlagen zur Produktion selbst verlieren ihren Wert²⁸. Insofern stellen Innovationen, wenn sie von anderen getätigt werden, eine Bedrohung für das Unternehmen dar, analog bieten eigene Innovationen die Chance zu Wettbewerbsvorteilen.

Diese Alterung von Wissen bzw. sein Wertverlust betrifft nicht nur die Hersteller von Produkten, sondern auch die Partner in der Wertschöpfungskette, weswegen hier eine besonders genaue Analyse der Innovation notwendig ist. Auch beim Endanwender kann Wissen obsolet werden, was zu Akzeptanzproblemen bis hin zur Ablehnung von Innovationen führen kann²⁹. Volkswirtschaftlich ergibt sich daraus ein erstes Modell für die zeitliche Abfolge von Innovationen³⁰: Eine Basisinnovation stellt einen technologischen Durchbruch dar, welcher in der Folge mit Verbesserungsinnovationen schrittweise verfeinert und imitiert wird. Auch wenn auf die makroökonomischen Modelle und Beschreibungen im Folgenden nicht näher eingegangen werden soll, bleibt festzuhalten, dass diese gesamtwirtschaftlichen Prozesse die Unternehmen dazu zwingen, auf Innovationen zu reagieren und selbst zu innovieren, da sie Teil des Gesamtsystems sind. Diese Reaktionen der Unternehmen auf ein dynamisches Umfeld sind natürlich nicht per se positiv: die falschen Innovationsbemühungen können zu einer Destabilisierung und damit Verschlechterung der eigenen Position führen³¹. Um erfolgreich zu innovieren ist es deshalb wichtig, Innovationen differenziert zu betrachten.

3.2.2 Wesen der Innovation

Um Innovationen zu charakterisieren, können sie anhand verschiedener Perspektive klassifiziert werden. Die wichtigsten Aspekte sind dabei der Gegenstand der Innovation (Leitfrage: was ist neu?) und die Intensität der Innovation (Leitfrage: wie neu ist es?). Die folgende Übersicht fasst die wesentlichen Perspektiven mit ihren Leitfragen zusammen.

²⁷ Schumpeter spricht von einem „process of creative destruction“. (Schumpeter5, 83)

²⁸ Dies gilt erst mit einiger Verzögerung, je nach Lebenszyklus des Produktes, für den Service und die Ersatzteilversorgung.

²⁹ Ein Beispiel hierfür ist die Entwicklung einer neuen Buchstabenanordnung auf der Tastatur (DSK Keyboard), welche ein ca. 30% schnelleres Schreiben ermöglicht, sich aber nicht durchsetzte weil es Millionen Menschen gibt, die mit der altbekannten QWERTY Tastatur schreiben gelernt hatten. Paradoxerweise wurde diese speziell dafür entwickelt, nicht zu schnell zu schreiben, weil das bei den alten mechanischen Maschinen zu Problemen führte (David85).

³⁰ Utterback, nach (Peritsch00 32)

³¹ Siehe (Vriess97, 46)

- Gegenstand³² (Was ist neu?)
Es gibt Innovationen vor allem in folgenden Bereichen: Produkt, Service, Prozess und Organisation³³.
- Intensität (Wie neu ist die Innovation?)
Hier wird oft zwischen radikaler Innovation einerseits und inkrementeller Innovation andererseits unterschieden; signifikante Innovation ist als Bezeichnung eines Zwischenstatus sinnvoll³⁴.
- Zeitliche Abfolge (Wie häufig ist die Innovation?)
Fischer benennt kontinuierliche, periodische und singuläre Innovationen³⁵. Diese Perspektive beschreibt die erwartete Häufigkeit in Relation zu anderen Innovationen und ist oft eng mit der Perspektive Intensität verknüpft³⁶.
- Auslöser³⁷ (Wer initiiert die Innovation?)
Mit den Begriffen push vs. pull wird beschrieben, in wie weit eine Innovation vom Markt nachgefragt wurde (pull) oder eine Innovation den Markt erobern muss (push). Von Hippel unterscheidet das MAP (*Manufacturer Active Paradigm*), bei welchem der Hersteller das Produkt autonom entwickelt und dann auf den Markt bringt, und das CAP (*Customer Active Paradigm*), bei welchem der Kunde³⁸ seine Anforderungen spezifiziert

³² Siehe (Andreassen87, 38), (Bullinger95, 27), (Fischer99), und (Peritsch00, 36). Die Kategorien unterscheiden sich teilweise etwas, so finden sich auch Produkt, Verfahren und Soziales (Haller96, 10).

³³ Bei Haller findet sich der Begriff der Sozialinnovation, in Abgrenzung zu Verfahrensinnovation und Produktinnovation (Haller96, 11)

³⁴ Dieses Merkmal beschreiben neben vielen anderen (Afuah98, 15), (Haller96, 16), (Peritsch00, 36), (Boutellier99, 109). Haller spricht von Basis und Durchbruchinnovationen (Haller96, 16) und Berth differenziert zwischen Produktpflege, Verbesserung, Erneuerung, Durchbruch und Vision (Berth03, 17-18), aber insgesamt haben sich die Begriffe inkrementell und radikal durchgesetzt, wohl auch weil sie den englischen am nächsten stehen.

³⁵ Siehe (Fischer99)

³⁶ Verknüpft in dem Sinne, dass kontinuierliche Innovationen meist inkrementell, periodische meist signifikant und singuläre meist radikal sind, siehe auch (Andreassen87, 38). Afuah stellt fest: "In general, it is difficult to tell when to expect an innovation." (Afuah98, 74), wobei diese Aussage nur auf radikale Innovationen zutrifft, inkrementelle Innovationen und Weiterentwicklungen sind in begrenztem Rahmen planbar.

³⁷ (Boutellier99, 109), (Fischer99)

³⁸ Ein Kunde als Abnehmer eines Produktes ist nicht notwendigerweise der Verbraucher. Insofern ist das MAP aus Sicht des Kunden ein *Supplier Active Paradigm* (SAP), weil sein Zulieferer selbst etwas entwickelt.

und einen Teil der Entwicklungsarbeit übernimmt³⁹. Weitere Auslöser können externe Forschungseinrichtungen und Universitäten sein.

- Außenwirkung⁴⁰ (Welche Akteure sind von der Innovation betroffen?)
Anhand der Dichotomie systemisch vs. autonom wird beschrieben, welche Konsequenzen die Innovation für die Zulieferer die Kunden und weitere Partner hat⁴¹. Bei Textilien ist dies auf Grund der engen Zulieferer-Kundenbeziehungen sehr wichtig: eine neue Faser kann völlig neue Spinn- und Webverfahren bedingen.
- Zerstörerische Wirkung⁴² (Was wird durch die Innovation obsolet?)
In Fortführung der zerstörerischen Natur der Innovation kann unterschieden werden, ob Anlagen oder Wissen über Märkte und/oder technische Fähigkeiten überflüssig gemacht werden, je nach dem, ob mit neuen Produkten bekannte Märkte oder mit bekannten Produkten neue Märkte erschlossen werden sollen.
- Verdrängungspotenzial⁴³ (Wird etwas durch die Innovation ersetzt oder ergänzt?)
Eine Innovation kann entweder eine Ergänzung zum bestehenden Produktportfolio der Firma sein oder existierende eigene Produkte ersetzen (Kannibalisierungseffekt).
- Schutzpotenzial⁴⁴ (Wie kann die Innovation geschützt werden?)
Eine Innovation vor Nachahmung geschützt werden oder durch Reverse Engineering schnell kopiert werden kann. Dies schließt auch die Frage nach möglichen Patenten und Lizenzen ein.
- Wissensquelle (Welches Wissen spielt für die Innovation eine Rolle?)
Es kann unterschieden werden von wem das Wissen für die Innovation stammt (*out-house* vs. *in-house*) und welcher Art dieses Wissen ist (z. B. explizit vs. implizit). Diese Perspektive ist eng mit der Perspektive Auslöser verknüpft.

³⁹ Siehe (Hippel86); Boutellier et al differenzieren noch weiter zwischen der Nachfrage von Kunden und den nicht expliziten Anforderungen des Marktes, also der potenziellen Kunden (Boutellier99, 116)

⁴⁰ Siehe (Boutellier99,109), (Bund97, 251), und (Haller96, 10)

⁴¹ Afuah spricht von der Innovation Value-Added Chain und unterscheidet die Auswirkungen auf Zulieferer, Hersteller, Kunden und Entwickler komplementärer Innovationen (Afuah98, 19ff.)

⁴² Abernathy-Clark Model (Abernathy85)

⁴³ Siehe (Afuah98, 15)

⁴⁴ Nach (Afuah98, 25ff), der sich auf das Teece Model bezieht (Teece86)

- Nutzen und Ziele⁴⁵ (Was bringt die Innovation?)

Der Nutzen einer Innovation für ein Unternehmen lässt sich im Prinzip immer wirtschaftlich messen. Trotzdem gibt es verschiedene Wege zum Ziel: Eine Innovation kann ein Produkt verbessern und Marktanteile erhöhen, kann die Kosten senken und den Deckungsbeitrag erhöhen, kann neue Märkte erschließen und den Umsatz erhöhen oder kann das Image verbessern und den Marketingetat senken. Der Nutzen ist eng mit den Zielen verknüpft: Innovationsziele sind, wie andere Unternehmensziele auch, Teil eines hierarchischen Zielsystems, welches vom Management operationalisiert und auf den verschiedenen Ebenen umgesetzt werden muss.

Die vorgestellten Perspektiven sind alle sinnvoll und notwendig, um Innovationen von einander abzugrenzen und das Innovationsumfeld charakterisieren zu können. Aufgrund der abstrakten Betrachtungsweise ist es schwierig, alle Innovationen nur mit diesen Perspektiven zu beschreiben, weshalb das Hinzuziehen spezifischer Parameter für bestimmte Produktgruppen sinnvoll ist⁴⁶.

Ausgehend von den Perspektiven zur Beschreibung von Innovationen entwickeln viele Autoren Erklärungsmuster für bestimmte Phänomene, die oft auf zwei der Perspektiven basieren. Meistens werden daraus Ratschläge oder geeignete Strategien abgeleitet, um unter bestimmten Bedingungen am Markt erfolgreich zu sein. Einige Beispiele für solche Zusammenhänge:

- Firmen, die einen neuen Markt erobern wollen, entwickeln eher radikale Innovationen als bereits am Markt etablierte Unternehmen, weil sich sie weniger um den Kannibalismuseffekt sorgen müssen⁴⁷.
- Die technisch beste Innovation ist nicht immer auch die wirtschaftlich erfolgreichste, insbesondere wenn sie beim Kunden zu viel Wissen erfordert⁴⁸.

⁴⁵ Homburg/Gruner sprechen vom Innovationserfolg und führen vier Dimensionen ein: Güte des Innovationsprozesses, Qualität des Neuproduktes, Kosten des Neuproduktes für den Kunden und wirtschaftlichen Innovationserfolg; (Homburg96)

⁴⁶ So können sich manche Perspektiven unterscheiden, ja nachdem ob es sich um mehrstufige, sequenzielle Fertigungsprozesse wie in der Textilindustrie handelt oder um das Zusammenfügen vieler Teile und Komponenten, wie es beispielsweise im Automobilbau der Fall ist.

⁴⁷ Siehe (Afuah98, 16)

⁴⁸ (Ebd., 25)

- Die Komplexität des Produktes und der Benutzerschnittstelle sollte sich wider spiegeln: ein weniger komplexes Produkt erfordert einfache Entwicklungsprozesse, eine weniger komplexe Benutzerschnittstelle erfordert ein einfaches Marketing⁴⁹.

Dem Ableiten solcher Aussagen im Spannungsfeld zweier Perspektiven ist mit Vorsicht zu begegnen, weil meistens nicht alle Perspektiven berücksichtigt werden. Dadurch ist die Gültigkeit solcher Aussagen oder Modelle eingeschränkt oder eventuell nur in einer bestimmten Branche oder in einer bestimmten Konstellation relevant.

3.2.3 Kontext: Das Projekt VIRTEX

Das europäische Forschungsprojekt VIRTEX⁵⁰ beschäftigte sich mit Ansätzen der Virtuellen Integration in der textilen Wertschöpfungskette, um schneller und kostengünstiger umweltfreundliche Produkte hoher Qualität zu entwickeln und herzustellen. Zusätzlich zur eigentlichen Wertschöpfungskette wurde besonders auf die Integration von Prüflabors und Forschungseinrichtungen Wert gelegt. IKT-Anbieter komplettierten das Projekt, um die entwickelten Konzepte und Methoden in geeignete Werkzeuge umzusetzen. 17 Projektpartner bildeten vier Wertschöpfungsketten unterschiedlicher Sektoren. Eines dieser Teilprojekte war die kooperative Entwicklung und Herstellung von Schutzbekleidung⁵¹. Die folgenden Partner waren an diesem Teilprojekt beteiligt:

- Alsico: Ein belgischer Anbieter von Arbeits- und Schutzbekleidung im Bereich PSA und Schutz von Objekten, der Kunde von Klopman ist.
- Centrocot: Ein italienisches Institut und eine anerkannte Prüfstelle im Bereich PSA und teilweise auch für Schutz von Objekten. Centrocot ist Geschäftspartner von Alsico und Klopman.
- DITF-ITV: Das Institut für Textil- und Verfahrenstechnik Denkendorf hat zum einen ein anerkanntes Labor im Bereich PSA und Schutz von Objekten und ist Geschäftspartner von Alsico, Klopman und Micronclean, zum anderen war die Gruppe Management Research des Instituts Koordinator und konzeptioneller Bearbeiter des Forschungsprojektes VIRTEX.

⁴⁹ Siehe (Clark91, 11ff)

⁵⁰ Das Akronym steht für: VIRtual organisation of the TEXtile and clothing supply chain for co-operative innovation, quality and environment management. Das Projekt wurde von der EU im Rahmen des Brite EuRam Programmes gefördert, siehe auch (URL_VIRTEX)

⁵¹ Der Autor betreute dieses Teilprojekt im Rahmen eines zu VIRTEX komplementären Marie Curie Stipendiums der EU, siehe auch (Fischer99a).

- Klopman: Ein italienischer Hersteller von Stoffen für Arbeits- und Schutzbekleidung, der über die Stufen Spinnen, Weben, Färben, Veredeln vertikal integriert ist und Stoffe für PSA und für den Schutz von Objekten anbietet.
- Micronclean: Ein holländischer Anbieter von Dienstleistungen im Bereich Reinraumkleidung und deren Reinigung, der auf Franchisebasis europaweit tätig ist. Micronclean ist Kunde von Alsico.
- Praxi: Ein italienisches Systemhaus, welches IKT Projekte durchführt und Software entwickelt. Klopman ist Kunde von Praxi.

Abbildung 8 zeigt das Netzwerk der Partner, wobei die Verbindungen Geschäftsbeziehungen bedeuten, welche schon vor Beginn des Forschungsprojektes bestanden. Die Tatsache, dass nur Klopman zu allen anderen Beziehungen hat, motivierte deren Funktion als Koordinator des Netzwerks. Der Partner Praxi ist kein Partner der textilen Wertschöpfungskette, sondern ein IKT Anbieter, welcher Werkzeuge zur Integration entwickelt.

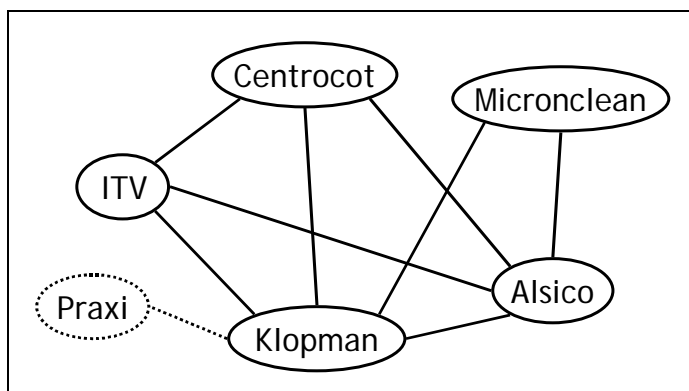


Abbildung 8: Das Netzwerk der Projektpartner und ihre Geschäftsbeziehungen

Dieses institutionelle Netzwerk bearbeitete im Rahmen des Projekts einzelne Aufgaben im Rahmen des Innovationsmanagements. An den spezifischen Fragestellungen waren nicht immer alle Partner beteiligt, es bildeten sich vielmehr zeitlich befristete, Virtuell Integrierte Kooperationen – im Folgenden VIK genannt – für einzelne Fragestellungen. Diese VIK werden in Abschnitt 4.1 genauer beschrieben.

Innovationsumfeld

Im Folgenden wird das Innovationsumfeld der betrachteten Wertschöpfungskette entsprechend Kapitel 3.2.2 genauer analysiert, wobei die in Abbildung 4 dargelegten Einflussfaktoren Berücksichtigung finden.

Gegenstand:

Produkte und Prozesse sind in der textilen Fertigung eng miteinander verknüpft. Dies gilt insbesondere für die Prozessstufen Faserherstellung, Färben und Veredlung, da dies

hauptsächlich chemische Prozesse sind⁵², aber auch für das Spinnen und für die Reinigung. Beim Weben und bei der Konfektion kann besser zwischen neuen Produkten und neuen Prozessen unterschieden werden. Im Bereich Dienstleistung und Laboruntersuchungen gibt es sowohl neue Prozesse als auch neue Produkte. Diese entstehen einerseits durch die Integration von Dienstleistungen, wie Mietservice, Reinigung, Instandhaltung, und von regelmäßigen Qualitätskontrollen in Labors, andererseits erhöhen Wissen und Information zum korrekten Gebrauch und zu den richtigen Einsatzgebieten der Schutzfunktion den Wert des Produktes. Bei allen Stufen kann es zu sozialen Innovationen durch neue organisatorische Konzepte kommen.

Intensität:

Es gibt auf allen Stufen radikale, signifikante und inkrementelle Innovationen. Signifikant ist eine Innovation, wenn sie Einfluss auf die Folgestufen hat und beispielsweise in einem technischen Datenblatt zu Veränderungen führt. Hierunter sind beispielsweise neue Kollektionen oder modifizierte Stoffe mit leicht anderen Flächengewichten oder Materialzusammensetzungen einzuordnen, während eine völlig neuartige Schutzfunktionalität eine radikale Innovation wäre. Inkrementelle Innovationen finden oft auf Prozessebene statt und verändern das Produkt nicht.

Zeitliche Abfolge:

Es gibt auf allen Stufen singuläre, periodische und kontinuierliche Innovationen. Singulär ist dabei ein komplett neuartiges Produkt, welches gegen neue Gefährdungen wie elektrische Strahlung schützt, während periodische Innovationen eher den normalen Kollektionswechsel beschreiben.

Außenwirkung:

Je früher im Wertschöpfungsprozess die Innovation stattfindet, desto größer ist ihre Wirkung auf die nachfolgenden Prozesse, beispielsweise kann eine neue feuerfeste Faser entsprechende neue Entwicklungen in den Prozessen Spinnen, Weben, Veredlung und Konfektion bedingen. Insbesondere bei der Pflege und Reinigung können Folgeinnovationen notwendig sein.

Auslöser:

Innovationen werden von allen Partnern der Wertschöpfungskette angestoßen, auch von Zulieferern aus den Bereichen chemische Hilfsstoffe und Maschinenbau. Allerdings erfolgte in den letzten Jahren eine Verschiebung hin zu eher vom Markt bzw. den Anwendern nachgefragten Schutzfunktionen. Dies trifft insbesondere auf den Schutz vor dem Träger zu,

⁵² Im Gegensatz zu den Prozessen Spinnen, Weben und Konfektionieren, welche auch mechanische Teilprozesse umfassen.

da die Objekte, immer sensibler werden⁵³. Bei der PSA werden Innovationen auch von einem wachsenden gesellschaftlichen Bewusstsein für Gefahren ausgelöst (Elektrosmog, UV Strahlung), welches sich in Gesetzen und Vorschriften widerspiegelt.

Zerstörerische Wirkung:

In den Bereichen Veredeln und Färben können neue Verfahren kostspielige neue Maschinen erfordern. Ähnliches gilt für neue Spinnverfahren, während es auf der Stufe des Webens und der Konfektion neue Verfahren eine eher geringe zerstörerische Wirkung haben. Im Bereich Dienstleistung können neuartige Produkte andere Reinigungsverfahren und neue Prüfverfahren erfordern und so Wissen und bestehende Anlagen wertlos machen.

Verdrängungspotenzial:

Hier gibt es zwei Tendenzen: Zum einen werden bestehende Produkte verbessert und ersetzt, Prozesse werden optimiert. Zum anderen zeichnen sich neue Anwendungsbereiche und eine höhere Sensibilität für Schutz in der Gesellschaft ab, nicht nur in der Arbeitswelt, sondern auch im Freizeitbereich. Produkte, Prozesse und Dienstleistungen in diesen neuen Bereichen haben allerdings wenig Verdrängungspotenzial, sondern eröffnen neue Märkte.

Schutzpotenzial:

Das Schutzpotenzial der chemisch dominierten Prozesse wie Färben und Veredeln ist relativ hoch, da *Reverse Engineering* schlecht möglich ist und die Zusammensetzung der Chemikalien geheim bleiben kann. Dagegen sind neue Webkonstruktionen und innovative Schnitte einfacher zu analysieren und nachzumachen. Insgesamt bietet aber die sequentielle Abfolge der einzelnen Prozesse einen höheren Schutz als ein aus mehreren Komponenten gefertigtes Produkt. Im Bereich der Kleidung und Dienstleistung entstehen Innovationen für Kunden oft durch die Kombination bereits vorhandener Elemente, in diesem Fall ist das Schutzpotenzial gering.

Nutzen und Ziele:

Für die produzierenden Partner der Wertschöpfungskette geht es darum, durch möglichst gute Produkte einen hohen Marktanteil zu erreichen, zu sichern und damit einen hohen Umsatz zu erzielen. Um eine Konstanz und bessere Planbarkeit zu erreichen, werden zunehmend partnerschaftliche Produktionsnetzwerke angestrebt. Dadurch soll die Konkurrenzfähigkeit europäischer Produkte erhalten bleiben. Die Kommunikation aller Stufen mit dem Endanwender liegt nicht nur im gemeinsamen Herstellen des Produktes Schutzfunktion begründet, sondern resultiert teilweise auch aus der Strategie der Unternehmen. Das

⁵³ Z. B. in der Reinraumtechnik

Marketing kann das Ziel haben, beim Verbraucher ein Markenbewusstsein auch gegenüber Zwischenprodukten zu verankern⁵⁴. Auch die Produktentwicklung sucht den Kontakt zu den Endanwendern, da die neuen und sich verändernden Einsatzbereiche der Schutzbekleidung einen wichtigen Ausgangspunkt für die Verbesserung bestehender und die Entwicklung neuer Produkte darstellen. Mit eher am Endanwender orientierten Produkt- und Prozessinnovationen sollen demnach existierende Märkte gehalten und durch neue Funktionalitäten erweitert werden. Schließlich können mit Schutzbekleidung durch vertriebliche und soziale Innovationen auch völlig neue Marktsegmente erschlossen werden, beispielsweise hochmodische Jugendkleidung.

Einordnung der Produkte:

In der Innovationstheorie⁵⁵ werden Produkte oft nach der Anzahl der Komponenten und deren Komplexität bzw. Wissensintensität klassifiziert. Die Mehrstufigkeit der textilen Fertigung macht eine solche Einordnung schwierig. Bei Bekleidung handelt es um Produkte mittlerer Komplexität mit wenigen Teilen. Die Komplexität entsteht durch den Umgang mit natürlichen Rohstoffen und durch die vielen, aufeinander abgestimmten, Verarbeitungsschritte⁵⁶. Schutzbekleidung hat erhöhte technische, messbare Anforderungen, die es zu einem Hightech-Produkt werden lassen. Insbesondere bei der Auswahl und Zusammenstellung wird das Produkt mit Informationen und Beratungsleistungen angereichert, es erfordert qualifizierte Pflege und Reinigung. Deshalb ist Schutzbekleidung ein wissensintensives Produkt.

3.2.4 Bisherige Prozesse bei der Produktentwicklung

Im Folgenden werden die typischen Innovationsprozesse in der Wertschöpfungskette und bei Klopman beschrieben und das Innovationsumfeld dargestellt. Diese Analyse ist nicht vollständig⁵⁷, sie basiert auf Interviews mit den Verantwortlichen in den beteiligten Firmen.

⁵⁴ Erfolgreichstes nichttextiles Beispiel sind Prozessoren der Marke Intel: obwohl Intel kaum an Endanwender verkauft ist der Markenname ein Begriff und wird vom Verbraucher nachgefragt. Diese Nachfrage wirkt sich erst indirekt positiv auf die Firma Intel aus. Im textilen Sektor hat es beispielsweise Gore geschafft, sich beim Endanwender als Marke zu etablieren, obwohl GoreTex® Fasern und Laminate Zwischenprodukte sind. Auch Lyocell, Fasern von Trevira und andere Mikrofasern werden erfolgreich vermarktet.

⁵⁵ Siehe (Clark91, 11) und (Paashuis98, 227)

⁵⁶ Diese Abhängigkeit ist typisch für mehrstufige Herstellungsprozesse und tritt bei sternförmigen Produktionen, bei denen einzelne Teile und Baugruppen unabhängig voneinander funktionieren, nicht auf.

⁵⁷ Eine komplette Analyse, insbesondere des gesamten Segments, wäre Gegenstand einer eigenen Arbeit.

Die Unterscheidung von tatsächlichem Stand und Wunschvorstellung⁵⁸ der interviewten Personen war dabei nicht immer einfach.

Innovationsprozesse in der Wertschöpfungskette

Mehrere verschiedene Auslöser führen zu Innovationen unterschiedlicher Intensität. Zum einen versuchen alle Partner, ihre Prozesse und Produkte zu verbessern und gleichzeitig preiswerter und schneller herzustellen. Anregungen kommen aus dem Maschinenbau und von den Zulieferern. Die Hersteller versuchen dann, diese Produkte im Markt (also beim nächsten Partner in der Wertschöpfungskette) zu etablieren.

Parallel dazu gibt es Anfragen vom Markt, meist von der Seite der Endanwender, für Neuentwicklungen und Verbesserungen. Diese werden entweder direkt umgesetzt, oder aber an den Zulieferer weitergegeben, welcher dann wieder seinen Zulieferer kontaktiert. Für Anforderungen des Endanwenders und deren Beantwortung oder Umsetzung ergibt sich damit ein umfangreicher Kommunikationsprozess. Wie bei jeder, besonders aber bei mehrstufiger Kommunikation, kann es zu Übertragungsfehlern und Missverständnissen kommen. Des Weiteren muss jedes Mal vereinbart werden, wer die Kosten und das Risiko der Entwicklung trägt. Für große Kunden können bestehende Produkte modifiziert werden, ansonsten kann bei einer Häufung ähnlicher Anfragen ein Trend entstehen und so zu einer Entwicklung Anlass geben.

Der Ablauf solcher Projekte ist weitgehend sequentiell, die Überwachung des Projektfortschritts erfolgt durch Nachfragen per Telefon oder E-Mail. Bei Klopman werden intern angestoßene Projekte gemeinsam mit Entwicklungen für bestimmte Kunden verwaltet, wobei die Prioritäten von der Produktentwicklungsabteilung nach Absprache mit dem Management festgelegt werden.

Die möglichen Produktinnovationen bei den einzelnen Partnern werden im Folgenden kurz skizziert:

- Klopman: bequemere, haltbarere Stoffe durch neue Prozesse oder neue Fasern und Garne, neue Schutzfunktionen oder eine Kombination verschiedener Funktionen, bessere Pflege, andere Farben; Information und Beratung als Dienstleistung
- Alsico: bequemere, haltbarere Kleidung, Kombination mehrerer Schutzfunktionen, größere Produktpalette, Information und Beratung als Dienstleistung
- Micronclean: bessere Schutzfunktion, neue Reinigungstechniken, neue Dienstleistungen

⁵⁸ Große Teile dieser Wunschvorstellungen flossen später in die entwickelte Konzeption ein.

- Centrocot: neue Laboruntersuchungen, schnellere und genauere Messungen, neue Beratungsdienstleistungen

Daneben kann es bei allen Partnern zu Prozessinnovationen kommen, durch welche dasselbe Produkt schneller, besser oder preisgünstiger hergestellt wird, sowie zu organisatorischen Innovationen, welche sich später auf das Produkt und den Prozess auswirken können. Im folgenden Abschnitt werden die Abläufe bei Klopman genauer beleuchtet. Dieser Partner ist von besonderer Bedeutung, weil er mehrere Stufen der Wertschöpfung abdeckt und dort – im Vergleich zu den anderen Partnern – vielfältigere und ausgeprägtere Innovationsprozesse ablaufen.

Innovationsprozesse bei Klopman

Innerhalb Klopman gibt es vordefinierte Abläufe für drei Innovationsintensitäten⁵⁹, welche in Abbildung 9 zusammengefasst dargestellt sind. Dabei handelt es sich um idealtypische Abläufe, denen sich fast alle Innovationsprojekte zuordnen lassen, ohne exakt so ablaufen zu müssen.

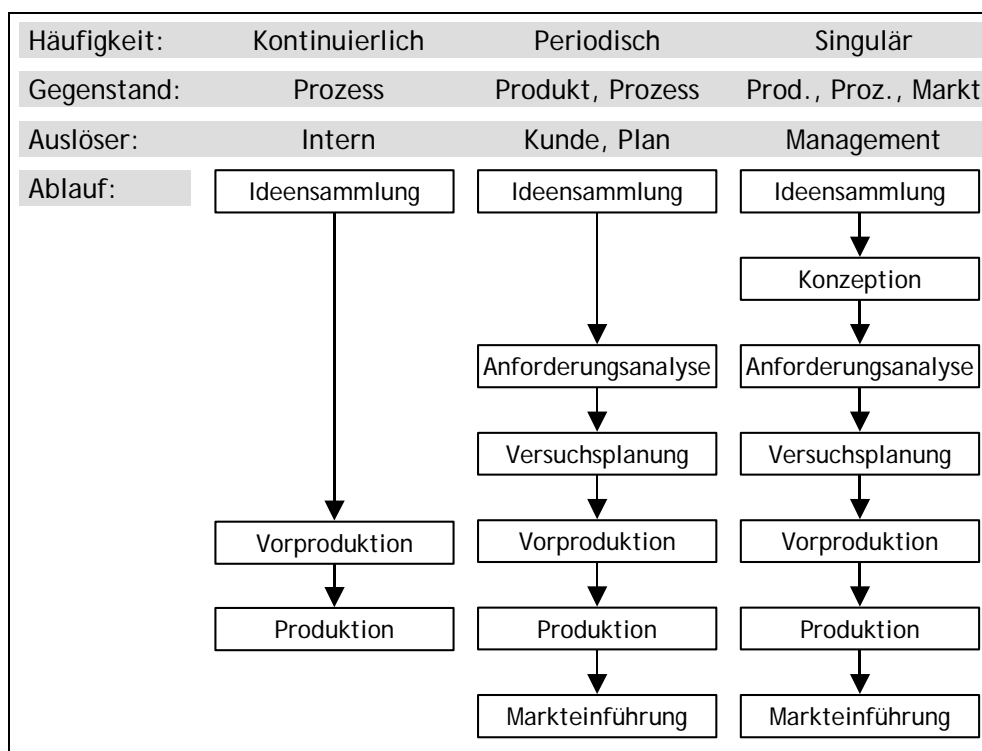


Abbildung 9: Idealtypische Innovationsprozesse bei Klopman

Bei den periodischen und singulären Innovationen gehört zur Analyse der Anforderungen auch ein Genehmigungsverfahren, zu dem das Management und die Finanzabteilung

⁵⁹ Teile der Analyse der Situation bei Klopman wurden bereits in einer vom Autor betreuten Diplomarbeit (Gruber98, 24ff) und vom Autor selbst im Abschlussbericht zu seinem Stipendium der EU (Fischer99a) beschrieben.

hinzugezogen werden. Je nach Projekt kann der Schwerpunkt auf einer Prozessstufe (Spinnen, Weben, Veredeln) oder auf mehreren liegen.

Die Verantwortung für die Entwicklungsprojekte liegt bei der Produktentwicklungsabteilung in Zusammenarbeit mit den jeweiligen Produktmanagern. Die Anzahl der Projekte im Jahr beträgt zwischen 50 und 100, wobei nicht alle dem Bereich Schutzbekleidung zuzuordnen sind. Die Dokumentation und die Planung der Versuche erfolgen händisch auf Papier. Die Abstimmung der Versuche mit den Bedürfnissen der Produktion ist im Bereich der Veredlung aufwändig, da die Rüstzeiten bei kontinuierlichen Färbe- und Veredlungsvorgängen hoch sind. Im Bereich der Weberei stehen dezidierte Versuchsmaschinen zur Verfügung.

Ausgehend von dieser Analyse des Innovationsumfeldes wurden mit den Partnern Konzepte, Methoden und Technologien entwickelt und angepasst, welche die wichtigsten Teilprozesse der Produktentwicklung unterstützen.

4 Konzepte, Methoden und Werkzeuge zur Problemlösung

Die Analyse der Innovationsprozesse und des Innovationsumfelds ergibt die Notwendigkeit eines kooperativen Innovationsmanagements mit einem Schwerpunkt auf vom Markt getriebenen Neuentwicklungen von Produkten, Prozessen und Dienstleistungen. Die hierfür geeignete Konzeption und ihre Ausgestaltung in Teilprozessen sind Gegenstand dieses Kapitels. Der folgende Abschnitt stellt die Konzeption vor, untersucht mögliche Kooperationsformen und stellt zu deren Unterstützung geeignete Methoden und Werkzeuge dar. Die sich anschließenden Abschnitte zeigen dann die Umsetzung der Konzeption in drei noch zu identifizierenden Teilprozessen.

4.1 Konzeption der Virtuell Integrierten Kooperation (VIK)

Ausgehend von obigen Überlegungen, in denen Innovationen als Reaktionen des Systems Unternehmen auf sich veränderndes Umfeld charakterisiert werden und von Ulrichs Definition eines Unternehmens als einem offenen, zielorientierten, produktiven und sozialem System⁶⁰, kann das Innovationssystem als Teilsystem desselben verstanden werden⁶¹. Die Produktentwicklung ist, wie alle Innovationsprozesse, ein wissensintensiver Prozess, der in Interaktion mit dem Wissenssystem des Unternehmens⁶² steht. Durch die Anwendung des im Unternehmen verfügbaren Wissens verändert sich dieses mittels selbstreferentieller Lernprozesse und kann deswegen als autopoietisch bezeichnet werden⁶³: die Struktur des vorhandenen Wissens bestimmt, welches neue Wissen erzeugt wird, und das neu hinzugewonnene Wissen verändert die Struktur der nun erweiterten Wissensbasis. Umfangreiche Untersuchungen zeigen, dass die Pflege und der Umgang mit dem Wissenssystem entscheidend für den Erfolg des Innovationssystems sind⁶⁴.

⁶⁰ Siehe (Ulrich68, 100)

⁶¹ Bleicher schreibt dem Innovationssystem zwei Aufgaben zu: die Umsetzung von Informationen in Produkt- und Verfahrensinnovationen einerseits und in Strukturveränderungen (auf das ganze System Unternehmen bezogen) andererseits (Bleicher71, 109ff.). Einen ähnlichen Ansatz hat Uhlmann, der bereits auf die Bedeutung von Wissen in diesem Zusammenhang hinweist (Uhlmann78, 71) und (Peritsch00, 142-148).

⁶² Hier gibt es einige sprachliche Verwirrung in der Literatur, es finden sich die Begriffe *Organisational Memory* (Wargitsch98a, 17), *Organizational Knowledge Base* (Duncan79, 98) und *Repository of Knowledge* (Winter88, 175) sowie jeweils verschiedene Übertragungen in das Deutsche.

⁶³ Siehe beispielsweise (Maturana87, 55ff.) sowie weitere Literatur, die bei (Peritsch00, 169) ausgewertet ist.

⁶⁴ Die gesamte Literatur zu zitieren, die eine notwendige Wissensorientierung des Managements als Bedingung für Innovationen hinweist, würde den Rahmen sprengen. Auch die am Institut durchgeführten und vom Autor

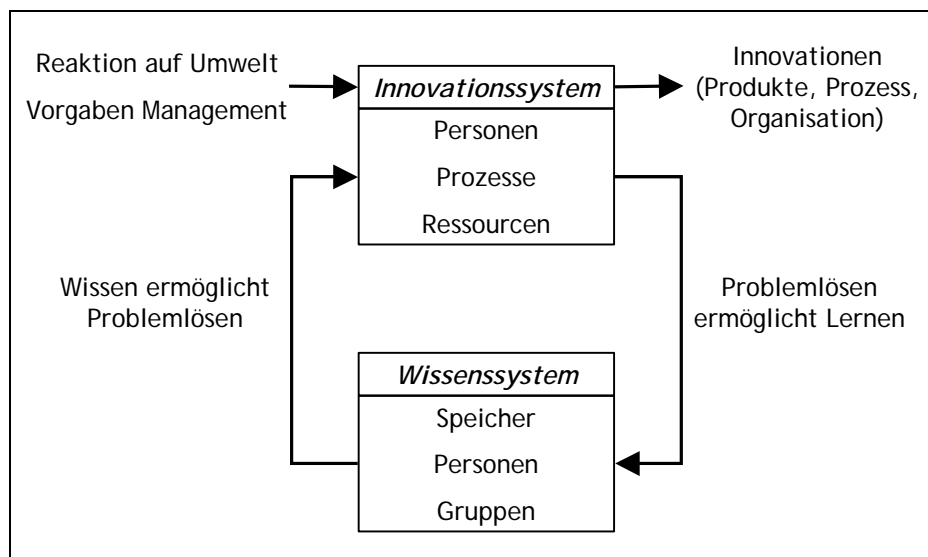


Abbildung 10: Die wechselseitigen Beziehungen zwischen Innovationssystem und Wissenssystem⁶⁵

Das Zusammenspiel von Innovationssystem und Wissenssystem ist in Abbildung 10 dargestellt. Insbesondere bei kooperativen Prozessen, wie sie in der Arbeit betrachtet werden, ergeben sich dabei Fragen:

- Erfordert der Aufbau eines kooperativen Innovationssystems auch ein gemeinsames Wissenssystem?
- Bilden Teile der Wissenssysteme der beteiligten Partner dieses kooperative Wissenssystem und wie ist dieses zu organisieren?
- Welche Phasen der Produktentwicklung sind dabei besonders wichtig, welche Wissenstransformationsprozesse laufen ab und müssen unterstützt werden?

Diese Fragen spielen bei der konzeptionellen, methodischen und technologischen Ausgestaltung und Unterstützung der Prozesse eine Rolle. Die Interaktion zwischen Innovationssystem und Wissenssystem wird in Abschnitt 5.4.4 detailliert untersucht.

4.1.1 Kooperation in der Wertschöpfungskette

Textilunternehmen pflegen auf Grund des mehrstufigen Herstellungsprozesses traditionell einen kooperativen Managementstil. Die Komplexität des dargestellten Innovationsumfeldes

betreuten Forschungsprojekte zu Wissensmanagement (WM-AiF03) und (WM-BW04) unterstreichen diesen Ansatz.

⁶⁵ Die Darstellung orientiert sich an (Peritsch00, 170), allerdings finden sich ähnliche Beschreibungen desselben Sachverhalts: Galbraith sieht Produktentwicklung als Transformation von Information und damit als Abbau von Unsicherheiten, wobei Unsicherheit die Differenz zwischen notwendiger und verfügbarer Information ist (Galbraith73, nach Paashuis98, 36); Clark sieht den Innovationsprozess als großes, vernetztes Informationssystem, in welchen Probleme gelöst werden, indem Informationen verarbeitet werden, (Clark91, 18).

macht eine Kooperation der Partner insbesondere im Bereich der Produktentwicklung notwendig. Die beiden wichtigsten Gründe dafür sind:

- Alle Partner streben eine Nähe zum Endanwender an, weil dieser in zunehmenden Maß Auslöser von Innovationen ist.
- Eine Kooperation kann die Kundenanforderungen schneller und besser in erfolgreiche Innovationen umsetzen.

Kooperationen sind alle Formen der Beziehungen zwischen Unternehmen, die auf der einen Seite keine reinen Leistungsaustauschbeziehungen und auf der anderen Seite noch keine Konzentrationen sind. Kooperationen sind Zweckbeziehungen, um die Effizienz der wirtschaftlichen Tätigkeiten zu erhöhen⁶⁶. Ziele von Kooperationen sind demnach Kostendegression (*economy of scale*) und die Bündelung von Potenzialen, beispielsweise Wissen, Kapazitäten oder Marktmacht. Typische Aufgaben innerhalb einer Kooperation sind der Austausch von Informationen, das Lösen von Problemen, die Koordination der Planung, Veranlassung und Kontrolle von Arbeitsschritten und der Aufbau gegenseitigen Vertrauens⁶⁷. Entsprechend der Motive können zwei Arten von Kooperationen unterschieden werden: horizontale Allianzen, in denen eigentlich konkurrierende Partner kooperieren, und vertikale Kooperationen mit dem Ziel, unterschiedliche Kompetenzen zu kombinieren. Diese zweite Art der Kooperation ist in der Textilindustrie weit verbreitet und trifft auch auf die vorliegende Aufgabe zu⁶⁸. Für beide Arten gibt es besonders geeignete Kooperationsformen. Virtuelle Organisationsformen, welche in den letzten Jahren die Entwicklung der IKT ermöglicht hat, werden als geeignete Kooperationsformen angesehen, wenn es wie hier darum geht, verschiedene, idealerweise komplementäre Kompetenzen zu kombinieren, um die Wertschöpfungskette besser abzudecken. Dabei kann ein existierendes, institutionelles Netzwerk als Ausgangsbasis angesehen werden, aus dem sich, zeitlich befristet und inhaltlich abgegrenzt, virtuell integrierte Kooperationen entwickeln, wie in Abbildung 11 dargestellt.

⁶⁶ Nach (Hirschmann98, 11)

⁶⁷ Siehe beispielsweise (Bender98, 164) und die dort ausgewertete Literatur

⁶⁸ Siehe (Child98, 102) und (Kaluza00a, 10). Entsprechend der Klassifizierung der Einbindung von Zulieferern handelt es sich hier um das so genannte Japanische Modell, welches eine frühe, intensive Einbeziehung mehrerer Zulieferer propagiert (Bonnacorsi94, 136) und dabei Vertrauen, Kontinuität und Integration voraussetzt (Bonnacorsi94, 144).

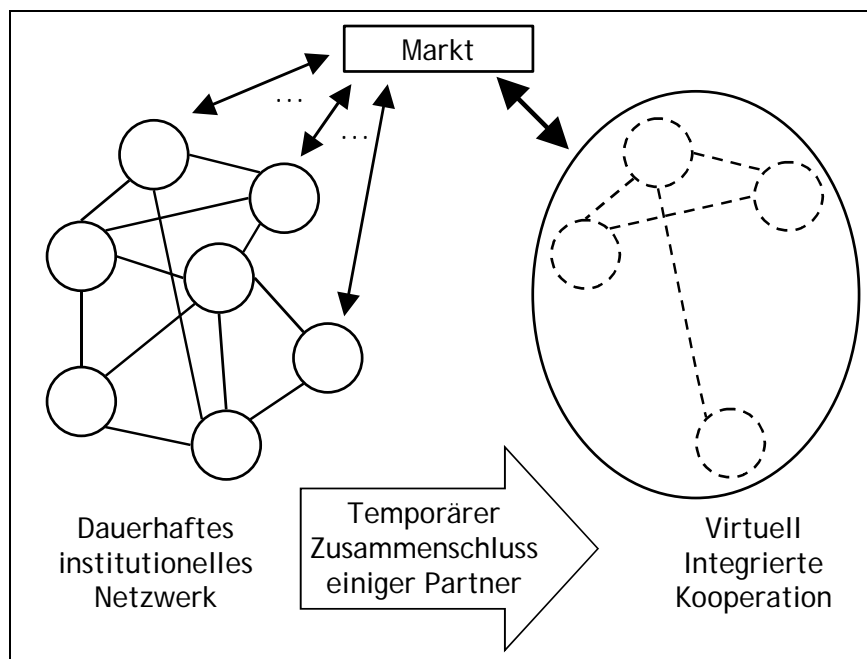


Abbildung 11: Das institutionelle Netzwerk als Ausgangsbasis für Virtuell Integrierte Kooperationen (VIK)

Diese organisatorische Virtualisierung kann in Form der vor einiger Zeit propagierten Virtuellen Fabriken⁶⁹ oder Virtuellen Unternehmen⁷⁰, aber auch in Form von Virtuellen Teams oder anderen Formen der Zusammenarbeit erfolgen. Der Begriff der Virtuell Integrierten Kooperation (VIK) lässt sich nach Kupries wie folgt definieren: "A virtual cooperation is described as a process oriented network organization with disappearing borders complementary goals and core competences, multi-dimensional connections, lateral communication and decentred action." (Kupries98, 237). Die VIK kann durchaus auch innerhalb eines Unternehmens auftreten, insbesondere wenn es räumlich getrennt Standorte gibt⁷¹. Die wesentlichen Merkmale der VIK sind im Folgenden kurz zusammengefasst⁷²:

- Kombination der Kernkompetenzen und deren am Ziel der VIK orientierte Bündelung

⁶⁹ Siehe (Reinhart00, 392ff.), der die virtuelle Fabrik als produktionstechnisch ausgelegtes virtuelles Unternehmen versteht

⁷⁰ Eine vollständige Definition lautet: „Ein Virtuelles Unternehmen (VU) ist eine Kooperationsform rechtlich unabhängiger Unternehmen, Institutionen und/oder Einzelpersonen, die eine Leistung auf der Basis eines gemeinsamen Geschäftsverständnisses erbringen. Die kooperierenden Einheiten beteiligen sich an der horizontalen und/oder vertikalen Zusammenarbeit vorrangig mit ihren Kernkompetenzen und wirken bei der Leistungserstellung gegenüber Dritten wie ein einheitliches Unternehmen. Dabei wird auf die Institutionalisierung zentraler Managementfunktionen zur Gestaltung, Lenkung und Weiterentwicklung des VU weitgehend verzichtet und der notwendige Koordinationsbedarf durch geeignete Informations- und Kommunikationssysteme gedeckt. Das VU ist mit einer Mission verbunden und endet mit dieser.“ (Faisst98, 3)

⁷¹ Siehe (Bund97, 248) und (Kress98, 5)

⁷² Siehe dazu auch (Kaluza00a, 8) und (Filos00)

- Zeitliche Befristung, ohne formalisierte oder zentralisierte Aufbauorganisation
- Intensiver Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien

Die Zusammenarbeit im Rahmen eines Forschungsprojektes kann als institutionelles Netzwerk verstanden werden, da verschiedene Ebenen und Möglichkeiten der Kooperation sowie vielfältige Methoden und Technologien in Teilprojekten erprobt werden, an denen nicht immer alle Netzwerkpartner beteiligt sind. Diese zeitlich befristeten Projekte werden von Virtuell Integrierten Kooperationen (VIK) durchgeführt, da die Unternehmen selbständig bleiben und, außer dem Projektrahmenvertrag, keine weiteren rechtlichen Vereinbarungen getroffen werden. Die folgenden Risiken gilt es bei Kooperationen im allgemeinen und VIK im besonderen zu beachten:

- Motivation der Mitarbeiter: aufgrund mangelnder Identifikation stiftender Symbole können sich Motivationsprobleme ergeben⁷³, dazu kommen hohe Anforderungen an die Kooperationsfähigkeiten⁷⁴.
- Wissensabfluss: Im Gegensatz zur oben erwähnten Möglichkeit des zusätzlichen Lernens besteht die Gefahr, dass aufgrund der flexiblen Strukturen und damit verbundenen geringeren Bindung der Mitarbeiter Wissensträger das Unternehmen wechseln⁷⁵.
- Mangelnde Kontrollierbarkeit durch staatliche und transnationale Institutionen, insbesondere bei internationalen VIK⁷⁶.
- Inhomogene, gewachsene IKT-Systeme, deren Integration aufwändig ist oder zumindest klare Schnittstellen erfordert⁷⁷.
- Mangelndes Vertrauen aufgrund mangelnder informeller Kommunikation⁷⁸, insbesondere da die Gründung eines VIK oft sehr schnell geht⁷⁹.
- Gefahr eines zu kurzfristigen Fokus⁸⁰.

⁷³ Siehe (Linde97, 22) und (Child98, 129). Faisst spricht von einer drohenden Söldnermentalität (Faisst98, 13).

⁷⁴ Siehe (Kaluza00a, 8)

⁷⁵ Siehe (Rechberg97, 18) und (Linde97, 22)

⁷⁶ Ebd.

⁷⁷ Siehe (Rechberg97, 14). Dieses Problem könnte durch xml als Beschreibungssprache und standardisierte Webservices in Zukunft gelöst sein.

⁷⁸ Dies scheint laut Rechberg der wichtigste Einwand zu sein (Rechberg97, 16 und die dort ausgewertete Literatur)

⁷⁹ Siehe (Kaluza00a, 9)

⁸⁰ Siehe (Faisst98, 13)

Damit die Kooperation erfolgreich ist und diese Risiken vermieden werden, müssen die einzelnen Unternehmen netzwerkfähig sein⁸¹. Die Gewährleistung der Netzwerkfähigkeit obliegt dem Management und umfasst die folgenden Gestaltungsobjekte⁸²:

- Aufbau und Betrieb angemessen koordinierter Prozesse
- Kommunikation zwischen verschiedenen Informationssystemen
- Flexible organisatorische Strukturen, die Arbeiten in mehreren Netzwerken erlauben
- Kooperationsfördernde Unternehmenskultur

Die Netzwerkfähigkeit betrifft nicht nur Kooperationen mit externen Partnern, sondern ist auch für flexible, dynamische, interne Kooperationen erforderlich. Virtuell Integrierte Kooperation basiert, wie gesehen, auf dem Einsatz entsprechender Technologien zu Kommunikation und Koordination. Dieser Bereich der IKT wird auch als CSCW (Computer Supported Cooperative Work) bezeichnet und soll im folgenden Abschnitt näher untersucht werden.

4.1.2 Methoden und Werkzeuge im Computer Supported Cooperative Work (CSCW) Umfeld

Informationstechnologie wurde bereits als *enabler* für Virtualisierung identifiziert. Auch für die Integration spielen IKT-basierte Werkzeuge eine wichtige Rolle. Die CSCW-Forschung befasst sich mit technologischen und methodischen Aspekten von Kooperationen zwischen Unternehmen, Gruppen und Einzelpersonen. Die Vielfalt der Methoden und Werkzeuge lässt sich nach den drei Bereichen Kooperation, Kommunikation und Koordination ordnen, wie in Abbildung 12 dargestellt.

⁸¹ Siehe (Alt00, 171) und (Filos00, 10ff.)

⁸² Siehe (Alt00, 179)

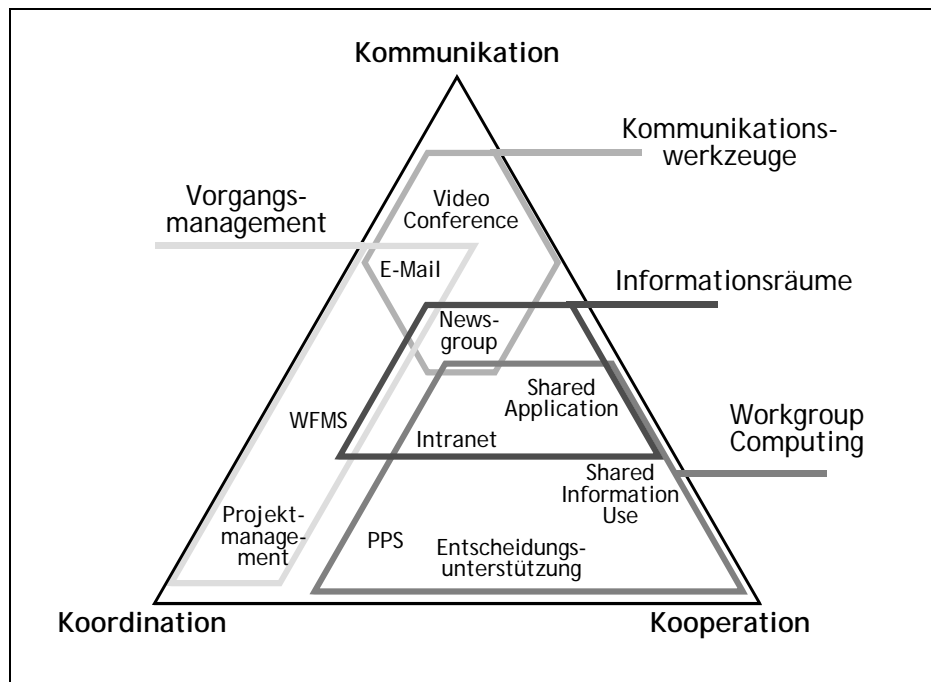


Abbildung 12: Einordnung verschiedener CSCW-Methoden⁸³

Neben dieser Einordnung lassen sich die Methoden und Werkzeuge nach folgenden Punkten differenzieren:

- **Raumentkopplung:** Konzentrieren sich die Werkzeuge auf die Unterstützung von Personen, die an einem Ort zusammenarbeiten (Büro, Besprechungsraum) oder die sich an unterschiedlichen Orten befinden (verschiedene Standorte, mobile Personen)?
- **Zeitentkopplung:** Konzentrieren sich die Werkzeuge auf die Unterstützung von Personen, die synchron kooperieren (Besprechungen) oder die asynchron zusammenarbeiten (Nachrichten)?
- **Grad der Formalisierung:** In welchem Umfang sind die Aufgabeninhalte und erwarteten Ergebnisse, die beteiligten Personen, die Lösungswege, die Informationsbedarfe und die einzusetzenden Werkzeuge organisatorisch vorgegeben?
- **Ebene der Kooperation:** Wird die Kooperation zwischen einzelnen Personen, innerhalb einer Arbeitsgruppe, zwischen einzelnen Arbeitsgruppen innerhalb einer Organisation oder zwischen Organisationen unterstützt?

Insbesondere der Grad der Formalisierung der Abläufe bietet eine wichtige Indikation, welche Arten von Instrumenten und Methoden zum Einsatz kommen sollten. Klassisch ist hier die Unterscheidung in vorstrukturierte Prozesse, welche durch Workflow-Management-Systeme

⁸³ Nach (Faisst98, 54), ergänzt mit (Eversheim00, 374)

(WFMS) unterstützt werden und spontane, unstrukturierte Prozesse, welche durch *Groupware* unterstützt werden⁸⁴.

Insbesondere bei Kooperationen zur Innovation ist, neben der Koordination und der Kommunikation, die Wissensintegration im Sinne der Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses für Sprache, Abläufe und Denkweisen der Partner ein wichtiges Handlungsfeld, wie in Abbildung 13 skizziert.

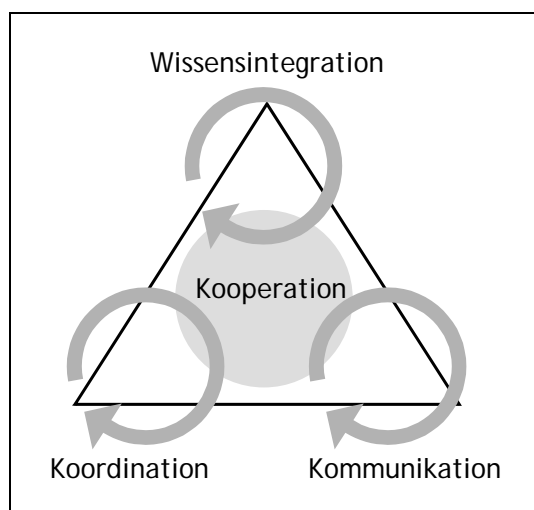


Abbildung 13: Die drei Handlungsfelder einer Kooperation⁸⁵

Damit sind alle zur Umsetzung des Konzeptes notwendigen Aspekte angesprochen. Die folgenden Abschnitte beschreiben die Umsetzung der skizzierten Virtuell Integrierten Kooperation.

4.1.3 Umsetzung der Konzeption

Basierend auf den Überlegungen zu Kooperation, Virtualisierung und Integration sowie den Technologien aus dem CSCW-Umfeld wird nun der Innovationsprozess in Virtuell Integrierten Kooperationen umgesetzt und unterstützt. Aus der Analyse ergibt sich der idealtypische Ablauf der kooperativen, am Anwender orientierten Entwicklung von Schutzkleidung, wie er in Abbildung 14 dargestellt ist. Dieser Prozess wird selten vollständig durchlaufen⁸⁶, es lassen sich vielmehr drei Teilprozesse identifizieren, welche sich hinsichtlich der beteiligten Partner und der Art der Aktivitäten und Prozesse unterscheiden. Diese Teilprozesse sind in Abbildung 14 mit Unterlegungen gekennzeichnet. Die Akteure

⁸⁴ Siehe beispielsweise (Hasenkamp00, 4) und (Schwarz01, 3)

⁸⁵ Nach (Warschat00, 54)

⁸⁶ Der Prozess kann natürlich auch an fast jeder Stelle abgebrochen werden, was in der Abbildung nicht explizit dargestellt ist.

dieser Teilprozesse setzen sich aus dem institutionellen Netzwerk der Projektpartner nach Abbildung 8 zusammen.

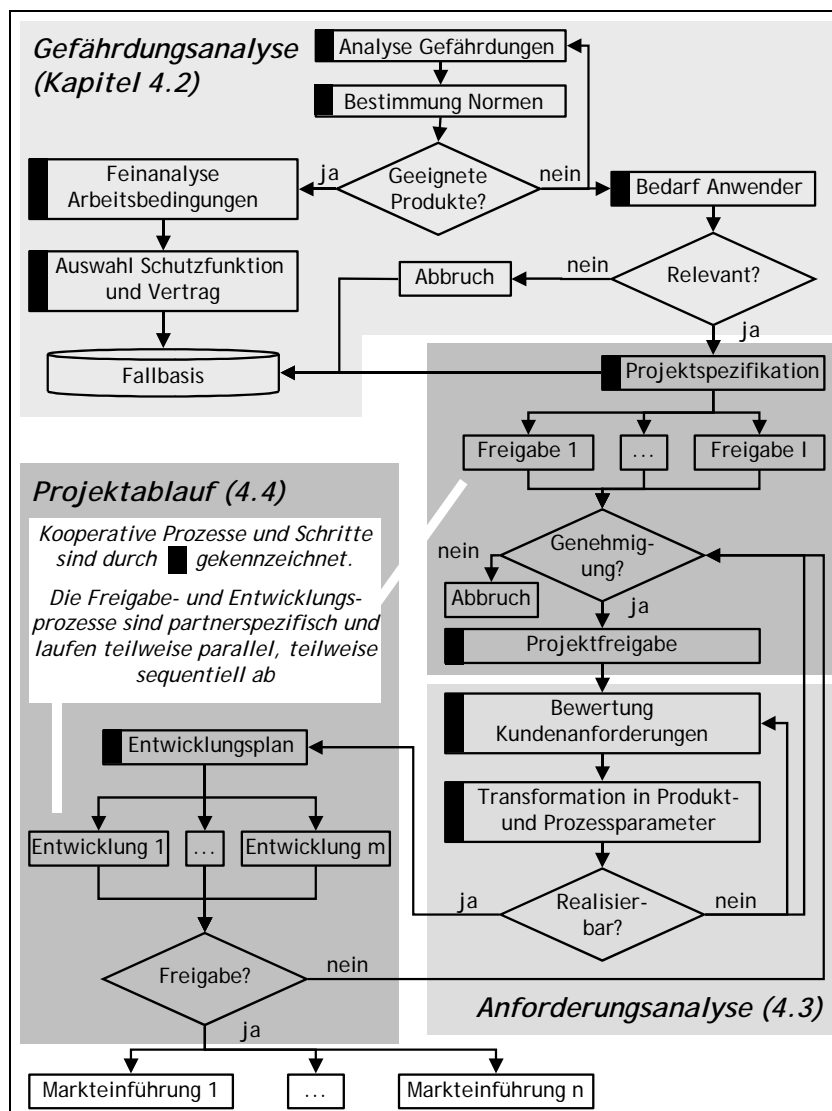


Abbildung 14: Ablauf von kooperativen, vom Markt getriebenen Innovationsprozessen in der Wertschöpfungskette

Die folgenden Abschnitten beschreiben diese drei Teilprozesse detailliert. Dabei wird jeweils auf den stattfindenden Prozess mit seinen Problemen eingegangen und der Lösungsansatz im Sinne einer Prozessumgestaltung erläutert. Es wird dann aufgezeigt, mit welcher Methode und mit welcher Technologie die Lösungsansätze verwirklicht werden und in welcher Form ihre organisatorische Umsetzung erfolgt.

4.2 Gefährdungsanalyse

Die Gefährdungsanalyse beim Endanwender stellt den Ausgangspunkt für Auswahl, Konfiguration und Erwerb von Schutzfunktionalität dar. Die VIK entwickelt und betreibt ein System, mit dem die Gefährdung systematisch analysiert wird und schlägt geeignete Produkt-

und Servicepakete vor. Dadurch gelingt einerseits die Erweiterung des Produktes um Informationen und Wissen über Einsatzszenarien, Gefährdungen und gesetzliche Grundlagen, andererseits erhält die Virtuell Integrierte Kooperation und damit deren Partner Zugang zu Anforderungen der Endanwender, welche einen wichtigen Ausgangspunkt für Innovationen liefern.

In den nächsten Abschnitten wird zuerst der Prozess genauer analysiert. Anschließend werden der methodische Lösungsansatz und dessen technologische Umsetzung beschrieben.

4.2.1 Problemstellung und Prozessbeschreibung der Gefährdungsanalyse

Im Folgenden wird der bisherige Ablauf des Prozesses beschrieben. Weiterhin werden Verbesserungspotenzial und Unterstützungspotenziale herausgearbeitet. Der Prozess ist eine Kommentierung des ersten Teilprozesses aus Abbildung 14.

Einführung

Eine umfassende und strukturierte Analyse möglicher Gefahren und Risiken am Arbeitsplatz ist der erste und wichtigste Schritt zu einer geeigneten Schutzausrüstung. Je nach Anzahl und Art der zu schützenden Personen und Objekte wird diese Analyse von Sicherheitsingenieuren oder Sicherheitsbeauftragten durchgeführt und bei Bedarf durch anerkannte Institute unterstützt. Vertreter der Hersteller und Anbieter von Schutzkleidung und von Dienstleistung nehmen an den Analysen teil oder führen sie selbst durch. Das Vorgehen zur Auswahl der Schutzbekleidung lässt sich grob in zwei Phasen unterteilen:

1. Analyse der möglichen Gefährdung, Identifikation der in Frage kommenden Normen und Anforderungen (Bestimmung des Lösungsraums)
2. Auswahl geeigneter Produkte und Dienstleistungen innerhalb des identifizierten Lösungsraums oder Spezifikation von möglichen Neuentwicklungen (Suche nach bestem Produkt im Lösungsraum)

Während Phase 1 durch die gesetzlichen Vorschriften (im Bereich Schutz des Trägers) bzw. durch Auflagen des Prozesses (Schutz des Objektes, Reinraum etc.) den Akteuren wenig Spielraum lässt, können in Phase 2 oft mehrere Produktkombinationen die Anforderungen erfüllen. Diese Lösungen unterscheiden sich hinsichtlich Preis, Komfort, Design, Pflege, Haltbarkeit, Dienstleistung und möglichen zusätzlichen Funktionen.

Prozess

Der Ablauf der Gefährdungsanalyse gliedert sich in mehrere Schritte und kann schematisch entsprechend Abbildung 15 dargestellt werden. Falls es keine geeigneten Produkte gibt, ist dies ein Indikator für am Markt Erfolg versprechende Neuentwicklungen. Falls diese nur mit

viel Aufwand realisierbar oder physikalisch unmöglich sind, kann auch eine erneute Analyse mit veränderten Rahmenbedingungen (z. B. Nichtberücksichtigung einer Gefährdung) erfolgen.

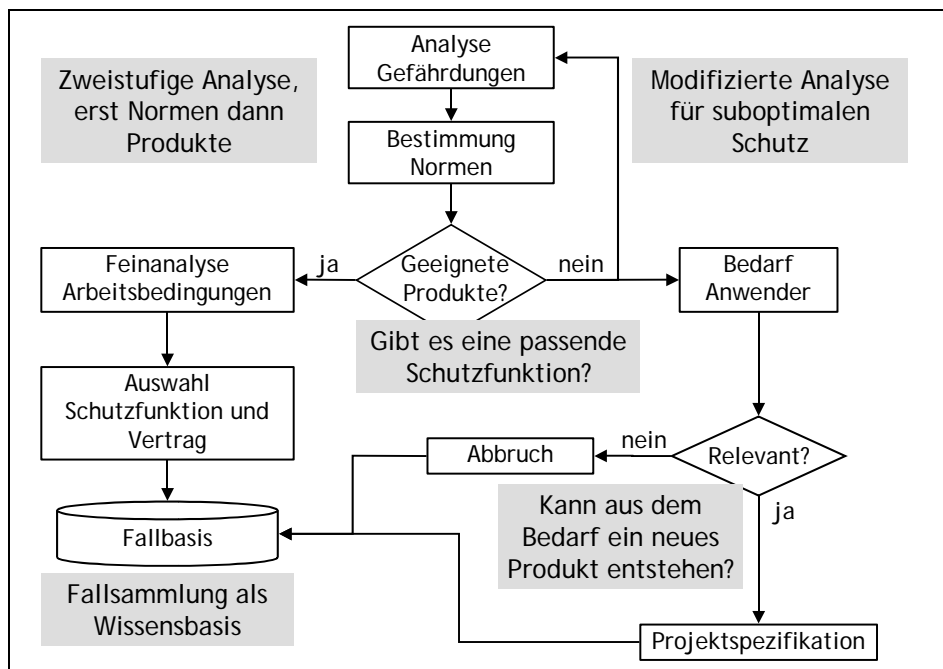


Abbildung 15: Der Prozess der Gefährdungsanalyse

Die einzelnen Schritte des Prozesses lassen sich, wie bereits erläutert, nicht eindeutig zu handelnden Personen oder Organisationseinheiten zuordnen. Beteiligt können sein: Endanwender, Institut, Serviceanbieter (Waschen, Mieten) und andere Partner der textilen Wertschöpfungskette (Konfektion, Stoff, Faser). Spätestens bei der Frage, ob ein Entwicklungsprojekt aufgesetzt wird oder nicht, sind dann jedoch die Anbieter involviert.

Problembeschreibung

Der bisherige Prozess der Gefährdungsanalyse weist die folgenden Schwachstellen auf:

- Lückenhafter Kenntnisstand aufgrund der veränderten gesetzlichen Vorschriften, welche von den Arbeitgebern und Unternehmen mehr Verantwortung verlangen.
- Unterschiedlicher Kenntnisstand der Beteiligten, insbesondere beim Kunden: bei großen Firmen erfahrener Sicherheitsingenieur, bei kleineren Firmen Inhaber oder Meister.
- Auswahl der Schutzfunktion oft gewohnheitsmäßig und unreflektiert, dabei können neue oder selten auftretende Gefährdungen übersehen werden.
- Viele und sich schnell verändernde Informationen, sowohl hinsichtlich der Gesetzeslage als auch der Gefährdungen und der verfügbaren Produkte.

- Gemachte Erfahrungen werden explizit und wenn dann nur auf individueller Ebene und unsystematisch festgehalten (was wurde letztes Mal beschafft?). Kaum Kommunikation zwischen Endanwendern jenseits der direkten Bezugsgruppe.
- Der Umgang mit Situationen, für die es keine geeigneten Produkte gibt, erfolgt kaum systematisch. Oft wird unbewusst die Gefährdungsanalyse den vorhandenen Produkten angepasst, wobei wichtige Anregungen verloren gehen.

Mit folgendem Lösungsansatz sollen diese Defizite abgebaut werden.

4.2.2 Methodischer Lösungsansatz zur Gefährdungsanalyse

Die Gefährdungsanalyse kann als Regelkreis aufgefasst werden. Regler sind dann die Experten, welche ihr Wissen mit den Informationen zur konkreten Aufgabe kombinieren und damit die Aufgabe lösen, in dem sie anzuwendende Schutznormen identifizieren und geeignete Produkte und Servicepakete auswählen und zusammenstellen. Die Experten verwenden dabei neben ihrem Wissen die strategischen Vorgaben des Managements und Informationen über Gesetze, über gesellschaftliche Trends und über neuartige Gefährdungen. Mit dieser Struktur, wie sie in Abbildung 16 dargestellt ist, wird die Konzeption zur Unterstützung durch Methoden und Instrumente klarer.

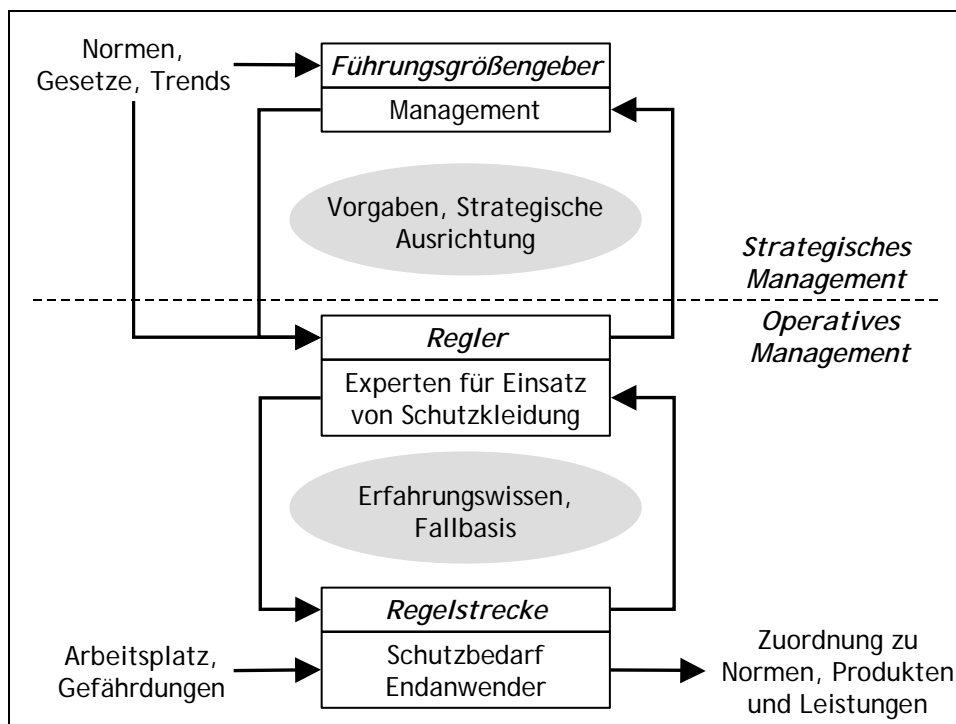


Abbildung 16: Regelkreis der Gefährdungsanalyse⁸⁷

Entscheidend zur Schließung der Regelkreise ist die Erfassung, Speicherung und Wiederverwendung der gemachten Erfahrungen. Diese sind zum einen auf operativer Ebene hilfreich, wenn es gilt das Ergebnis einer schon analysierten ähnlichen Situation wieder zu verwenden. Andererseits unterstützen die Erfahrungen der Experten das Management bei der strategischen Ausrichtung. Deswegen ist die strukturierte Unterstützung der Analyse durch ein wissensbasiertes Dialogsystem der methodische Ansatzpunkt.

Das Dialogsystem unterstützt die systematische und vollständige Erfassung der Gefährdungen und die Beschreibung des Arbeitsplatzes. Aus diesen Daten ermittelt eine Inferenzkomponente die relevanten Normen und Vorschriften. Die bekannten gesetzlichen Grundlagen sind dabei als regelhaftes Wissen modelliert und abgelegt. Weiterhin unterstützt eine fallbasierte Komponente die Speicherung und Verwendung episodenhaften Wissens, wie es im Laufe der Zeit beim Experten anfällt. Die Inferenzkomponente greift dabei auf aktuelle Normen und verfügbare Produkte zurück.

Die in der Abbildung 17 dargestellten Komponenten des Systems werden nachfolgend beschrieben.

⁸⁷ Die Unterscheidung in Strategisches und Operatives Management entspricht dem Modell betrieblicher Managementaufgaben als Regelungssystem von Fischer (Fischer94, 137-141), ergänzt durch Mühlendahl (Mühlendahl01, 21-24)

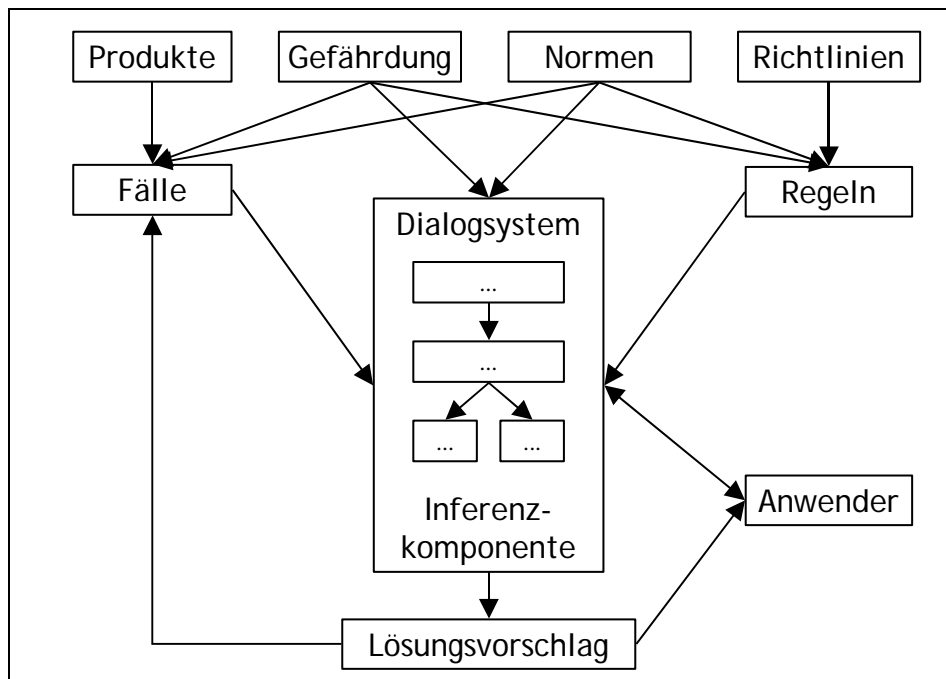


Abbildung 17: Komponenten für die Gefährdungsanalyse

Produkte

Die Leistung, welche der Anwender benötigt, ist eine Schutzfunktionalität. Diese setzt sich aus Eigenschaften der einzelnen Produkte in der Wertschöpfungskette zusammen. Dabei sind es nicht alle Eigenschaften der Zwischenprodukte, welche für den Anwender von Interesse sind – so ist beispielsweise die Verarbeitbarkeit des Stoffes für den Konfektionär, aber nicht für den Anwender wichtig. Manche Merkmale gehen ineinander über: eine hohe Scheuerfestigkeit des Stoffes erlaubt viele Waschzyklen und trägt zu einer langen Lebensdauer bei. Es handelt sich demnach bei der Schutzfunktion um ein virtuelles Produkt, welches sich aus Merkmalen des Stoffes, der Konfektion und den Services konstituiert. Beispiele für mögliche Ausprägungen der Produkte der Partner:

- **Stoff:**

Material und Zusammensetzung (Schuss und Kette), Flächengewicht, Konstruktion, Ausrüstung, Funktionalität, Kosten, Komfort, Haltbarkeit, Atmungsaktivität, Feuchtigkeitsschutz, Pflege

- **Kleidung:**

Kleidungsstück (Jacke, Hose), Verarbeitung, Farben, Größen, Personalisierung (Namensschilder etc.), Funktionalität, Accessoires (Knöpfe, Taschen etc.), Reinigungsart, Reinigungshäufigkeit

- **Reinigung und Service:**

Funktionalität, Zusammensetzung (Jacke, Hose, Overall, etc.), Größen, Stoffe, Farben,

Firmen- und Namensschilder, Zusatzartikel (Unterwäsche, Handschuhe, etc.), Anzahl der Träger, Qualitätskontrollen (Durchführender, Häufigkeit), Reinigungsart, Reinigungshäufigkeit, Umfang und Art des Vertrags

Gefährdung

Die Gefährdung wird entsprechend einer Analyse des Arbeitsplatzes bestimmt. Um die Norme explizit bestimmten Szenarien zuordnen zu können, ist eine Modellierung aller relevanten Faktoren notwendig. Diese sind:

- Gefährdungen, die sich aus der Tätigkeit und dem Objekt der Tätigkeit ergeben (z. B. Schweißen)
- Gefährdungen aus der Umgebung (z. B. Straßenverkehr)
- Arbeitsbedingungen, Bewegungsabläufe
- Klimatische Bedingungen, Umwelteinflüsse

Mit einer exakten Beschreibung der Gefährdung ist eine Zuordnung zu relevanten Normen und geeigneten Produkten möglich. Diese Grundannahme liegt der Gesetzgebung zugrunde: aus einer Analyse lassen sich die zur Anwendung kommenden Normen ableiten. Das hier zu entwickelnde Modell kann die Analyse durch einen Experten nicht vollständig abbilden, weil es sonst viel zu umfangreich und nicht handhabbar wäre⁸⁸. Vielmehr sollen die wesentlichen Parameter erfasst werden, welchen in Standardfällen zu einer ersten qualifizierten Aussage – und nur eine solche kann das Ziel des Systems sein – ausreichen.

Normen

Eine Norm besteht meist aus einer Reihe von Mindestanforderungen bei verschiedenen Tests unter Standardbedingungen (Untersuchungsmethode, Untersuchungsbedingungen). Dabei werden teilweise Leistungsklassen unterschieden, je nachdem, in welchem Bereich sich der Messwert befindet. Oft erfüllen Kleidungsstücke mehr als eine Norm. Abbildung 18 zeigt die Umsetzung des Entity-Relationship-Models (ERM) in einer relationalen Datenbank.

⁸⁸ Ein Problem, das typisch für regelbasierte Systeme ist und das viele Expertensysteme der früheren Generationen hatten.

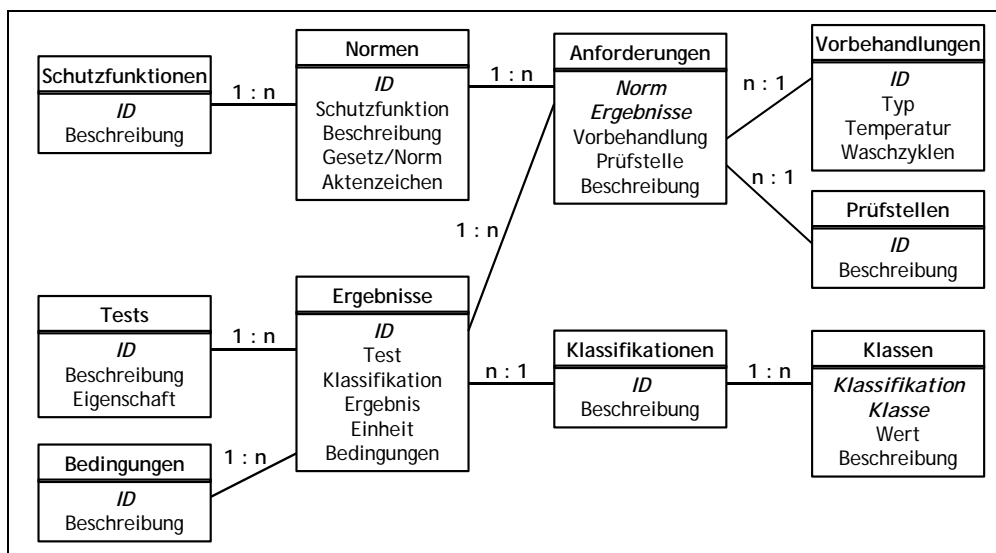


Abbildung 18: Struktur der Datenbank „Normen“ als Umsetzung des ERM-Modells⁸⁹

Die Übersetzung eines Eintrags der Datenbank liest sich beispielsweise so (Datenbankeinträge sind *kursiv* dargestellt und nicht übersetzt):

Innerhalb der Schutzfunktion *Flame Retardant* gibt es die Norm *EN⁹⁰ 531 – Industrial Workers exposed to heat*. Eine der Anforderungen dieser Norm schreibt vor, dass beim Test *EN 366 Radiant Heat* ein Ergebnis (in *Seconds*) innerhalb der *Klassen C1 (8-30), C2 (31-90), C3 (91-150), C4 (>151)* zu erzielen ist, und zwar unter genormten Testbedingungen (*Heat Flux 20 kW/m² – Method B*). Die Anforderung bezieht sich auf den Stoff (*fabric, no pretreatment*).

Die Datenbank enthält etwa 200 solcher Anforderungen, die sich auf 35 Normen und Vorschriften verteilen. Aus dem Beispiel wird deutlich, dass die Datenbank entsprechende Fachkenntnis nicht ersetzt, sondern unterstützt.

Richtlinien

Schutz vor dem Träger: Ziel ist es, die bearbeiteten Objekte (auch Menschen, beispielsweise bei Operationen im Krankenhaus) durch Beschädigungen oder Verunreinigungen durch den Träger zu schützen. Hier gibt es kaum gesetzliche Vorschriften, sondern Reinraumklassen und andere, herstellerabhängige Vorschriften, die sich auf bestimmte Produkte beziehen. Eine Besonderheit ist, dass die Kleidung oft spezielle Reinigung und Desinfektion oder Sterilisation braucht. Aufgrund der unübersichtlichen Situation wurden Richtlinien zum Schutz vor dem Träger nicht modelliert und in das System aufgenommen.

⁸⁹ Die Namen der Entities (Tabellen) sind **fett**, die jeweiligen Schlüsselwerte *kursiv fett* dargestellt. Die Relationen sind verkürzt mit 1:n bzw. n:1 dargestellt. Dies gilt auch für weitere Darstellungen dieser Art.

⁹⁰ European Norm

Fälle

“Human experts are not systems of rules, they are libraries of experiences”. (Riesbeck89, 15)

Die Auswahl und Konfiguration der Schutzfunktion für ein bestimmtes Gefährdungsszenario kann als das Lösen eines Problems betrachtet werden, während dessen Erfahrungen gemacht werden und deshalb Wissen entsteht. Diese gemachten Erfahrungen sollen gespeichert und bei Bedarf wieder abgerufen werden. Fallbasiertes Schließen⁹¹ oder Case-Based Reasoning (CBR) bietet hierzu den geeigneten methodischen Ansatz. CBR definiert einen Fall als geordnetes Paar bestehend aus Problem und Lösung⁹². Die Grundannahme ist, dass ähnliche Problemstellungen auch ähnliche Lösungen besitzen. Ein neues Problem wird dann mit den Problembeschreibungen bereits abgeschlossener Fälle verglichen. Dann wird aus den Lösungen der ähnlichsten Fälle ein Lösungsvorschlag für das neue Problem generiert und angepasst, bis das neue Problem gelöst ist und als neuer Fall in die Fallbasis übernommen werden kann. Dieses Prozessmodell wird als CBR-Cycle bezeichnet und ist in Abbildung 19 dargestellt. Neben der Problematik der Grundannahme, dass aus einer a priori Ähnlichkeit auf eine a posteriori Nützlichkeit geschlossen wird⁹³, stellen das Bereitstellen einer ausreichend großen und geeignet modellierten Fallbasis sowie die Definition problemspezifischer Ähnlichkeitsfunktionen die schwierigsten Aufgaben bei der Erstellung eines CBR-Systems dar.

⁹¹ Auch im Deutschen hat sich die Abkürzung CBR etabliert.

⁹² Hier wird nur die Grundkonzeption von CBR nach (Aamodt94) und (Richter98) dargestellt, einzelne Aspekte werden später vertieft.

⁹³ Diese Problematik ist bekannt und Gegenstand der Diskussion, siehe beispielsweise (Burkhard98, 18ff.), (Bergmann01). Abhilfe könnte eine *acceptance function* schaffen, die im Gegensatz zur Ähnlichkeitsfunktion, welche ja quasi der Kehrwert einer Abstandsfunktion und damit per se positiv oder 0 ist, auch negative Werte zulässt. Dies könnte bedeuten, dass ein Temperaturbereich von >30 Grad in einem neuen Problem die *acceptance function* zu einem Fall, der -10 Grad als Temperatur hat, sinken lässt, während eine *similarity function* gleich bliebe.

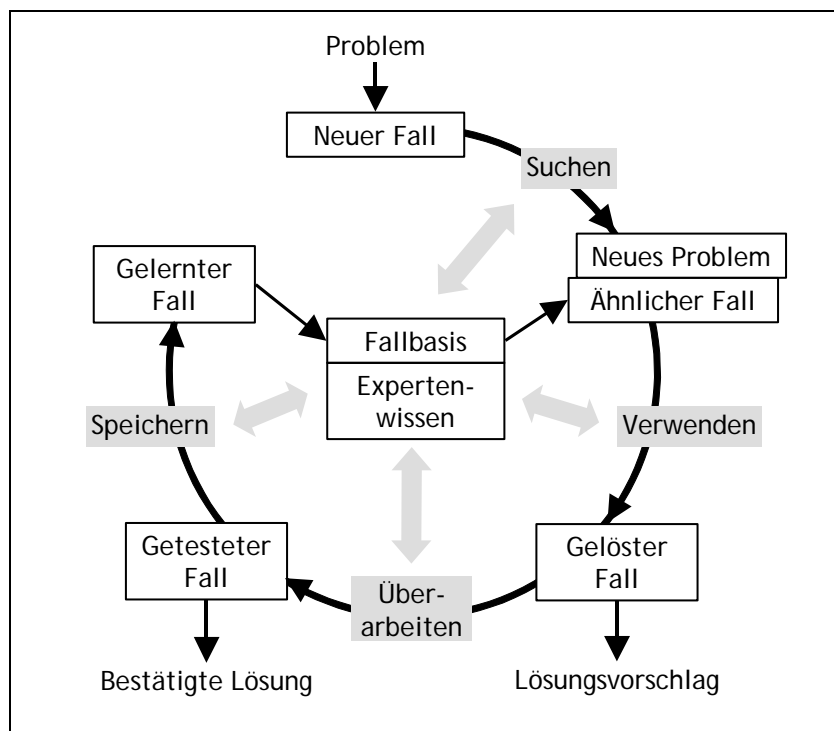


Abbildung 19: Der CBR-Cycle, das Prozessmodell einer CBR-Anwendung⁹⁴

CBR-Systeme zeichnen sich dadurch aus, dass sie relativ einfach zu erstellen sind, falls aus einer existierenden Datenmenge (Datenbank, Papierdokumente) eine Fallbasis abgeleitet werden kann. Weiterhin ist der Prozess der Aktualisierung und Pflege des Systems im Prozessmodell durch den letzten Schritt, das Speichern des aktuell gelösten Problems, zwar noch nicht gelöst, aber bereits konkretisiert.

Regeln

Die komplexen Zusammenhänge, welche den Einsatz bestimmter Schutzkleidung bei bestimmten Gefährdungen vorschreiben, sind Gegenstand des Wissens von Experten, welche nicht immer vor Ort an den Analysen teilhaben können. Hier bietet sich die Modellierung in einem wissensbasierten System an. Dazu muss eine geeignete Repräsentation gewählt werden, welche sich an der Art des Wissens orientiert⁹⁵. Produktionsregeln können sowohl regelhafte Zusammenhänge und Einschränkungen als auch prototypisches und unvollständiges oder ungenaues Wissen abbilden und sind damit besonders geeignet für die vorliegende Problematik, da die Interpretation der Normen und Vorschriften naturgemäß teilweise unvollständig, ungenau und prototypisch bleiben muss.

⁹⁴ Der CBR-Cycle geht auf Aamodt zurück (Aamodt94, 7) und hat sich als grundlegendes Prozessmodell etabliert. (Althoff02, 11ff.) detailliert den CBR-Cycle und stellt ihn in den breiteren Kontext des Erfahrungsmanagements.

⁹⁵ Siehe (Seibold96, 25ff.) und (Fischer03)

Dialogsystem

Das Dialogsystem ist die Schnittstelle, mit der sowohl der Anwender (Benutzung) als auch der Experte (Wissen anlegen und pflegen) mit dem System kommunizieren und welche alle anderen Teilkomponenten als eine Art *Engine* miteinander verbindet. Wichtig sind hier die Implementierung des Prozesses der Konsultation, beispielsweise in Form eines strukturierten Interviews, sowie die Möglichkeit, zusätzliche oder vertiefende Informationen abzurufen. Um idealerweise vor Ort beim Endanwender auf das System zugreifen zu können und gleichzeitig eine zentrale Pflege der Wissensbasis zu ermöglichen, bietet sich eine Web-basierte Client-Server Architektur an. Das Dialogsystem beinhaltet auch die Inferenzkomponente, welche dabei sowohl auf Fälle als auch auf Regeln zurückgreift.

Lösungsvorschlag

Um die beiden in Abbildung 15 identifizierten Phasen entsprechend zu unterstützen, müssen zwei verschieden detaillierte Lösungsvorschläge generiert werden. Für die erste Phase genügt die Auswahl der in Frage kommenden Normen sowie detaillierte Informationen über deren Inhalt, insbesondere die einzelnen Anforderungen und Tests, denen die Komponenten der Schutzfunktion genügen müssen. In der zweiten Phase soll dann vertiefend analysiert werden, wie die ausgewählten Normen umgesetzt werden können und wie die Schutzfunktion zusammengesetzt sein soll.

Anwender

Für das System Gefährdungsanalyse sind verschiedene Einsatzszenarien denkbar. Zum einen kann sich ein Sicherheitsbeauftragter einer Firma bereits vor dem Gespräch mit Anbietern informieren, andererseits kann die Analyse auch gemeinsam mit den Vertretern und Experten vor Ort vorgenommen werden. Außerdem ist der Einsatz in Schulung und in Weiterbildung denkbar.

4.2.3 Technologische Umsetzung der Gefährdungsanalyse

Das Modell der Gefährdung entstand nach Experteninterviews mit Vertretern der textilen Wertschöpfungskette und der Prüfstelle. Es besteht aus 23 Parametern, für die Listen mit möglichen Ausprägungen zusammengetragen wurden. Einige Parameter erlauben nur eine Ausprägung, andere können mehrere Ausprägungen aufweisen, z. B. kann es mehr als nur eine Gefährdung durch die Umgebung geben. Einfach belegte Parameter können zusätzlich einen geordneten Wertevorrat aufweisen, z. B. leicht – mittel – stark. Tabelle 1 fasst die Parameter sowie die Anzahl und Art der Ausprägungen zusammen.

Die Erfassung der Werte erfolgt, in Übereinstimmung mit den beiden Phasen, zweistufig: die ersten 15 Parameter werden in einer ersten, allgemeinen Phase erfragt, die letzten 8, in Abhängigkeit von der identifizierten Norm, in der zweiten Phase. Diese sind in der Tabelle mit einem * markiert. Bei einigen Parametern kann außerdem angegeben werden, ob es typische Durchschnittswerte sind oder ob die Werte kontrollierbar sind, beispielsweise mit einer Klimaanlage.

Parameter	Beschreibung	Werte	Mehrfach?	Geordnet?
Industry	Sektoren und Bereiche	25	Nein	Nein
Hazard Surrounding	Gefährdungen durch die Arbeitsumgebung	30	Ja	Nein
Hazard Object	Gefährdungen durch den Bearbeitungsgegenstand	20	Ja	Nein
Type of object	Art des Bearbeitungsgegenstands	3	Ja	Nein
Position of object	Position des Bearbeitungsgegenstands	4	Nein	Nein
Minimum temperature	Temperaturuntergrenze	6	Nein	Ja
Maximum temperature	Temperaturobergrenze	6	Nein	Ja
Humidity	Luftfeuchtigkeit	5	Nein	Ja
Wind	Windverhältnisse	3	Nein	Ja
Working Place	Arbeitsplatz	4	Ja	Nein
Working Surrounding	Arbeitsumgebung	3	Ja	Nein
Working Position	Position bei der Arbeit	5	Nein	Nein
Wear time	Tragedauer	4	Nein	Ja
Work Intensity	Physische Arbeitsbelastung	3	Nein	Ja
Charge	Kontrollierte Ladung (Ja/Nein Flag)	2	Nein	Nein
Activity*	Klassifizierung bei Feuerbekämpfung	3	Nein	Ja
Body Parts*	Gefährdete Körperteile	4	Ja	Nein
Risk Intensity*	Beurteilung der Risikoklasse	3	Nein	Ja
Risk Flame*	Risikoklasse Flamme	3	Nein	Ja
Risk Heat*	Risikoklasse Hitze	3	Nein	Ja
Risk Aluminium*	Risiko flüssiges Aluminium	4	Nein	Ja
Risk Iron*	Risiko flüssiges Eisen	4	Nein	Ja
Consumption*	Verzehrrate (Feuer)	2	Nein	Ja

Tabelle 1: Überblick über die Parameter zur Beschreibung des Arbeitsplatzes und der Gefährdung

Aufgrund der Experteninterviews und des prototypischen Charakters im Rahmen eines Forschungsprojektes wurden folgende Einschränkungen vereinbart:

- Kein Schutz des Objekts vor dem Träger der Schutzbekleidung, weil es weniger Normen gibt und das Wissen schlechter modellierbar ist, da es spezifischer ist⁹⁶. Außerdem ist der Schutz oft Teil der Spezifikation eines Produktionsprozesses und damit eher institutionalisiert als der Schutz der Mitarbeiter.

⁹⁶ Dies liegt daran, dass das zu schützende Objekt sehr vielfältiger Natur sein kann.

- Helme, Schuhe, Handschuhe und andere Elemente der PSA, die nicht Teil der Kleidung im engeren Sinn sind, werden nicht berücksichtigt. Diese Einschränkung wurde für den Prototyp aus Aufwand-Nutzen-Betrachtungen getroffen⁹⁷ und zusätzlich dadurch motiviert, dass keine Anbieter von solchen Produkten im Netzwerk des Projektes verfügbar waren.

Die Architektur des Systems folgt der einer klassischen Webanwendung. Diese greift zum einen auf die Datenbank der Normen zu, andererseits auf eine speziell zusammengestellte Produktdatenbank, welche das virtuelle Produkt „Schutzfunktion“ abbildet⁹⁸. Das Modell der Gefährdung und der Ablauf der Analyse sind ebenfalls in einer Datenbank abgelegt, um rasch Änderungen durchführen zu können. Die *Engine* zur Steuerung des Ablaufs, die CBR-Komponente und die regelbasierte Komponente sind in serverseitiger Skriptsprache entwickelt, so dass auf Anwenderseite nur ein Browser ohne zusätzliche Installation und ohne Applets notwendig ist. Bei der Umsetzung der Regeln wurde zusätzlich *Visual Rule Studio*⁹⁹ verwendet, mit dem Wissen in Produktionsregeln umgewandelt werden kann und als *Visual Basic Script* ausgegeben wird¹⁰⁰. Abbildung 20 fasst die logische Struktur des Systems zusammen.

⁹⁷ Die Datenbank Normen enthält nichtsdestotrotz die wichtigsten Gesetze.

⁹⁸ Einzelne Datenbanken können auch außerhalb des Webservers liegen. Auch ein Zugriff via Webservice ist vorstellbar.

⁹⁹ Siehe (URL_VSR)

¹⁰⁰ Bei (Fahrion98) werden Regeln sogar direkt in einem Datenbanksystem implementiert.

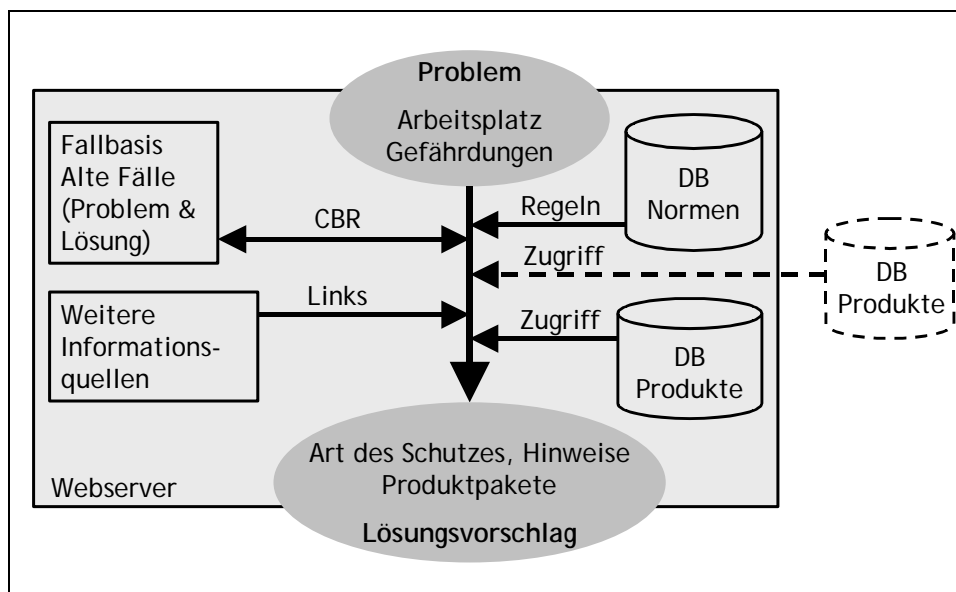


Abbildung 20: Die logische Architektur des Systems Gefährdungsanalyse

In den folgenden Abschnitten wird die detaillierte Umsetzung der einzelnen Komponenten dargestellt.

Realisierung des CBR-Systems

Da es kein Entwicklungswerkzeug für CBR auf dem Markt gab, welches die Anforderungen an einen mehrstufigen CBR-Prozess mit komplexer Ähnlichkeitsfunktion als Webanwendung unterstützte, entschlossen sich die Partner zu einer eigenen Entwicklung¹⁰¹. Im Folgenden werden dessen Struktur, die Ähnlichkeitsfunktion und der Suchalgorithmus vorgestellt.

Die Struktur des CBR-Systems

Die Modellierung der Gefährdung wurde bereits beschrieben. Ein neuer Fall besteht aus einer oder mehreren Ausprägungen der Parameter entsprechend Tabelle 1¹⁰². Zwischen einigen Parametern bestehen Abhängigkeiten: so wird nur bei klimatisch kontrollierten Arbeitsplätzen nach den kontrollierbaren Parametern gefragt und dafür nicht nach den Windverhältnissen. Diese Abhängigkeiten sind in der *Engine* hinterlegt. Die Reihenfolge, wie die Werte in den Auswahllisten erscheinen, ist in der Datenbank festgelegt, damit die alphabetische Reihenfolge durch eine logische Reihenfolge ersetzt wird, was insbesondere bei geordnetem Wertevorrat sinnvoll ist. Bei jedem Parameter ist ein Standardwert ausgewählt, dieser ist bei allen Parametern *unknown*. Die Gefährdung entspricht der Problembeschreibung, die vom Anwender als Eingabe gemacht wird und auf Grund derer eine Lösung, nämlich der Schutz,

¹⁰¹ Die Kombination von relationaler Datenbank und *Visual Basic* kommt auch in anderen Anwendungen zum Einsatz, siehe z. B. (Allen95) und (Luttermann00).

¹⁰² Die Risikoklasse ist aus technischen Gründen separat beim Fall gespeichert.

ausgewählt wird. Abbildung 21 zeigt die Einbindung der Fälle in das Modell der Gefährdung und in das Modell der Lösung.

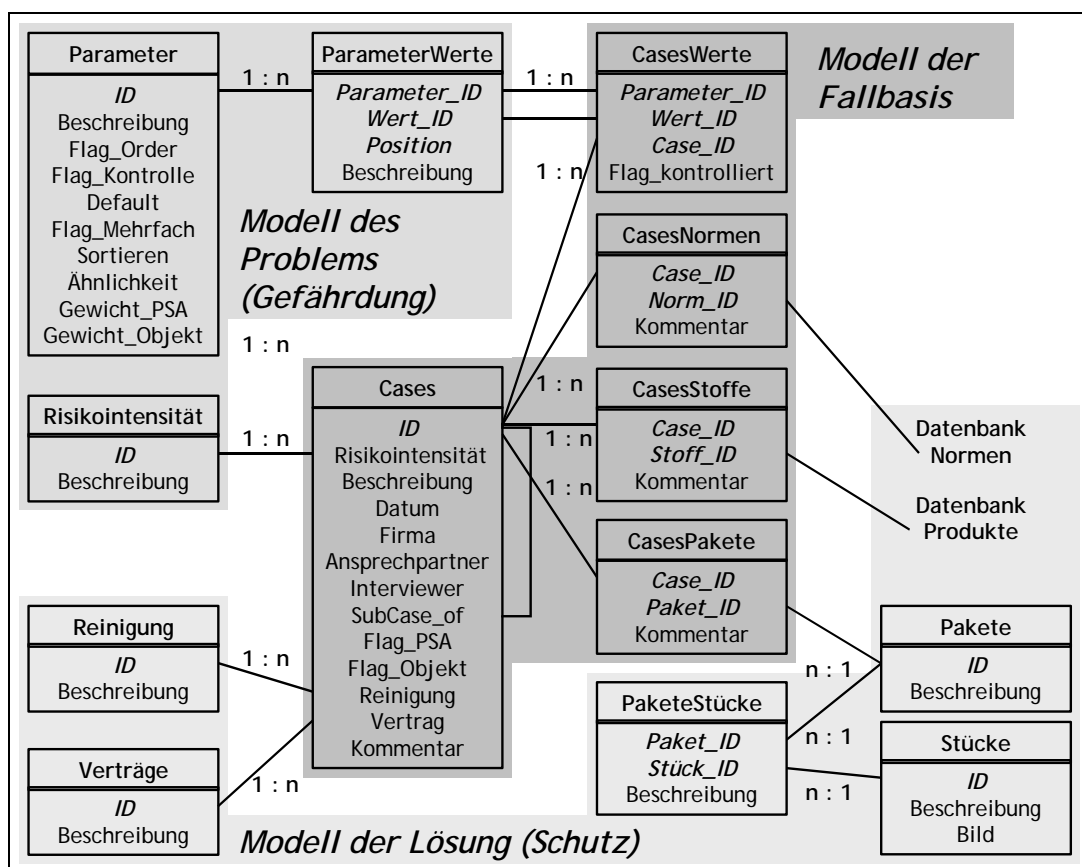


Abbildung 21: Struktur des CBR-Systems als Datenbankschema

Die Beschreibung des Schutzes besteht aus:

- einer oder mehreren Normen
- einem oder mehreren Stoffen
- einem Vertragstyp entsprechend einer Liste¹⁰³
- einem Reinigungstyp entsprechend einer Liste
- einem oder mehreren Bekleidungspaketen entsprechend einer Liste, wobei jedes Paket wiederum aus einem oder mehreren Kleidungsstücken bestehen kann

Die Fälle selbst enthalten eine Beschreibung, das Datum der Analyse, Angaben zum Unternehmen, zum Ansprechpartner, zum Interviewer sowie einen persönlichen Kommentar des Interviewers, der in diesem Fall Autor des Falles ist. Die Möglichkeit zu weiteren Kommentaren besteht bei allen mehrfach möglichen Teilen der Lösung: Stoff, Bekleidungspaket, Norm. Diese Kommentare stellen zusätzliches Wissen dar, dessen Umgang

¹⁰³ Diese Liste spezifiziert, ob und wie die Kleidung gemietet oder gekauft wird.

später diskutiert wird. Die Fälle können eine hierarchische Struktur aufweisen, ein Fall kann ein Unterfall (*SubCase_of*) eines anderen Falls sein. Damit können ähnliche Szenarien, meist in der selben Firma, die sich nur geringfügig unterscheiden, zusammengefasst werden¹⁰⁴.

Die Ähnlichkeitsfunktion

Die Definition der Ähnlichkeitsfunktion folgt dem gängigen Konzept einer *globalen Ähnlichkeit*, welche sich, meist additiv, aus lokalen Ähnlichkeiten einzelner Parameter innerhalb des Falls zusammensetzt¹⁰⁵. Dabei kommt der Gewichtung der einzelnen Parameter eine besondere Bedeutung zu, sie stellt hierbei einen wichtigen *knowledge container*¹⁰⁶ des CBR-Systems dar. Als *knowledge container* werden diejenigen Elemente eines CBR-Systems bezeichnet, in denen das Fachwissen der Experten abgelegt ist. Die Gewichtung der lokalen Ähnlichkeiten kann entweder global gültig sein oder von einem bestimmten Kontext abhängig sein¹⁰⁷. Solch ein Kontext ist der Schutz des Trägers oder der Schutz vor dem Träger¹⁰⁸. Ein weiterer wichtiger Kontext wäre die Norm, diese ist aber nicht a priori bekannt: im Prinzip ist es Aufgabe des CBR-Systems in der ersten Phase, aufgrund der Gefährdungsbeschreibung einen Kontext zu identifizieren. Eine weitere Möglichkeit für eine variable Gewichtung ist die Speicherung fallspezifischer Gewichte. Damit kann ein Experte festlegen, welche Parameter bei der Lösung des Falles besonders wichtig waren¹⁰⁹. Dies erfordert allerdings eine aufwändige Nachbereitung der Fälle, die subjektiv, unvollständig, und damit mit Fehler behaftet sein kann. Aus diesem Grund wurde je eine global gültige Gewichtung¹¹⁰ der Parameter für die beiden Kontexte *Schutz des Trägers* und *Schutz vor Träger* gewählt.

Für die Bestimmung der lokalen Ähnlichkeiten gibt es verschiedene Ansätze, in Abhängigkeit davon ob der Wertevorrat geordnet ist, ob Mehrfachbelegung auftreten kann und ob es kontrollierbare Werte¹¹¹ sind. Im Folgenden sind die vier im System realisierten Konzepte dargestellt.

¹⁰⁴ Beispielsweise kommen in einigen Szenarien spezielle Winter- und Sommerkleidung zum Einsatz.

¹⁰⁵ Siehe (Richter98, 8) und (Lenz98a, 72f.)

¹⁰⁶ Siehe (Richter98, 10)

¹⁰⁷ Siehe beispielsweise (Lenz98a, 74f.)

¹⁰⁸ So sind zum Beispiel die Bewegungsabläufe der Person im Kontext *Schutz vor Träger* aufgrund der Partikelemission sehr wichtig, im Kontext *Schutz des Trägers* dagegen weniger wichtig.

¹⁰⁹ Damit können implizit Ursache-Wirkungszusammenhänge dargestellt werden.

¹¹⁰ Die Gewichtung ist ein Gegenstand einiger Arbeiten, grundlegendes findet sich bei (Wettschereck95). In (Howe97) werden variable Gewichte diskutiert, und (Manickam00) diskutiert automatisch berechnete Gewichte, basierend auf einer Sensitivitätsanalyse, um die Trennschärfe der Fallbasis zu erhöhen.

¹¹¹ Vgl. Tabelle 1 und die Erklärungen dazu

- **Parameter mit geordneten, unkontrollierbaren Werten (z. B. *wind*)**

Bei einem geordneten Wertevorrat sind Werte, die in der geordneten Liste aufeinander folgen, zueinander ähnlicher sind als zu anderen. Dabei wird eine äquidistante Verteilung angenommen¹¹², außerdem wird von einer symmetrischen Ähnlichkeit ausgegangen. Damit lässt sich die lokale Ähnlichkeit als Abstand in der Liste bezogen auf die Länge der Liste berechnen¹¹³. So ergibt sich folgende Formel, wobei *number* die Anzahl der Werte liefert, *query* das neue Problem und *case* den im Moment mit der *query* verglichenen Fall bezeichnet:

$$sim_{ord,unc} = \frac{number(values) - abs(value(case) - value(query)) - 1}{number(values) - 1}$$

Formel 1: Ähnlichkeit für geordnete, unkontrollierbare Werte

- **Parameter mit geordneten, kontrollierbaren Werten (z. B. *humidity*)**

Das Ähnlichkeitskonzept ähnelt dem für Parameter mit geordnete, unkontrollierbaren Werten. Falls der Wert in einem Fall kontrolliert und im anderen unkontrolliert ist, halbiert sich die Ähnlichkeit.

$$sim_{ord,con} = \frac{number(values) - abs(value(case) - value(query)) - 1}{number(values) - 1}$$

*IF controlled(case) <> controlled(query) THEN $sim_{ord,con} = 0,5 * sim_{ord,con}$*

Formel 2: Ähnlichkeit für geordnete, kontrollierbare Werte

- **Parameter mit mehreren Werten (z. B. *surrounding_hazard*)**

Hier ist ein anderes Ähnlichkeitskonzept notwendig, welches in der Lage ist, die Anzahl der übereinstimmenden mit der Anzahl der nicht übereinstimmenden Werte in Beziehung zu setzen¹¹⁴. Wesentlich ist hier ein asymmetrischer Ansatz, da es wichtig ist, dass alle Werte des aktuellen Problems (*query*) in einem Fall vorkommen, andererseits kann der Fall durchaus noch andere Werte aufweisen, welche die Ähnlichkeit nur bedingt einschränken. Ein einfacher solcher Ansatz kommt hier zum Einsatz.

¹¹² Dies bedeutet dass der Abstand zwischen *no wind* und *light wind* gleich groß ist wie der zwischen *light wind* und *medium wind*. Da diese Einschätzungen sowieso subjektiv sind, erscheint diese Annahme am vernünftigsten.

¹¹³ Dieser Ansatz kann auch auf numerische Werte innerhalb eines Intervalls angewandt werden. Für eine Diskussion der Ähnlichkeit numerischer Werte siehe (Hansen01, 5ff.).

¹¹⁴ Ein allgemeines Modell stammt aus der Psychologie (Tversky77) und wurde dann für CBR adaptiert (Wess96, 43ff.), (Gierl98a, 293).

$$sim_{mul} = \frac{number(values(query \cap case))}{number(values(query))}$$

Formel 3: Ähnlichkeit für mehrere Werte

Dies bedeutet, dass ein Fall der die Gefährdung *fire* hat, zu einem Fall mit den Gefährdungen *fire, heat radiation, gas* die Ähnlichkeit 0,33 aufweist, ein anderer Fall mit den Gefährdungen *fire, molten metals, gas* mit letzterem die Ähnlichkeit 0,67.

- **Parameter mit speziellen lokalen Ähnlichkeitsmaßen (z. B. *industry*)**

In diesem Ansatz kommt zusätzliches Domänenwissen zum Einsatz, welches beispielsweise besagt dass die Werte *airport* und *road* des Parameters *industry* zueinander ähnlicher sind als die Werte *airport* und *catering*. Um insbesondere Asymmetrie (bei speziellen und allgemeinen Werten wichtig) auszudrücken bieten sich Ähnlichkeitsmatrizen an, wie beispielhaft in Tabelle 2 dargestellt¹¹⁵.

Wert in query	<i>airport</i>	<i>construction</i>	<i>emergency</i>	<i>road</i>
Wert in case				
<i>airport</i>	1	0,5	0,2	0,6
<i>construction</i>	0,2	1	0,2	0,5
<i>emergency</i>	0,5	0,2	1	0,7
<i>road</i>	0,8	0,5	0,5	1

Tabelle 2: Auszug aus der Ähnlichkeitsmatrix für den Parameter *industry*

Zur Bestimmung der Ähnlichkeit muss nun in der Ähnlichkeitsmatrix der entsprechende Wert abgelesen werden.

Bei allen Ähnlichkeitskonzepten ist zu klären, wie mit dem Wert *unknown* umgegangen wird. Im Prinzip handelt es sich bei einem Fall, der den Wert diesen Wert bei einem oder mehreren Parametern aufweist, um einen verallgemeinerten Fall¹¹⁶, der Fälle mit allen möglichen Ausprägungen dieses Parameters repräsentiert¹¹⁷. Allerdings sinkt dadurch seine Relevanz. Aus diesem Grund wird vom System die Ähnlichkeit für diesen Parameter auf 0 gesetzt, falls der Vergleichsfall in der Fallbasis den Wert *unknown* aufweist. Wird dagegen in der *query* ein

¹¹⁵ Ein anderer Ansatz ist die Erstellung einer Taxonomie, falls sich die Werte klassifizieren und hierarchisieren lassen. In dieser Taxonomie lässt sich die Ähnlichkeit dann über den kürzesten Weg zwischen zwei Werten berechnen, siehe (Mangold93), (Fischer96, 38ff.), (Fischer97) und (Bergmann98).

¹¹⁶ Streng genommen müsste es sowohl den Wert *unknown* als auch den Wert *not relevant* geben. Erster würde nicht berücksichtigt, der zweite stände für einen generalisierten Fall. Diese Unterscheidung und ihre Konsequenzen war den Anwendern zum einen schwer zu vermitteln, zum anderen würde dann a posteriori über die Relevanz eines Falles entschieden, was ja gerade nicht intendiert ist.

¹¹⁷ Bei einem Modell mit zwei Parametern würde dieser Fall in der grafischen Darstellung eine Gerade statt eines Punktes repräsentieren.

Parameter auf *unknown* gesetzt, sollte es dennoch möglich sein, dass ein Fall maximale Ähnlichkeit aufweist. Aus diesem Grund wird dann der entsprechende Parameter in der Gesamtähnlichkeit nicht berücksichtigt. Diese ergibt sich damit aus folgender Formel und ist normiert auf Werte zwischen 0 (keine Ähnlichkeit) und 1 (identisch).

$$Sim_{gesamt} = \frac{\sum_i weight_i * sim_i}{\sum_i weight_i} \quad \forall i \text{ mit } value_i(query) \neq unknown$$

Formel 4: Formel zur Bestimmung der Gesamtähnlichkeit als gewichtete Summe

Dieses Konzept ist für beide Phasen gültig und kommt insbesondere in der zweiten Phase zum Einsatz, weil hier das System, je nach Kontext, nur einige der maximal acht weiteren Parametern zur Verfügung hat¹¹⁸.

Der Suchalgorithmus

Es gibt zwei grundsätzliche Ansätze¹¹⁹, geeignete Fälle zu finden (*retrieval*). Entweder werden alle Fälle mit der Ähnlichkeitsfunktion bewertet und daraus die ähnlichsten identifiziert¹²⁰. Der andere Ansatz besteht in einer intelligenten Anordnung und Repräsentation der Fälle in der Fallbasis. Diese Anordnung wird nach jeder Veränderung der Fallbasis automatisch aktualisiert. Aus dieser Anordnung lassen sich ähnliche Fälle leicht bestimmen.

Bei kleineren Fallbasen ist der erste Ansatz vorzuziehen, da die Rechenzeit bei der Suche gering bleibt und das *retrieval* genauer ist¹²¹. Dies ist hier der Fall. In der ersten Phase findet eine komplette Suche statt, das heißt von allen Fälle wird die Ähnlichkeit zur aktuellen *query* berechnet. Diese Reihenfolge bildet die Grundlage für den Lösungsvorschlag.

¹¹⁸ So wird beispielsweise nach *risk aluminium* nur gefragt, wenn vorher *molten metals* als Gefährdung identifiziert wurde.

¹¹⁹ Für eine vergleichende Übersicht über die beiden Ansätze siehe z. B. (Börner98, 208)

¹²⁰ Hier können auch Abbruchkriterien eingesetzt werden, beispielsweise dergestalt, dass die Suche abbricht, wenn ein Fall mit einer bestimmten Mindestähnlichkeit gefunden wird (Fischer96, 37).

¹²¹ Bei großen Fallbasen, die in einer relationalen Datenbank gespeichert sind, kann ein SQL-basiertes *retrieval* zwar etwas ungenauer aber deutlich schneller sein (Schumacher00). Falls sich alle Parameter in einer Taxonomie abbilden lassen, kann daraus eine spezielle Abfolge von SQL-Abfragen abgeleitet werden, die bei großen Fallbasen sehr schnell ist (Fischer96, 40f.).

In der zweiten Phase stehen dem System mehr Parameter zur Verfügung. Da es sich aber um keine völlig neue, sondern nur um eine erweiterte *query* handelt¹²², können die bisherigen Suchergebnisse weiter verwendet werden. Die identifizierte Norm bildet hierfür das Kriterium. Dies bedeutet, dass in der zweiten Phase nur diejenigen Fälle durchsucht werden, die mindestens eine der Normen, die für die *query* in der ersten Phase identifiziert wurden, in ihrer Lösung enthalten. Dadurch reduziert sich der Rechenaufwand in der zweiten Phase.

Realisierung der regelbasierten Komponente

Das Wissen der Experten wurde in mehreren ausführlichen Interviews ermittelt und modelliert. Hierbei fanden besonders die beiden Phasen Berücksichtigung. Für die erste Phase wurden 17 verschiedene Normen betrachtet und für jede festgelegt, welche Parameter welche Werte annehmen müssen, damit die Norm relevant wird. Das Wissen stellt eine Kombination aus expliziten gesetzlichen Vorschriften für den Einsatz der Norm und aus Erfahrungen der Experten dar. Die Regeln wurden als klassische Produktionsregeln in hierarchischen Schleifen abgebildet.

```
IF Industry(0) = "emergency" THEN
  IF haz_sur_fire AND obj_haz_flame AND haz_sur_radiation THEN
    Norm = Norm & "§" & "EN 469"
  END IF
END IF
```

Abbildung 22: Beispiel für eine Produktionsregel der ersten Phase (Feuerwehr)

Neben der Bestimmung der Norm ist in den Regeln auch festgelegt, ob und welche Parameter in der zweiten Phase erfasst werden müssen, da diese Parameter nicht nur von der Norm sondern auch von den bisher erfassten Werten abhängen. Dieses Wissen dient also dem dynamischen Ablauf des Dialogsystems.

Bei erster Betrachtung könnten Regeln wie die in Abbildung 22 auch leicht als sehr allgemeine Fälle aufgefasst werden, bei denen einige Parameter bestimmte Werte haben müssen und die anderen Parameter nicht relevant sind¹²³. Dies trifft allerdings nur auf Regeln zu, deren einzelne Bedingungen mit *und* verknüpft sind. Verschachtelte Strukturen, in denen auch *oder* Verknüpfungen vorkommen, lassen sich nur über entsprechend viele Fälle darstellen, jedes *oder* bedeutet einen neuen Fall. Die Modellierung durch Regeln erschien hier einfacher. Wissen, welches weniger von den Gesetzen ausgeht, sondern eher auf den

¹²² Ein mehrfaches Anwenden von CBR zur Lösung von Teilproblemen wird bei (Watson97) beschrieben. Der verwendete Ansatz entspricht eher dem Modell von (Minor99) und (Minor00), bei dem der komplette Lebenszyklus des Falles betrachtet wird und nur jeweils die Teile verglichen werden, die bereits bekannt sind.

¹²³ Auch hier wäre *not relevant* der korrekte Wert für diese Parameter, vgl. Fußnote 116.

gesammelten und verdichteten Erfahrungen der Experten basiert, wird als prototypisches Wissen beschrieben¹²⁴. Solche prototypischen Fälle können durchaus Teil einer Fallbasis eines CBR-Systems sein, insbesondere im Bereich der Medizin und dort der Diagnostik¹²⁵ sowie im Bereich des Case-Based Design¹²⁶. Allerdings erforderte dies eine Anpassung der Ähnlichkeitsfunktion, da prototypische Fälle anders als normale Fälle gehandhabt werden sollten.

Realisierung des Dialogsystems

Das Dialogsystem ist in einzelne Bildschirme aufgeteilt, deren normale Abfolge in Abbildung 23 dargestellt ist. Die Bildschirme sind den einzelnen Phasen bzw. Informationsquellen zugeordnet. Die Pfeile in der Abbildung zeigen den logischen Ablauf der Konsultation an, ein Zurückgehen zur letzten Seite oder an den Anfang ist jederzeit möglich, das System speichert die Eingaben bis zur nächsten Veränderung. Ein Überspringen der Seiten ist dagegen nicht möglich, da die Seiten aufeinander aufbauen und zwischen der Anzeige der Seiten Berechnungen und Algorithmen ablaufen.

¹²⁴ Ein Prototyp unterscheidet sich von einem speziellen Fall dadurch, dass mindestens ein Parameter unbestimmt ist, siehe (Selz24, 368). Schon früh wurden im CBR Abstraktionsebenen unterschieden, beispielsweise verallgemeinerte Fälle, wichtige Fälle und Episoden, siehe (Riesbeck89, 12)

¹²⁵ Siehe (Gierl98a, 292)

¹²⁶ Siehe (Börner96) und (Börner98, 205ff.)

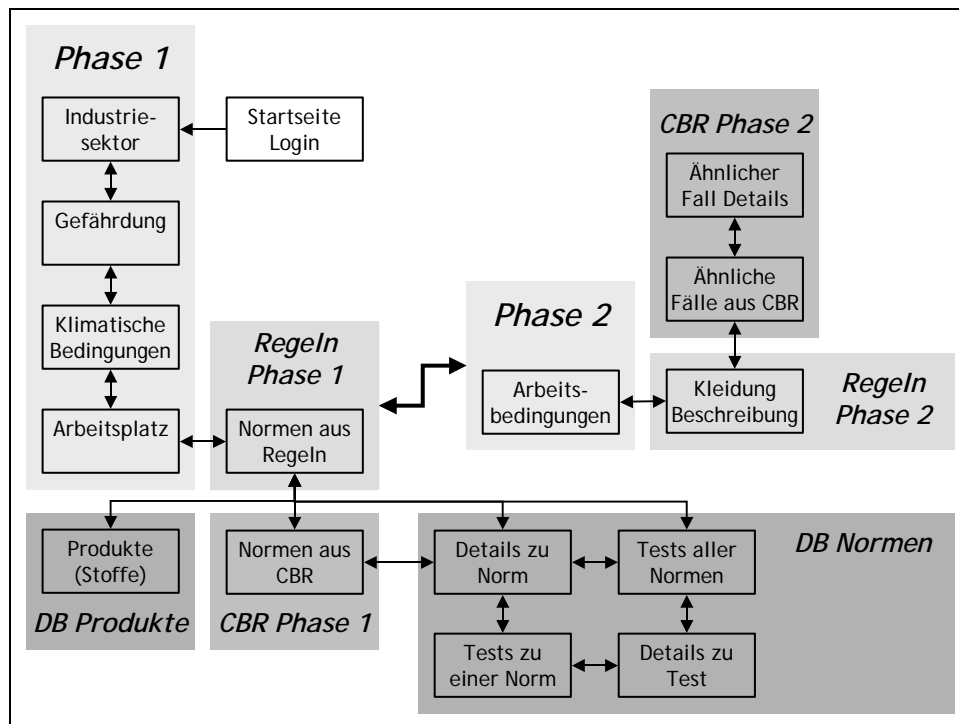


Abbildung 23: Die einzelnen Bildschirme des Dialogsystems

Im Folgenden werden diese Phasen kurz erläutert. Nach der Startseite und einem Login, über welches sich der Anwender identifiziert, beginnt der eigentliche Ablauf.

Phase 1:

In dieser Phase werden schrittweise die 15 Parameter zur Beschreibung abgefragt. Dabei werden Teile des Fragebogens dynamisch zusammengestellt, dies geschieht in Abhängigkeit der bereits gegebenen Antworten.

- **Regeln Phase 1**

Mit den eingegebenen Werten prüft das System, ob auf Grund der hinterlegten Regeln Normen für das Szenario relevant sind. Diese werden in einer Übersicht dargestellt.

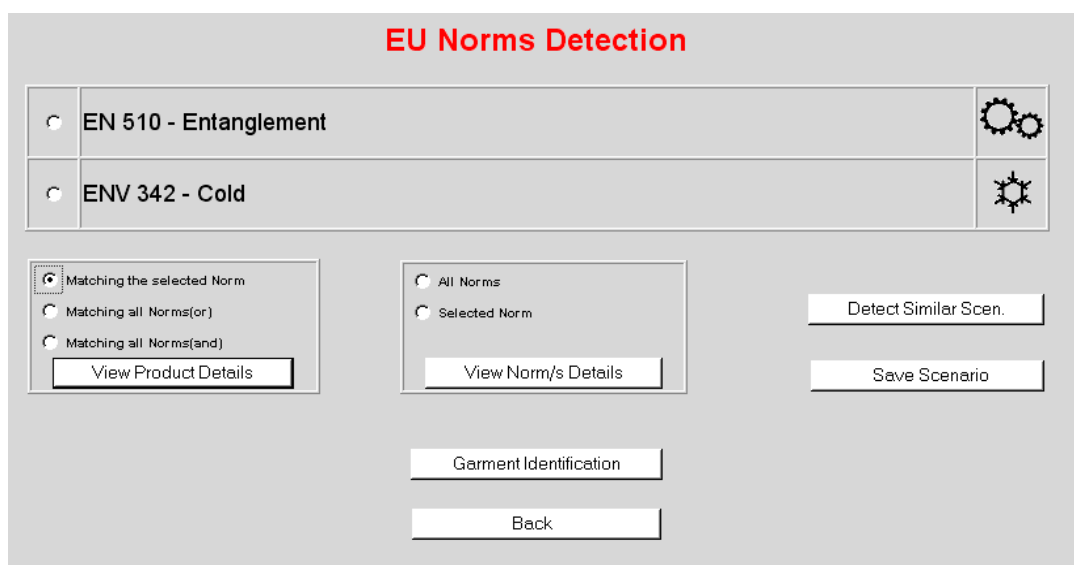


Abbildung 24: Beispiel für die Ausgabe der identifizierten Normen (Bildschirm *Normen aus Regeln* in Abbildung 23)

- **DB Produkte**

Aufgrund der identifizierten Normen werden geeignete Produkte gesucht, die sich für dieses Szenario eignen. Bei mehreren Normen kann der Anwender wählen, ob er die Normen mit *und* oder *oder* verknüpft werden sollen, d. h. ob die Produkte alle Normen oder nur mindestens eine erfüllen müssen.

- **CBR Phase 1**

Aufgrund der Werte werden ähnliche Fälle gesucht. Für die Extraktion der Normen aus den Fällen, welche ja auch auf mehrere Normen verweisen können, hat sich folgende Heuristik bewährt:

1. *Nehme die fünf ähnlichsten Fälle*
2. *Nehme alle Normen dieser Fälle*
3. *Gewichte die Normen nach der Summe der Ähnlichkeiten der Fälle*

Dadurch werden Normen identifiziert, die entweder zu einem sehr ähnlichen Fall oder zu mehreren weniger ähnlichen Fällen gehören. Damit werden, im Gegensatz zur eindeutigen, nur *ja* oder *nein* zulassenden Normbestimmung durch die Regeln, auch verwandte Normen, die *vielleicht* relevant sein könnten, angezeigt. Die von den Regeln identifizierten und die in den Fällen gefundenen Normen werden kommentarlos parallel dargestellt¹²⁷, die

¹²⁷ Bei (Golding95) wird ein hybrides System beschrieben, bei welchem zuerst die Regelbasierte Komponente zum Einsatz kommt und dann mit dem CBR-System Gegenbeispiele gesucht werden. Daraus können dann neue, generische Regeln abgeleitet werden, um die Widersprüche aufzulösen. Dieser Ansatz wäre hier verfehlt, da ein

Interpretation bleibt dem Anwender oder dem Experten überlassen, da das System ja nur Vorschläge macht.

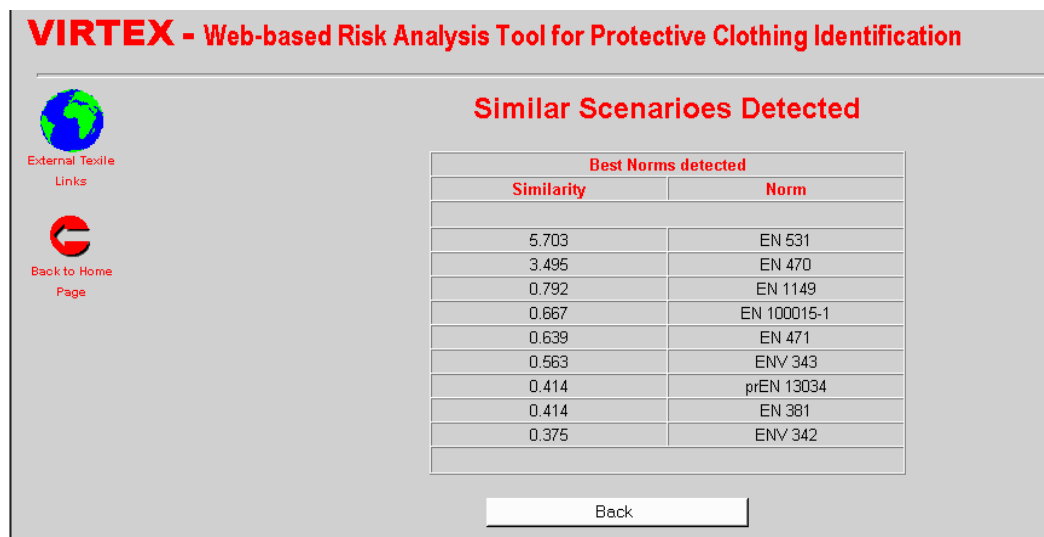


Abbildung 25: Zusammenstellung der laut CBR-System in Frage kommenden Normen (Bildschirm Ähnliche Fälle aus CBR in Abbildung 23)

Im Beispiel in Abbildung 25 sind aufgrund der Ähnlichkeiten nur die ersten beiden Normen von Interesse.

- **DB Normen**

In diesem Teil, der auf die Datenbank Normen zurückgreift, kann sich der Anwender detailliert über die Inhalte der Normen informieren und sich die einzelnen Tests anschauen. Bei mehreren Normen besteht die Möglichkeit, die Vereinigungsmenge aller Tests anzuzeigen. Dabei wird, falls ein Test für mehrere Normen vorgeschrieben ist, der strengste zu erreichende Messwert angezeigt.

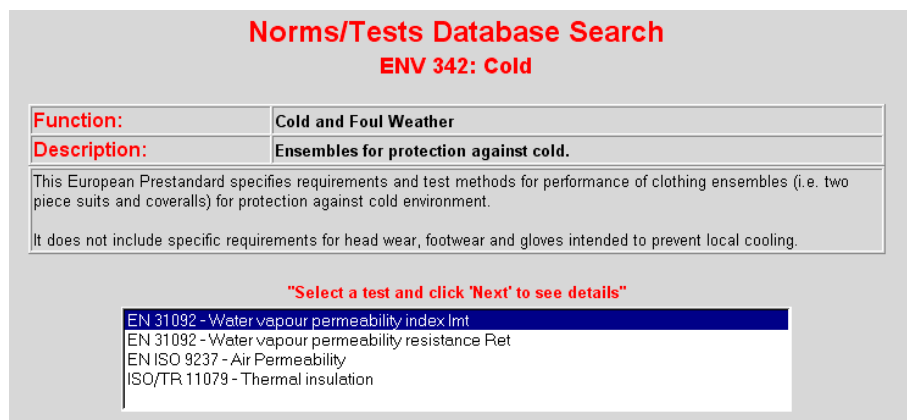


Abbildung 26: Details zu einer Norm (Bildschirm Details zur Norm in Abbildung 23)

Durch Doppelklick auf einen der Tests können die Details angezeigt werden.

Fall durchaus *ein wenig* im Sinne der Fuzzy Theorie einer Norm zugeordnet werden kann und somit kein Widerspruch aufzulösen wäre.

Phase 2:

In Phase 2 werden weiter erforderliche, maximal acht, Parameter abgefragt. Die Fragen entstehen dynamisch aufgrund der bisherigen Werte und der identifizierten Normen.

- **Regeln Phase 2**

Aufgrund der Werte aus Phase 1 und Phase 2 werden Vorschläge für die Zusammensetzung der Kleidung gemacht.

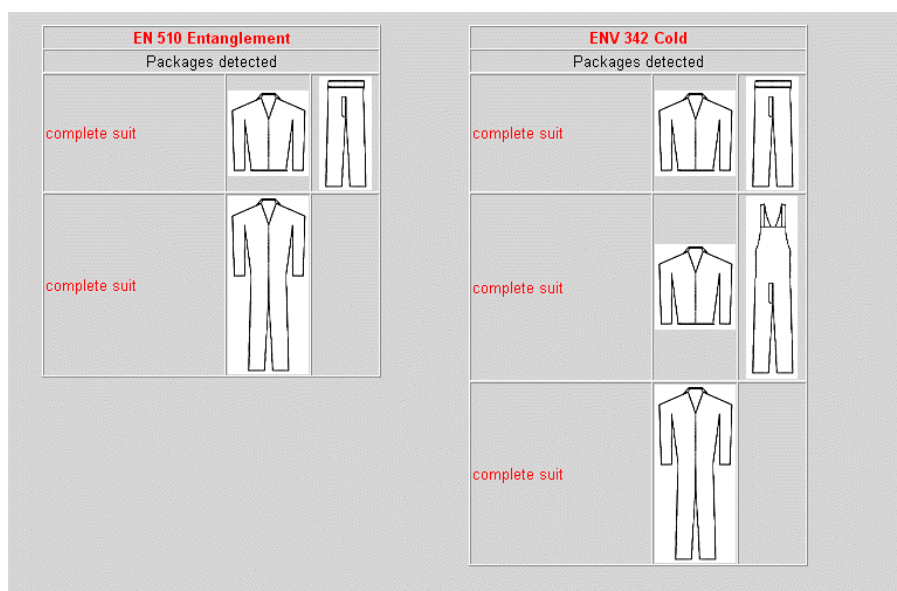


Abbildung 27: Ausgewählte Zusammensetzungen der Kleidung (Bildschirm *Kleidung Beschreibung* in Abbildung 23)

Die Zusammenstellung der Kleidungspakete erfolgt getrennt für jede Norm.

- **CBR Phase 2**

Aufgrund der Ähnlichkeit der Werte aus beiden Phasen werden die ähnlichsten Fälle identifiziert und angezeigt. Der Anwender kann dann die Details zu den Fällen analysieren und Informationen zur Art des Schutzpaketes bekommen.

Damit ist der Konsultationsprozess abgeschlossen. Im Sinne der Philosophie von CBR ist es notwendig, manche neue Fälle zur Fallbasis hinzuzufügen. Dieser Prozess ist hier nicht abgebildet, er funktioniert zweistufig: am Ende der Konsultation wird das Szenario wie es ist gespeichert, später kann der Anwender diesen Fall überarbeiten, die tatsächliche Lösung komplettieren, Kommentare hinzufügen und den Fall speichern.

Das System zur Gefährdungsanalyse lässt sich entsprechend Abbildung 12 als *Shared Information Use* bzw. *Entscheidungsunterstützung* und damit dem Schwerpunkt Kooperation zuordnen. Es verwirklicht weiterhin das Handlungsfeld *Wissensintegration* aus Abbildung 13.

4.2.4 Organisation und Implementierung des Systems zur Gefährdungsanalyse

Die Partner für die Virtuell Integrierte Kooperation (VIK) in diesem Teilprojekt waren: Klopman, Alsico, Centrocot, Praxi und ITV. Micronclean war zu Beginn konzeptionell beteiligt, bis die Entscheidung fiel, den Schutz vor dem Träger vorerst auszuklammern und sich auf PSA zu konzentrieren. Das Wissen im Bereich Normen und Vorschriften kam von Centrocot (Rolle: *Experte*) und Klopman (*Experte*), das ITV (*Entwickler*) lieferte den konzeptionellen Rahmen, Praxi (*Entwickler*) war für die technische Umsetzung zuständig und Klopman lieferte die Fälle und Erfahrungen aus der Praxis, Klopman (*Anbieter*) und Alsico (*Anbieter*) lieferten Informationen über verfügbare Produkte.

Für einen dauerhaften Betrieb ergaben sich Probleme beim Anbinden der aktuellen Produktdatenbanken und bei der Zusammenstellung der Schutzfunktion als Paketlösung. Stoffe von Klopman sind Bestandteil einiger, aber nicht aller Kleidungsstücke von Alsico, gleichzeitig gibt es neben Alsico auch andere Kunden von Klopman. Dadurch ist ein gleichzeitiges, vollständiges Einbinden beider Produktkataloge schwierig, weil das System im Einzelfall Produkte eines Konkurrenten vorschlagen würde. Hier kann eine komplexere Architektur Abhilfe schaffen, welche Zonen mit unterschiedlichen Sichten auf die Produktkataloge unterscheidet, wie sie beispielhaft für Klopman und Alsico in Abbildung 28 dargestellt ist.

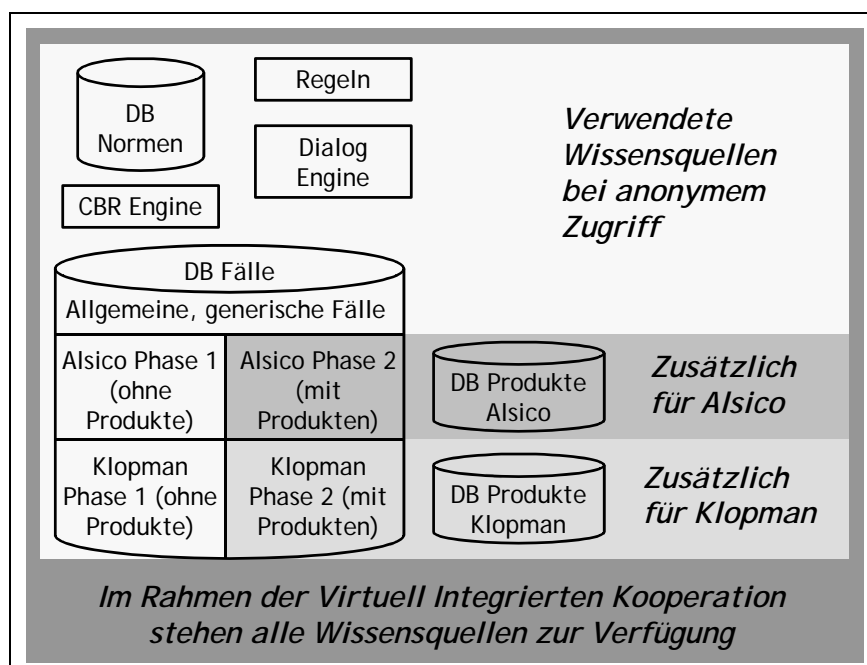


Abbildung 28: Architektur für die kooperative, organisationsweite und anonyme Nutzung von Fällen und Datenbanken

Ein ähnliches Problem ergibt sich beim Umgang mit Wissen, insbesondere beim Zugriff auf Fälle: wer darf welche in welcher Detaillierung sehen und nutzen? Tabelle 3 zeigt ein

mögliches Rollenschema, welches eng mit einem Konzept für den Umgang mit Wissen auf individueller Ebene, Gruppenebene, Organisations- und Netzwerkebene verknüpft ist und später ausführlicher behandelt wird.

Teil des Falles Ebene	Phase 1 (Norm)	Phase 2 (Produkt)	Kommentare	Pers. Kommentare Editieren
Autor	Zugriff erlaubt			
Teammitglied				
Unternehmen				
Netzwerk		eingeschränkt	eventuell	
Anonym				nicht erlaubt

Tabelle 3: Zugriffsrechte auf die Fälle in Abhängigkeit von der Rolle des Anwenders

Unabhängig von den Fragen der Berechtigungen sind verschiedene Szenarien für den Einsatz des Systems denkbar, welche im Folgenden nur angedeutet werden sollen:

- Ein Anbieter der Schutzausrüstung kommt zum Anwender und führt mit diesem gemeinsam die Analyse durch.
- Der Anwender informiert sich vorab (beispielsweise mittels eines befristeten Zugangs zum System) und führt beispielsweise den ersten Teil der Analyse alleine durch, bevor er diese mit dem Anbieter komplettiert.
- Anbieter arbeiten Beratungs- und Verkaufsgespräche nach und speichern so ihre Erfahrungen.
- Neue Produktideen und -varianten können mit bestehenden oder fiktiven Gefährdungsszenarios simuliert und getestet werden.
- Das System dient zur Schulung von Anbietern, z. B. Außendienstpersonal, oder von Mitarbeitern bei Instituten.

Fragen der Pflege des Systems sind eng mit der Nutzung desselben verknüpft, da das Anlegen neuer Fälle bereits eine Form der Pflege darstellt. Die Pflege und Aktualisierung von Wissen muss Teil eines ganzheitlichen Ansatzes zum Umgang mit Wissen sein, auf den in Abschnitt 5.2.4 eingegangen wird. Hier soll nur kurz dargestellt werden, von welchen Rollen die einzelnen Elemente gepflegt werden:

- Normen sollten regelmäßig durch die Experten aktualisiert und ergänzt werden. Dies geschieht direkt in der Datenbank.

- Regeln müssen dann angepasst werden, wenn sich die Normen stark verändert haben oder wenn sich die Regel als nicht vollständig herausgestellt hat. Dies geschieht durch die Experten in Zusammenarbeit mit den Entwicklern.
- Produktkataloge werden durch die Anbieter gepflegt.
- Fälle unterliegen der Pflege durch den jeweiligen Autor (meist Anbieter), wobei gemeinsame Diskussionen über die Aktualität und den Wert eines Falles auch im Team stattfinden sollten.
- Konzeptionelle Änderungen, auch an der CBR-Komponente, sind durch den Entwickler vorgesehen.

4.3 Anforderungsanalyse

„Die Bedürfnisse des Kunden zeichnen vor, in welche Richtung sich das Unternehmen entwickelt. Die Kernkompetenz des Unternehmens ist nicht mehr der Produktionsprozess oder das Produkt, sondern allein seine Fähigkeit, im Dialog mit den Kunden Angebote zu entwickeln, die den Erfolg des Abnehmers steigern.“ (Wildemann98, 25)

Die Anforderungen der Kunden stellen den wichtigsten Ausgangspunkt für Produkt- und Serviceinnovationen dar. Der Umgang mit diesen Anforderungen, unabhängig davon ob sie aggregiert als Marktstudie, explizit formuliert oder implizit über Ergebnisse der Gefährdungsanalyse vorliegen, bedarf deshalb besonderer Sorgfalt. Unter Kunden werden hier nicht nur die Endanwender verstanden, sondern alle Akteure, welche als Kunde in einem Lieferanten-Kundenverhältnis agieren, also auch der Konfektionär, welcher Stoff einkauft.

4.3.1 Problemstellung und Prozessbeschreibung der Anforderungsanalyse

Im Folgenden wird der bisherige Ablauf des Prozesses beschrieben. Dabei werden die Defizite und das Verbesserungspotenzial herausgearbeitet. Der Prozess ist eine Detaillierung des zweiten Teilprozesses aus Abbildung 14.

Einführung

Der mehrstufige Herstellungsprozess textiler Produkte, wie er in Abbildung 7 dargestellt ist, erschwert den Einsatz gängiger Methoden zur systematischen Erfassung, Bewertung und Umsetzung von Kundenanforderungen in Produkt- und Prozessparameter. Das größte Problem bei der Entwicklung neuer Produkte ist die Abhängigkeit der einzelnen

Komponenten und Eigenschaften voneinander¹²⁸. Dadurch ist beispielsweise die parallele, zeitgleiche Entwicklung einzelner Komponenten, welche über Schnittstellen spezifiziert werden und welche dadurch nachher optimal zusammenarbeiten, unmöglich. Klassische und bewährte Methoden wie Quality Function Deployment (QFD) können deshalb nicht einfach auf textile Netzwerke übertragen werden, sondern müssen entsprechend modifiziert, erweitert und in eine geeignete Konzeption eingebettet werden.

Prozess

Nicht jeder Bedarf eines Kunden oder Anwenders mündet in ein Projekt zur Entwicklung eines neuen Produkts¹²⁹. Der Prozess bis zur eigentlichen Entwicklung gliedert sich wieder in mehrere Schritte und ist in Abbildung 29 schematisch dargestellt.

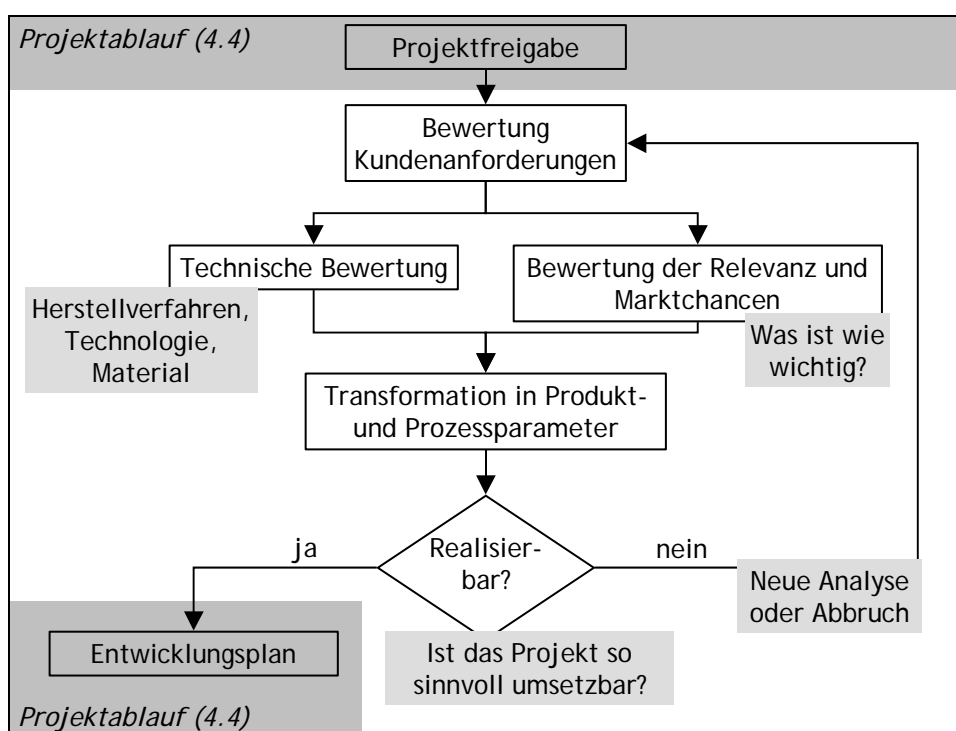


Abbildung 29: Der Prozess von den Anforderungen zum Entwicklungsprojekt

Die Zuordnung zu ausführenden Partnern ist nicht eindeutig a priori festzulegen. Ein oder mehrere Partner identifiziert bzw. identifizieren die Möglichkeit zu einer Entwicklung und

¹²⁸ So hängt die lange Haltbarkeit der Schutzbekleidung vom verwendeten Stoff, von der Konfektion und von der Reinigung ab.

¹²⁹ Außer es handelt sich um einen direkten Auftrag für eine inkrementelle Innovation, beispielsweise das Färben in einer bestimmten, kundentypischen Farbe.

sucht sich aus dem Netzwerk geeignete Partner, welche dann eine VIK eingehen und gemeinsam das Projekt prüfen¹³⁰ und die Anforderungen bewerten und umsetzen.

Problembeschreibung

Die folgende Zusammenstellung bezieht sich nur auf Innovationen, die sich aus den Gefährdungsanalysen und den Anforderungen der Endanwender ergeben (Pull). Die Entwicklung neuartiger Produkte aufgrund neuer technologischer Möglichkeiten und Entwicklungen in den Vorstufen (Push) ist hier, wie bereits in Abschnitt 3.2.3 angedeutet, nicht Gegenstand der Betrachtung.

Ein Problem sind die Anforderungen der Kunden und deren Bewertung: handelt es sich bei einem neuen Gefährdungsszenario und der dadurch erforderlichen Innovation um einen einmaligen Sonderfall oder um einen neuen Trend, dessen Erkennen als solchen später Wettbewerbsvorteile sichert? Hier spielt auch die Gesetzeslage eine Rolle: so kann es beispielsweise eher von Vorteil sein, mit einer Entwicklung für einen sich abzeichnenden Gefährdungstyp zu warten, bis es eine Norm dazu gibt, anstatt ein Produkt für einen Kunden zu entwickeln, welches die spätere Norm verfehlt.

Neben der Funktionalität der Schutzfunktion, wie sie beispielsweise mittels der Gefährdungsanalyse identifiziert wurde, gibt es auch Anforderungen der Endanwender, die außerhalb dieser Funktionalität liegen, die aber dennoch sehr wichtig sind, beispielsweise Tragekomfort, Haltbarkeit, Preis etc.¹³¹ Obwohl die primäre Anforderungen an die Schutzfunktion (Soll) gegenüber den zusätzlichen Anforderungen des Anwenders (Kann) vorrangig zu behandeln sind, kann doch im Einzelfall eine Abwägung notwendig sein.

Ein weiteres Problem ist die Bewertung der Wünsche der Anwender, welche über die reine Funktionalität hinausgehen. Diese sind im Allgemeinen widersprüchlich¹³², weshalb eine genauere Analyse notwendig ist¹³³. Problematisch wird es dann, wenn die Widersprüchlichkeit verschiedene Wertschöpfungsstufen betrifft und dort auf funktionale Abhängigkeiten trifft.

Schließlich kann dann ein Problem entstehen, wenn der Eigentümer der Kleidung und der Anwender nicht identisch sind, wie es beispielsweise bei Mietkleidung der Fall ist. Je nach

¹³⁰ Die Frage, ob das Projekt wirtschaftlich erfolgreich sein wird und konform mit der Unternehmensstrategie ist, muss jedes Unternehmen für sich beantworten.

¹³¹ In einer frühen Projektphase wurden zwischen *Functions* und *Features* unterschieden (Kliemke97, 8). Oft widersprechen sich diese *Functions* und *Features*, so kann die Gefährdung einen teuren und unkomfortablen Stoff erforderlich machen.

¹³² So wird fast jeder Kunde eine hohe Qualität zu einem niedrigen Preis bevorzugen.

¹³³ Durch Fragen wie: Wie viel sind Sie bereit, für mehr Qualität auszugeben?

Art und Laufzeit des Vertrages (Zeitdauer, Anzahl Waschzyklen, Lebensdauer des Textils) können sich bei Haltbarkeit, Pflege und Preis divergierende Anforderungen ergeben.

4.3.2 Methodischer Lösungsansatz zur Anforderungsanalyse

Die Bewertung und Umsetzung der Anforderungen können wiederum als Regelkreis aufgefasst werden. Regler ist dann das Entwicklerteam der Virtuellen Kooperation, welches sein Wissen um Zusammenhänge und Abhängigkeiten der Prozesse dazu einsetzt, die Anforderungen und Bewertungen möglichst genau und detailliert auf die einzelnen Stufen herunter zu brechen. Das Team verwendet dabei neben seinem Wissen die strategischen Vorgaben des Managements sowie Informationen über die Branche und über verfügbare oder neue Technologien. Diese Struktur ist in Abbildung 30 dargestellt. Die im Folgenden zu entwickelnden Methoden und Werkzeuge unterstützen dabei die Reglerfunktion.

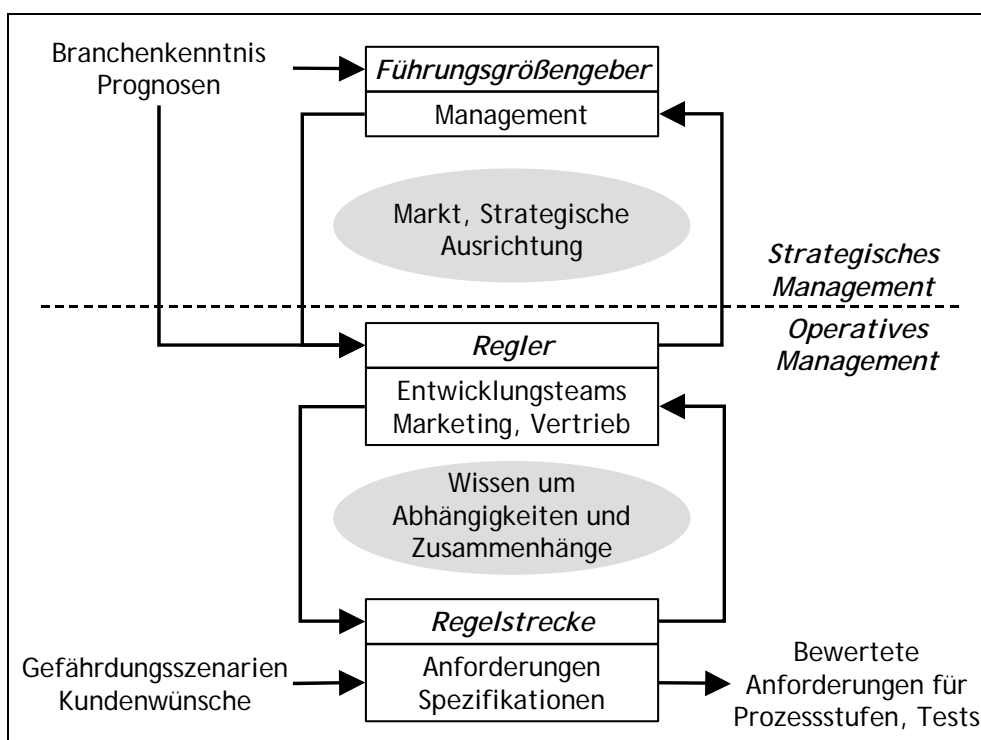


Abbildung 30: Regelkreis der Kundenanforderungen

Im Folgenden werden die Übertragung und Erweiterung etablierter Methoden beschrieben. Anschließend folgt die Erarbeitung eines Konzeptes zum Zusammenwirken und zur Implementierung dieser Methoden.

4.3.2.1 Einbindung von Kunden als Akteure im Innovationsprozess

Die Orientierung hin zum Kunden und die frühe Einbindung von Kunden in den Innovationsprozess werden in der Literatur prinzipiell als wichtiges und geeignetes Konzept

für innovative und erfolgreiche Unternehmen gesehen¹³⁴. Auch hinsichtlich der Festlegung des Zeitpunktes der Einbindung gibt es einige Ansätze. Hier muss allerdings zwischen dem Kunden als Endanwender und dem Kunden als nächstem Partner in der Wertschöpfungskette unterschieden werden¹³⁵. Bei der Auswahl der Kunden hat sich das *lead user* Konzept weitgehend durchgesetzt, welches das Einbinden derjenigen Kunden propagiert, die sehr früh einen Bedarf an Innovationen haben und die am stärksten davon profitieren¹³⁶.

Eine pauschale Empfehlung zur Einbeziehung von Kunden ist durch eine differenzierte Betrachtung, welche Kunden für welche Arten von Innovationen wann und wie einzubeziehen sind, zu ersetzen¹³⁷. Im Folgenden sind Feststellungen und Differenzierungen, welche für die Problemstellung nützlich sind, zusammengefasst. Dabei werden Aspekte, die Kunden als Abnehmer, aber nicht als Endanwender betrachten, nicht berücksichtigt, weil diese Kunden ja bereits als Teil der VIK eingebunden sind.

- Kooperationen mit Kunden führen eher zu inkrementellen als zu radikalen Innovationen¹³⁸. Das Erkennen neuer Produktchancen aufgrund der Gefährdungsanalysen, die ja eher als aggregierte Trendstudie ausgewertet werden, fällt hier nicht unter Kundenkooperation, das direkte Entwickeln für einen Endanwender allerdings schon. Aus diesem Grund ist das genaue Prüfen der Marktchancen, und zwar durch die VIK und nicht nur durch einen Partner alleine, unabdingbar und Teil des Prozesses in Abbildung 29.
- Kunden können als Akteure verschiedene Aufgaben übernehmen¹³⁹:
 - Klassisch werden Kunden als Nachfrager gesehen, die Bedürfnisse erkennen lassen und damit Ideenlieferanten sind¹⁴⁰. Diese Funktion wird durch die Auswertung der Gefährdungsanalysen unterstützt.

¹³⁴ Siehe beispielsweise (Clark91, 22), (Schumann94), (Bullinger95, 167), (Brockhoff98), (Spath98), (Boutellier99, 133 und 169), (Webers99) und (Tönshoff00). Boutellier unterscheidet noch zwischen unartikulierten Bedürfnissen des Markts (potenzielle Neukunden) und spezifizierten Anforderungen der Altkunden (Boutellier99, 116)

¹³⁵ So stellt Homburg in seiner empirischen Studie fest, dass ein sehr frühes Einbinden von Kunden und dann die Entwicklung ohne den Kunden, um ihn bei der Markteinführung wieder einzubinden, am erfolgreichsten ist (Homburg96). Dies trifft nur dann zu, wenn der Kunde der Endanwender ist.

¹³⁶ Siehe (Hippel86), der den Begriff geprägt hat und der bei (Gruber98, 40), (Brockhoff98, 9) und (Studinka98, 218) weiter ausgeführt wird.

¹³⁷ Eine sehr ausführliche Analyse des Themenkomplexes findet sich bei (Brockhoff98)

¹³⁸ Siehe (Gemünden97, 54) und (Moeneart95)

¹³⁹ Siehe (Brockhoff98, 8)

- Kunden sind Lieferanten von Anwenderwissen während der Nutzung oder Erprobung neuer Produkte¹⁴¹: Durch die VIK sollte die Weitergabe dieses Wissens an alle Partner der Wertschöpfungskette gesichert sein.
- Kunden können Widerstände im eigenen Unternehmen überwinden helfen, in dem sie früh bestellen oder reservieren¹⁴². Diese Funktion ist eher innerhalb des VIK angesiedelt: ein solcher Endanwender überwindet Widerstände in den vorgelagerten Stufen.
- Die Einbindung des Kunden kann in unterschiedlichen Phasen der Produktentwicklung erfolgen. Die Konzentration auf Endanwender verstärkt die gängige Argumentation¹⁴³ zugunsten einer Beteiligung in den sehr frühen Phasen (Ideengeber) und späten Phasen (Testen). Insbesondere das Internet bietet hier neue Möglichkeiten der Kundeneinbindung, die unter dem Stichwort *Virtual Customer* subsumiert werden¹⁴⁴, wobei allerdings die Relevanz der meistens anonym erhobenen Daten kritisch beleuchtet werden muss.
- Folgende Probleme und Störungen bei der Einbeziehung der Kunden können auftreten:
 - Die Kommunikation mit dem Kunden kann unter einer gemeinsamen Sprache und eines gemeinsamen Verständnisses leiden. Diesem für Wissenskommunikation typische Problem wird durch den gezielten Einsatz von Methoden wie der Gefährdungsanalyse und QFD begegnet¹⁴⁵.
 - Falsche Auswahl (oder Inexistenz) der *lead user*. Wie bereits in Abschnitt 4.3.1 angedeutet, ist insbesondere bei der Reaktion auf neue Gefährdungen ein genaues Abwägen erforderlich. Um wichtige Trends zu erkennen und eine zu starke Konzentration auf Nischenprodukte zu vermeiden, helfen neben der Analyse der Gefährdungsanalysen auch Vereinigungen wie ETSA¹⁴⁶; und um die gesetzliche Umsetzung der Trends in Form von Normen mitzugestalten, ist

¹⁴⁰ Siehe (Kirchmann94, 83ff) und (Greiner00)

¹⁴¹ Siehe (Brockhoff98, 9-10) und die dort ausgewertete Literatur

¹⁴² (Ebd., 11)

¹⁴³ (Ebd., 12-14), vergleiche auch Fußnote 135

¹⁴⁴ Siehe (Dahan02) für eine Zusammenstellung der wichtigsten Methoden und Ansätze, die allerdings meistens auf Konsumgüter des privaten Verbrauchs zugeschnitten sind.

¹⁴⁵ Phillips empfiehlt, zusammen mit dem Kunden dessen Problem und seine Wichtigkeit zu definieren (Phillips98)

¹⁴⁶ Vereinigung europäischer Wäschereien und Serviceanbieter, siehe (URL_ETSA)

zum einen der enge Kontakt mit den Instituten hilfreich, zum anderen die Mitarbeit in den Gremien, welche die Normen erarbeiten.

- Eine zu enge Einbindung der Kunden kann sowohl beim Hersteller als auch beim Kunden einen negativen Effekt haben: beim Hersteller könnte eine Ablehnung fremder Ideen auftreten¹⁴⁷, der Kunden möglicherweise den Wunsch nach einer diskontinuierlichen Entwicklung verspüren¹⁴⁸.

4.3.2.2 Bewertung der Anforderungen

Neben der Auswahl und der Einbindung der Kunden ist es wichtig, deren Präferenzen genau zu erfassen. Die Gefährdungsanalyse setzt den funktionalen Rahmen, in welchem sich die Schutzfunktion bewegen muss; trotzdem gibt es noch viele Parameter und Freiheitsgrade, die bei der Entwicklung des Paketes zu beachten sind. Zur Bestimmung der Kundenpräferenzen gibt es mehrere statistische Methoden. Conjoint-Analysen oder, synonym: Conjoint Measurement (CM) gehören zu den multivariaten Analysemethoden¹⁴⁹. Sie sind dekompositionelle Verfahren, welche den Nutzen eines Produktes additiv aus dem Nutzen einzelner Attribute zusammensetzen. Das Ziel von CM ist es, den Nutzen einzelner Ausprägungen möglicher Produktmerkmale für den Nutzer über mathematische Verfahren abzuschätzen und zu quantifizieren. Dies soll an einem Beispiel verdeutlicht werden: Eine Schutzbekleidung gegen schlechtes Wetter kann durch drei Eigenschaften (Wasserabweisung, Pflege, Preis) mit jeweils 3 möglichen Ausprägungen beschrieben werden. Das Ergebnis einer CM-Analyse ist in Tabelle 4 dargestellt.

Attribut		Wasserabweisung		Pflege		Preis	
Ausprägung	Nutzen	Sehr gut	91	Maschine	42	50 €	81
		Gut	79	Handwäsche	20	100 €	52
		Mäßig	30	Reinigung	15	150 €	13

Tabelle 4: Beispiel für das Ergebnis einer CM-Befragung

Aus diesen Zahlen, die den Nutzen (*utilities*) wiedergeben, kann nun folgendes abgelesen werden:

¹⁴⁷ Dieser speziellen Form des *not-invented-here* Syndroms (Katz82), welches auch durch die Soziologie (Hoffmann98, 413) bestätigt wird, begegnet das Projekt zum einen durch die Zusammenarbeit im Projekt und in der VIK, zum anderen erzeugen die Öffnung zum Endanwender und der Einsatz von Methoden wie der Gefährdungsanalyse ein Klima der Partnerschaft.

¹⁴⁸ Dies trifft insbesondere auf die Beschaffung großer Mengen durch Miet- und Serviceanbieter zu, welche ein Interesse an einem eher längeren Produktlebenszyklus haben (Brockhoff98, 24). Dies ist allerdings eher ein Problem des Marketings als ein Problem der Produktentwicklung selber.

¹⁴⁹ Siehe (Backhaus96, 497ff), (Hair98, 392) und (Scharar00)

- Der Parameter *Wasserabweisung* ist am wichtigsten, dann folgt *Preis* und dann *Pflege*.
- Der Parameter *Preis* ist am sensibelsten (Differenz zwischen maximalem und minimalem Nutzen am größten), *Pflege* ist am wenigsten sensibel.
- Der Parameter *Preis* hat eine konstante Steigung, die beiden anderen Parameter nicht¹⁵⁰.

Die Zahlen können zur Bewertung möglicher Produktalternativen verwendet werden. So erzielt ein teures und leistungsfähiges Produkt (Wasserabweisung sehr gut, Handwäsche, 150€) einen Nutzen von 124 (91+20+13), ein preiswertes Produkt (Wasserabweisung mäßig, in der Maschine waschbar, 50€) erreicht 153 (30+42+81). Die Methode kann diesen Nutzen auch in Marktanteile umrechnen¹⁵¹. Damit können Entwicklungen simuliert und mit Konkurrenzprodukten verglichen werden.

Grundlage von CM ist die Modellierung, d. h. die Auswahl der Attribute und der Ausprägungen, die ein Produkt beschreiben. Dabei gibt es Regeln, ohne deren Beachtung die Aussagekraft der Conjoint-Analyse stark sinkt¹⁵²:

- Die Attribute müssen relevant für den Gesamtnutzen sein, dürfen aber keine Ausschlusskriterien sein.
- Sie müssen durch den Hersteller beeinflussbar und realisierbar sein.
- Die Attribute sollten weitgehend unabhängig sein (orthogonal)¹⁵³ und in kompensatorischer Beziehung zueinander stehen¹⁵⁴.

Es gibt verschiedene CM-Methoden, die sich besonders durch die Form der Darstellung und der Bewertung durch den Nutzer unterscheiden. Die traditionelle Conjoint-Analyse beruht auf einer Bewertung vollständiger Produktvarianten, wobei je nach Anzahl der Varianten alle möglichen oder nur eine repräsentative Auswahl verwendet werden. Choice-Based Conjoint¹⁵⁵ fasst die Alternativen in Gruppen zusammen und lässt den Anwender nur zwischen den Gruppen wählen. Bei wenigen Attributen und Ausprägungen bietet sich das

¹⁵⁰ So bringt eine Verbesserung bei *Wasserabweisung* von *mäßig* auf *gut* einen großen Nutzenzuwachs, eine weitere Verbesserung auf *sehr gut* dann nur noch einen geringen.

¹⁵¹ Die errechneten Marktanteile sind mit Vorsicht zu genießen, sie dienen lediglich qualitativen Aussagen (Sawtooth96, 3), da nie alle zum Kauf führenden Faktoren abgebildet werden können.

¹⁵² Siehe (Backhaus96, 500-502) und (Hair98, 406-411)

¹⁵³ Ist dies nicht der Fall, können Korrelationen und Abhängigkeiten mittels Constraints in das Modell integriert werden (Hair98, 406).

¹⁵⁴ Dies ist beispielsweise im Beispiel bei *Wasserabweisung* und *Pflege* gegeben. Das Attribut *Preis* ist hier schwierig, da ein hoher Preis nicht eine schlechte Qualität kompensiert, sondern häufig Preis und Qualität als korreliert wahrgenommen werden.

¹⁵⁵ Siehe (Sawtooth96), (Curry96, 1) und (Hair98, 425)

Trade-off Verfahren an, bei dem immer nur 2 Ausprägungen im Vergleich bewertet werden. Neben diese traditionellen Methoden hat sich die Adaptive Conjoint Analysis (ACA) als interaktive Interviewtechnik vielfach bewährt¹⁵⁶. ACA reduziert die Anzahl der zu bewertenden Alternativen dadurch, dass die Angaben des Anwenders direkt dazu benutzt werden, die nächsten Alternativen zusammenzustellen.

Ein CM-Interview erfolgt in mehreren Schritten (die Beispiele beziehen sich weiter auf Tabelle 4), welche hier speziell für die ACA-Methode dargestellt sind, da diese als besonders geeignet angesehen wird.

- Ausschließen nicht akzeptabler Ausprägungen (z. B.: 150 € kommt nicht in Frage)
- Ordnen der Ausprägungen (ist *Handwäsche* oder *Reinigung* besser?)¹⁵⁷
- Welches Merkmal ist am Wichtigsten (z. B. *Wasserabweisung*)?
- Bedeutung des Unterschieds zwischen bester und schlechtester Ausprägung

Dies ist der statische Teil des Interviews, der die Schätzwerte initialisiert. Anschließend kommen die CM typischen Vergleichsfragen:

- Welche Kombination wird bevorzugt: *100€ und Maschinenwäsche* oder *50 € und Reinigung*. Kombinationen bestehen dabei aus zwei oder mehr Attributen.

Diese Vergleichsfragen werden dynamisch erstellt, je nachdem, bei welchen Ausprägungen das Programm die größte Unsicherheit errechnet. Dabei werden Attribute, zu denen widersprüchliche Angaben gemacht werden, immer wieder abgefragt. ACA ist damit eine geeignete Methode zur Erfassung der Kundenpräferenzen, weil sie dynamisch die bisherigen Antworten berücksichtigt und deshalb zu guten Ergebnissen kommt. Allerdings müssen dazu bei der Zusammenstellung der Interviews einige Punkte beachtet werden¹⁵⁸. Im Folgenden sind die wichtigsten Erfahrungen knapp zusammengefasst:

- Die Anzahl der Attribute sollte gering gehalten werden¹⁵⁹.
- Drei oder vier präzise formulierte Ausprägungen pro Level genügen.

¹⁵⁶ Siehe beispielsweise (Horváth97, 120ff), (Kliemke97, 23ff), (Brockhoff98, 6) und (Hair98, 425).

¹⁵⁷ Dieser Teil ist bei numerischen Ausprägungen trivial.

¹⁵⁸ Die folgenden Empfehlungen basieren auf Angaben des Softwareanbieters, dessen Produkt für ACA zum Einsatz kam, (URL_Sawtooth), (Sawtooth93), (Sawtooth96) und (Johnson87), wurden aber in eigenen Untersuchungen und Feldstudien validiert und ergänzt.

¹⁵⁹ Der Softwarehersteller empfiehlt die Verwendung von höchstens 10 Attributen (Sawtooth96,1) eigene Untersuchungen lassen maximal 6 geeignet erscheinen.

- Die Ausprägungen sollten weitestgehend äquidistant sein, die numerischen auf jeden Fall.
- Produktalternativen entsprechen genau einer Ausprägung.
- Die Kombinationen sollten nur 2, maximal 3 Attribute enthalten.
- Produktalternativen dürfen sich nicht zu ähnlich sein.

4.3.2.3 Umsetzung der Anforderungen

„Quality must be designed into the product, not inspected into it.” Kenneth Crow, (Crow00)

Die bekannteste Methode, Kundenanforderungen in Qualität umzusetzen, ist Quality Function Deployment (QFD). Sie wurde 1966 von Akao in Japan entwickelt, anfangs hauptsächlich im Automobilbereich eingesetzt und seit Mitte der 80er auch für andere technische Produkte und speziell für die Entwicklung von Software übernommen¹⁶⁰. QFD entwickelte sich aus der kombinatorischen Logik, angewandt zur Darstellung von Ursache-Wirkungszusammenhängen¹⁶¹ und wird eingeordnet als Methode¹⁶², als Entwicklungswerkzeug innerhalb des Total Quality Management (TQM) Ansatzes¹⁶³, als Visuelles Planungswerkzeug¹⁶⁴, als ein strukturiertes Vorgehen, die Stimme des Kunden zu verstehen¹⁶⁵ oder als ein Kommunikationsmittel¹⁶⁶, während andere Autoren darin eher eine Philosophie für Produktentwicklung sehen¹⁶⁷. Eindeutiger als die Einordnung sind die beschriebenen Vorteile: QFD reduziert Entwicklungszeit und Entwicklungskosten, erhöht aber die Qualität der entwickelten Produkte und sorgt damit für einen steigenden Marktanteil¹⁶⁸.

¹⁶⁰ Siehe (Akao90) für die Grundlagen und die Geschichte, welche auch in (Kliewer02) und kurz zusammengefasst ist: Akao entwickelte QFD aus QD (Quality Deployment, Produkt und Kundenorientierung) und einem QFD im engeren Sinne, das sich nur auf Qualität und Prozesse bezog. Speziell für den Einsatz bei Software (SQFD) siehe beispielsweise (Zultner93) und (Haag96). (Hamza96) und (Adams97) versuchen dabei zusätzlich, den QFD Prozess mit CBR zu verbinden.

¹⁶¹ Für eine Darstellung dieser Entwicklung siehe (Fehlmann01)

¹⁶² Siehe beispielsweise (Eversheim95, 61), (Fraunhofer96), (Homburg96, 17) (Horváth97, 126ff), (Spath98, 30), (Vossmann99, 11ff), (Boutellier99, 118) und (Fischer99)

¹⁶³ Siehe (Studinka98, 218) und (Kliewer02)

¹⁶⁴ Ebd.

¹⁶⁵ *Voice of the Customer* (VoC), siehe (Fehlmann99, 6)

¹⁶⁶ Siehe (Fehlmann03), der damit seinen früheren Arbeiten etwas widerspricht. Auch (Brockhoff98, 6) bezeichnet QFD als systematisch gelenkten Kommunikationsprozess.

¹⁶⁷ Siehe (Bender98, 159 und 164) und (Krause98, 70), die von QFD als Organisatorischer Maßnahme sprechen.

¹⁶⁸ Diese Aussagen sind relativ zu sehen: wenn alle Konkurrenten auch QFD einsetzen, wird der Marktanteil konstant bleiben, aber ohne QFD sinken.

Das vollständige QFD besteht aus 4 Phasen:

1. Kundenanforderungen werden in Produkteigenschaften übersetzt.
2. Produkteigenschaften werden in Komponenten übersetzt.
3. Komponenten werden in Prozessparameter übersetzt.
4. Prozessparameter werden in die Produktionsplanung übersetzt.

Die Matrix der ersten Phase wird House of Quality (HoQ) genannt und oft verkürzend mit QFD gleichgesetzt¹⁶⁹. Das Vorgehen zur Erstellung des HoQ soll im Folgenden schrittweise am Beispiel aus Tabelle 5 dargestellt werden.

1. Erfassung der Kundenanforderungen¹⁷⁰, welche durch CM und die Gefährdungsanalyse ja bereits unterstützt und systematisiert ist. Die Zahl der Anforderungen sollte beschränkt sein¹⁷¹.
2. Bewertung der Kundenanforderungen. Auch dieser Schritt wird durch CM unterstützt, allerdings darf hier nicht blind den Zahlen vertraut werden, auch unartikulierte Anforderungen müssen berücksichtigt werden¹⁷², außerdem müssen die Kunden selbst geprüft werden, siehe Abschnitt 4.3.2.1. Aus dem Beispiel ergeben sich die auf eine Skala von null bis fünf normierten Werte aus der Summe der Nutzenwerte innerhalb eines Parameters.
3. Zusammenstellen der Produkteigenschaften¹⁷³, die klar von den Kundenanforderungen getrennt sein müssen und nicht nur anders formuliert sein sollten¹⁷⁴. Im Beispiel wurden vier Produkteigenschaften identifiziert (Flächengewicht, Konstruktion/Naht, Ausrüstung und Design).
4. Ausfüllen der Einflussmatrix: für jede Produkteigenschaft muss festgelegt werden, ob und wie stark sie die Kundenanforderungen beeinflussen. Hier wird gewöhnlich eine

¹⁶⁹ Wobei der Nutzen der vier Phasen kontinuierlich abnimmt (Kliwer02), auch wenn insgesamt komplexe Ursache-Wirkungszusammenhänge entstehen (Fehlmann01) und (Fehlmann03, 17)

¹⁷⁰ (Fehlmann99, 6) spricht vom Kundennutzen, eben weil Kunden ihre Anforderungen nicht artikulieren (können), allerdings wird im Englischen immer Customer Requirements verwendet. Laut (Eureka94) ist dieser Schritt der wichtigste: "Without a clear understanding of the voice of the customer, QFD can become a futile exercise".

¹⁷¹ (Kusiak93) empfiehlt maximal 30 Anforderungen, (Fehlmann03) hält fünf bis neun für optimal.

¹⁷² (Zultner93) unterscheidet *normal*, *expected* und *exciting requirements*, (Crow00) weist darauf hin, auch die unausgesprochenen Anforderungen zu berücksichtigen (*unspoken needs*)

¹⁷³ Analog zur *Voice of the Customer* handelt es sich um die *Voice of the Engineer*. Auch hier werden Grenzen empfohlen, wie bei den Kundenanforderungen, vgl. Fußnote 171.

¹⁷⁴ Siehe (Fehlmann03, 21)

schwach-mittel-stark Skala verwendet, die in eine 1-3-9 Punkte Skala übersetzt wird, um starke Einflüsse stärker zu betonen.

5. Bewertung von Produkten der Konkurrenz anhand der Kundenanforderungen. Hier können auch eigene, bisherige Produkte hinzugefügt und bewertet werden. Im Beispiel sind zwei fiktive Produkte A und B auf einer Skala von eins bis fünf bewertet.
6. Ausgehend von den Kundenanforderungen und der Konkurrenzanalyse werden Ziele für jede Anforderung definiert. Im Beispiel wurde jeweils das Maximum der Konkurrenzprodukte gewählt.
7. Diese Ziele mit dem Gewicht der Kundenanforderungen multipliziert ergeben die Relevanz der Anforderungen.
8. Die Skalarprodukte des Anforderungsvektors (Gewichte) mit den einzelnen Spalten der Einflussmatrix ergeben die Bedeutung der einzelnen Produkteigenschaften. Diese können dann noch auf Prozent normiert werden. Im Beispiel ist die Ausrüstung die wichtigste Produkteigenschaft.
9. Schließlich müssen die Korrelationen zwischen den Produkteigenschaften bestimmt werden. Dies ist wichtig, da die Produkteigenschaften normalerweise nicht völlig unabhängig voneinander verändert und optimiert werden können. Es kann negative und positive Korrelationen geben (Skala -3 bis +3 oder -- bis ++). Diese Werte sind in eine quadratische Matrix der Produkteigenschaften einzutragen, und da die Matrix symmetrisch ist, kann sie, um 45° gedreht, als Dach auf das HoQ gesetzt werden. Im Beispiel ist eine negative Korrelation zwischen Flächengewicht und Naht (schwerer Stoff ist schlecht zu nähen) und zwischen Flächengewicht und Design (schwerer Stoff schränkt die Designmöglichkeiten ein) eingetragen. Diese Korrelationen fließen nicht in eine Berechnung ein, sie dienen zum Verständnis der Zusammenhänge. Aufgrund der Gewichtung ergibt sich im Beispiel, dass im Konfliktfall dem schwereren Stoff der Vorzug gegeben werden sollte, da er insgesamt einen größeren Einfluss hat.

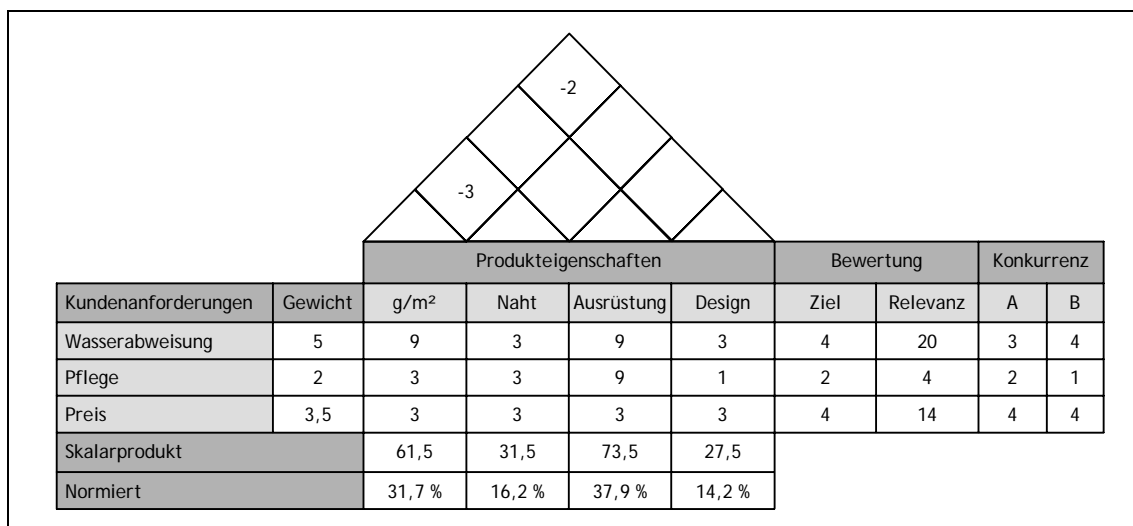


Tabelle 5: Beispiel für ein House of Quality

Damit ist das HoQ in der Standardform gefüllt. Im nächsten Schritt dienen die gewichteten Produkteigenschaften als Eingangsspalten für die nächste Matrix, die analog aufgebaut ist und in der aus den Produkteigenschaften die wichtigen Komponenten und Teile bestimmt werden. Das HoQ kann in vielfältiger Weise ergänzt und modifiziert werden, um es an die jeweiligen Bedürfnisse anzupassen. So können für die Produkteigenschaften noch Zielwerte angegeben werden (z. B. Flächengewicht mindestens 200 g/m²) und eine Schwierigkeitsfunktion (1-5) kann angeben, wie schwer dieses Ziel zu erreichen ist¹⁷⁵. Die gewichteten Produkteigenschaften können auch zur Auswahl des richtigen Produktkonzeptes herangezogen werden, falls es mehrere prinzipiell geeignete Produktarchitekturen gibt¹⁷⁶.

Entscheidend für den Erfolg von QFD ist die organisatorische Umsetzung in interdisziplinären Teams, denen Experten aus Marketing, Vertrieb, Produktion, F&E und Beschaffung angehören sollten¹⁷⁷. Die konsequente Arbeit mit QFD bedeutet einen gewissen Aufwand und Disziplin¹⁷⁸, da alle Wirkungszusammenhänge und Einflüsse auch sichtbar gemacht werden müssen und es keine unausgesprochenen, gruppeninternen Regelungen oder Ausnahmen geben darf.

¹⁷⁵ Siehe (Crow00)

¹⁷⁶ Ebd.

¹⁷⁷ (Kliewer02) empfiehlt fünf bis sieben Teammitglieder

¹⁷⁸ Siehe (Crow00)

4.3.2.4 Stufenübergreifende Anwendung von Quality Function Deployment (QFD) und Conjoint Measurement (CM) in der textilen Wertschöpfungskette

Die dargestellten Methoden CM und QFD eignen sich zur Bewertung und Umsetzung von Kundenanforderungen innerhalb eines Unternehmens. QFD ist dabei gut für sternförmige Wertschöpfungsnetzwerke geeignet, so wie sie in der Automobilindustrie zu finden sind: das Endprodukt besteht aus vielen unabhängigen Komponenten, die ihrerseits wieder aus Komponenten bestehen (*top-down*). Die am Anwender orientierte Produktentwicklung von Schutzbekleidung funktioniert aber eher im Gegenstromverfahren: Anforderungen werden von oben nach unten weitergegeben und dann schrittweise von unten nach oben umgesetzt (*top-down bottom up*). Dies würde bedeuten, dass auf jeder Stufe ein QFD-Prozess begännen, was auch den existierenden Kunden-Lieferantenbeziehungen entspräche. Die entstehende, in Abbildung 31 dargestellte Struktur entspricht exakt einer mehrstufigen hierarchischen Regelung und ist, wie gezeigt, zu unflexibel und zu langsam: bevor ein Partner seine Entwicklung beenden kann, muss er einen oder mehrere komplette Entwicklungszyklen seines Lieferanten abwarten.

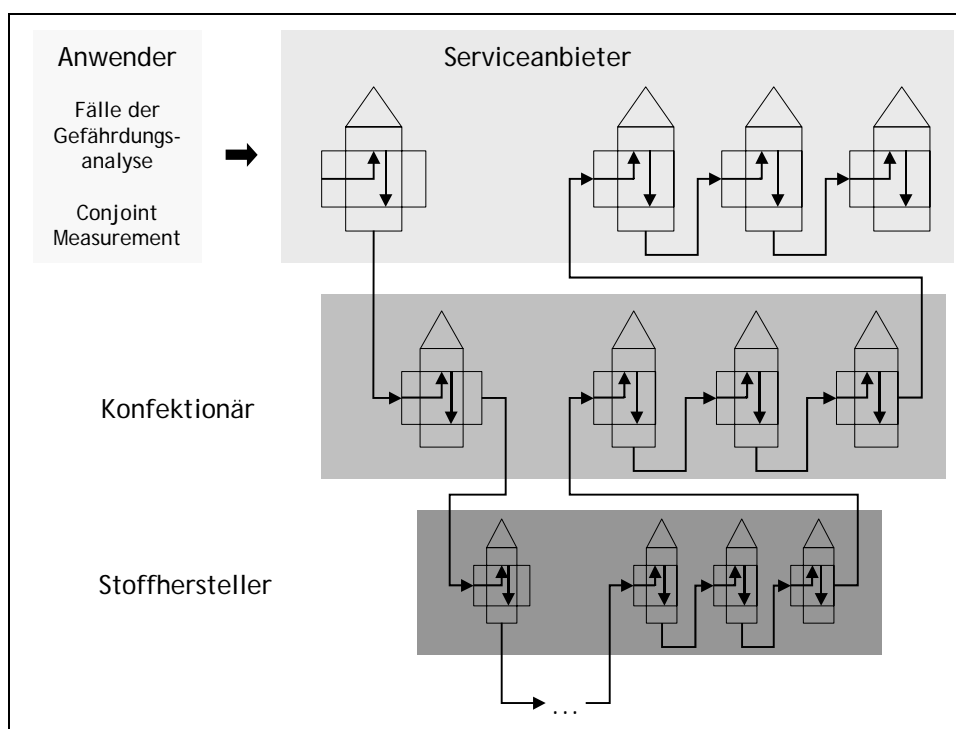


Abbildung 31: Sequentielles QFD als hierarchisches System

Eine Verbesserung kann dadurch erzielt werden, dass QFD nur einmal von der Virtuell Integrierten Kooperation auf das zunächst virtuelle Produkt Schutzfunktion angewendet wird. Dies hat folgende Auswirkungen:

- Die Anforderungen der Endanwender gehen in alle Prozessstufen ein.

- Aus den tatsächlichen Herstellungs- und Entwicklungsprozessen entstehen zusätzliche zeitliche Abhängigkeiten. Deshalb kommt der Korrelationsmatrix (dem Dach) eine besondere Bedeutung zu.
- Der Umfang (Dimensionen der Matrizen) und damit die Komplexität nimmt zu, was einen exakten und sorgfältigen Umgang mit der Methode bedingt.
- Die Bedeutung der dem HoQ nachgelagerten Matrizen verschiebt sich, eine klare Trennung in Komponenten, Prozess- und Produktionsplanung ist nicht mehr gegeben.
- Neue Technologien und Verfahren bei der Herstellung sollten, sofern sie nicht autonom sind, Berücksichtigung finden.

Abbildung 32 verdeutlicht das Prinzip des kooperativen QFD¹⁷⁹. Das Paket Schutzfunktion setzt sich hier aus Elementen des Serviceanbieters, des Konfektionärs und des Stoffherstellers zusammen, aber prinzipiell ist der Ansatz nicht auf drei Partner beschränkt. Vielmehr ist im Einzelfall zu prüfen, welche Stufen entscheidend zur Neuentwicklung beitragen.

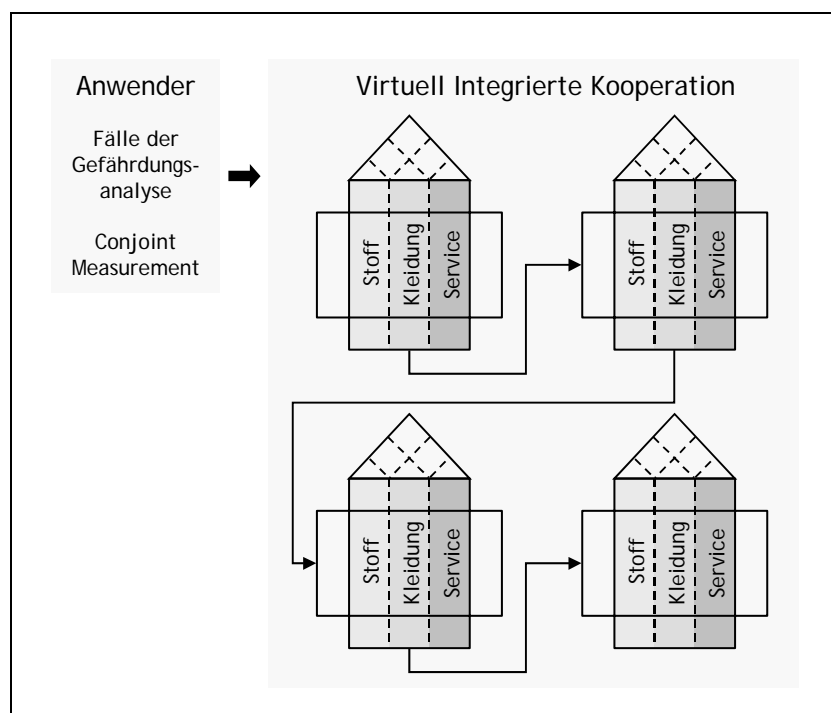


Abbildung 32: Das Prinzip des kooperativen QFD

Mit diesen methodischen Vorüberlegungen lässt sich nun die kooperative Umsetzung der Anforderungen der Endanwender verwirklichen. Zuerst muss der Umgang mit den Fällen aus

¹⁷⁹ Die Bezeichnung *Integriertes QFD* findet sich bereits bei (Bullinger95, 240), allerdings ist dort die Integration der Methode innerhalb des ganzen Unternehmens (eines Unternehmens) gemeint. (Hrones93) führte *Distributed QFD* ein. Darunter ist das gleichzeitige Verwenden und Arbeiten an QFD von verteilten Standorten eines Unternehmens gemeint, was weniger eine methodische als eine technologische Erweiterung darstellt.

der Gefährdungsanalyse und der Einsatz von CM abgegrenzt werden. Die Gefährdungsanalysen, insbesondere diejenigen, bei denen kein Produktpaket die komplette Gefährdung abdecken kann, dienen als Indikatoren für Neuentwicklung. Die Sichtung, Aggregation und Bewertung dieser Fälle ist eine wissensintensive Aufgabe, welche von den Experten in den Unternehmen durchzuführen ist. Wird ein Entwicklungspotenzial erkannt, so wird dieses mit den Partnern abgestimmt. Erst dann wird eine CM-Analyse hinzugezogen, die dann genau für diese Entwicklung zusammengestellt werden muss, da die Unterscheidung in gesetzlich vorgeschriebene und deswegen nicht bewertbare Funktionalität und in zusätzliche Eigenschaften, die mit der CM-Analyse erfasst werden, jedes Mal anders sein kann¹⁸⁰. Wird ein neues Entwicklungsprojekt beantragt und sind die Genehmigungsprozesse erfolgreich abgeschlossen, bildet sich ein interdisziplinäres Projektteam¹⁸¹ mit Vertretern aller beteiligten Partner. Das HoQ wird gemeinsam entwickelt, wobei die ermittelten und bewerteten Kundenanforderungen einfließen.

4.3.3 Technologische Umsetzung der Anforderungsanalyse

Im Folgenden wird die Entwicklung des HoQ für ein konkretes Projekt beispielhaft erläutert. Im Projekt ging es um die Entwicklung eines Reinraumanzuges mit verbessertem Komfort¹⁸², dabei waren Micronclean, Alsico und Klopman als Anbieter und Hersteller, Centrocot als Testinstitut und ITV als Moderator und methodischer Berater beteiligt. Um die Methode transparenter zu machen, wurden nur wenige Zeilen und Spalten anvisiert. Deswegen wurden keine Parameter bezüglich des Mietkontraktes und der Reparatur berücksichtigt. Das vollständige HoQ nach Beendigung der Entwicklung ist in Abbildung 33 dargestellt. Es besteht aus 5 Kundenanforderungen mit einem relativen Gewicht zwischen 0,1 und 0,3 und 14 Produkteigenschaften, welche sich grob den 3 Partnern zuordnen lassen: 6 für Stoff (in der Abbildung *Fabric*), 4 für Konfektion (*Garment*), 4 für Reinigung (*Service*).

¹⁸⁰ So ist der Schutz gegen schlechtes Wetter durch eine Norm geregelt und deshalb bei einer Entwicklung innerhalb dieser Norm nicht Gegenstand von CM. Wird dagegen ein Produkt mit Schutz gegen Chemikalien entwickelt, ist die zusätzliche Funktion „Schutz gegen Kälte“ nicht Gegenstand der Norm und ihre Relevanz deswegen über eine CM-Analyse herauszufinden.

¹⁸¹ Damit ist die Anbahnungsphase der VIK abgeschlossen und es kommt zur konstituierenden Sitzung.

¹⁸² Diese Anregung kam nicht von der Gefährdungsanalyse, sondern ergab sich aus dem Markt und den strategischen Zielen der Partner.

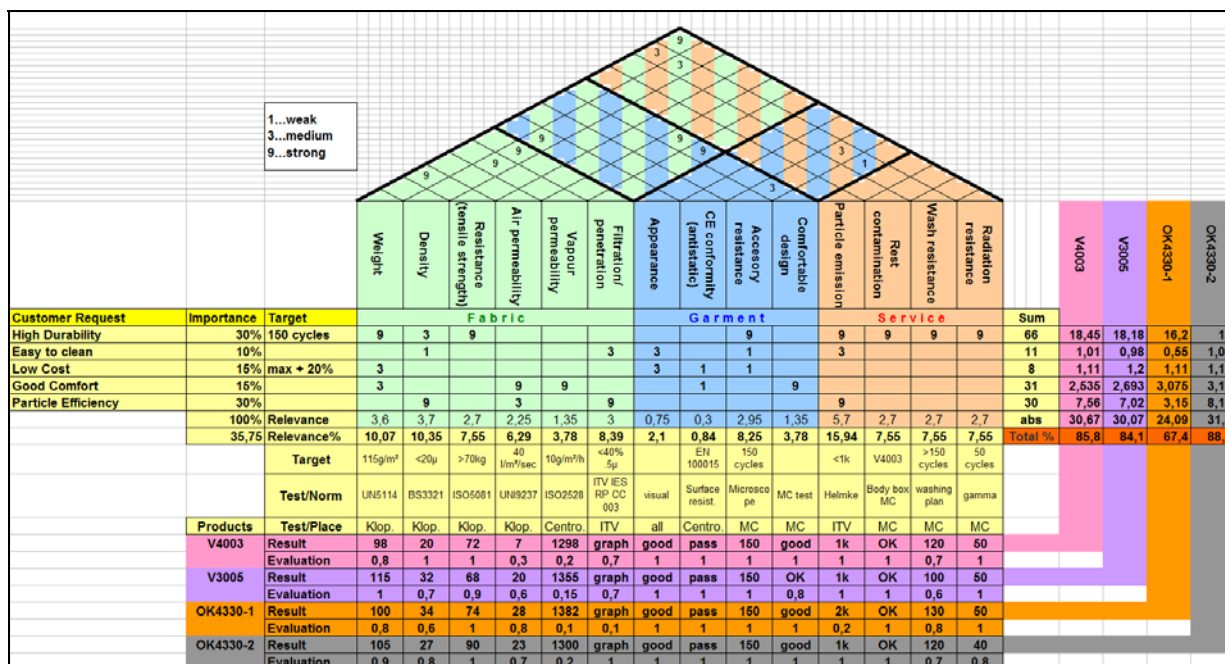


Abbildung 33: House of Quality für einen Reinraumanzug¹⁸³

Die Korrelationen im Dach des Hauses lassen sich, wie angedeutet, in zwei Kategorien aufteilen: Die unteren, dreieckigen Dächer innerhalb einer Prozessstufe entsprechen dem klassischen Dach. Hier werden Abhängigkeiten innerhalb einer Prozessstufe sichtbar. Treten hingegen in den zweifarbigen, rautenförmigen Teilen des Daches Korrelationen auf, beziehen sich diese auf unterschiedliche Stufen des Herstellungsprozesses und sind damit ein Modell der Abhängigkeiten im mehrstufigen Prozess. Hier sind nachträgliche Änderungen teuer und zeitaufwändig, weshalb diese Korrelationen, insbesondere negative, vorab geklärt werden müssen, ergeben sich doch daraus eventuell unterschiedliche Produktkonzepte.

Da es sich bei den meisten Produkteigenschaften um technische, messbare Eigenschaften handelt, wurden numerische Zielwerte definiert. Zusätzlich wurde das entsprechende Messverfahren festgelegt und das Institut oder der Partner, bei dem der Test durchgeführt wird.

Die Mehrstufigkeit des Prozesses führt dazu, dass die tatsächliche Produktentwicklung schrittweise erfolgt. Im Sinne der Parallelisierung wurden deshalb vier Produkte gleichzeitig entwickelt, wobei zwei Varianten existierender Produkte im Markt und zwei Neuentwicklungen waren. Um einen Vergleich zu haben, wurde die Bewertung der Wettbewerber durch eine genaue Bewertung dieser vier Entwicklungen ersetzt. Diese Bewertung erfolgte aufgrund der technischen Ziele auf Ebene der Produkteigenschaften mit Werten auf einer Skala von 0 (nicht erfüllt) und 1 (erfüllt). Bei numerischen Werten konnte

¹⁸³ Die Daten wurden im Detail verändert, das Prinzip bleibt aber erkennbar.

die Erfüllung arithmetisch bestimmt werden. Die technischen Bewertungen werden durch Rückwärtsrechnen der Matrix wieder den ursprünglichen Kundenanforderungen zugeordnet. Daraus lässt sich ablesen, dass beispielsweise die Entwicklung V4003 die Kundenanforderungen insgesamt zu 85,8% erfüllt, die Entwicklung OK 4330-2 aber mit 88,1% noch etwas besser liegt. Diese Ergänzung erweitert die Methode um eine Darstellung und Bewertung des Projektfortschritts und ist damit eigentlich im nächsten Kapitel anzusiedeln.

Im Prinzip erfordert QFD keine Unterstützung durch eine Software¹⁸⁴. Beim Einsatz in einer Virtuellen Integrierten Kooperation mit einem räumlich verteilten Projektteam bietet die Digitalisierung der Daten allerdings erhebliche Vorteile¹⁸⁵. Um insbesondere die methodischen Erweiterungen abzubilden, wurde deshalb das HoQ mit Hilfe von MS Excel® abgebildet. Abbildung 33 zeigt einen Teil der Excelanwendung. Dadurch war es möglich, Projektsitzungen mit Technologien der Kommunikation entsprechend Abbildung 12 entweder asynchron per E-Mail mit Dateianhang oder synchron per Videokonferenz durchzuführen. QFD ermöglicht systematische Kommunikation und erfordert deshalb, zumindest in der Anfangsphase, persönliche Treffen der Projektgruppe.

Auch die CM-Methode wurde in einer erweiterten Form technisch umgesetzt. Die Abgrenzung in Abschnitt 4.3.2.4 macht deutlich, dass im Prinzip für jedes Gefährdungsszenario eine eigene CM-Analyse durchgeführt werden müsste. Um die Endanwender nicht zu überfrachten, wurde auf eine Implementierung innerhalb der Gefährdungsanalyse verzichtet. Statt dessen wurde eine Anwendung entwickelt, welche das dynamische Zusammenstellen von CM-Analysen unterstützt. Der Interviewer wählt die zu berücksichtigenden Parameter wie beispielsweise Preis, Haltbarkeit, Komfort in einer Datenbankanwendung¹⁸⁶ aus und legt die Attributsausprägungen fest. Die Anwendung erzeugt dann daraus die Konfigurationsdateien für die CM-Analyse. Hier kam das Programm ACA 4 von Sawtooth¹⁸⁷ zum Einsatz, da dieses Programm einfach zu konfigurieren ist und trotzdem alle Funktionalitäten bietet.

¹⁸⁴ Lediglich ein Taschenrechner oder ein Tabellenkalkulationsprogramm ist hilfreich.

¹⁸⁵ Auch im Sinne der Wissensspeicherung und späteren Zugänglichkeit sind Dateien handgeschriebenen Notizen vorzuziehen. Die eigentliche Methode funktioniert aber auch auf Papier.

¹⁸⁶ Der *Customer Screening* Anwendung, siehe auch (Kliemke97)

¹⁸⁷ Siehe (URL_Sawtooth)

4.3.4 Organisation und Implementierung der Anforderungsanalyse

Die Auswertung der Gefährdungsanalysen und daraus resultierende kooperative Entwicklungsprojekte erfordern weniger eine technologische Unterstützung¹⁸⁸ als eine Veränderung auf organisatorischer und psychologischer Ebene. Partnerschaft muss wachsen und gelebt werden, und genau das passierte im Lauf des Forschungsprojektes. QFD diene hier als Kommunikationsinstrument, mit dessen Hilfe gemeinsam die Anforderungen ausgewertet und ein neues gemeinsames Entwicklungsprojekt durchgeführt wurde.

Für das kooperative Arbeiten mit QFD im Partnerverbund erwies sich das HoQ als völlig ausreichend. Das Umsetzen der nächsten Schritte (Komponenten, Prozess- und Produktionsplanung) greift zu sehr in den Ablauf der einzelnen Herstellprozesse bei den Partnern ein, als dass hier eine gemeinsam abgestimmtes Vorgehen notwendig wäre und den Aufwand rechtfertigen würde. Allerdings kann ein internes Fortführen des QFD Prozesses insbesondere bei den Partnern, deren Produkte aus einzelnen Komponenten bestehen¹⁸⁹, sinnvoll sein.

Die Implementierung des dynamischen CM erwies sich als schwierig, da die Marketingabteilungen der einzelnen Partner zu wenig im gemeinsamen Projekt eingebunden waren. Dadurch kam es zu Kompetenz- und Zuständigkeitsproblemen. Dies ist ein Indiz dafür, dass die Integration im Bereich Produktentwicklung bei den einzelnen Partnern noch nicht ausreichend ist. Diese Erkenntnis war für die Partner sehr wertvoll, da sie Verbesserungspotenziale innerhalb des Unternehmens aufzeigte.

4.4 Projektplanung und -durchführung

Die Durchführung von kooperativen Entwicklungsprojekten im Rahmen der VIK erfordert eine angepasste IKT¹⁹⁰. Diese muss flexibel sein, um die verschiedenen Typen von Projekten und die unterschiedlichen Partnerkonstellationen abbilden zu können. Der Informationsfluss, zusammen mit dem nach wie vor notwendigen Materialfluss bei der Produktentwicklung, machen den Einsatz von CSCW-Werkzeugen aus den Bereichen Projektmanagement, *Workflow* und *Groupware* notwendig.

Analoges gilt für die Produktentwicklung bei Klopman¹⁹¹, die aufgrund der teilweisen Einbettung der Entwicklungsabteilung in die Produktion ein Querschnittsprozess ist.

¹⁸⁸ Wenn von der Bereitstellung und Zugänglichkeit der Fälle abgesehen wird, vgl. dazu Abschnitt 4.2.4.

¹⁸⁹ Beispielsweise bei dem Konfektionär oder auch dem Serviceanbieter.

¹⁹⁰ Vergleiche dazu Kapitel 4.1.1

¹⁹¹ Vergleiche dazu Kapitel 3.2.4

4.4.1 Problemstellung und Prozessbeschreibung der Projektdurchführung

Tabelle 6 beschreibt die Prozesse, die im Rahmen der bisherigen beiden Ansätzen zu Gefährdungsanalyse und zur Umsetzung der Kundenanforderungen ablaufen. Dazu kommt die eigentliche Produktentwicklung, welche zusätzlich Materialflüsse beinhaltet.

	Gegenstand	Struktur, Takt	Wissens- intensiv?	Typ	Methode, Technologie
Gefährdungs- analyse	Datenpflege	Ad hoc Unregelmäßig	Nein	Kommunikation	E-Mail, online
	Wissenspflege (Regeln, CBR)	Strukturiert, Regelmäßig	Ja	Kollaboration	Treffen, Videokonferenz
Kundenan- forderungen	Fälle auswerten, Projekt prüfen	z. T. strukturiert hierarchisch	Ja	Kommunikation Kollaboration	E-Mail, Workflow
	Projekt aufsetzen	Ad hoc	Ja	Kollaboration	Treffen, Videokonferenz
Entwicklungs- projekt	Entwicklung kooperativ	z. T. strukturiert hierarchisch	z. T., auch Materialfluss	Koordination Kommunikation	Workflow, Projektmanagement
	Entwicklung intern	z. T. strukturiert	z. T., auch Materialfluss	Koordination Kommunikation	Workflow, Projektmanagement

Tabelle 6: Klassifizierung der Prozesse der Produktentwicklung¹⁹²

Das größte Potenzial für die Unterstützung der Kommunikation und Kollaboration bieten die zumindest teilweise strukturierten Prozesse während der eigentlichen Produktentwicklung, da diese umfangreicher und zeitintensiver sind. Wie bei allen Entwicklungsprojekten sind die Prozesse nicht vorherbestimmt und nur semi-strukturiert, da es immer zu Ausnahmesituationen, Entscheidungen, Abbrüchen und Rücksprüngen kommen kann. Aufgrund dieser Eigenschaften und aufgrund der Gleichzeitigkeit mehrerer Projekte ist ein Projektmanagement und hier besonders ein Überblick, welches Projekt wo steht (*Monitoring*) notwendig. Dies trifft insbesondere auch auf die Projekte innerhalb eines Unternehmens zu, beispielhaft seien hier Klopman und Centrocot erwähnt.

¹⁹² Die Klassifizierung ist keine strenge Klassifizierung von Geschäftsprozessen, wie sie beispielsweise bei (Wargitsch98, 9), (Hasenkamp00, 4), (Smolnink01, 124), (Schwarz00, 20) und (Schwarz01, 4) vorgeschlagen wird, sondern nur eine grobe Einteilung.

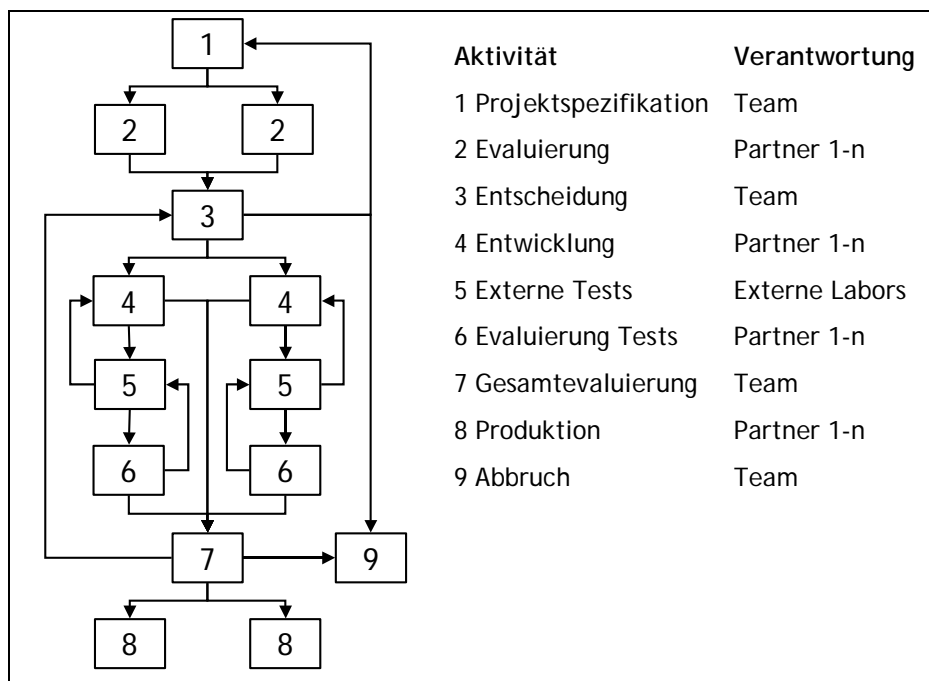


Abbildung 34: Ablauf eines kooperativen Entwicklungsprojekts

Abbildung 34 zeigt den Ablauf eines Entwicklungsprojektes, an dem mehrere Partner beteiligt sind und bei dem auch zusätzliche externe Labors mitwirken können. Die Darstellung ist eine Detaillierung des dritten Teilprozesses aus Abbildung 14. Die in der Abbildung gemachte Annahme der parallelen und nicht sequentiellen Entwicklung ist vereinfachend dargestellt und bezieht sich auf die Logik: erst wenn alle Entwicklungen abgeschlossen sind, kann die Gesamtevaluierung durch das Projektteam erfolgen. Der genaue Materialfluss kann im Einzelfall komplexer sein: so kann der fertige Stoff beim Serviceanbieter gewaschen werden, kommt dann zurück, und einzelne Stoffproben gehen an verschiedene Institute zum Testen und gleichzeitig an den Konfektionär zur Weiterverarbeitung, schließlich kann ein Prototyp der fertigen Bekleidung noch mal an ein Institut zur Zertifizierung gehen. Dieser komplexe Materialfluss enthält parallele und sequentielle Elemente und kann von Projekt zu Projekt unterschiedlich sein. Er ist in der Abbildung mit den Schritten 4, 5, und 6 vereinfacht dargestellt. Der Fokus der Darstellung liegt auf dem Wechsel der Verantwortung auf organisatorischer Ebene: jeder Schritt kann innerhalb eines Unternehmens einen komplexen Ablauf repräsentieren. Abbildung 35 zeigt den Ablauf einer Genehmigungsprozedur bei Klopman, ein Teil des zweiten Schrittes *Evaluierung* in Abbildung 34. Die Prozedur umfasst technische Machbarkeitsstudien, Prozesskostenrechnung und die Genehmigung durch verschiedene Funktionen des Managements. Bei den anderen Partnern kann sich hinter diesem einen Schritt eine völlig andere Prozedur verbergen. Auch der Prozess in Abbildung 35 ist noch eine grobe Modellierung, die einzelnen Schritte haben zwar jeweils einen

Verantwortlichen, doch kann ein Schritt aus mehreren, auch an andere Personen delegierten Tätigkeiten bestehen¹⁹³.

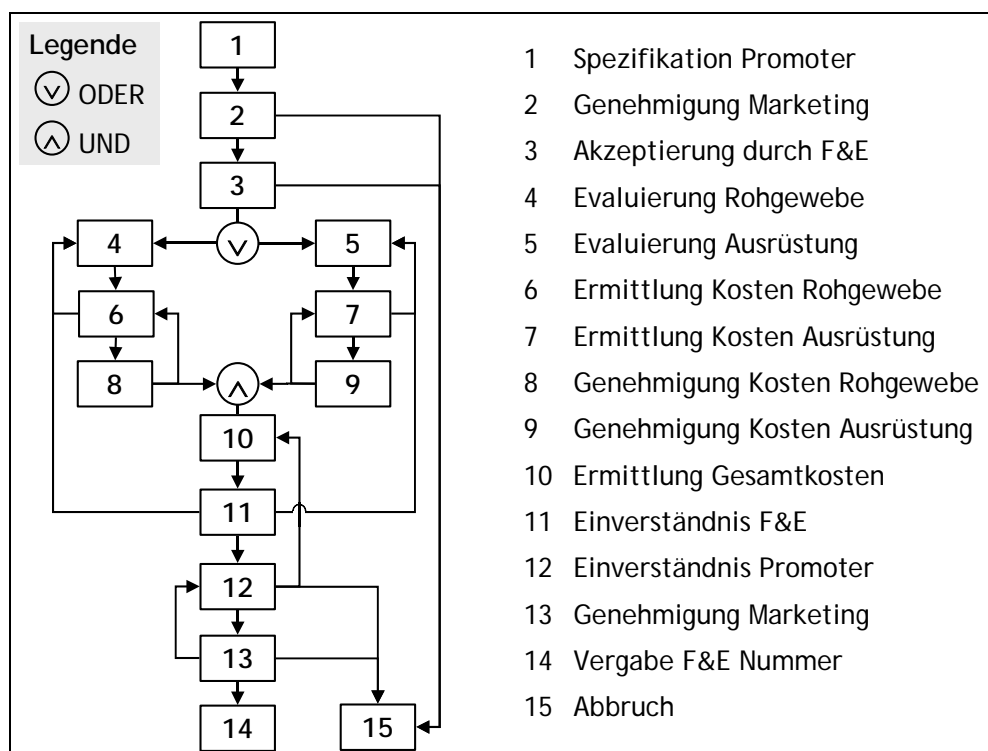


Abbildung 35: Ablauf einer Genehmigungsprozedur bei Klopman

Die Unterstützung der kooperativen Produktentwicklung in der VIK durch geeignete Methoden und Technologien, beispielsweise durch ein Workflow-Management-System (WFMS), muss mit diesen unterschiedlichen Sichten auf die Prozesse und dem damit verbundenen variablen Detaillierungsgrad umgehen können. Idealerweise sollte ein Werkzeug die Prozesse der Kooperation und in den Firmen steuern und die Hierarchisierung der Prozesse ermöglichen¹⁹⁴.

Der Einsatz von Systemen wie WFMS, welche Abläufe und Tätigkeiten unterstützen, hat eine enge Verbindung zu Wissensmanagement¹⁹⁵. Zum einen ermöglicht das WFMS die Verbreitung und Nutzung von Wissen konsistent, wiederholbar und zuverlässig. Andererseits entsteht durch den Einsatz von WFMS auch Wissen über den Prozess. Während dieses

¹⁹³ Der Wechsel der Verantwortung auf funktionaler Ebene ist der kleinste gemeinsame Nenner. Im Prinzip laufen alle Prozesse auf dieser Ebene so ab, eine weitere Detaillierung brächte eine Vielzahl von Varianten mit sich.

¹⁹⁴ Die Anforderungen unterscheiden sich dadurch etwas von denen, die an WFMS für Virtuelle Unternehmen (Kupries98, 239) und andere inter-organisationale WFMS gestellt werden (Wewers96), (Riempp96), (WFMC97), (Wewers98, 324), (Vanderaalst99) gehen aber teilweise in eine ähnliche Richtung.

¹⁹⁵ Siehe beispielsweise (Wargitsch98a), (Hasenkamp00, 5), (Bohinc01), (Heisig01) und (Schimm01).

Wissen bei starren, strukturierten Abläufen eher statistischer Natur ist¹⁹⁶, hat es bei flexiblen und ad hoc Prozessen eine anderer Qualität: Prozesse werden aufgezeichnet, transparent, verstanden und evtl. anhand verschiedener Parameter klassifizierbar. Dieser Aspekt sollte im Rahmen des Lösungsansatzes berücksichtigt werden. Damit lassen sich folgende Anforderungen an die Unterstützung der Prozesse zusammenfassen:

- Unterstützung hierarchischer Prozessstrukturen
- Unterstützung von Prozessen in einem Unternehmen und in der Virtuell Integrierten Kooperation (mit relativ spontanen Partnerschaften)
- Realisierung mit einer einfachen Technologie, die idealerweise keine Installation beim Anwender erfordert
- Unterstützung semi-strukturierter Prozesse inklusive Schleifen, Entscheidungen und Parallelitäten
- Unterstützung grob strukturierter, wissensintensiver Prozesse, deren Ergebnis Zahlen, Werte und Dokumente sein können
- Möglichkeit der Speicherung der ablaufenden Projekte und der Verwendung dieses Wissens zur Entscheidungsunterstützung
- Unterstützung von Querschnittsprozessen durch mehrere Funktionsbereiche und Hierarchieebenen, deswegen einfache Bedienung

4.4.2 Methodischer Lösungsansatz zur Projektdurchführung

Das Prozessmanagement kann wiederum als Regelkreis aufgefasst werden. Regler ist die Abteilung Produktentwicklung. Diese bewertet Anfragen, evaluiert Chancen und Risiken von möglichen Entwicklungen und versucht existierende Produkte, neue technologische Möglichkeiten und Kundenanforderungen zusammen zu bringen. Bei der Lösung dieser Aufgaben entsteht Wissen über Produkte und Herstellungsprozesse, aber auch über Abläufe, Informationsbedarfe und Unterstützungspotenziale. Strategische Vorgaben des Managements zu wissensorientiertem, netzwerkfähigem Prozessmanagements bilden dabei die Führungsgrößen. Diese Struktur ist in Abbildung 36 dargestellt ist. Die im Folgenden zu entwickelnden Methoden und Werkzeuge unterstützen dabei die Reglerfunktion.

¹⁹⁶ Z. B. Durchlaufzeiten, Bearbeitungszeiten und Engpässe

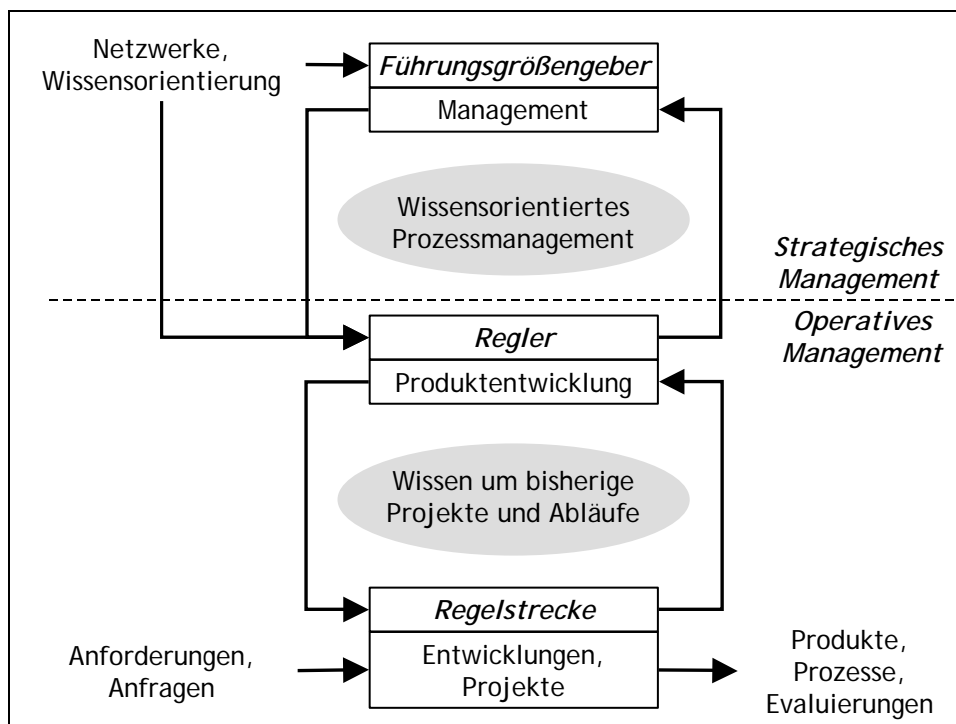


Abbildung 36: Regelkreis des Prozessmanagements

Zur Umsetzung der beschriebenen Prozesse der Produktentwicklung eignen sich klassische Workflow-Management-Systeme (WFMS) nur bedingt¹⁹⁷, da diese zur Unterstützung strukturierter Vorgänge ausgelegt sind und deshalb Ausnahmen und manuelle Änderungen am Ablauf nicht vorsehen. Es gibt eine klare Trennung zwischen der Modellierungsphase (*build time*), in der die Prozesse modelliert und der Workflow konfiguriert wird, und der Ausführungsphase (*run time*), in der die modellierten Prozesse als Instanzen der Modelle ablaufen. Das Gegenstück zu solchen strukturierten Abläufen sind unstrukturierte oder ad hoc Prozesse, bei denen erst beim Durchlaufen des Prozesses dessen weiterer Ablauf festgelegt wird. Solche Prozesse werden mit *Groupware* und Kommunikationstechnologien wie E-Mail unterstützt. Innerhalb der Dichotomie *strukturiert* – *ad hoc* gibt es eine Vielzahl von Mischformen. Es können folgende Prozesstypen unterschieden werden:

- Ad hoc Workflows: Wenn ein neues Projekt beginnt, wird die Struktur des Workflows festgelegt.
- Flexible oder adaptive Workflows: Alle unter diesen Begriffen subsumierten Systeme erlauben die Reaktion auf Störungen oder Ausnahmen. Dies kann das Zurücksetzen einer

¹⁹⁷ Siehe auch (Eversheim98), (Kress98) und (Wagner99). (Ternes99) und (Smolnik01, 116) sehen die Bedeutung von semi-strukturierten und ad hoc Prozessen in kleinen und mittleren Unternehmen insgesamt unterschätzt. (Hasenkamp00, 4) und (Schwarz01, 4) identifizieren wissensintensive Prozesse als eher unstrukturiert.

Aktivität, das Verändern der Zuordnungen von Personen zu Rollen und Aktivitäten und auch die Abwandlung der Ablaufstruktur sein. In diesem Bereich gibt es einige Forschungsarbeiten mit unterschiedlichen technologischen Ansätzen¹⁹⁸.

- Strukturierte Workflows mit Ausnahmen: Diese können im Prinzip als flexible Workflows verstanden werden, nur dass die Flexibilität eingeschränkt ist.

Die verschiedenen konzeptionelle Ansätze zur Umsetzung der geforderten Flexibilität lassen sich grob in drei Klassen einteilen:

1. *Build time* Flexibilität: Beim Beginn des Projektes wird die modellierte Grobstruktur durch den Anwender genauer spezifiziert¹⁹⁹.
2. *Run time* Flexibilität: Während des Ablaufs kann sich die Struktur des Workflows ändern. Dies kann durch dazu berechnigte Anwender oder Administratoren geschehen. Je nach Ansatz können diese Änderungen gravierend oder weniger gravierend sein²⁰⁰.
3. *Run time* Konfiguration: Der Workflow ist zu Beginn nur grob strukturiert, die Präzisierung erfolgt jedes Mal erst zur Laufzeit durch die Anwender²⁰¹.

Da kein kommerziell verfügbares System alle oben angeführten Anforderungen erfüllte, wurde im Rahmen des Projektes eine eigene, prototypische Lösung entwickelt, deren wesentliche Elemente im Folgenden dargestellt sind. Um die Unterstützung der Anwender mit Wissen aus abgeschlossenen Projekten nicht nur zur Konfiguration, sondern auch während des Ablaufs zu ermöglichen, wurde vom ersten Ansatz abgesehen, obwohl dieser der bis dato einzige ist, der eine Verwendung dieses Wissens explizit vorsieht²⁰².

¹⁹⁸ Siehe vor allem (Dellen97), (Just-Hahn97), (Siebert97), (Siebert98), (Kress98), (Shafaei98), (Eversheim98), (Wargitsch98a), (Wagner99) und (Schwarz00). Daneben gibt es Ansätze, welche die Workflow-Engine durch dezentrale, intelligente Agenten ersetzen und damit die Prozesse unterstützen, siehe (Kupries98), (Jennings98), (Normann98), (Dogac00).

¹⁹⁹ Dies kann durch wissensbasierte Systeme unterstützt werden, die auf solche Bausteine aus einer Bausteinbibliothek zugreifen, die in ähnlichen Projekten zum Einsatz kamen (Wargitsch97), (Wargitsch98a).

²⁰⁰ Hier kann dann noch unterschieden werden, ob die Änderungen im Sinne einer kontinuierlichen Verbesserung des Prozesses gespeichert bleiben oder ob sie als Ausnahmen nicht in das Modell eingehen. Schwarz propagiert sogar eine komplette Modellierung zur Laufzeit, bei der von einem leeren Modell ausgegangen wird, welches dann sukzessive von den Anwendern entwickelt wird (Schwarz01, 11). Dieser Ansatz ist in dieser extremen Ausprägung eher Punkt 3 zuzuordnen.

²⁰¹ Im Prinzip ist dieser Ansatz der *run time* Flexibilität sehr ähnlich: Ob der Anwender einen bestehenden Prozess abwandelt oder erst neu spezifiziert (evtl. sogar mit Unterstützung des Systems, das Vorschläge macht) bleibt sich letztlich gleich. Der Unterschied liegt in der Frage, ob ein ständig verbessertes, detailliertes Prozessmodell entwickelt werden soll (*run time* Flexibilität) oder nicht (*run time* Konfiguration).

²⁰² Siehe (Wargitsch98a)

4.4.2.1 Modellierung des Prozesses

Das Grundelement des Prozessmodells ist ein *step* und beschreibt eine oder mehrere Tätigkeiten, die in einer Verantwortung liegen. Diese Verantwortung kann eine Person, eine Abteilung oder ein Unternehmen wahrnehmen, je nach dem ob es sich um einen inter-organisationalen Workflow, z. B. im Rahmen der VIK, oder um einen intra-organisationalen Workflow im Unternehmen oder um einen gruppeninternen Workflow handelt. Die Tätigkeiten, die zu einem *step* gehören, können vielfältiger Art sein:

- *Entscheidung* über den weiteren Ablauf entsprechend der modellierten Entscheidungsfreiheit
- *Festlegung* von Terminen zur weiteren Planung, beispielsweise Abgabeterminen, spätestes Ende, etc.
- *Ausfüllen* von Feldern, in denen Zahlen, Listeneinträge, Bewertungen, Texte und Kommentare stehen können
- *Erstellen* von Dokumenten (hier im wesentlichen Textdokumente und Tabellenkalkulationen)

Um das System möglichst einfach zu gestalten, werden mögliche Entscheidungen weitestgehend a priori modelliert. Deswegen folgen *steps* nicht direkt aufeinander, sondern werden mit *events* verbunden²⁰³. Ein *event* beschreibt das qualitative Ergebnis des *step*. Ein *event* kann demnach beispielsweise folgende Ausprägungen haben:

- *Weiter*: dies bezeichnet den normalen Ablauf
- *Abbruch*: der Prozess wird beendet
- *Ausnahme*: ein Sonderfall tritt ein
- *Wiederholen*: bestimmte Teile des Ablaufs müssen wiederholt werden

Aus diesen beiden Elementen (*step* und *event*) lassen sich komplexe und verzweigte Abläufe bilden. Abbildung 37 zeigt ein Beispiel für einen Prozess, der aus zehn *steps* und drei Arten von *events* besteht. Da sich die *events* nur durch die Ausprägung unterscheiden und ansonsten immer zwei *steps* gerichtet miteinander verbinden, ist die Darstellung mit unterschiedlichen Pfeilen am einfachsten und anschaulichsten.

²⁰³ Dies entspricht der Modellierung mit Hilfe von Ereignis-Prozessketten (EPK), einer weit verbreiteten Methode zur Modellierung von Geschäftsprozessen.

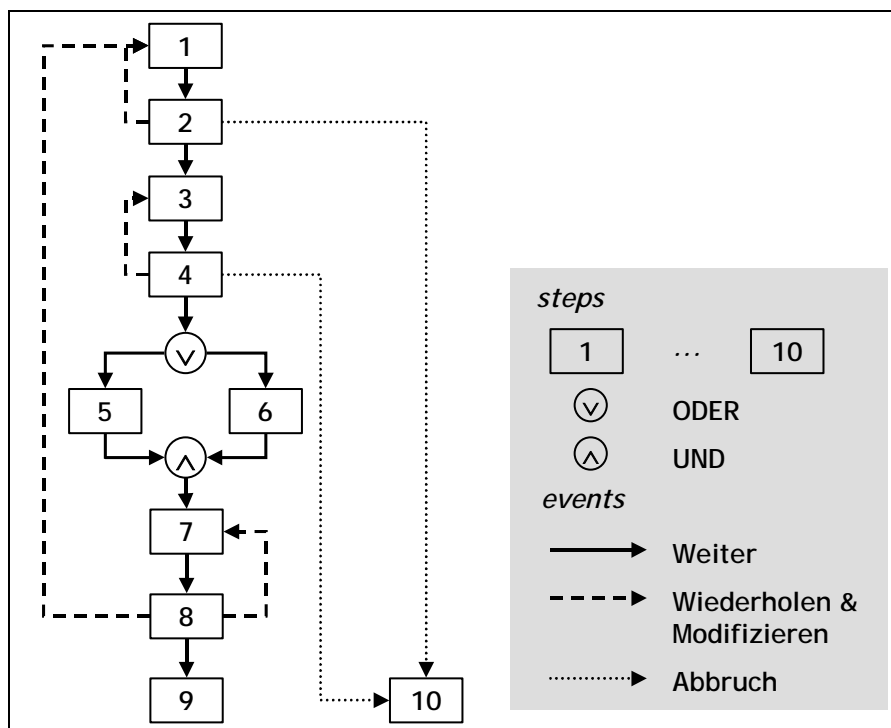


Abbildung 37: Beispiel für einen modellierten Prozess²⁰⁴

Für die Modellierung müssen bestimmte Regeln gelten, um die Konsistenz des Modells sicherzustellen. Diese werden im Folgenden anhand des Beispiels erläutert.

- Jeder Prozess hat einen Start, nämlich genau einen *step* (im Beispiel ist das *step* 1).
- Es gibt genau eine Art von *event*, die den normalen Ablauf beschreibt (im Beispiel ist das der *event* *Weiter*).
- Jeder Prozess hat einen oder mehrere Endpunkte. Diese sind ebenfalls *steps*, die sich dadurch auszeichnen, dass es keinen folgenden *event* gibt. Normalerweise gibt es einen *step* für das normale Ende des (im Beispiel *step* 9). Für einen Abbruch gibt es einen speziellen *event* sowie, aus formalen Gründen, den abschließenden *step* für Abbruch (im Beispiel *step* 10).
- Das Ergebnis eines *step* muss genau ein *event* sein. Allerdings können diesem *event* mehrere parallele *steps* folgen, sofern diese in unterschiedliche Äste verzweigen. Im Beispiel kann nach *step* 4 im Falle des *events* *Weiter* der *step* 5 oder der *step* 6 oder beide ausgewählt werden (nicht-exklusives *oder*). Nach *step* 8 darf dagegen im Falle des *event* *Wiederholen* nur *step* 7 oder (exklusives *oder*) *step* 1 ausgewählt werden, da *step* 1 und *step* 7 im selben Ast liegen und es zu einer doppelten Bearbeitung käme.

²⁰⁴ Nach (Fischer99b, 30), überarbeitet.

- Enden mehrere gleichartige *events* verschiedener Äste in einem *step*, so ist dieser erst dann freigegeben, wenn alle diese *events* eingetroffen sind. So ist im Beispiel der *step* 7 erst freigegeben, wenn *step* 5 und 6 beendet sind (aber auch nur falls beide ausgewählt wurden). Dagegen geht es nach *step* 8 und dem *event Wiederholen* bei *step* 1 gleich weiter, hier darf nicht auf das *Wiederholen* aus *step* 2 gewartet werden, weil *step* 2 und *step* 8 wiederum im gleichen Ast liegen und nicht gleichzeitig aktiv sein können.
- Bei Verzweigungen, die ein nicht-exklusives *oder* erlauben (zum Beispiel nach *step* 4), darf aus einem Ast heraus kein Abbruch erfolgen.

Diese Regeln bieten keine vollständige, überprüfbare Syntax²⁰⁵, sondern vielmehr Anhaltspunkte für eine erfolgreiche Modellierung. Letztendlich geht es darum, reale Prozesse möglichst gut nachzubilden und zu unterstützen, und nicht um einen mathematisch exakten Ausschluss eines theoretisch möglichen Ablauffehlers, der im Falle seines Auftretens einfach manuell behoben werden kann. So kann aufgrund der Modellierung eine Schleife zwischen *step* 1 und 2 entstehen. Hier ist eine Kommunikation der Anwender notwendig, um das offensichtliche Problem zu lösen.

Wie oben bereits erwähnt, ist die organisatorische Zuständigkeit das entscheidende Kriterium für die Detailliertheit des Modells. Im Sinne des Workflows ist jeder *step* einer *function* zugeordnet. Diese *function* ist für die Bearbeitung des *step* zuständig. Eine *function* kann dabei eine Unternehmen, eine Abteilung oder eine Stelle sein. Jeder *function* sind eine oder mehrere Anwender zugeordnet sein. Damit wird sichergestellt, dass ein Anwender auf allen Ebenen Aufgaben ausführen kann: im inter-organisationalen Ablauf als Repräsentant des Unternehmens, im gruppeninternen Ablauf entsprechend seiner Stelle.

Die vorgestellte Modellierungsmethode lässt sich sehr einfach hierarchisieren. Hinter jedem *step* eines Modells kann ein kompletter Prozess eines anderen Modells hinterlegt sein²⁰⁶. Bei der Modellierung muss lediglich sichergestellt sein, dass die Verantwortung des *step*, der hierarchisiert ist, mit der Verantwortung des ersten *step* des untergeordneten Modells übereinstimmt, wie in Abbildung 38 verdeutlicht ist.

²⁰⁵ Wie sie sich beispielsweise bei einer Modellierung mit Petrinetzen erstellen ließe (Vanderaalst99).

²⁰⁶ In diesem Fall wird von *nested* Prozessen gesprochen.

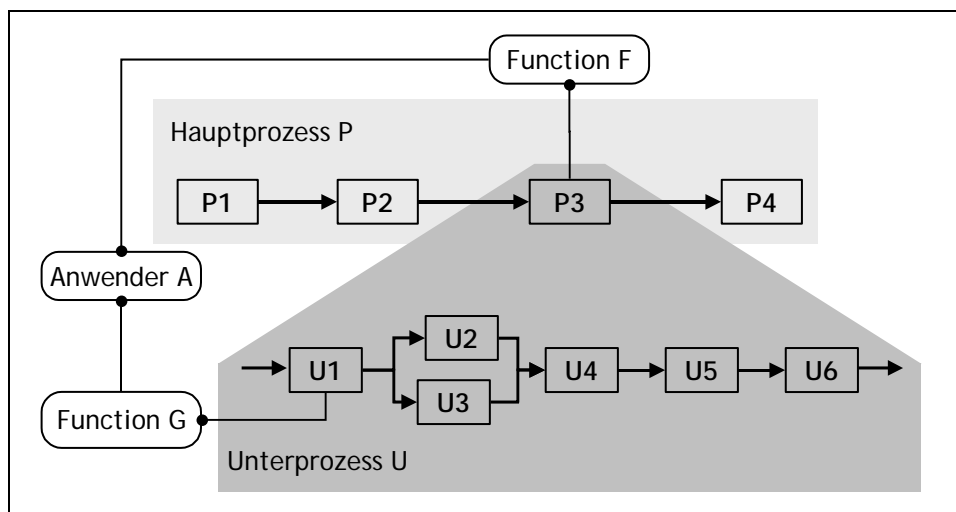


Abbildung 38: Beispiel für einen Prozess und einen Unterprozess

Der *step* P3 des Prozesses P besteht eventuell aus dem Unterprozess U. Dieser kann von Anwender A angestoßen werden, da er sowohl für *step* P3 als auch für *step* U1 zuständig ist, und er sowohl die *function* F als auch die *function* G wahrnimmt. Nach Beendigung des Unterprozesses U kann der Hauptprozess fortgesetzt.

4.4.2.2 Bereitstellung von Wissen

Beim Bearbeiten der modellierten Prozesse mit dem vorgestellten WFMS entstehen zwei Arten von Informationen bzw. Wissen²⁰⁷. Zum einen die Dokumentation der Ergebnisse der Tätigkeiten selbst. Diese können, wie bereits ausgeführt, in Form von Entscheidungen, Zahlen, ausgewählten Werten, Texten und Datumsangaben vorliegen und werden vom System automatisch gespeichert. Des Weiteren liegt Wissen über den Ablauf der Prozesse vor, Wissen dergestalt, wie lange die Bearbeitung der einzelnen *steps* dauerte, welche *events* sie auslösten und welche *steps* als nächste ausgewählt wurden. Dieses Wissen ist umso umfangreicher, je weniger feste Abläufe und je mehr Entscheidungsmöglichkeiten modelliert werden. Außerdem ist es umso umfangreicher, je weiter der Prozess fortgeschritten ist – dies trifft natürlich ebenso auf die Ergebnisse der Tätigkeiten zu. Dieses Wissen aus anderen Projekten kann bei einem laufenden Prozess nützlich sein, um in ähnlichen Situationen analog entscheiden zu können oder bereits gemachte Fehler nicht zu wiederholen.

Die letzte Anforderung an das System bezieht sich auf die Bereitstellung dieses Wissens aus bereits abgeschlossenen Prozessen. Aufgrund des fallartigen Charakters der Prozessinstanzen,

²⁰⁷ Auf eine ausführliche Diskussion der Abgrenzung von Wissen und Information wird hier verzichtet zugunsten des pragmatischen Ansatzes, dass Wissen an den Mensch gekoppelt ist und der explizierbare Teil davon als Information gespeichert werden kann. Aus dieser wird beim Verwenden durch den denselben oder einen anderen Mensch dann wieder Wissen.

die im Folgenden *project* genannt werden, bietet sich die CBR-Methodik an. Diese erfordert in ihrer ursprünglichen Form eine Trennung eines Falls in Problem und Lösung, um dann aufgrund ähnlicher Problemstellungen geeignete Lösungsvorschläge zu generieren. Dieser Ansatz führt hier zu Abgrenzungsschwierigkeiten: wie weit geht die Problembeschreibung und was ist die Lösung? Diese Fragestellung ist nicht neu und Gegenstand aktueller Forschung. So wird bei *Case Retrieval Nets* (CRN)²⁰⁸ nicht mehr von Problem und Lösung gesprochen, sondern darunter ein längerer Prozess der *case completion* verstanden, in dessen Verlauf der Fall komplettiert und damit letztendlich das Problem auch gelöst wird²⁰⁹. Ein Fall besteht nicht aus einer Reihe von Werten, sondern aus Zuordnungen zu *information entities* (IE), welche die Werte repräsentieren. Die Zuordnungen sind mit einer *relevance* Funktion bewertet. Damit kann zum Ausdruck gebracht werden, dass ein bestimmter Wert zwar zu einem Fall gehört, aber unbedeutend (*relevance* = 0) oder sogar abträglich (*relevance* < 0) ist²¹⁰. Die IE selbst sind mit einer Ähnlichkeitsfunktion verbunden. Bei einer Anfrage werden nun die entsprechenden, bekannten IE und weitere, ähnliche aktiviert. Schließlich werden die Fälle präsentiert, die eine hohe *relevance* zu den aktivierten IE aufweisen. Der Name CRN und die Beschreibung des Ablaufs machen deutlich, dass solche CRN am besten in Neuronalen Netzen abgebildet werden, da hier der Prozess der sukzessiven Aktivierung von Knoten mittels der Neuronalen Netzen eigenen Methoden einfach umgesetzt werden kann. Aus technischen und praktischen Gründen kam eine Umsetzung in einem Neuronalen Netz nicht in Frage, das zu konzipierende CBR-System soll aber die Gedanken der CRN und der anderen Ansätze zu unvollständigen Fällen, die im Rahmen eines *project* vervollständigt werden²¹¹, aufgreifen.

4.4.2.3 Methode des Case-Based Workflow

An jedem Punkt des Prozesses müssen Aufgaben erledigt oder Entscheidungen getroffen werden oder beides. Zur Beschreibung einer *query*, also des Problems nach klassischer CBR-

²⁰⁸ Siehe beispielsweise für eine erste Einführung (Burkhard98) und (Lenz98a, 68ff).

²⁰⁹ Dieser Ansatz ist verwandt mit dem von (Minor00), siehe auch Fußnote 122.

²¹⁰ Dies bedeutet, dass in einem Fall eine Lösung erfolgreich war, *obwohl* der Fall mit dieser IE verknüpft ist. Siehe dazu auch Fußnote 93.

²¹¹ Dazu zählen auch die mehrstufige Problemlösung mit einer Zustandsvariablen (Reiser94) und der Ansatz, ein hierarchisches zerlegbares Problem durch das sukzessive, rekursive Lösen von Teilproblemen mittels CBR zu lösen (Stahl00).

Theorie, wird alles, was bisher in diesem *project* geschah, herangezogen. Diese *query* wird dann mit den vorhandenen Fällen verglichen²¹².

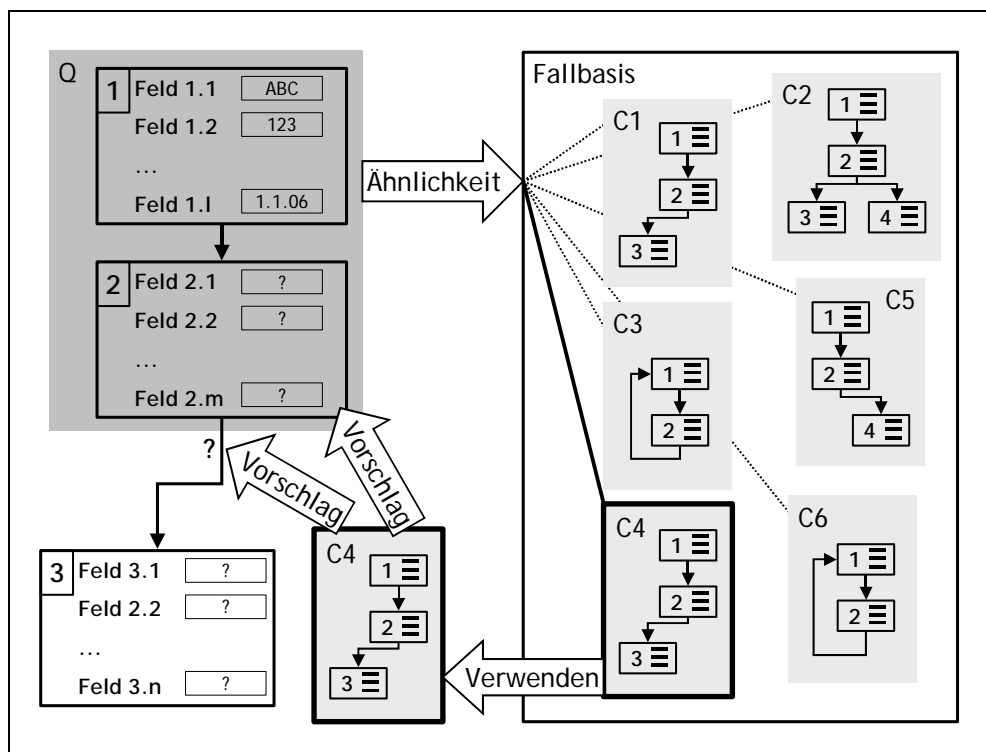


Abbildung 39: Schematische Darstellung des Case-Based Workflow (Verwendung des ähnlichsten Falles C4)

Als Problembeschreibung der Fälle gilt dabei der Teil des abgearbeiteten *project*, der auch in der aktuellen *query* bereits bearbeitet wurde. Abbildung 39 verdeutlicht das Prinzip an einem Beispiel. Im aktuellen *project* wurde bisher nur *step* 1 bearbeitet. Die *query* besteht damit nur aus den Informationen aus diesem *step*, nämlich der Durchlaufzeit und den erarbeiteten Ergebnissen, die in den Feldern stehen. Mit dieser *query* wird nun in der Fallbasis nach ähnlichen Fällen gesucht. Die Ähnlichkeit setzt sich aus einer inhaltlichen Ähnlichkeit, die sich über den Inhalt der Felder ergibt, und einer strukturellen Ähnlichkeit, die sich aus dem bisherigen Ablauf (Durchlaufzeiten, Entscheidungen) ergibt. Aufgrund einer Kombination dieser beiden Ähnlichkeiten werden ein oder mehrere Fälle ausgewählt, im Beispiel ist dies der *case* C4. In *step* 2 sind nun die entsprechenden Aufgaben zu bearbeiten und die Felder zu füllen, und außerdem muss über den *event* sowie die nachfolgenden *steps* entschieden werden. Dazu werden aus den gefundenen Fällen Vorschläge generiert, sowohl was den Inhalt der Felder betrifft als auch die Entscheidung über den weiteren Ablauf. Im Beispiel wird aufgrund von C4 vorgeschlagen, zu *step* 3 weiter zu gehen. Alternativ könnte auch zu *step* 4 verzweigt

²¹² Eine erste Skizze des Ansatzes ist in (Fischer99b) beschrieben.

werden (wie in *case C5* geschehen) oder zu *step 3* und *4* (wie in *C2*), oder aber zurück zu *step 1* (wie in *C1* und *C3*).

Schreitet der Prozess voran, so ändern sich die Definitionen von *query* und *case* entsprechend, beide werden umfangreicher, weil sowohl Inhalt als auch Struktur bis zum aktuellen *step* berücksichtigt werden.

4.4.2.4 Qualitative Entscheidungsunterstützung

Eine Entscheidungsunterstützung (nicht die Ähnlichkeit), insbesondere über den weiteren Ablauf, muss sich an inhaltlichen Kriterien orientieren. Die wichtigste Aussage ist die, ob ein *project* erfolgreich war oder abgebrochen wurde. Denkbar sind auch Zwischenstufen im Sinne einer nachträglichen Bewertung des *project*. Dies hängt natürlich von der Art der Projekte und der Tätigkeiten ab. Bei beiden beschriebenen Prozessen, vgl. Abbildung 34 und Abbildung 35, ist eine solche Bewertung ist, zusammen mit der Information ob der Prozess abgebrochen wurde oder nicht, wichtig und muss deshalb bei der Generierung von Vorschlägen eine Rolle spielen. Daraus ergeben sich einige Anforderungen an die *retrieval* und *reuse* Phase des CBR-Prozesses, die im Folgenden anhand des Genehmigungsprozesses bei Klopman aus Abbildung 35 diskutiert werden. Dieser Prozess beschreibt die Genehmigung und Evaluierung eines Entwicklungs-idee, wie sie entweder aus einem kooperativen Projekt oder aber direkt vom Markt oder von einzelnen Kunden an das Unternehmen herangetragen wird. Neben der Unterstützung der Tätigkeiten kann das CBR-System auch zu Abschätzung des Erfolgs eines Projektes eingesetzt werden. Dies kann insbesondere in einer frühen Phase von Vorteil sein, um unnütze Arbeit zu vermeiden²¹³. Diese Abschätzung soll aber aus psychologischen Gründen nicht explizit erfolgen²¹⁴. Deswegen ist es wichtig, dass beim *retrieval* die Fälle nicht nur nach der Ähnlichkeit sondern auch nach ihrem späteren Erfolg sortiert werden; es müssen getrennt die ähnlichsten erfolgreichen und die ähnlichsten abgebrochenen ermittelt werden. Nur so kann eine mögliche implizite Verknüpfung der Informationen zu einem Fall mit dessen Erfolg entdeckt und genutzt werden²¹⁵, dem

²¹³ Im Extremfall könnte ein nicht erfolgreiches Projekt mit exakt den gleichen Spezifikationen noch einmal evaluiert werden. Aufgrund der hohen Ähnlichkeit (Identität) fände das CBR-System dieses Vorgängerprojekt und würde zum Abbruch raten.

²¹⁴ Das System soll Entscheidungen unterstützen und nicht übernehmen, deswegen ist eine Prognosefunktion nicht vorgesehen.

²¹⁵ So kann beispielsweise ermittelt werden, dass zu enge Terminbegrenzungen bei bestimmten Produktklassen häufig zu einem Abbruch führen.

Anwender werden dann beide Gruppen mit den Werten und Entscheidungen getrennt präsentiert.

Schließlich bleibt zu prüfen, ob auch noch nicht abgeschlossene Fälle verwendet werden sollen²¹⁶. Diese können nützlich bei sachlichen Zusammenhängen²¹⁷ sein, ohne eine Information über ihren Erfolg sind diese aber nur bedingt aussagefähig. Aus diesem Grund werden diese Fälle dem Anwender in einer dritten Gruppe präsentiert.

4.4.3 Technologische Umsetzung der Projektdurchführung

Um mit einer anpassbaren, prototypischen Lösung ohne größere Softwareinstallation Erfahrungen zu sammeln und um insbesondere das CBR-System optimal einbinden zu können, wurde ein einfaches, internetbasiertes WFMS entwickelt, das auf einer Datenbank basiert. Der Anwender kommuniziert mittels eines Standardbrowsers mit dem System, optional kann die Anbindung an einen E-Mail-Server hinzukommen. Angesichts der Art der Tätigkeiten ist die Anbindung von weiteren Anwendungen zur Bearbeitung von Aufgaben im Workflow nicht vorgesehen, der Anwender trägt die Ergebnisse der Tätigkeit direkt in den Browser ein oder legt Dateien an einem bestimmten Platz ab. Die CBR-Komponente ist vollständig in das WFMS integriert.

4.4.3.1 Workflow-Management-System (WFMS)

Die Struktur der Workflows ergibt sich aus den Modellen, die mit oben beschriebener Methode entwickelt werden. Als Modellierungswerkzeug kommen die gängigen Geschäftsprozessmodellierungswerkzeuge²¹⁸ in Frage, es reichen aber auch Visualisierungswerkzeuge²¹⁹. Anschließend wird das Modell in der Datenbank umgesetzt. Abbildung 40 zeigt die Umsetzung der Prozesslogik und der Protokollierung der Ergebnisse und der Abläufe, Abbildung 41 zeigt die Umsetzung des Berechtigungskonzeptes und der Projekte. Beide Abbildungen gehören zusammen und verweisen aufeinander.

²¹⁶ Diese sollten zumindest so weit fortgeschritten sein wie die *query* selbst.

²¹⁷ Solch ein Zusammenhang kann beispielsweise darin bestehen, dass die notwendige Länge der Teststücke bei bestimmten Produktklassen oft unterschätzt wird und nachproduziert werden muss. Er ist unabhängig vom späteren Erfolg.

²¹⁸ Beispielsweise ARIS® (URL_Scheer), ADONIS® (URL_BOC), AENEIS® (URL_ATOSS)

²¹⁹ Wie MS Visio® oder MS Powerpoint®.

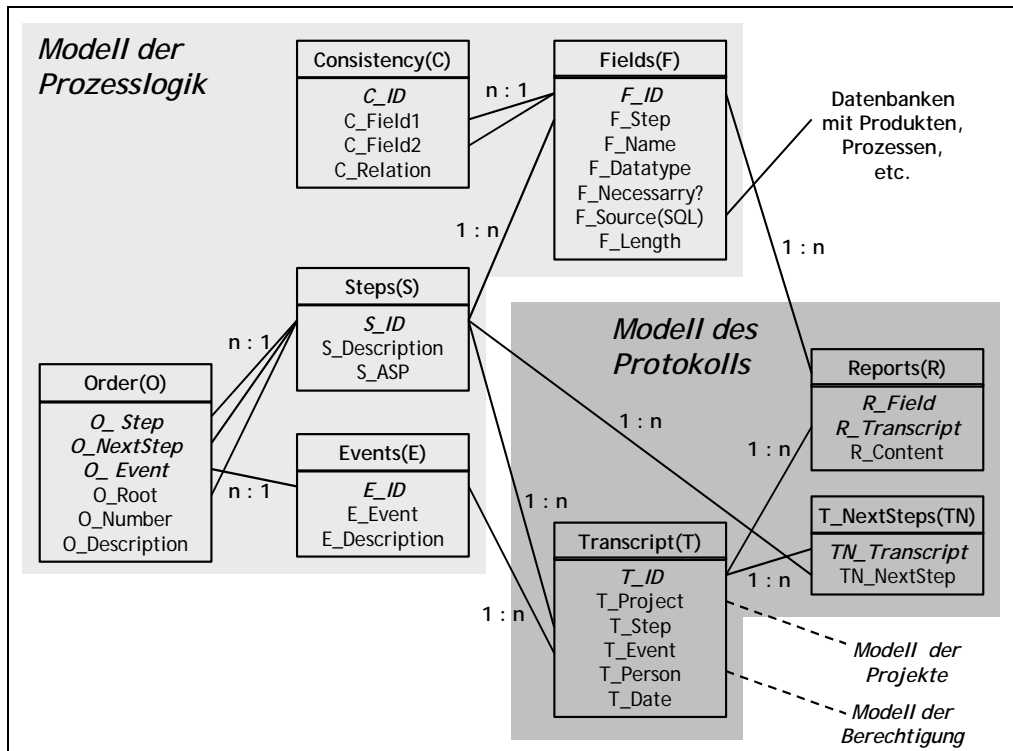


Abbildung 40: Modell des Prozesses und des Protokolls als Datenbankschema

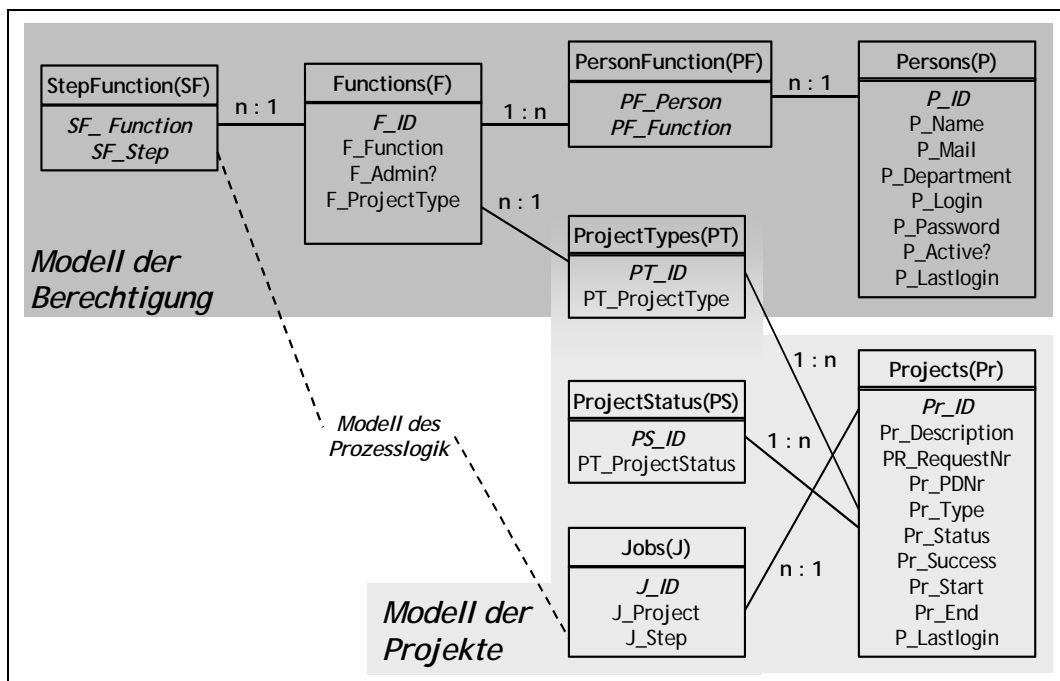


Abbildung 41: Modell der Projekte, Personen und Funktionen im WFMS als Datenbankschema

Zur Darstellung der Prozesslogik in Abbildung 40 genügen drei Tabellen: Eine Tabelle enthält alle *steps*, die zweite alle *events*, und in der dritten sind alle erlaubten Abfolgen von *step*, *event* und resultierendem *step* hinterlegt. Um die in Abschnitt Abbildung 41 geforderten Konsistenzprüfungen durchführen zu können, ist es außerdem notwendig, bei Vereinigungen die Wurzel der Verzweigung (das Feld *O_Root*) anzugeben. Im Beispiel in Abbildung 35

wäre die Wurzel der Vereinigung bei *step* 10 der *step* 3. Mit diesen Angaben wird dann mittels rekursiver Funktionen geprüft, ob die vom Anwender getroffenen Entscheidungen zu Inkonsistenzen führen, falls ja wird die Entscheidung nicht akzeptiert und der Anwender erhält eine detaillierte Warnmeldung. Das zweite Element des Prozessmodells betrifft die Ergebnisse der *steps*. Diese werden in entsprechenden Datenfeldern gespeichert. Die Tabelle *Fields(F)* spezifiziert, zu welchem *step* welche Datenfelder gehören und welcher Art (numerisch, Text, Datum, Auswahlliste) diese sind. Außerdem wird vermerkt, ob eine Eingabe erforderlich ist und wie viele Zeichen lang diese sein kann. Bei Feldern, die auf Auswahllisten und externe Datenbanken verweisen, ist die Quelle der Daten als SQL Ausdruck hinterlegt. Schließlich können in der Tabelle noch Abhängigkeiten zwischen den Daten definiert werden. Dazu können in der Tabelle *Consistency(C)* Relationen zwischen zwei Feldern angelegt werden. So muss beispielsweise ein Zwischentermin innerhalb des Projekts vor dem Endtermin des Projekts liegen. Auch hier erhält der Anwender bei fehlerhafter Eingabe entsprechende Meldungen.

Alle Aktivitäten der Anwender werden im Protokollmodell entsprechend Abbildung 40 gespeichert. Diese Informationen umfassen Zeitpunkt und Person, die einen *step* in einem bestimmten Projekt bearbeitet, die Auswahl eines *event* und der nachfolgenden *step* sowie den Inhalt der Felder.

In Abbildung 41 ist das Modell der Berechtigung dargestellt, wie es bereits in Abschnitt 4.4.2.1 beschrieben wurde. Die *function*, welche die Berechtigung für einen *step* regelt, kann durch die Zuordnung zu Projekttypen weiter spezifiziert werden. So kann es Mitarbeiter geben, die nur bestimmte Arten von Projekten initiieren dürfen.

Schließlich ist in Abbildung 41 noch die Umsetzung der Prozessinstanzen, der *projects*, dargestellt. Jedes Projekt hat einen Starttermin, gehört zu einem Typ und hat einen Status. Wenn dieser auf *beendet* wechselt, hat das Projekt außerdem einen Endtermin, und sein Erfolg wird bewertet. Dies ist im Moment nur binär realisiert: Abbruch ja oder nein. Weiterhin hat ein Projekt bestimmte Attribute (Beschreibung, interne Projektnummer), die im Lauf des Prozesses automatisch aus dafür definierten Feldern übernommen werden²²⁰. Zu jedem laufenden Projekt gehört eine Liste der nächsten zu bearbeitenden *steps*. Diese sind in der Tabelle *Jobs(J)* abgelegt, welche in Verbindung mit der Prozesslogik erstellt wird. Aus dieser Tabelle werden dem Anwender dann die für ihn relevanten Aufgaben

²²⁰ So wird die aus der Beschreibung der Spezifikation in *step* 1 später die Beschreibung des Projektes.

zusammengestellt, er wird entweder per E-Mail oder mittels einer Meldung beim Anmelden an das System davon in Kenntnis gesetzt.

4.4.3.2 Case-Based Reasoning (CBR) Unterstützung

Eine *query* besteht aus allem, was im aktuellen Projekt bis dato geschehen ist. Dies sind die ausgefüllten Felder der bearbeiteten *steps* und Informationen über den Ablauf. Diese *query* muss mit den Fällen (*cases*) verglichen werden. Zunächst wird die inhaltliche Ähnlichkeit beschrieben, die sich aus dem Inhalt der Felder ergibt.

Inhaltliche Ähnlichkeit

Zuerst muss dynamisch festgelegt werden, welche Felder für die Ähnlichkeitsfunktion herangezogen werden. Dies sind all diejenigen, die in *query* und *case* ausgefüllt wurden²²¹. Hier ist zu beachten, dass im Rahmen der *events Wiederholen* und *Modifizieren* diese Felder verändert werden können. Es muss deshalb sichergestellt sein, dass nur die aktuellen Inhalte der letztmaligen Bearbeitung verwendet werden²²². Die gesamte inhaltliche Ähnlichkeit ergibt sich als gewichtete Summe der lokalen Ähnlichkeiten der Felder analog Formel 4. Die Gewichte sind dabei für jedes Feld festgelegt, durch die variable Bezugsmenge ergibt sich daraus aber ein variables absolutes Gewicht²²³. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, die relativen Gewichte in Abhängigkeit vom Projektfortschritt zu ändern²²⁴. Dieser Ansatz ist flexibler als ein hierarchischer Ansatz, der aus den Feldern eines *step* erst die Ähnlichkeit des *step* berechnet und aus diesen Ähnlichkeiten dann die Gesamtähnlichkeit bestimmt.

Für numerische Felder und Auswahllisten gelten lokale Ähnlichkeitsmaße entsprechend Abschnitt 4.2.3., Formel 1 und Formel 2. Zur Bestimmung der lokalen Ähnlichkeiten, beispielsweise zwischen Produktkategorien, Produkteigenschaften, und bestimmten Prozessparametern kommen Tabellen analog Tabelle 2 zum Einsatz. Deren Erstellung erfordert viel Fachwissen. Felder, welche die Auswahl mehrerer Werte aus einer Liste

²²¹ Da bei jedem Feld festgelegt werden kann, ob es ein Pflichtfeld ist, sind nicht immer alle Felder ausgefüllt. Dies entspricht dem Wert *unknown*, vergleiche den Abschnitt zur Ähnlichkeitsfunktion.

²²² Dabei wird ein Feld, das im ersten Durchgang ausgefüllt und im zweiten nicht ausgefüllt wurde, nicht berücksichtigt.

²²³ Zwar bleibt bei einem festen Gewicht die Bedeutung eines Feldes relativ zu einem anderen konstant, die absolute Bedeutung ändert sich aber mit der Summe der betrachteten Felder.

²²⁴ So kann ein Feld nur in der ersten Phase des Ablaufs relevant sein, deswegen kann sein Gewicht bei Erreichen eines bestimmten *step* reduziert werden. Damit ist eine variable, aber vorab festgelegte Gewichtung realisiert, siehe dazu auch (Howe97).

erlauben, sind im Workflow nicht vorgesehen und erfordern deshalb keine Ähnlichkeitsfunktion wie beispielsweise in Formel 3 beschrieben.

Bei einem WFMS zur kooperativen Produktentwicklung oder zur Genehmigung von Entwicklungsprojekten spielen Termine eine wichtige Rolle. Einige der Felder sind demnach Datumsfelder, die sich auf den Endtermin des Projekts oder auf einzelne Zwischenergebnisse beziehen. Hier sind bei der Ähnlichkeit zwei Aspekte zu berücksichtigen: Zum einen, wie viel Zeit absolut bis zum Erreichen des geplanten Ergebnisses eingeplant wird, zum anderen welchen Anteil der projektierten Gesamtlaufzeit dies darstellt²²⁵. Die Ähnlichkeit für den Termin eines Zwischenergebnisses Z innerhalb der Zeitspanne bis zu einem Endtermin E (beide gemessen in Tagen ab der Festlegung) wird deshalb wie folgt definiert²²⁶:

$$sim_{Zwischen} = \frac{\min(Z_q, Z_c)}{\max(Z_q, Z_c)} * \frac{\min\left(\frac{Z_q}{E_q}, \frac{Z_c}{E_c}\right)}{\max\left(\frac{Z_q}{E_q}, \frac{Z_c}{E_c}\right)}$$

Formel 5: Formel zur Bestimmung der Ähnlichkeit von Zwischenterminen

Damit ergibt sich beispielsweise für einen Zwischentermin nach 8 Tagen in einem 30 Tage Projekt eine Ähnlichkeit von 0,75 zu einem Zwischentermin von 10 Tagen in einem Projekt von 40 Tagen.

Strukturelle Ähnlichkeit

Zur Bestimmung der strukturellen Ähnlichkeit stehen die Daten der Protokolldatenbank zur Verfügung. Dabei ergibt sich die Frage nach der Ähnlichkeit von Graphen. Abbildung 42 zeigt beispielhaft den bisherigen Ablauf einer *query*²²⁷ und den eines *case*. Da die *query* bei *step 7* endet, wird vom *case*, der ja schon beendet sein kann, auch nur der Teil bis *step 7* verwendet²²⁸.

²²⁵ So ist das Wertepaar [40 Tagen Laufzeit, 10 Tage Evaluierung] ähnlicher zu [80 Tage Laufzeit, 20 Tage Evaluierung] als zu [100 Tage Laufzeit, 10 Tage Evaluierung]

²²⁶ Diese Definition war für den prototypischen Einsatz bei Terminen von 5-30 Tagen in Projekten von 20-150 Tagen ausreichend. Exakterweise müssten noch Wochenenden und Feiertage berücksichtigt werden, zumindest bei kurzen Terminvorgaben. Außerdem wird vorausgesetzt, dass alle Werte von Null verschieden sind.

²²⁷ Beim Rücksprung von *step 2* auf *step 1* wurde der *event* Wiederholen gewählt.

²²⁸ Ein Problem ergibt sich bei Fällen, in denen zu einem späteren Zeitpunkt (z. B. nach *step 10*) noch einmal zu einem frühen *step* zurückgesprungen wird. Von dieser zusätzlichen Komplexität soll hier abgesehen werden, zumal über die *content similarity* zumindest die nach dem Rücksprung veränderten Felder berücksichtigt werden.

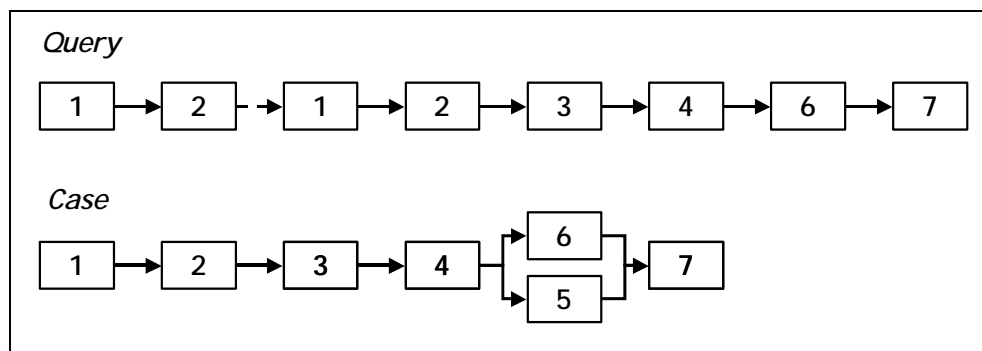


Abbildung 42: Beispiel zur Ähnlichkeit von Graphen

Aus der Graphentheorie bieten sich zwei relative einfache, verwandte Verfahren zur Berechnung der Ähnlichkeit an²²⁹. Das erste bestimmt den größten gemeinsamen Teilgraph und berechnet die Ähnlichkeit über den jeweiligen Abstand²³⁰ von diesem Teilgraph. Im Beispiel ist der größte gemeinsame Teilgraph die Abfolge 1 – 2 – 3 – 4 – 6 – 7. Die *query* hat dazu eine Ähnlichkeit von 0,75²³¹, der *case* von 0,86²³². Daraus ergibt sich multiplikativ eine Ähnlichkeit von 0,645²³³.

Der zweite Ansatz berechnet die minimale Anzahl von Basistransformationen, die notwendig sind, den einen Graph in den anderen zu überführen. Je mehr solcher Operationen, bezogen auf die Größe der Graphen, notwendig sind, desto unähnlicher werden sie sich. Im Beispiel sind 3 Operationen notwendig, um von der *query* zum *case* zu kommen²³⁴: Löschen der beiden ersten *steps* 1 und 2 und Hinzufügen des *step* 5. Bezogen auf 8 *steps* insgesamt in der *query* ergibt sich eine Ähnlichkeit von $(8 \text{ steps} - 3 \text{ Transformationen}) / (8 \text{ steps}) = 0,625$

Zusätzlich kann bei beiden Ansätzen noch die Durchlaufzeit (DLZ) berücksichtigt werden. Hierzu werden die jeweiligen Bearbeitungszeiten in *query* und *case* zueinander in Beziehung

²²⁹ Siehe dazu (Börner93), (Bunke93), (Bartsch-Spoerl94), (Börner96), (Sanders97), (Börner98) und (Praehofer99). Bei (Coello99) findet sich eine Theorie zur Ähnlichkeit von abgeschlossenen, hierarchischen Plänen, die aber schlecht auf das vorliegende Problem übertragbar ist.

²³⁰ Der Abstand kann beispielsweise über die Menge der Elemente des Teilgraphen im Verhältnis zur Anzahl der Elemente im Ursprungsgraph bestimmt werden.

²³¹ Sechs gemeinsame Elemente im Teilgraph geteilt durch die acht Elemente der *query*.

²³² Sechs gemeinsame Elemente geteilt durch die sieben Elemente des *case*.

²³³ Eine Mittelung der Ähnlichkeiten oder das Maximum der beiden wäre auch zulässig, da die Teilähnlichkeiten in $[0,1]$ liegen und damit die Gesamtähnlichkeit weiter in $[0,1]$ bleibt. Eine multiplikative Verknüpfung ist im Sinne von CBR besser, da sie insbesondere bei relativ hohen Einzelähnlichkeiten noch trennscharf ist.

²³⁴ Genauso gut könnte man das Hinzufügen oder Löschen der Verbindungen zwischen den *steps* mitzählen, in der Relation ergeben sich danach nur marginale Veränderungen.

gesetzt²³⁵, entsprechend vorgegebener Gewichte bewertet und aufsummiert. Dabei ist zu beachten, dass bei mehrfachen Durchlaufens eines *step* nur die jeweils erste DLZ zählt, wenn im Vergleichsfall nur einmal durchlaufen wurde.

Beide Ansätze haben allerdings Nachteile. Zum einen berücksichtigen sie die zeitliche Abhängigkeit, z. B. dass in der *query* die *steps* 1 und 2 wiederholt wurden, nicht, genauso wenig wie den abweichenden *event*, der zu dieser Wiederholung führte. Zum anderen sind beide Algorithmen relativ aufwändig zu implementieren und benötigen bei entsprechender Graphengröße und Fallbasis viel Rechenzeit²³⁶. Aus diesen Gründen wurde eine Heuristik implementiert, welche die Entscheidungen und damit die durchlaufenen *steps* als Attribute modelliert, auf Grund derer dann einfach eine Ähnlichkeit ermittelt werden kann. Das Verfahren ist an einem Beispiel in Tabelle 7 dargestellt, in der auch die Ähnlichkeit aufgrund der DLZ berücksichtigt ist. Der Algorithmus läuft schrittweise ab: Pro *step* werden Ähnlichkeitspunkte entsprechen der Gewichte für die DLZ (G_{DLZ}) und für die Entscheidungen (G_{event}) getroffen. Letztere schließen auch die gewählten weiteren *steps* ein. Für die DLZ wurde ein konstantes Gewicht von zwei gewählt, für Entscheidungen ein Gewicht von vier wenn nur ein nächster *step* zulässig ist und von sechs bei mehreren möglichen nächsten *steps*.

²³⁵ In dem der kleinere Wert durch den größeren dividiert wird, vgl. Formel 5. So ist eine DLZ von fünf Tagen mit 0,8 ähnlich zu einer von vier Tagen.

²³⁶ Zumindest der Algorithmus des größten gemeinsamen Teilgraphs ist Np-vollständig (Bunke93), (Knauff94, 102)

Query		Case		Gewichte		Ähnlichkeit		Summe	
Step	DLZ	Step	DLZ	G_{DLZ}	G_{event}	sim_{DLZ}	sim_{event}	Σ_{sim}	Σ_G
<i>Event, nächster step</i>		<i>Event, nächster step</i>							
1	5	1	4	2	0	$2 \cdot 0,8$	0	1,6	2
<i>event: Weiter, step 2</i>		<i>event: Weiter, step 2</i>		Im Folgenden sind dann <i>events</i> angegeben, wenn es mehrere Möglichkeiten gibt. Ansonsten ist $G_{event} = 0$					
2	2	2	2	2	4	$2 \cdot 1$	0	3,6	8
<i>event: Wiederholen, step 1</i>		<i>event: Weiter, step 3</i>		Da in der <i>query</i> <i>step</i> 1 und 2 noch mal durchlaufen werden, zählen im Folgenden die DLZ nicht ²³⁷ .					
1	3	1	4	2	0	-	0	3,6	8
2	1	2	2	2	4	-	4	7,6	12
<i>event: Weiter, step 3</i>		<i>event: Weiter, step 3</i>		Die Durchlaufzeiten bei der Wiederholung bleiben unberücksichtigt, nicht aber die neue Entscheidung.					
3	2	3	2	2	0	$2 \cdot 0,5$	0	8,6	14
4	5	4	5	2	6	$2 \cdot 1$	$3 + 3 \cdot 0,5$	15,1	22
<i>event: Weiter, 6</i>		<i>event: Weiter, steps 5 + 6</i>		Bei mehreren <i>next steps</i> teilt sich G_{event} im Verhältnis 1:1 auf: 50% für <i>event</i> (hier: 1), 50% für <i>next steps</i> (hier: $sim(\{5,6\},\{6\})=0,5$)					
		5	2	2	0	0	0	15,1	22
6	2	6	2	2	0	$2 \cdot 1$	0	17,1	24
7	1	7	2	2	0	$2 \cdot 0,5$	0	18,1	26
Gesamt						9,6/12	8,5/14	18,1/26	
						=0,8	=0,61	=0,70	

Tabelle 7: Beispiel zur sukzessiven Berechnung der Ähnlichkeit von *query* und *case*

Für das Beispiel ergibt sich damit eine Ähnlichkeit aufgrund der Struktur von 0,61, für die (in den beiden anderen skizzierten Algorithmen nicht berücksichtigte) Durchlaufzeit eine Ähnlichkeit von 0,8 und damit eine strukturelle Gesamtähnlichkeit von 0,7. Das vorgestellte Konzept hat gegenüber beiden anderen, an Graphen orientierten Konzepten (GoK), folgende Vorteile:

- Zur Berechnung der Ähnlichkeit werden nur die Teile der Graphen herangezogen, die sich unterscheiden können (lange Kette von *steps*, nach denen nur je ein *event* und keine Verzweigung möglich ist, führen bei den GoK zu hohen Ähnlichkeiten).
- Die Tatsache, dass die Graphen eine Zeitachse haben und dass manche *steps* wiederholt durchlaufen werden, wird mit den GoK weniger gut erfasst.
- Die Möglichkeit unterschiedlicher Gewichtung einzelner Entscheidungspunkte ist bei GoK nicht gegeben²³⁸.

²³⁷ Dabei wird angenommen, dass die wiederholte Bearbeitung nur eine Modifikation ist, deshalb schneller geht und daher nicht vergleichbar ist.

- Die Rechenzeit ist geringer als bei den GoK²³⁹.

Aus diesen Gründen wurde der vorgestellte Ansatz in die CBR-Komponente zur Bestimmung der strukturellen Ähnlichkeit verwendet.

4.4.3.3 Anwendungsprojekt

Die Implementierung des WFMS erfolgte als skriptbasierte Webanwendung auf einem Server, der auf die Datenbanken entsprechend Abbildung 40 und Abbildung 41 zugreift. Je nach Einsatz innerhalb eines Unternehmens oder für Projekte in der VIK ist der Zugriff via Internet frei geschaltet oder nicht²⁴⁰. Abbildung 43 zeigt schematisch die einzelnen Seiten der Anwendung und deren logische Verknüpfung, wobei nicht alle Navigationshilfen und Rücksprünge zum Start eingezeichnet sind.

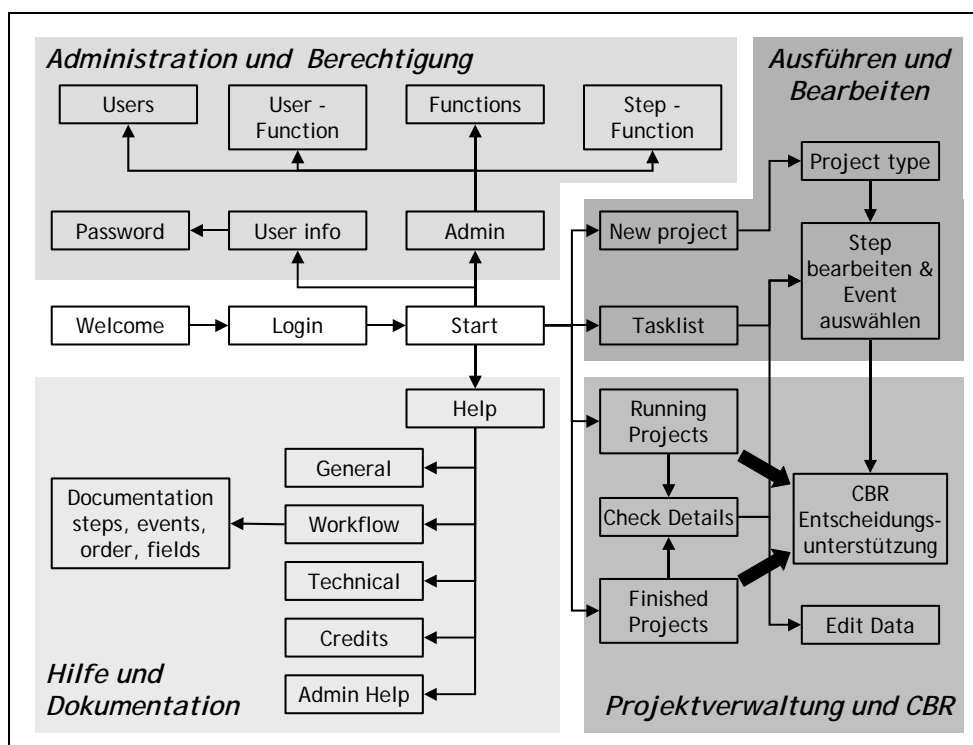


Abbildung 43: Navigation zwischen einzelnen Bereichen und Bildschirmen im WFMS

Große Teile der Administration können mit den speziell zugänglichen Seiten erledigt werden, lediglich für Anpassungen des sich im Experimentierstadium befindliche CBR-Systems ist ein

²³⁸ Dieser Freiheitsgrad wirkt sich, wie alle Freiheitsgrade, nur dann positiv aus, wenn die Gewichte sinnvoll gewählt werden.

²³⁹ Dies wird nicht theoretisch nachgewiesen, sondern wurde empirisch für die vorhandenen Modelle mit 15-25 steps ermittelt.

²⁴⁰ Auch beim intra-organisationalen Projekten kann der Zugriff von mehreren Standorten via Internet oder Extranet hilfreich sein.

direkter Zugriff auf Datenbanken und Skripte notwendig. Im Folgenden sind die vier Bereiche kurz erläutert:

- **Hilfe und Dokumentation:**
Der Anwender kann sich mit dem System und dem Ablauf des aktuellen Prozesses (*steps*, *events*, Felder) vertraut machen. Die Dokumentation wird dynamisch aus der Datenbank aufgebaut.
- **Administration und Berechtigung:**
Hier findet sich die Benutzerverwaltung und die Zuordnung zu den *functions* und *steps*.
- **Ausführen und Bearbeiten:**
Hier bearbeiten die Anwender die ihnen zugewiesenen Aufgaben und legen neue Projekte an. Bei Bedarf können sie mittels der CBR-Komponente auf die bisherigen Projekte zugreifen.
- **Projektverwaltung und CBR:**
Hier können die laufenden und abgeschlossenen Projekte analysiert werden. Um dem ad hoc Charakter der Prozesse gerecht zu werden, besteht hier die Möglichkeit für die Anwender, die von ihnen bearbeiteten *steps* zu verändern. Diese Veränderung kann auf zwei Stufen erfolgen, entweder werden nur nachträglich die Inhalte der Felder ergänzt oder erweitert. Falls sich daraus eine Veränderung ergibt, kann ein Projekt (auch ein abgeschlossenes) wieder in den vorherigen Stand gebracht werden, indem die Bearbeitung der nachfolgenden *steps* unwirksam gemacht wird²⁴¹. Die CBR-Komponente, die auf Wunsch vom Anwender zur Entscheidungsunterstützung herangezogen werden kann, wertet nach dem im vorherigen Kapitel beschriebenen Algorithmus laufende und abgeschlossene Fälle aus.

Abbildung 44 zeigt den Bildschirm zur Bearbeitung eines *step*. Ganz oben ist die Navigationsleiste, danach kommen die allgemeinen Daten zum Projekt. Anschließend folgt die Auswahl des *event* und der nächsten *steps*. Diese Eingabe ist obligatorisch, ebenso wie die übrigen, entsprechend markierten. Mit der Taste *Get CBR Support* wird die CBR-Komponente aktiviert, *Send Data* beendet die Bearbeitung. Dies startet die Konsistenzprüfungen. Wenn alle Daten in Ordnung sind werden sie in die Datenbank geschrieben. Das Skript zur Bearbeitung hakt diesen *step* als beendet ab, löscht den dazugehörigen *job* und schaut im Prozessmodell, ob die Bedingungen (im Falle der

²⁴¹ Diese Daten werden dann gelöscht, weil sie aufgrund der veränderten Sachlage obsolet sind und ein Projekttagbuch im Sinne einer Versionisierung an dieser Stelle nicht als notwendig erachtet wurde.

Vereinigung zweier Äste) für die Freigabe des nächsten *step* gegeben sind. Wenn ja, wird der entsprechende *job* erzeugt und alle Anwender, die mittels ihrer *function* berechtigt sind, diesen *step* auszuführen, erhalten beim nächsten Anmelden an das System eine Meldung. Unten wird zur Information die bisherige Projekthistorie abgebildet, links die Protokolldaten und rechts der Inhalt der Felder (in der Abbildung unvollständig)²⁴². Einige dieser technischen Daten sind Beispiele für Werte, die aus Listen ausgewählt wurden und die bei der inhaltlichen Ähnlichkeit der CBR-Komponente eine Rolle spielen, beispielsweise das Material, die Konstruktion und das Gewicht des Stoffes.

Start	End	User	Help	Admin	Klopman Product Development Workflow
-----------------------	---------------------	----------------------	----------------------	-----------------------	--------------------------------------

Step 3 : PD acceptance

Project Type: Apparel Project Description: Development of a High Visibility fabric with improved performance according EN 343. Should be based on Luminex 190 Product Request Number: 8/2000

Event (*)	Next Step(s) (*)	(*)= necessary input if you choose "OK"!
<input type="radio"/> ok	4 (Greige data) 5 (Finish data)	
<input type="radio"/> back	1 (Request specification)	
<input type="radio"/> cancel	0 (End)	

Request name (text)

Greige needed (m) (number) (*)

Finished needed (m) (number) (*)

Request Nr (text)

Previous steps of this project:

Step	Marketing/Sales approval	Signature/Remarks	John Hart
Date	09.04.2000 11:29:51		
Event	ok		
Person	Hart		
Step	Request specification	Objective	Development of a High Visibility fabric with improved performance according EN 343. Should be based on Luminex 190 Product
Date	07.04.2000 13:37:09	Fabric type	Polycotton
Event	ok	Blend/Fiber	65/35 P/C
Person	Oriot	Weight (g/m²)	190
		Weave	3x1 Twill
		Colour	yellow/orange

Abbildung 44: Bildschirm zur Bearbeitung des step 3 (Bildschirm Step bearbeiten und Event auswählen aus Abbildung 43).

Die CBR-Komponente vergleicht nun alle Fälle, bei denen mindestens die ersten beiden *steps* beendet wurden. Dabei wird die inhaltliche und die strukturelle Ähnlichkeit gleich gewichtet, die Gesamtähnlichkeit ergibt sich als der Mittelwert dieser beiden. Aufgrund der wenigen

²⁴² Falls das Projekt von Mitarbeitern unterschiedlicher Hierarchiestufen bearbeitet würde, wäre es kein Problem, einige der sensiblen Daten nicht anzuzeigen.

vorhergehenden *steps* wird eine relativ hohe strukturelle Ähnlichkeit erreicht. Im Rahmen der Experimentierphase hat sich ein Mindestwert von 0,5 für die Gesamtähnlichkeit als geeignet herausgestellt. Abbildung 45 zeigt beispielhaft das Ergebnis der CBR-Entscheidungsunterstützung, wie sie aus Abbildung 44 heraus in einem weiteren Fenster des Browsers aufgerufen werden kann. Im Beispiel wurden zwei²⁴³ erfolgreiche und je ein abgebrochenes und ein noch nicht abgeschlossenes Projekt gefunden, die jeweils über der Mindestähnlichkeit liegen. Über den Link *See Details* kann das jeweilige Projekt komplett angezeigt werden.


CBR Result		Klopman Product Development Workflow						
Step 3 : PD acceptance								
Project Type: Apparel Request Number: 8/2000								
 The following similar projects were found:								
	Request Nr.	Similarity	S_Structure	S_Content	Event	NextStep	Field	Value
Successful								
See Details	21/1999	0,91	0,93	0,89	ok	4, 5	Greige needed (m)	400
							Finished needed (m)	300
See Details	33/1999	0,82	0,9	0,74	ok	4, 5	Greige needed (m)	600
							Finished needed (m)	400
Cancelled								
See Details	24/1999	0,61	0,7	0,52	cancel	0		
In Progress								
See Details	3/2000	0,72	0,81	0,63	ok	5	Greige needed (m)	0
							Finished needed (m)	400

Abbildung 45: Beispiel für die Entscheidungsunterstützung durch die CBR-Komponente (Bildschirm CBR Entscheidungsunterstützung aus Abbildung 43).

Die gefundenen ähnlichen Fälle kann der Anwender nun zur Unterstützung seiner Entscheidung heranziehen. Im Beispiel deutet das erste, inhaltlich sehr ähnliche Projekt darauf hin, dass es keine prinzipiellen Probleme zu erwarten gibt (ähnliches Material, ähnliche Konstruktion) und dass deshalb *ok* als *event* gewählt werden kann. Außerdem gibt es eine Aussage darüber, wie viele Meter Rohgewebe und veredeltes Gewebe notwendig sind, um die Entwicklung zu beurteilen und um eine ausreichende Menge zum Kunden zu verschicken. Allerdings kann es auch sein, dass die Fragestellung im ähnlichen Projekt so ähnlich ist, dass eine Neuentwicklung nicht mehr notwendig ist. Dies entspricht dem Konzept einer qualitativen Entscheidungsunterstützung: Dem Anwender wird keine Entscheidung abgenommen, er erhält lediglich kontextsensitiv für ihn vorrausichtlich²⁴⁴ relevante Information.

²⁴³ Die Ausgabe ist auf maximal drei Projekte pro Kategorie beschränkt.

²⁴⁴ Hier sei wieder auf die Grundannahme von CBR verwiesen, vergleiche Abschnitt 4.2.2.

4.4.4 Organisation und Implementierung der WFMS

Das WFMS wurde prototypisch zur Unterstützung kooperativer Projekte innerhalb der Virtuell Integrierten Kooperation für die Laufzeit des Forschungsprojektes auf dem Server des ITV installiert. Nach mehreren kooperativen Projekten ergab sich eine leichte Verschiebung der Anforderungen an das System: um den teilweise komplexen Materialfluss und Projektablauf besser steuern zu können, wurde das WFMS um eine einfache Kommunikations- und Planungskomponente erweitert, die es erlaubt, zu den jeweils nächsten Schritten einen Solltermin²⁴⁵ vorzugeben und außerdem vertrauliche, nicht für alle sichtbare Kommentare zum nächsten Schritt hinzuzufügen. Andererseits erwiesen sich die kooperativen Projekte als so heterogen strukturiert, dass selten ähnliche Projekte durch die CBR-Komponente gefunden wurden. Die Modellierung des kooperativen Prozesses mit den Unternehmen als kleinste auszuführende Organisationseinheit ist allerdings auch so grob, dass eine Entscheidungsunterstützung nicht notwendig erscheint.

Innerhalb der Unternehmen gibt es verschiedene Konzepte, die notwendigen Prozesse zu begleiten. Bei Klopman unterstützt das WFMS den Genehmigungsprozess, wie er oben teilweise beschrieben wurde. Hier ist der CBR-Einsatz sinnvoll, da es insgesamt mehr Projekte gibt und der Genehmigungs- und Freigabeprozess strukturierter ist. Der kontextsensitive Zugriff auf ähnliche Projekte wirkt hier unterstützend. Es erfolgte bereits eine erste Rückkopplung: durch den Einsatz des WFMS wurde der Prozess transparenter und rückte mehr in das Bewusstsein der beteiligten Abteilungen. Dies hatte zur Folge, dass die Produktentwicklung organisatorisch enger mit der Produktion verbunden wurde, damit Prozesse wie der im WFMS implementierte einfacher werden und weniger funktionale Grenzen überschreiten müssen.

4.5 Zusammenfassende Darstellung des Ansatzes

Ausgehend von den Prozessen im Bereich Produktentwicklung wurden drei Teilsysteme des Innovationssystems identifiziert. Diese unterscheiden sich hinsichtlich der Integration und damit der Ausgestaltung der Kooperation, der Art der Tätigkeiten und Prozesse und der methodischen und technologischen Unterstützung. Die drei Teilsysteme lassen sich verschiedenen Phasen des Innovationsprozesses zuordnen und mit entsprechenden Methoden unterstützen.

Abbildung 46 gibt einen Überblick über die drei Teilsysteme und die in ihnen verwendeten Methoden und stellt das jeweils wesentliche, charakterisierende Element im Kontext der

²⁴⁵ Zusätzlich zu den Feldern einzelner *steps*, die Meilensteine oder den Projektendtermin festlegen.

Virtuell Integrierten Kooperation heraus, wobei die Grenzen und Übergänge dabei nicht trennscharf, sondern fließend sind.

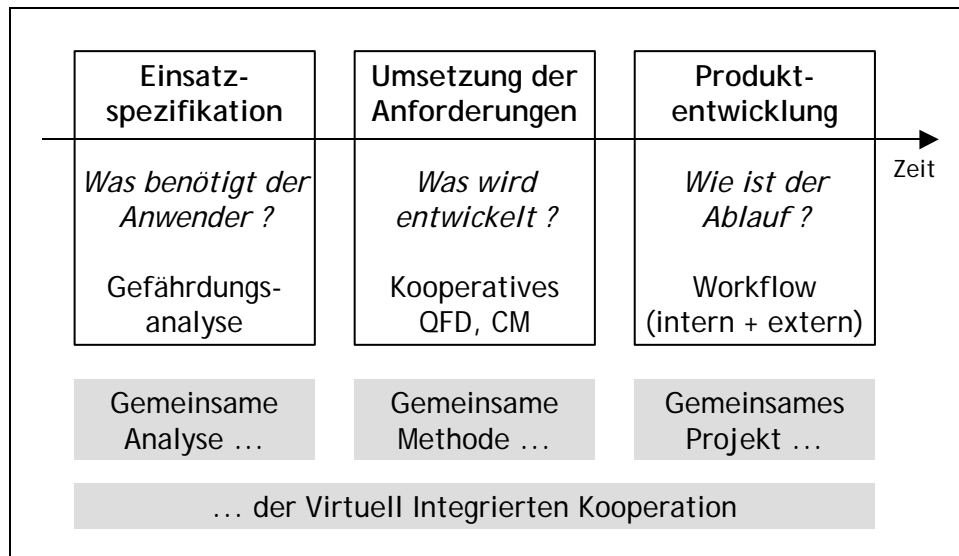


Abbildung 46: Überblick über die drei Teilsysteme und deren Einordnung²⁴⁶

Zur Darstellung der Ganzheitlichkeit des entwickelten Ansatzes ist es notwendig, diesen hinsichtlich seiner Kohärenz bezüglich des Zusammenspiels von Konzeption, Methodik und Technologie nach Abbildung 1 zu prüfen. Abbildung 47 ordnet einige der verwendeten Ansätze in diesen Bezugsrahmen ein:

- Das Konzept der Wissensorientierung wird methodisch durch eine strukturierte Analyse der Gefährdungen am Arbeitsplatz unterstützt. Technologisch unterstützt ein hybrides wissensbasiertes System mit CBR-Komponente diese Methode.
- Das Konzept der Virtuell Integrierten Kooperation findet methodisch Eingang in die kooperativen Gefährdungsanalyse und die kooperativen Anforderungsanalyse. Bei letztgenannter Methode wird keine besondere Technologie verwendet.
- Die Konzepte der Wissensorientierung und der Virtuell integrierten Kooperation zeigen sich im intra- und interorganisationalen WFMS, welches eine CBR-Komponente besitzt. Dieses WFMS ist zwischen Methode und Technologie angesiedelt.
- Die Virtualisierung des Produkts Schutzfunktion ist zwischen Konzept und Methode angesiedelt und steht in Verbindung mit dem Konzept der Virtuell Integrierten Kooperation und den Methoden der Gefährdungsanalyse und der Anforderungsanalyse.

²⁴⁶ Die Darstellung ist eine Weiterentwicklung des in (Fischer02) vorgestellten Ansatzes.

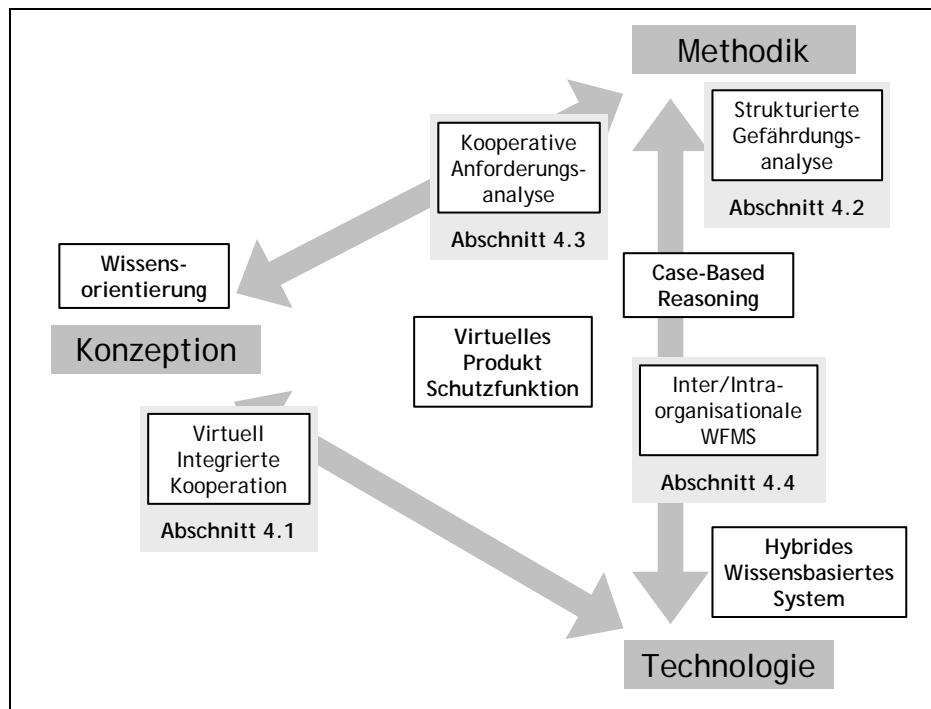


Abbildung 47: Einordnung der verschiedenen Ansätze in den Bezugsrahmen Konzeption, Methodik und Technologie

Der Ansatz ist nicht für alle Arten von Innovation gültig, sondern er bezieht sich auf das in Abschnitt 3.2.3 analysierte Innovationsumfeld. Dies wird an den verwendeten Methoden deutlich: wären beispielsweise radikale Neuerungen im Bereich Prozesse und Produkte intendiert, so kämen Methoden wie Patentanalyse, Erfindarisches Problemlösen (TRIZ) oder Technologietransfer zum Einsatz, organisatorisch wäre eine spezielle Forschungsabteilung sinnvoll. Bei dieser Strategie würde nicht aus den Gefährdungsanalysen beim Endanwender Produktentwicklungen abgeleitet werden, weil diese meist zu inkrementellen oder signifikanten Innovationen führen, sondern weitgehend unabhängig vom Anwender neue Technologien entwickelt werden.

Im folgenden Kapitel 5 wird detailliert untersucht, wie und mit welcher Intensität die verwendeten Ansätze und Methoden zur Virtuell Integrierten Kooperation beitragen. Dazu werden verschiedene Aspekte dieser Kooperation entwickelt. Anschließend erfolgt die Bewertung des Beitrages zu diesen Aspekten.

5 Verallgemeinerung und Bewertung des Ansatzes

Auf Basis einer Innovationsanalyse und Untersuchung der entsprechenden Prozesse wurden in Kapitel 4 Methoden, Werkzeuge und Organisationsformen für eine kooperative, virtuell integrierte Produktentwicklung als Teil eines stufenübergreifenden Innovationsmanagements entwickelt. In diesem Kapitel wird gezeigt, wie welche Methoden und Ansätze auf den einzelnen Stufen zu verschiedenen Aspekten der Kooperation beitragen. Im weiteren wird, soweit dies induktiv möglich ist, eine allgemeine Vorgehensweise entwickelt.

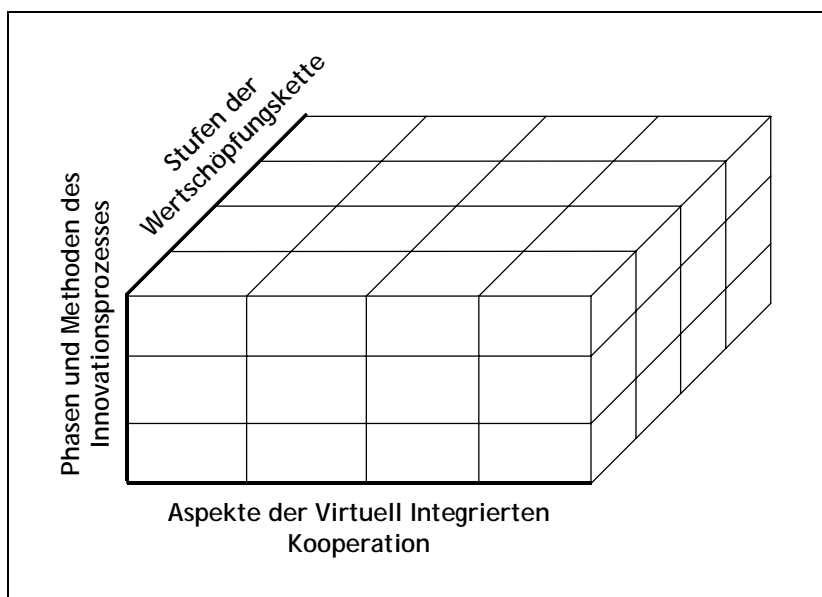


Abbildung 48: Die drei Dimensionen zur Bewertung des Beitrags

Um detailliert zu zeigen, in welcher Stufe der Wertschöpfung welche Methoden in jeder Phase des Innovationsprozesses zur Virtuell Integrierten Kooperation beitragen, sind diese Dimensionen in Abbildung 48 in Form eines Quaders dargestellt, der in mehrere kleine Quader zerlegt werden kann. Diese kleinen Quader repräsentieren jeweils ein bestimmtes Tripel: Phase / Methode – Stufe der Wertschöpfungskette – Aspekt der Integration.

Die Stufen der Wertschöpfung wurden im Laufe der Arbeit bereits ausführlich beschrieben. Wichtig dabei ist zum einen, dass die Partner bzw. die Stufen in den einzelnen Phasen unterschiedliche Beiträge zur Innovation leisten können. Dies rührt daher, dass nicht jede Phase für jede der beteiligten Stufen von gleicher Bedeutung ist. Zum anderen arbeiten die Partner nicht vollständig in einer sequentiellen Kette zusammen. So kann beispielsweise das Labor mehreren Stufen der Wertschöpfung zuarbeiten.

Die Phasen des Innovationsprozesses wurden ebenfalls ausführlich beschrieben. Sie entsprechen im Falle des geschilderten Forschungsprojektes den drei identifizierten Teilsystemen und den dafür entwickelten Ansätzen. Im folgenden wird der Ablauf von

Innovationen allgemein untersucht und den Teilsystemen zugeordnet. Weiterhin kommen die verschiedenen Aspekte der Virtuell Integrierten Kooperation zu Darstellung, bevor eine Bewertung anhand der Quader erfolgen kann. Abschließend wird der beschriebene Ansatz für ein kooperatives Innovationsmanagement erweitert und verallgemeinert, wobei insbesondere auf Strategie, Organisation, Methoden und auf die Wechselwirkungen von Innovationssystem und Wissenssystem eingegangen wird.

5.1 Ablauf der Innovation und Unterstützung durch Methoden

Innovationsprozesse lassen sich, wie alle Prozesse, in einzelne Teilprozesse zu zerlegen. Im geschilderten Ansatz geschah dies nach dem Kriterium der handelnden Akteure und nach der Art der Tätigkeiten²⁴⁷. Die Produktentwicklung wird von der Literatur als Querschnittsprozess im Unternehmen verstanden²⁴⁸, für dessen Zerlegung es verschiedene Ansätze und Phasenmodelle²⁴⁹ gibt. Viele dieser Phasenmodelle definieren dabei einige Schritte, die der Reihe nach durchlaufen werden. Solche linearen Modelle kollidieren oft mit dem unvorhersehbaren Wesen der Innovation²⁵⁰. In der Realität kommt es zu Parallelitäten und Rücksprüngen (Schleifen), was auch die betrachteten Prozesse in Abschnitt 4.4 verdeutlichen. Aus diesem Grund sind flexible Modelle, die Phasen unterscheiden ohne einen strengen Ablauf vorzugeben, zutreffender²⁵¹.

²⁴⁷ Siehe dazu Abschnitt 4.1.3

²⁴⁸ Siehe (Bender98, 158-159), (Fischer99)

²⁴⁹ Einige Beispiele: Clark/Wheelright (Clark91, 27ff) unterscheiden vier Phasen (Konzept, Plan, Design, Prozess), Homburg (Homburg96, 7) identifiziert sechs Phasen (Ideenfindung Produktkonzepterstellung, Projektdefinition, Konstruktionsentwurfserstellung, Prototypbewertung, Markteinführung), Andreasen (Andreasen87, 27) findet fünf Phasen: (Bedarf erkennen und analysieren, Produktidee, Produktdesign, Prozessdesign, Ausführung), und auch der VDI definiert in seiner Richtlinie zur Entwicklung und Konstruktion technischer Systeme und Produkte (VDI93) vier Phasen.

²⁵⁰ Siehe (Lullies93, 100), (Boutellier99,168). Peritsch sieht die Phasenmodelle nur für inkrementelle Innovationen gültig, je radikaler die Innovation desto weniger hält sich der Ablauf an ein Phasenmodell (Peritsch00, 154). Im Gegenzug kann aus dem Verlauf der Innovationsprojekte (entweder planbarer, konstanter aber geringer Fortschritt oder eher sprunghaftes Verhalten) geschlossen werden, welchen Reifegrad eine Technologie hat (Fohl97).

²⁵¹ Beispielsweise das Chain-Linked Modell von Kline/Rosenberg (Peritsch00, 155ff), welches generische Aktivitäten im Innovationsprozess in einen zeitlich-sachlogischen Zusammenhang stellt. Boutellier et al. (Boutellier99,165) fassen 3 Phasen zusammen: Vorprojekt, Entwicklungsprojekt und Markteinführung, wobei die Phasen allerdings nicht starr, sondern als *stage gate* Konzept zu sehen sind: nach jeder Phase werden Entscheidungen für die nächste Phase getroffen, innerhalb der (eher groben Phase) ist der Ablauf nicht vorgegeben (ebd., 168). Auch Paashuis entwickelt ein ähnliches Modell (Paashuis98, 37ff), weitere verwandte Modelle finden sich bei (Bullinger95, 227) und bei (Schulze01, 5)

Um eine Unterstützung des Innovationsprozesses mit geeigneten Methoden zu ermöglichen erscheinen solche Ablaufmodelle, die sich an der Art der Aufgaben und der zu lösenden Problemen orientieren, sinnvoll. Basierend auf den oben genannten Modellen und insbesondere auf den Arbeiten von Abernathy, Boutellier, Fischer, Gutekunst, Haller, Lullies und Studinka²⁵² werden die drei folgenden Phasen unterschieden:

1. Ideenfindung: Ideen, Anforderungsdefinition, Produktkonzeption
2. Ideenakzeptierung²⁵³: Systementwurf, Komponentenentwicklung, Systemintegration, Fertigungsüberleitung, Entwicklung eines *dominant design*, Prozessplanung, Prototypen, Vorserien
3. Ideenumsetzung: Serienfertigung, Genauere Festlegung von Prozess, Materialien, Kosten, Marketing, Produktbetreuung

Diese Unterscheidung stellt kein Phasenmodell im klassischen Sinn dar: nicht jede Innovation durchläuft immer alle drei Phasen je einmal, es handelt sich eher um eine Zustandsachse, die beschreibt, in welcher Phase sich das Projekt gerade befindet. Obwohl die Begriffe zur Charakterisierung der Phasen aus der Produktentwicklung stammen, lassen sie sich bei anderen Gegenständen der Innovation genauso identifizieren²⁵⁴.

²⁵² Siehe (Abernathy78), (Lullies93, 100), (Haller96,14), (Gutekunst97, 34), (Studinka98, 205), (Boutellier99, 172) und (Fischer99)

²⁵³ Fischer unterscheidet hier noch zwei Zyklen, einen zur Entwicklung des Prototyps und einen für die Vorserie (Fischer99). Solche Unterscheidungen sind oft spezifisch für eine Branche oder ein Produkt.

²⁵⁴ So kann eine organisatorische Innovation zur leistungsgerechten Entlohnung wie folgt ablaufen: zuerst wird nach einer Idee gesucht, danach werden die Ideen bewertet und sortiert (Phase 1) und ein Konzept, beispielsweise Gruppenarbeit, wird in einem abgegrenzten Bereich probeweise eingeführt (Phase 2). Anschließend werden die Ergebnisse ausgewertet und auf die gesamte Organisation übertragen (Phase 3).

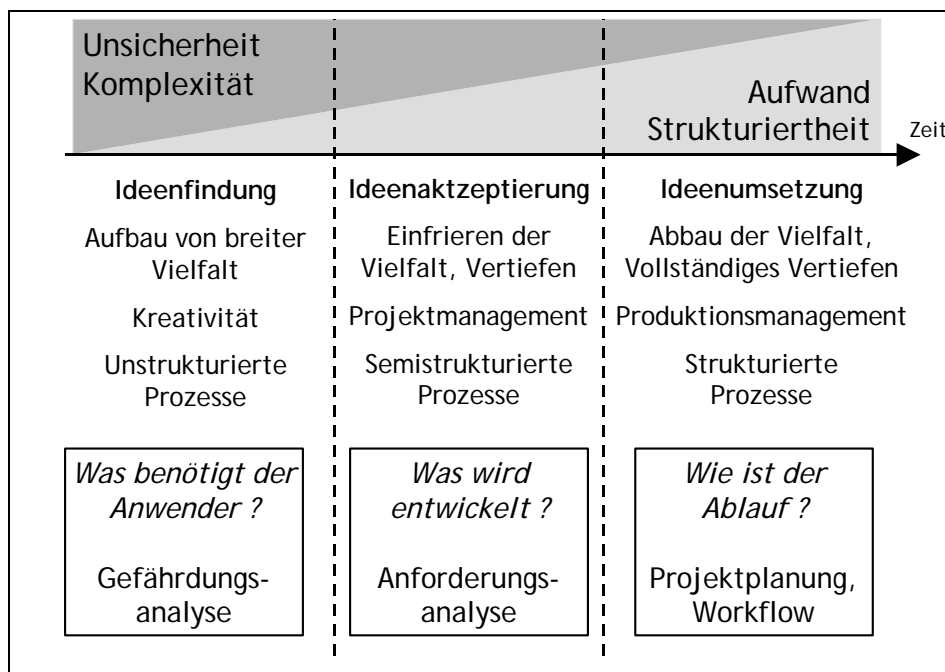


Abbildung 49: Phasenmodell einer Innovation und Charakterisierung der Phasen²⁵⁵

Abbildung 49 charakterisiert die drei Phasen idealtypisch: Während der Ideenfindung, die sowohl zielgerichtet (aktiv) als auch zufällig (passiv) erfolgen kann, werden in kreativen, unstrukturierten Prozessen viele Möglichkeiten gesammelt und bewertet. In der zweiten Phase werden die ausgewählten Varianten in semi-strukturierten Prozessen mit Projektcharakter vertieft und bewertet. In der dritten Phase wird das ausgewählte Konzept in strukturierten Prozessen umgesetzt. Dabei nehmen die Unsicherheit und die Komplexität²⁵⁶ der zu lösenden Aufgaben ab, dafür steigt der Aufwand²⁵⁷. Diese drei Phasen können den drei entwickelten Konzepten aus Abbildung 46 zugeordnet werden²⁵⁸:

1. Die Gefährdungsanalyse hilft, aus der Routine der Auswahl der Schutzbekleidung und der Beschreibung des Arbeitsplatzes Ideen für mögliche Innovationen zu entwickeln.
2. Kooperatives QFD unterstützt die Bewertung und Evaluierung der Anforderungen und die resultierenden Konsequenzen für die Partner der Kooperation.

²⁵⁵ Basiert auf (Abernathy78), (Lullies93, 100), (Haller96,14), (Gutekunst97, 34), (Studinka98, 205), (Boutellier99, 172) und (Fischer99)

²⁵⁶ Natürlich ist auch die Entwicklung der Serienreife ein komplexer Vorgang, aber das Gesamtproblem weist am Anfang eine höhere Komplexität auf, weil es viel mehr Freiheitsgrade gibt.

²⁵⁷ Eine Idee kann nur aus einer Skizze bestehen, ein serienreifes Produkt erfordert sehr viel mehr Dokumentations- und Beschreibungsaufwand.

²⁵⁸ Diese Zuordnung kann keine eindeutige sein, sondern nur den Schwerpunkt der entwickelten Ansätze grob einordnen.

3. Workflow-Management-Systeme unterstützen die Abläufe bei der vertiefenden Entwicklung, sowohl in der Kooperation als auch in den Unternehmen.

Handelt es sich bei den Innovationen um neue Produkte mittlerer Intensität (periodische, signifikante Innovationen), und um damit verbundene neue Prozesse, so lassen sich die Phasen weiter unterteilen. Diese feinere Zerlegung ist allerdings nur branchen- oder gar firmenspezifisch sinnvoll. Bei der Herstellung von Textilien kann ein Phasenmodell inklusive Schleifen und Rücksprünge wie in Abbildung 50 dargestellt identifiziert werden, wobei sich die Tätigkeiten noch klassifizieren lassen²⁵⁹.

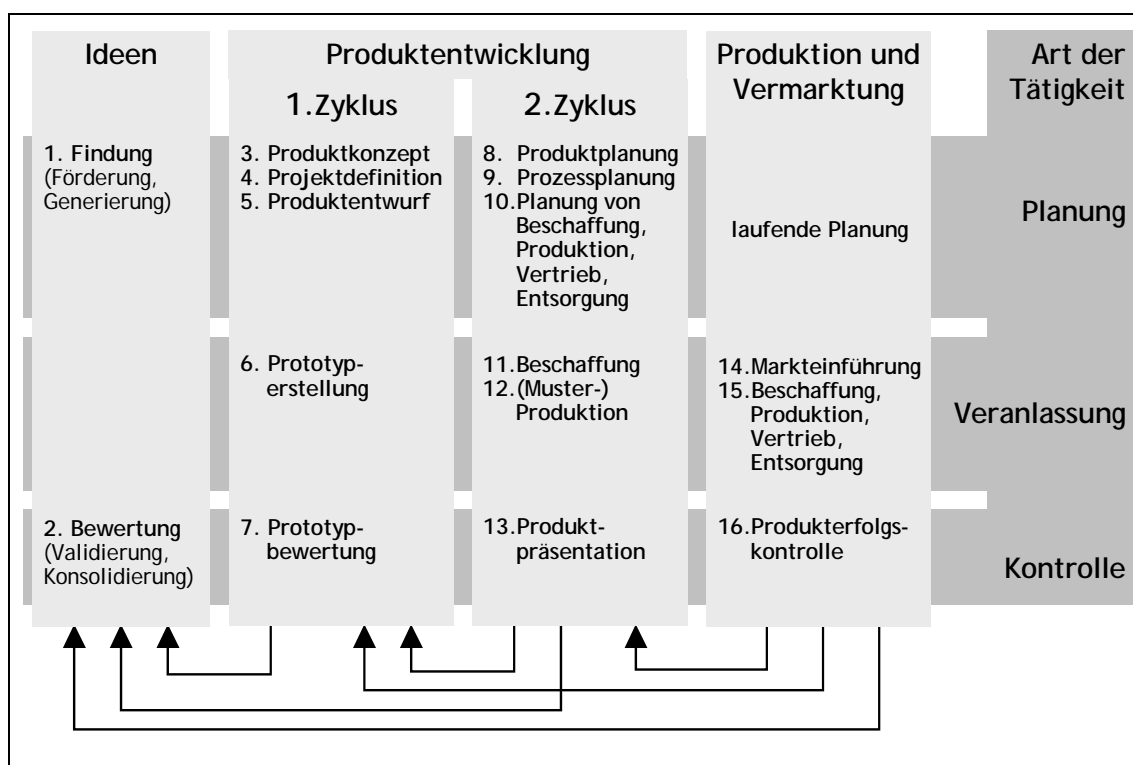


Abbildung 50: Typische Phasen bei der Entwicklung neuer Textilien

Im Prinzip lässt sich für jede Innovation erst a posteriori der genaue Ablauf bestimmen. Das Sammeln dieser Informationen aus laufenden Projekten und deren Verwendung zur Unterstützung neuer Projekte wurde ausführlich in Abschnitt 4.4 dargestellt. Wichtiger als die genaue Modellierung des Ablaufs ist die Kenntnis und die Bereitstellung geeigneter Methoden, die den Prozess entsprechend unterstützen können. Aufgrund der unterschiedlichen Arten von Tätigkeiten, die in den einzelnen Phasen ausgeführt werden, eignen sich bestimmte Methoden zu deren Unterstützung. Tabelle 8 fasst einige dieser Methoden zusammen, ohne detailliert auf sie einzugehen.

²⁵⁹ Die Klassifikation der Tätigkeiten nach Planung, Veranlassung und Kontrolle geht auf Fischer zurück (Fischer94, 128ff), der diese Tätigkeiten als Elemente von Regelkreisstrukturen sieht, was dann weitere Schleifen innerhalb der 4 Hauptphasen impliziert.

Phase	Methoden
1. Ideenfindung	Patentanalyse, Marktforschung, Technology Watch
Push (neue Ideen für den Markt)	Kreativitätstechniken, Grundlagenforschung, Betriebliches Vorschlagswesen, TRIZ, Forschungs- und Technologietransfer
Pull (Entwickeln was der Markt verlangt)	Wertanalyse, Conjoint Measurement, Customer Screening, Reverse Engineering, Lead User Concept
2. Ideenakzeptierung	Szenariotechniken, Decision Support Systeme, Wissensbasierte Systeme, Rapid Prototyping, Simulationen, Marketingmethoden, Erfahrungsdatenbanken, Target Costing, Quality Function Deployment
3. Ideenumsetzung	Quality Function Deployment, FMEA (Fehler-Möglichkeiten-Einflussanalyse), Design for Assembly, Technologiemanagement, Virtuelle Prototypen, Virtual Engineering

Tabelle 8: Methoden für die Phasen der Innovation

Der Einsatz geeigneter Methoden im Innovationsprozess hängt nicht nur von der Phase ab, sondern auch von der Art der Innovation, die durch die in Abschnitt 3.2 vorgestellten Perspektiven klassifiziert werden kann. In Tabelle 8 ist dies beispielhaft für die Unterscheidung Push – Pull in der Phase Ideenfindung dargestellt: je nachdem ob auf den Markt reagiert werden soll oder neue Entwicklungen in den Markt gebracht werden, finden unterschiedliche Methoden Verwendung²⁶⁰.

5.2 Aspekte der Virtuell Integrierten Kooperation

Die entwickelten Konzepte für die drei Teilsysteme verwirklichen das Konzept der Virtuell Integrierten Kooperation auf verschiedene Weise und mit unterschiedlichen Schwerpunkten. Um den jeweiligen Beitrag besser beschreiben zu können, ist es notwendig, verschiedene Aspekte einer VIK zu unterscheiden, anhand derer eine detaillierte und differenzierte Betrachtung erfolgen kann. Der erste Abschnitt beschäftigt sich mit Kollaboration und Integration im engeren Sinne: der Parallelisierung und Überlappung von Tätigkeiten. Der Zweite Teil beleuchtet das Zusammenspiel von Routine und Neuerung und die dafür notwendige Innovationselastizität. Im dritten Abschnitt werden verschiedene Arten der Virtualisierung betrachtet, während sich der letzte Teil den Wissensprozessen widmet.

²⁶⁰ Die Entwicklung eines solchen kontextabhängigen Methodenhandbuchs ist nicht Gegenstand der Arbeit. Methodensammlungen waren bereits Gegenstand der Forschung (URL_Toolbox); das vom Autor mitkonzipierte EU Projekt WebTEXpert (URL_WebTEXpert) greift den Gedanken der kontextabhängigen Methodenauswahl vertiefend auf.

5.2.1 Kollaboration und Integration

Integration ist zu einem der Modebegriffe der letzten Jahre geworden. Im Rahmen von Übernahmen und Umstrukturierungen werden Firmen, Geschäftsbereiche und Abteilungen integriert, ein Unternehmen integriert verteilte Aktivitäten, Kunden und Lieferanten werden integriert. Im Folgenden wird, ausgehend von bewährten Strategien zur Integration in der Produktentwicklung, der Begriff der Integration operationalisiert, um den Beitrag der erarbeiteten Methoden und Systeme besser beurteilen zu können.

5.2.1.1 Integration als Strategie

Eine bekannte, auf Integration setzende Strategie ist Simultaneous Engineering (SE)²⁶¹. Ihre Grundidee ist es, die sequentielle Abfolge einzelner Prozessschritte durch Parallelisierung zu verkürzen. SE wurde Ende der achtziger Jahre als westliche Antwort auf japanische Erfolge in der Automobilbranche gefeiert²⁶². Abbildung 51 zeigt das Prinzip von SE beispielhaft für fünf Phasen.

²⁶¹ Eversheim et al. definieren Simultaneous Engineering als „integrierte und zeitlich parallele Prozessgestaltung“. (Eversheim95, 2). Es handelt sich also um eine Strategie bzw. eine Philosophie (Peritsch00, 229), auch wenn einzelne Autoren SE mit anderen Managementkonzepten in Verbindung gebracht sehen wollen (Gerhardt96, 22). Lullies et al sprechen von einem neuen Verfahren (Lullies93, 20), Paashuis nennt SE ein Integrationskonzept (Paashuis98, 29)

²⁶² SE wurde Ende der achtziger Jahre als westliche Antwort auf japanische Erfolge in der Automobilbranche gefeiert, aber schon in der Rüstungsindustrie des zweiten Weltkriegs unter dem Namen Projektmanagement eingeführt. Der Begriff wurde von General Motors geprägt, während Ford einen ähnlichen Ansatz als „Team Approach“ bezeichnete und Chrysler vom „process driven design“ sprach (Gerhardt96, 23-24)

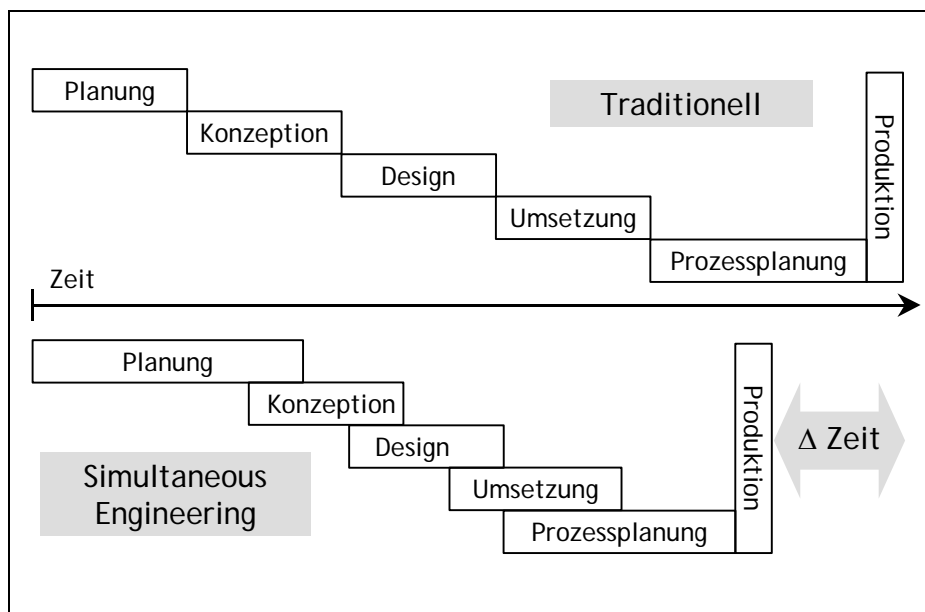


Abbildung 51: Prinzip des Simultaneous Engineering

Der Vorteil von SE liegt darin, dass trotz einer längeren Planungsphase ein Zeitgewinn durch Überlappen und Parallelisieren von späteren Tätigkeiten möglich ist, insbesondere die Prozessplanung kann bei geeigneten Vorgaben sehr früh beginnen. Bei Kress findet sich folgende ausführliche Definition²⁶³:

„Concurrent Engineering is a systematic approach to integrate product development that emphasizes response to customer expectations and embodies team values of cooperation, trust and sharing in such a manner that decision making proceeds with large intervals of parallel working by all life-cycle perspectives early in the process, synchronized by comparatively brief exchanges to produce consensus.“²⁶⁴

Kress sieht, wie fast alle Autoren, IKT als Basistechnologie für SE. Geeignete Werkzeuge aus dem CSCW-Bereich wurden in Abschnitt 4.1.2 dargestellt. Unter SE lassen sich auch die Empfehlungen in Richtung Projektmanagement und Projektstruktur zur Organisation von Innovation einordnen²⁶⁵. Die Übertragung des Prinzips von SE auf Kooperationen mehrerer

²⁶³ Siehe (Kress98, 2) in Anlehnung an (Cleetus92). Bullinger vergleicht SE mit Rugby, da möglichst alle Spieler parallel soweit wie möglich aktiv sind, im Vergleich zum sequentiellen Staffellauf (Bullinger95, 17).

²⁶⁴ Simultaneous und Concurrent Engineering bezeichnen beide denselben Ansatz. In den USA hat sich Concurrent, in Deutschland Simultaneous Engineering durchgesetzt. Um eine Verwechslung mit Concurrent Enterprising zu vermeiden, wird im Folgenden Simultaneous Engineering (SE) verwendet.

²⁶⁵ Siehe beispielsweise (Andreassen87, 54). Studinka fordert überfunktionale, richtig dimensionierte Projektteams (Studinka98, 162). Auch Afuah empfiehlt Überlappungen und SE, allerdings nur bei Projekten mit geringer Unsicherheit. Bei komplexen Projekten treten dagegen Schleifen und Verzweigungen auf, hier empfiehlt er häufige Projekttreffen und Informationsaustausch, eher im Sinne der *stage gate* Modelle (Afuah98, 231)

Unternehmen wird als Concurrent Enterprising (CE) bezeichnet²⁶⁶. Das Prinzip unterscheidet sich dabei angesichts weltweit verteilter Standorte, welche als unabhängige Profit-Center agieren, kaum.

5.2.1.2 Zum Begriff der Integration

“So engineers still had a tendency to want to do everything by themselves.” (Paashuis98, 19)

Das Zitat aus einer Fallstudie zur integrierten Produktentwicklung zeigt, dass Integration nicht selbstverständlich ist und dass die Mitarbeiter von den Vorteilen überzeugt werden müssen²⁶⁷.

Definitionen von Integration sind aufgrund der vielseitigen Einsatzes dieses Begriffs nur in einem bestimmten Kontext sinnvoll. Für die Produktentwicklung erscheint die folgende, von Clark stammende, vollständig: „In the development process, integration means linking problem-solving cycles, bringing functional groups into close working relationships, and achieving a meeting of the minds in concept, strategy, and execution.“ (Clark91, 340)²⁶⁸. Er identifiziert die folgenden Implikationen von Integration:

- Überlappung: diese kann sich auf Zeit, Raum, Konzept, Fähigkeit, Sprache, Methode oder Werte beziehen, idealerweise auf möglichst viele gleichzeitig.
- Kommunikation: sie sollte intensiv und möglichst bilateral sein.
- Organisation: je flacher desto integrierter, wobei die Größe der Gruppen beschränkt sein sollte, um zu viel bilaterale Kommunikation zu vermeiden.
- Partner: die Integration von Kunden wird als wichtig angesehen.

Abbildung 52 verdeutlicht das Prinzip eines integrierten Vorgehens im Vergleich zum klassischen, sequentiellen Ablauf und den damit verbundenen Zeitvorteil, wie er bereits in Abbildung 51 angedeutet wurde. Dabei wird zum einen deutlich, dass sich Überlappung und Kommunikation gegenseitig bedingen, und zum anderen wird klar, dass es verschiedene Grade oder Intensitäten von Integration gibt.

²⁶⁶ Siehe dazu den Tagungsband der International 8th Conference on Concurrent Enterprising (Pawar02)

²⁶⁷ “They are now understanding that they can’t do everything themselves. They understand the improvement in the results when input is received from all disciplines early in the design.” Das war die Situation am Ende des Projekts (Paashuis98, 19)

²⁶⁸ Paashuis hat eine Reihe von Definitionen zusammengetragen, welche in eine ähnliche Richtung gehen, beispielsweise: „Integration is the symbiotic interrelating of two or more entities that results in the production of net benefits to them, with these benefits exceeding the sum of the net benefits they would produce in a non-symbiotic relationship.“ (Moenart90, 91)

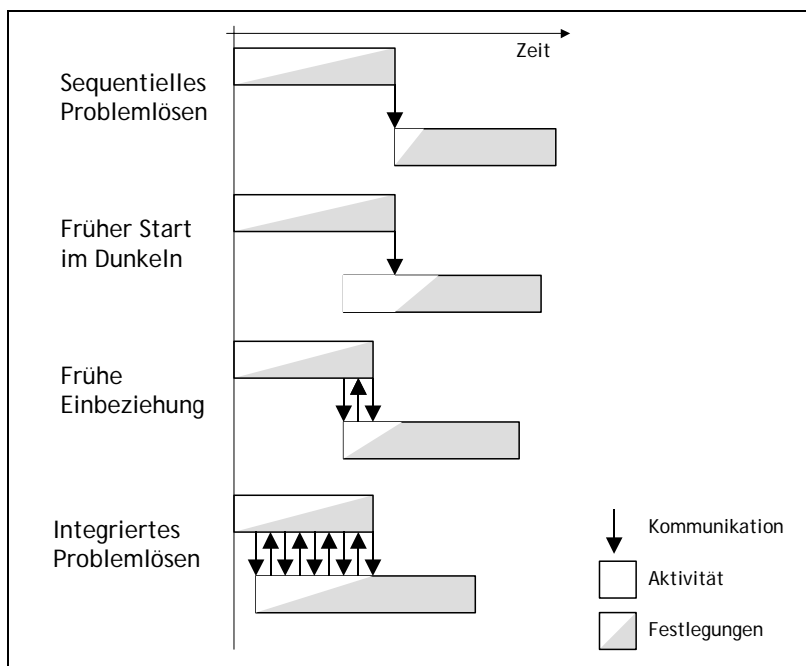


Abbildung 52: Integration zweier Aktivitäten durch Kommunikation²⁶⁹

Paashuis unterscheidet in seinem Bezugsrahmen²⁷⁰ drei Gruppen von Integrationsmechanismen, die zwei Arten von Integrationsprozesse auslösen. Als Konsequenz können zwei Arten von Integrationsergebnissen unterschieden werden, welche anhand von Kriterien zu bewerten sind. Im Folgenden werden die einzelnen Bausteine dieses Ansatzes kurz zusammengefasst.

5.2.1.3 Integrationsergebnisse

Für Paashuis lässt sich Integration daran messen, in wie weit es Koordination und Überlappung zwischen den verschiedenen Funktionalbereichen und Hierarchieebenen gibt²⁷¹. Koordination beschreibt dabei das Ausmaß, in dem Aktivitäten der verschiedenen Bereiche zusammenpassen und aufeinander abgestimmt sind, so dass gemeinsame Aufgaben bearbeitet werden. Kriterien für den Grad an Koordination sind demnach:

- Abstimmung der Aktivitäten: Anzahl an Korrekturmaßnahmen in den einzelnen Abteilungen, Grad an Zufriedenheit mit den Ergebnissen anderer Bereiche
- Gemeinsames Bearbeiten von Aufgaben: Zahl und Intensität der Konflikte, Bewusstsein hinsichtlich gemeinsamer Aufgaben

²⁶⁹ Nach (Clark93, 472)

²⁷⁰ Siehe (Paashuis98, 74) für eine Übersicht. Im Prinzip beschäftigt sich seine ganze Arbeit mit dem Thema der Integration der Prozesse der Produktentwicklung.

²⁷¹ Siehe (Paashuis98, 86-87)

Die Überlappung von traditionell sequentiellen Tätigkeiten ist ein zweites Ergebnis. Entsprechend der Darstellung in Abbildung 52 lassen sich zwei Kriterien ableiten, mit denen der Grad der Überlappung bestimmt werden kann:

- Die Anzahl der Aktivitäten, welche anfangen, bevor die vorgelagerte Aktivität beendet wurde
- Die Häufigkeit eines frühen Informationsaustausches zwischen den beiden Aktivitäten mit besonderer Berücksichtigung des Informationsrückflusses²⁷²

Diese Ergebnisse werden dann erreicht, wenn es gelingt, Integrationsprozesse zu etablieren, welche im nächsten Abschnitt beschrieben werden.

5.2.1.4 Integrationsprozesse

Paashuis definiert den Integrationsprozess als ein Zusammenwirken von Kommunikation und Kollaboration²⁷³. Kommunikation zeichnet sich dadurch aus, dass Information zwischen Sender und Empfänger ausgetauscht wird. Das Ergebnis (*output*) der Tätigkeit einer Funktion dient als Eingang (*input*) für eine andere Funktion. Gegenstand der Kommunikation können Ideen, Konzepte, Informationen, Daten, Ergebnisse, Analysen und Pläne sein. Wichtig ist, dass bei Sender und Empfänger ein ähnlicher Kontext vorliegt. Kollaboration beschreibt den Prozess des gemeinsamen Arbeitens. Personen (mit idealer Weise komplementären oder sich ergänzenden Fähigkeiten) verarbeiten gemeinsam eingehende Informationen. Gemeinsam bedeutet hier, dass keine messbare Zeit zwischen den beiden Aktivitäten vergeht. Kollaboration bedingt eine intensive Kommunikation, während Kommunikation nicht unbedingt Kollaboration erfordert. Damit kann Kollaboration als eine besonders intensive, gesteigerte Form der Kommunikation verstanden werden. Die zunehmende Integrationstiefe von sequentiell bis kollaborativ wird in Abbildung 53 dargestellt.

²⁷² Diese Betonung fehlt bei Paashuis. Sie erscheint aber wichtig, da sonst ein paralleles aber kein integriertes Arbeiten möglich wäre.

²⁷³ Siehe (Paashuis98, 44-45 und 88-92), der sich auf (Kahn94) bezieht.

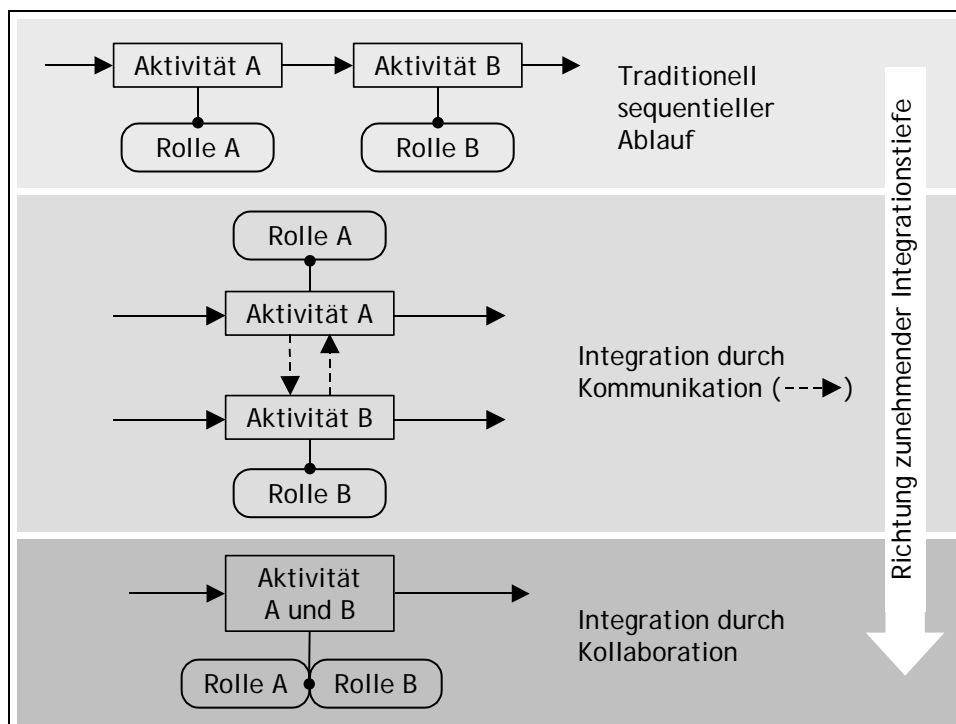


Abbildung 53: Schematische Darstellung von Kommunikation und Kollaboration²⁷⁴

Paashuis hat die folgenden Kriterien für diese Integrationsprozesse zusammengetragen²⁷⁵:

- **Gemeinsames Arbeiten:** Wie viele Tätigkeiten werden gemeinsam durchgeführt? Bei wie vielen Tätigkeiten besteht die Notwendigkeit des gemeinsamen Arbeitens?
- **Gemeinsame Ziele:** In wie weit stimmen die individuellen Ziele der Beteiligten überein oder passen zueinander?
- **Relevanz:** In wie weit nehmen die Beteiligten die durch Kommunikation und Kollaboration gewonnenen Informationen als relevant für die Aufgabenstellung wahr?
- **Neuigkeitsgrad:** In wie weit nehmen die Beteiligten die durch Kommunikation und Kollaboration gewonnenen Informationen als neu wahr?
- **Vertrauen:** In wie weit nehmen die Beteiligten die durch Kommunikation und Kollaboration gewonnenen Informationen als glaubhaft wahr?
- **Verständnis:** Wie vollständig verstehen die Beteiligten die durch Kommunikation und Kollaboration gewonnenen Informationen im Hinblick auf Sprache, Kontext, Hintergrund?

²⁷⁴ Nach (Paashuis98, 45). Wichtig ist, dass Aktivität A und Aktivität B von unterschiedlichen Funktionen bzw. Personen ausgeführt werden.

²⁷⁵ Ebd., 92

Mit diesem Bewertungsschema lassen sich Kommunikation und Kollaboration als Integrationsprozesse einordnen und bewerten. Um sie zu implementieren, gibt es verschiedene Mechanismen, welche für die vorliegende Arbeit nicht relevant sind.

Ausgehend von der Strategie Simultaneous Engineering ist damit der Begriff der Integration durch Kollaboration soweit operationalisiert, dass der Beitrag der Methoden zu Prozessen der gemeinsamen, kooperativen Produktentwicklung und ihre Integration im Sinne von Parallelisierung und Überlappung bewertet werden kann. Dies stellt den ersten Aspekt einer Virtueller Integrierter Kooperation dar.

5.2.2 Routine und Neuerung

Innovationen sind Reaktionen des Systems Unternehmen, und hier besonders des Innovationssystems, auf Veränderungen in der Außenwelt und der Innenwelt des Unternehmens. Dies wurde bereits in Abschnitt 3.2 ausgeführt. Die mit der Innovation verbundenen Veränderungen, Diskontinuitäten und teilweise auch Zerstörungen²⁷⁶ sowie eine Organisation, die diese anstrebt, stehen damit im Widerspruch zu einer Organisation, die ihre Prozesse optimiert und verfeinert, die nach Kontinuität und möglichst fehlerfreier Routine sucht²⁷⁷. Dies trifft besonders auf Prozess und Organisation als Gegenstand der Innovation zu und weniger auf neue Produkte, sofern diese nicht radikale Neuerungen sind, welche automatisch Konsequenzen für Prozess und Organisation haben.

Paradoxerweise sind aber beide, Routine und Neuerung, für den Erfolg des Unternehmens wichtig²⁷⁸, und idealerweise ergänzen sie sich gegenseitig²⁷⁹: Neuerungen entstehen aus der Routine der Unternehmung heraus und werden dann, wenn sie erfolgreiche Innovationen sind, wieder als Routinen in die Unternehmung integriert²⁸⁰.

²⁷⁶ Im Sinne von obsolet werdendem Wissen oder nicht mehr benötigten Anlagen und Ressourcen

²⁷⁷ "Companies strive for predictability. Managers and shareholders hate surprises, especially negative ones. But innovation goes for punctuated equilibriums, it seeks the risk, the opportunity." (Boutellier00, 286)

²⁷⁸ Ein gestörtes Verhältnis von Routine und Innovation ist einerseits bei Firmen zu beobachten, die neue Technologien verpassen oder zu spät für sich entdecken, weil sie in ihrer Routine nur mit dem Optimieren der Prozesse in der alten Technologie beschäftigt waren (Beispiele: WEGA Röhrenfernseher, Kodak APS Kameras), andererseits scheitern auch Firmen, welche aufgrund übertriebener und kostenintensiver Innovationstätigkeiten die Routine und damit die Überführung in wirtschaftlichen Nutzen vernachlässigen.

²⁷⁹ Nach (Vriess97, 48). Er führt diesen Gedanken weiter und bezeichnet Innovationen als die Suche nach der „Kontinuierung der Diskontinuität“ (ebd., 50). Bekannt ist auch Roberts Dilemma: „Je stärker eine Firma versucht zu innovieren, desto eher wird die Innovation scheitern. Je weniger sie versucht zu innovieren, desto eher wird die Firma scheitern.“ (Afuah98, 223)

²⁸⁰ In der Literatur herrscht Uneinigkeit darüber, wie genau der Innovationsbegriff abzugrenzen ist und was alles noch mit dazugehört. Schumpeter versteht unter Innovationen nur Radikale Innovationen. Im weiteren Sinne

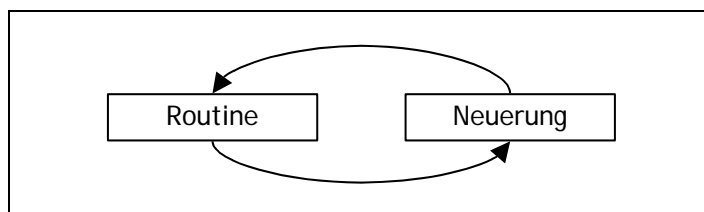


Abbildung 54: Der Zusammenhang zwischen Routine und Neuerung

Das Wesen der Innovation ist also eng mit dem Faktor Zeit verknüpft, denn der Erfolg einer Innovation kann erst nachträglich, wenn die Neuerung schon abgeschlossen und damit eigentlich keine mehr ist, beurteilt werden²⁸¹. Insofern lässt sich das Paradoxon in Abbildung 54 durch die Einführung einer Zeitachse auflösen: der Kreislauf ist dann ein Spiralprozess entlang der Zeitachse, schematisch dargestellt in Abbildung 55. Dabei ist zu beachten, dass nicht jede Neuerung zu einer Innovation wird und erfolgreich in Routine überführt werden kann. Der Prozess der Überführung wird in dieser Arbeit als Rezeption bezeichnet²⁸² und beschreibt damit weniger das nach außen hin sichtbare Ergebnis der Innovation wie beispielsweise ein neues Produkt, sondern den Umgang der Organisation mit Neuerungen und ihre Fähigkeit, diese zu einem stabilen und effizienten Teil der Routine werden zu lassen. Der zeitliche Ablauf von der Routine zur Neuerung und wieder zurück zur Routine ist demnach eine andere Sicht auf den Innovationsprozess aus Abbildung 49. Abbildung 55 macht die Bedeutung der Begriffe deutlich.

umfassen diese für ihn Invention, Innovation und Diffusion, im engeren Sinne eben nur die Innovation. Deswegen ist auch nicht eindeutig, inwieweit diese Rückführung in die Routine Teil der Innovation ist oder nicht.

²⁸¹ Siehe (Vries97, 48-52)

²⁸² Gutekunst spricht von Adoption (Gutekunst97, 37)

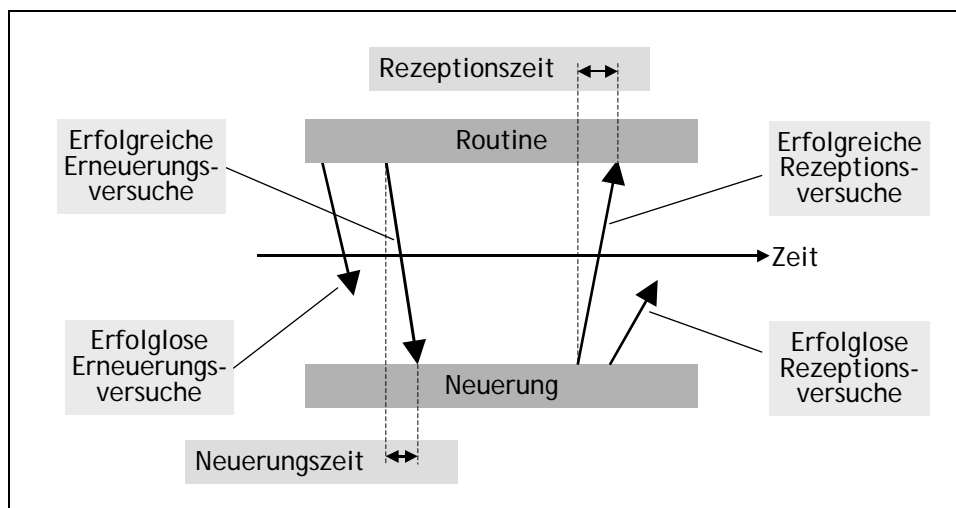


Abbildung 55: Routine und Neuerung in zeitlicher Abhängigkeit

- Erneuerungsversuche: Alle Versuche, Projekte und Anstrengungen, eine Neuerung und damit eine mögliche Innovation zu entwickeln²⁸³
 - Neuerungszeit: Zeitspanne, die eine Idee bis zur Umsetzung in einer Neuerung benötigt
 - Rezeptionsversuch: Die Rückführung der Neuerung in den Alltag der Organisation
 - Rezeptionszeit: Zeitspanne, welche die Übertragung der Neuerung in Routine benötigt
- Diese Sicht auf Neuerung und Routine beschreibt letztendlich, wie gut sich eine Organisation aus ihrer momentanen Situation auslenken lassen und ein neues Gleichgewicht finden kann²⁸⁴. Sie wird deswegen im Folgenden als Innovationselastizität bezeichnet. Der geeignete Einsatz von Methoden, Technologien und Konzepten kann diese Elastizität auf unterschiedliche Art fördern:
1. Erneuerungsrate erhöhen: Das Unternehmen entwickelt, erarbeitet oder erwirbt mehr Neuerungen.
 2. Neuerungszeit reduzieren: Die Erneuerungsversuche führen schneller zu einer Neuerung.
 3. Erneuerungserfolg erhöhen: Die Ansätze zur Veränderung, die sich aus der Routine ergeben, führen öfter zu Neuerungen.
 4. Rezeptionszeit reduzieren: Die Neuerungen werden schneller wieder in die Routine übernommen.

²⁸³ Das Wort „entwickeln“ drückt die intendierte Mischung aus zulassen, ermöglichen, stimulieren, und fördern nur ungenügend aus.

²⁸⁴ Dies ist die betriebswirtschaftliche Entsprechung der volkswirtschaftlichen Sicht auf Innovation von Schumpeter, siehe dazu auch Abschnitt 3.2.1.

5. Rezeptionserfolg erhöhen: Die Neuerungen werden öfter erfolgreich in die Routine überführt.

Diese Verbesserungen sind in Abbildung 56 schematisch dargestellt. Im Rahmen der Arbeit kann es hier nur um qualitative und nicht um quantitative Aussagen gehen.

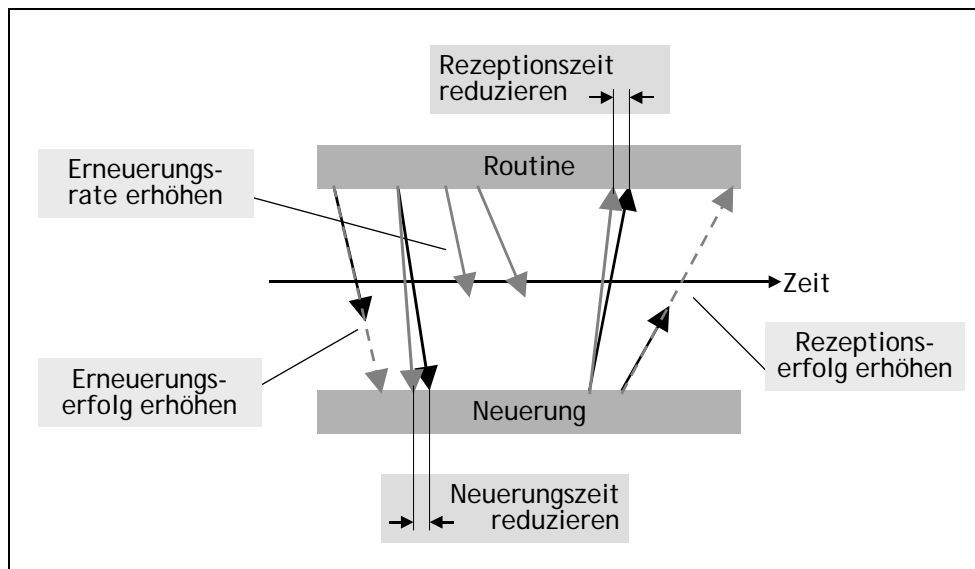


Abbildung 56: Verbesserung der Innovationselastizität, jeweils grau dargestellt

Innovationselastizität kann sich sowohl in einem Unternehmen als auch für eine Kooperation betrachtet werden. Sie beschreibt dann, wie eine Wertschöpfungskette mit Neuerung und deren Rückführung in Routine umgeht. Damit ist der zweite Aspekt, mit welchem der Beitrag der Methoden zur Virtuelle Integrierten Kooperation bewertet werden kann, gegeben.

5.2.3 Virtualisierung

Im vorgestellten Ansatz wurden die Konzepte Virtuelle Kooperation und Virtuelles Produkt diskutiert²⁸⁵. Virtuell bezeichnet die Abwesenheit einer normalerweise vorhandenen physikalischen Eigenschaft²⁸⁶. In den achtziger Jahren entstand aufgrund der Fortschritte der Informatik der Begriff der virtuellen Realität, und seit den neunziger Jahren wird Virtualität auch betriebswirtschaftlich diskutiert²⁸⁷. Die wichtigsten Gegenstände von Virtualisierung sind heute virtuelle Organisationen bzw. virtuell integrierte Organisationen, welche im wesentlichen durch IKT und CSCW-Technologien ermöglicht werden und virtuelle Produkte,

²⁸⁵ Vgl. Abschnitt 4.1.1 und Abschnitt 4.2.1

²⁸⁶ Siehe (Bund97, 247), (Fischer99). Der Begriff der Virtuellen Arbeit findet sich bereits bei Bernoulli (Eppler89, 75),

²⁸⁷ Vgl. (Scholz97, 323ff)

die durch CAx und *Digital Mock Up* Technologien entstehen²⁸⁸. Abbildung 57 ordnet einige Ansätze zur Virtualisierung anhand dieser beiden Parameter ein.

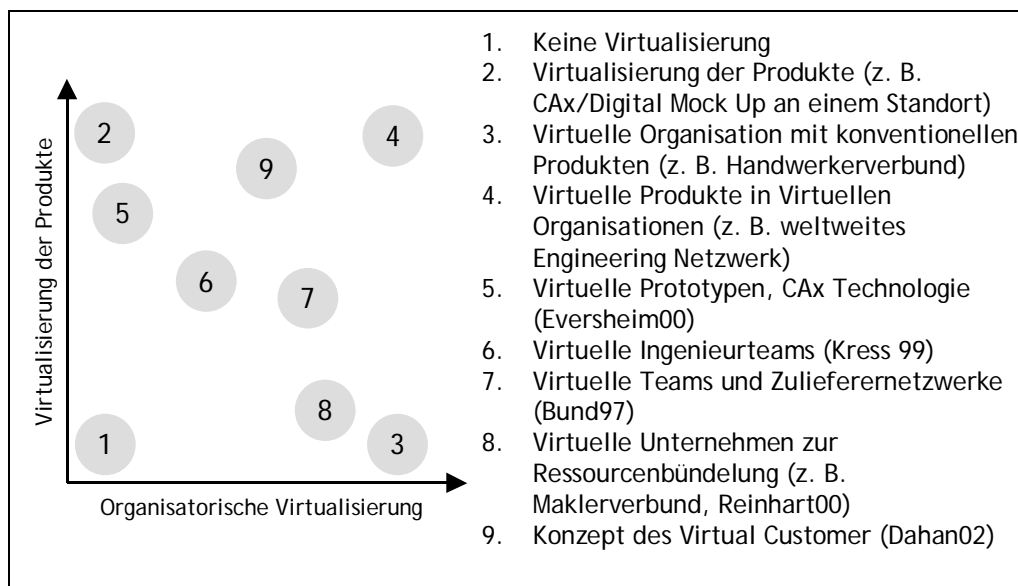


Abbildung 57: Einordnung verschiedener Konzepte zur Virtualisierung

Virtualisierung betrifft alle Arten der Innovation. Je nach Art des Produktes verschiebt sich die Virtualisierung während der Phasen der Produktentstehung. Virtuelle Produkte sind insbesondere von großer Bedeutung für Kooperationen, da damit einfacher Distanzen und auch organisatorische Hindernisse überwunden werden können. Damit ist der dritte Aspekt einer Virtuell Integrierten Kooperation gegeben.

5.2.4 Wissensprozesse

Ohne auf den Wandel der Industrie- zur Informations- und Wissensgesellschaft genauer einzugehen²⁸⁹ bleibt festzustellen, dass Informationen und Wissen entscheidende Voraussetzungen für Innovationen darstellen. Ein bewusster Umgang mit Wissen erhöht das Innovationspotenzial eines Unternehmens, wissensorientiertes Management trägt damit zu Effizienz und Effektivität der Innovationsprozesse bei. Im folgenden Abschnitt wird deshalb auf Wissensprozesse eingegangen.

²⁸⁸ Zu den virtuellen Produkten gehören auch virtuelle Welten, in denen die Produkte erprobt werden, beispielsweise virtuelle Modeschauen. Der Begriff der Virtuellen Fabrik vereint organisatorische Virtualisierung und virtuelle Produkte.

²⁸⁹ Dazu formulierte bereits Albert Einstein: „Der Fortschritt lebt vom Austausch des Wissens“ (nach Peritsch00, 1). Die Entwicklung der Disziplin Wissensmanagement in den letzten 10 Jahren belegt eine rasante Entwicklung hin zur Wissensgesellschaft. Bereits 1997 identifizierten Probst et al. in diesem Zusammenhang einen Trend in Richtung Vermehrung, Spezialisierung und Globalisierung des Wissens (Probst97, 21-23).

Angesichts der Problematik, Wissen zu definieren²⁹⁰, erscheint es zweckmäßiger, verschiedene Kategorien zusammenzustellen, nach denen Wissen unterschieden werden kann. Tabelle 9 fasst die wichtigsten dieser Parameter und ihre möglichen Ausprägungen zusammen.

Parameter	Ausprägung				
Aggregatzustand	Implizit		Explizit		
Art der Entstehung	Erkenntnisstreben		Anwendungsbezogen		
Ort der Entstehung	Intern	Kooperativ		Extern	
Eigentumsverhältnisse	Geschützt	Privat		Öffentlich	
Art des Erkenntnisobjektes	Natur: Naturwissenschaft	Technik: Technologie	Wirtschaft: Ökonomisch	Mensch: Psychologisch, Soziologisch	
Form des Wissens	Know what		Know how		Know why
Zeitliche Orientierung	Vergangenheit		Gegenwart		Zukunft
Zeitlicher Handlungsbezug	Normativ		Strategisch		Operativ
Neuheitsgrad	Weltweit neu	Branche neu		Unternehmen	Gruppe Person
Trägermedium	Materialisiert (Anlagen, EDV)	Quasi-materiell (Zeichnungen etc.)		Soziale Systeme	
				Organisation	Gruppe

Tabelle 9: Morphologie des Wissensbegriffs²⁹¹

Ein umstrittener Parameter ist der letztgenannte, das Trägermedium. Ein Teil der Literatur vertritt den Standpunkt, Wissen sei immer an Personen gebunden, ansonsten handle es sich um Information. In dieser Arbeit wird dieser strengen Abgrenzung nicht gefolgt. Wenn die Information mit Kontext und Handlungsanweisungen ergänzt wird, kann dieses dann explizite Wissen durchaus modelliert und codiert werden und damit digital zur Verfügung stehen. Da ein Anwender dieses explizite Wissen mit eigenem Wissen verknüpft, entsteht beim Abrufen dieses Wissens in der Regel neues Wissen. Die Wissensübertragungen lassen sich wiederum nach verschiedenen Parametern unterscheiden, wie in Tabelle 10 dargestellt.

²⁹⁰ Siehe (Romhardt98, 24ff)

²⁹¹ Nach (Peritsch00, 29), ergänzt

Parameter	Ausprägung				Ebene
Kommunikationskontext	Person-Person		Wissensträger-Person		Person
Wissenskontext	Einseitig fachlich	Wechselseitig fachlich	Einseitig interdisziplinär	Wechselseitig interdisziplinär	
Aufgabenbezug	Mittelbar		Unmittelbar		
Hierarchie und Funktion	Horizontal		Vertikal	Lateral (diagonal)	Gruppe
Organisationskontext	Primär-Sekundär		Sekundär-Sekundär		
Unternehmenskontext	Win-Win (Unternehmen)		Bipolar (non-profit)		Organisation

Tabelle 10: Morphologie der Wissensübertragungen²⁹²

Diese Übertragungen von Wissen können durch Barrieren behindert werden. Die folgenden Wissensbarrieren lassen sich unterscheiden:²⁹³

- Individuelle Barrieren: unterschiedliche Denkweisen der Menschen, emotionale Erregung, *skilled incompetence*²⁹⁴, falsche Wirkungsanalysen, zu wenig Fähigkeiten zur Nutzung von IT Systemen.
- Soziale Barrieren: Machtpositionen falsch verteilt, falsche Unternehmenskultur, Entlohnungssystem, Personalpolitik.
- Technische Barrieren: schlechte IKT, schlechte GUI, Medien/Dateiformatbrüche.

Neben diesem eher mechanistischen Bild von Wissen als Strom, dessen Fluss ermöglicht werden sollte, müssen die Transformationen betrachtet werden, denen das Wissen bei Kommunikations- und Lernprozessen unterworfen ist. Dabei sind insbesondere die Wechselwirkungen zwischen explizitem und individuellem Wissen, wie sie bei der Wissensentwicklung in Organisationen im Vordergrund stehen, von Bedeutung. Laut Nonaka²⁹⁵ laufen folgende vier Prozesse nacheinander ab:

- Explizierung: von implizit individuell nach explizit individuell
- Kombination: von explizit individuell nach explizit kollektiv
- Internalisierung: von explizit kollektiv nach implizit kollektiv
- Sozialisierung: von implizit kollektiv nach implizit individuell

²⁹² Siehe (Peritsch00, 180ff.)

²⁹³ Siehe dazu auch (Lullies93, 230ff.) und (Romhardt98, 194ff)

²⁹⁴ Damit wird eine anerzogene Entschuldigungshaltung gegenüber Wissenslücken bezeichnet, welche den Lernstimulus stört. Siehe (Peritsch00, 185) und die dort ausgewertete Literatur

²⁹⁵ Siehe (Nonaka97, 84ff.). Hier sei darauf hingewiesen, dass der englische Begriff *Knowledge* mehr umfasst als das deutsche Wort „Wissen“, nämlich auch Fähigkeiten und Fertigkeiten. Dies motiviert die Betrachtung der Transformations- und Lernprozesse.

Idealtypisch endet der Kreislauf nicht nach der Sozialisierung, sondern geht spiralförmig mit der erneuten Explizierung des neuen, impliziten Wissens weiter. Dabei wächst das Wissen aller Beteiligten und damit das der Organisation. Auf individueller Ebene laufen dabei stets Lernprozesse ab, die sich nach der Lernform unterscheiden lassen²⁹⁶:

- Single-Loop: Das Lernen von Fakten
- Double-Loop: Das Lernen von Zusammenhängen und deren Einordnung
- Deutero: Lernen zu lernen, Ursachenforschung zu Problemen bei Single-Loop und Double-Loop

Aufgabe eines wissensorientierten Managements muss es deshalb sein, sämtliche Wissensquellen der Organisation zu identifizieren, den Austausch und den Fluss zu ermöglichen, Lernprozesse auf allen Ebenen zu fördern und neu benötigtes Wissen entweder zu erwerben oder zu entwickeln. Das bekannteste Konzept hierzu stellt diese Aufgaben, Bausteine des Wissensmanagements genannt, in einer Art Regelkreis dar²⁹⁷. Wissensziele sind die Vorgaben für die Regelstrecke, in der Wissen identifiziert, erarbeitet und verwendet wird. Eine Bewertung hinsichtlich der Wissensziele schließt den Regelkreis.

Wissensbasierte Systeme, und hier insbesondere fallbasierte Ansätze wie CBR, unterstützen den Umgang mit Fällen und den darin enthaltenen Fällen bereits durch Prozessmodelle, wie in Abbildung 19 dargestellt. Trotzdem ersetzen solche Systeme nicht ein Konzept für ein wissensorientiertes Management²⁹⁸, vielmehr müssen sich beide Ansätze ergänzen. Abbildung 58 zeigt die Verknüpfung des CBR-Cycle, wie er in der Gefährdungsanalyse in Abschnitt 4.2 und in beim fallbasierten Workflow in Abschnitt 4.4.3.2 verwirklicht wurde, zu den Bausteinen des Wissensmanagements²⁹⁹. Durch den kooperativen Einsatz dieser Methoden und Systeme ist damit ein erster Schritt in Richtung des kooperativen Wissensmanagements getan.

²⁹⁶ Siehe ursprünglich (Argyris78) und die zahlreiche sich darauf beziehende Literatur, beispielsweise (Pawlowsky98, 19ff.)

²⁹⁷ Dieser weit verbreitete Ansatz stammt von (Probst97) und (Romhardt98)

²⁹⁸ Dieser Zusammenhang war Gegenstand eines Workshops (Aha99). Einige Autoren setzen CBR und Wissensmanagement fast gleich (Dubitzky99), (Magaldi99), (Moussavi99), (Shimazu99), während andere eine klare Abgrenzung sehen (Haley99), (Montezami99), (Pandya99)

²⁹⁹ Es gibt auch Überlegungen, das CBR-Prozessmodell um die zwei Schritte *Review* und *Restore* zu erweitern, um damit einen *Case Maintenance Cycle* zu etablieren, (Göker99), (Roth-Berghofer01), oder einen *Collaborative Maintenance* Prozess zu entwickeln (Ferrario01).

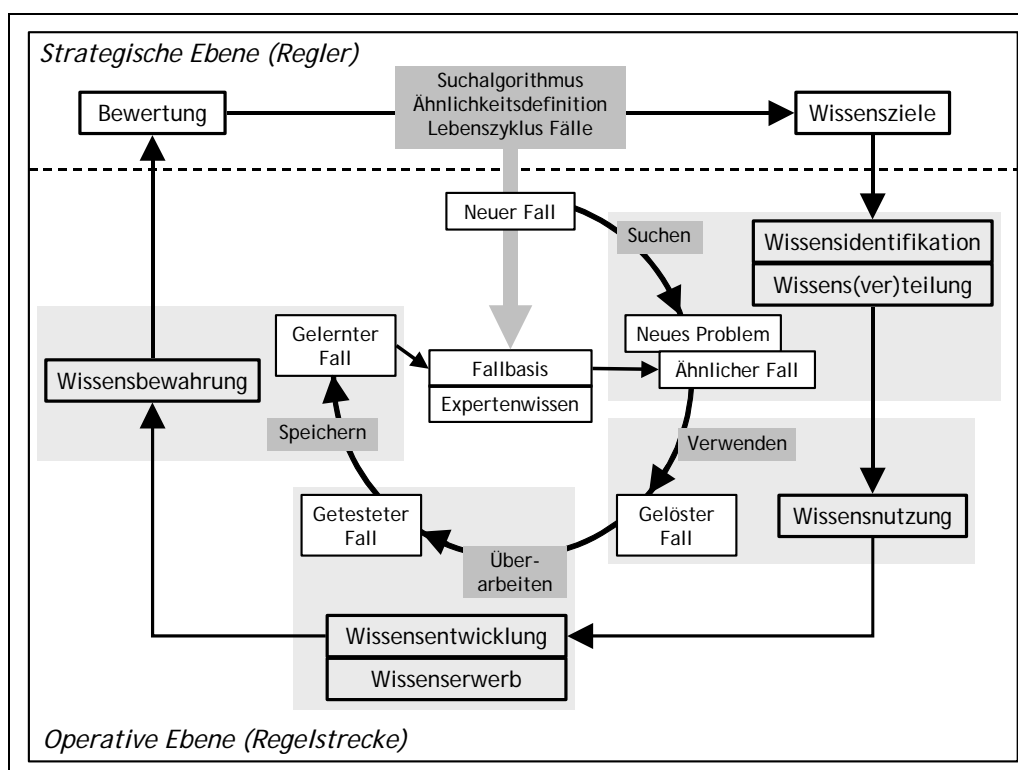


Abbildung 58: Zuordnung von Aufgaben im CBR-Cycle zu den Bausteinen des Wissensmanagements³⁰⁰

Die einzelnen Aufgaben und Aktivitäten während der Nutzung des CBR-Systems lassen sich auf operativer Ebene den einzelnen Bausteinen zuordnen. Auf strategischer Ebene wird das Wissen überprüft und bewertet. Eine Veränderung und neue Vorgaben betreffen beispielsweise die Gültigkeit und Relevanz der gespeicherten Fälle, die Ähnlichkeitsfunktionen und den Suchalgorithmus. Die Identifikation und Einordnung derjenigen Wissensprozesse, welche durch den Ansatz unterstützt werden, ist deswegen ein wichtiger Schritt hin zu einem wissensorientierten Management der Innovationsprozesse³⁰¹. Dies trifft besonders auf Kooperationen zu, da hier die Barrieren, welche den Austausch des Wissens behindern könnten, meist höher sind. Dies ist der vierte Aspekt Virtuell Integrierte Kooperationen, anhand dessen im folgenden Kapitel analysiert wird, welchen Beitrag die Methoden leisten.

5.3 Bewertung des Beitrags der angewandten Methoden und entwickelten Systeme zur Virtuell Integrierten Kooperation

Nachdem nun die vier relevanten Aspekte zur Bewertung des Beitrags, welche die entwickelten Methoden zu diesen Aspekten der VIK leisten, dargestellt wurden, sind die drei

³⁰⁰ Nach (Fischer02a, 177), überarbeitet

³⁰¹ Es gibt einige Autoren, die den Phasen des Innovationsprozesses bestimmte Lernprozesse (Gutekunst97, 60ff) und Wissenstransformationen (Schulze01) fest zuordnen. Diese Ansätze fließen hier nicht ein.

Dimensionen aus Abbildung 48 vollständig. Abbildung 59 stellt diese drei Dimensionen mit ihren konkreten Ausprägungen als Quader dar und zeigt beispielhaft ein Element³⁰².

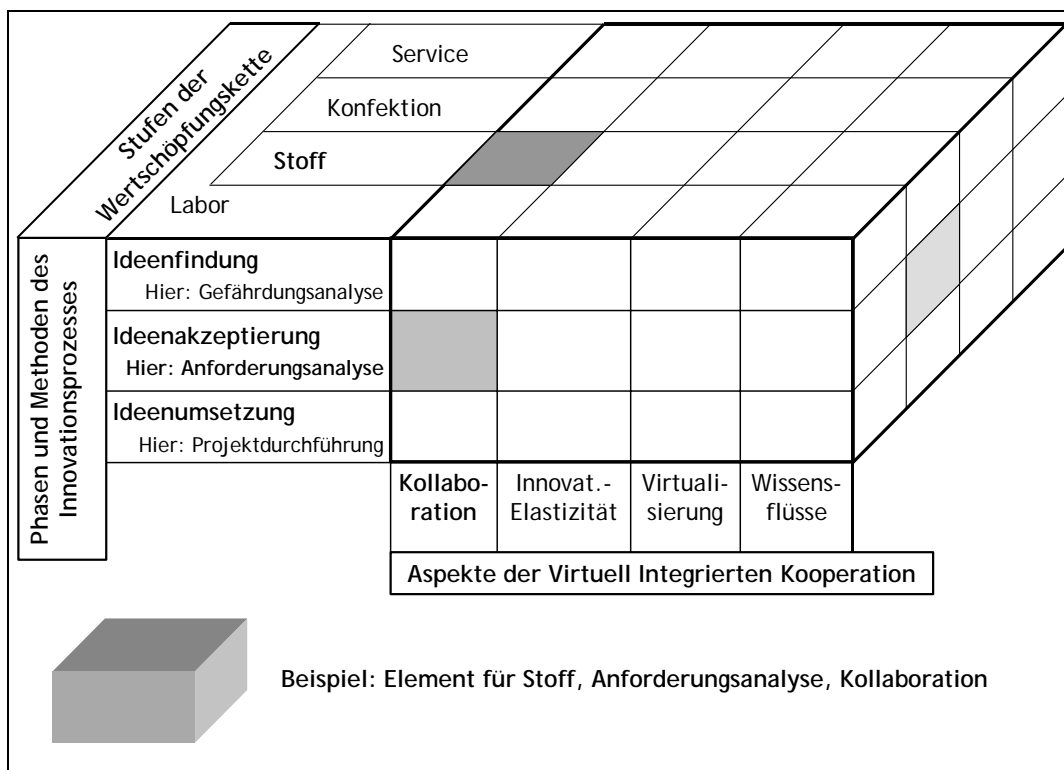


Abbildung 59: Gesamtüberblick über die zu bewertenden Elemente

Damit kann detailliert analysiert werden, welche Methode in welcher Phase in welcher Stufe zu welchem Aspekt der Virtueller Integrierter Kooperation beiträgt. Im Folgenden wird zuerst nach den Phasen und Methoden unterschieden, dann nach den Stufen der Wertschöpfung und schließlich nach den Aspekten der VIK. Die Darstellung in Tabellen bezieht sich dabei insofern auf die Abbildung, als jede Tabelle einen Schnitt und damit eine Scheibe des Quaders darstellt. Die Bewertung des Beitrags erfolgte qualitativ und orientiert sich an der gängigen Symbolik (stark: ++, mittel: +, schwach: ○), welche durch Erläuterungen ergänzt wird. Es sind nur diejenigen Teilaspekte aufgeführt, zu denen ein Beitrag erfolgt.

5.3.1 Gefährdungsanalyse

Die Gefährdungsanalyse sammelt die Profile der potenziellen und der tatsächlichen Anwender von Schutzbekleidung. Diese Profile bestehen aus den Gefährdungen, den notwendigen Schutzfunktionen und, soweit vorhanden, den geeigneten Produktpaketen.

³⁰² Da nicht alle Stufen an allen Phasen signifikant beteiligt sind, fehlen einige Elemente des Quaders. Dies ist in der Abbildung nicht berücksichtigt.

Beitrag zur Kollaboration

Der Beitrag der Gefährdungsanalyse zur Kollaboration ist in Tabelle 11 dargestellt, wobei nur die Kooperation zwischen den Stufen und nicht die Integration verschiedener Abteilungen einer Stufe betrachtet wird.

	Labor	Stoff	Konfektion
Gemeinsame Tätigkeiten	+ Gemeinsames Projekt, gemeinsame Tätigkeiten nur bei der Erstellung des Systems		
Gemeinsame Ziele	+ Konvergenz der Ziele durch gemeinsam zu erarbeitende Schutzfunktion		
Relevanz der Kommunikation	++ Tests auf Produkte und Normen abgestimmt	+ Funktion besser auf Gefährdung abgestimmt	+ Schnitt und Design besser auf Gefährdung abgestimmt
Neuigkeitsgrad der Kommunikation	+ Die Gefährdungsanalyse liefert aktuelle Szenarien aus der Praxis		
Vertrauen	++ Die Szenarien stammen von den Endverbrauchern		
Verständnis	+ Die systematische Beschreibung ist umfassend und einheitlich		

Tabelle 11: Bewertung Gefährdungsanalyse – Kollaboration

Die systematische Erfassung der Gefährdungsszenarien ist für die Kollaboration der Partner förderlich, da empirisch ermittelte Kundenanforderungen und Markttrends das Vertrauen und das Verständnis fördern und die Entwicklung der Produkte besser aufeinander abgestimmt sein lässt. Das Verständnis für die Tätigkeiten der Partner wächst, auch auf Grund der einheitlichen Sprache.

Beitrag zur Innovationselastizität

Die Gefährdungsanalyse trägt entsprechend Tabelle 12 zum Umgang der beteiligten Partner mit Routine und Neuerung bei.

	Labor	Stoff	Konfektion
Erneuerungsrate erhöhen	+ Erkennen neuer Trends im Markt	++ Auslösen neuer Entwicklungen (Funktion)	+ Auslösen neuer Entwicklungen (neue Schnitte und Designs)
Erneuerungserfolg erhöhen	++ Systematische Auseinandersetzung mit Normen, Datenbasis	++ Zielgerichtete Anpassung der Schutzfunktion	++ Entwicklungen sind näher am Markt
Neuerungszeit reduzieren	+ Die Gesamtzeit der Neuerung wird reduziert, da das Labor frühzeitig Prüfungen für neue Funktionen entwickeln kann.		

Tabelle 12: Bewertung Gefährdungsanalyse – Innovation

Die systematische Erfassung der Gefährdungsszenarien löst häufiger und mehr Erfolg versprechende Entwicklungen aus. Dies gilt sowohl für die Hersteller als auch für das Labor, welches seine Untersuchungsmethoden besser auf kommende Entwicklungen einstellen kann. Außerdem werden Beratung und Information Teil des Produktes und das Markenbewusstsein

beim Anwender steigt. Der ständige Umgang mit Anforderungen und möglichen Neuerungen schafft ein Klima der Bereitschaft und Offenheit. Auf die Umsetzung der Entwicklungen in Routinen hat die Gefährdungsanalyse direkt kaum Einfluss.

Beitrag zur Virtualisierung

Die Gefährdungsanalyse verwendet Virtualisierungen entsprechend Tabelle 13.

	Labor	Stoff	Konfektion
Organisatorische Virtualisierung	++ Gefährdungsanalyse wird gemeinsam von der Virtuell Integrierten Kooperation angeboten		
Virtualisierung der Produkte	++ Gefährdungsanalyse analysiert und spezifiziert das gemeinsame Produktpaket Schutzfunktion		

Tabelle 13: Bewertung Gefährdungsanalyse – Virtualisierung

Die Gefährdungsanalyse ist eine Schnittstelle der Virtuell Integrierten Kooperation nach außen zum Anwender, dem sie das virtuelle Produkt *Schutzfunktion* anbietet und die Anforderungen an ein solches analysiert. Die Beratung und Informationen zum Einsatz sind Teil dieses Produktes *Schutzfunktion*.

Beitrag zu Wissensprozessen

Die Gefährdungsanalyse unterstützt die Wissensprozesse entsprechend Tabelle 14.

	Labor	Stoff	Konfektion
Wissensprozess			
Explizierung	++ Verborgene und unbewusste Zusammenhänge werden durch strukturiertes Vorgehen und Bereitstellung der Wissensbasis besser entdeckt		
Kombination	++ Aggregation vieler expliziter Fälle unterschiedlicher Autoren		
Internalisierung	+ Der Austausch expliziten Wissens fördert die Entstehung impliziten Wissens		
Sozialisierung	O		
Lernform			
Single-Loop	O	+ Lernen über Normen (Informationssystem)	
Double-Loop	++ Zusammenhänge zwischen Gefährdungen und Produkten werden transparent		
Deutero	+ Längerfristig wird über die Gefährdungsanalyse selbst gelernt		

Tabelle 14: Bewertung Gefährdungsanalyse – Wissensprozesse

Die Umsetzung der Gefährdungsanalyse als CBR-System ermöglicht die Unterstützung einiger Wissensprozesse. Dabei hängt insbesondere die Kombination von der Implementierung des Systems mit einer gemeinsam genutzten Fallbasis und damit von der Ausgestaltung der VIK ab. Hat jeder Nutzer nur seine eigenen Fälle zur Verfügung, werden hauptsächlich individuelle Wissens- und Lernprozesse unterstützt, stehen auch Fälle anderer Personen oder Organisationen zur Verfügung, werden weitere Wissensprozesse angestoßen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die gemeinsame Gefährdungsanalyse einen wichtigen Beitrag zur VIK leistet. Insbesondere Kollaboration und Innovationselastizität werden gefördert. Diese unterstützen die Entwicklung inkrementeller und signifikanter Innovationen, welche auf sich verändernde Anforderungen aus dem Markt reagieren.

5.3.2 Anforderungsanalyse

Bei der Anforderungsanalyse werden Anforderungen der Anwender systematisch erfasst, bewertet, in Anforderungen übersetzt und gegebenenfalls gemeinsam in einem neuen Produkt umgesetzt.

Beitrag zur Kollaboration

Der Beitrag der Anforderungsanalyse zur Kollaboration ist in Tabelle 15 dargestellt, wobei wiederum nur die Kooperation zwischen den Partnern und nicht die Integration verschiedener Abteilungen eines Partners betrachtet wird.

	Stoff	Konfektion	Service
Gemeinsame Tätigkeiten	++ Gemeinsames Anwenden der Methode, Teamarbeit		
Gemeinsame Ziele	++ Gemeinsames neues Produkt bzw. Produktpaket		
Relevanz der Kommunikation	+ Erkennen der Abhängigkeiten von Produkteigenschaften und Anforderungen		
Neuigkeitsgrad der Kommunikation	+ Neue inhaltliche Zusammenhänge erschließen sich		
Vertrauen	++ Gemeinsames Interesse am Erfolg der Entwicklung		
Verständnis	++ Gemeinsame Methode fördert gemeinsame Sprache		

Tabelle 15: Bewertung Anforderungsanalyse – Kollaboration

Das gemeinsame Anwenden der Methoden CM und QFD führt zu einer sehr intensiven Kollaboration. Die Partner arbeiten methodisch zusammen und entwickeln ein Verständnis für die funktionalen Abhängigkeiten der Stufen der Wertschöpfung.

Beitrag zur Innovationselastizität

Die Anforderungsanalyse trägt entsprechend Tabelle 16 zu Erneuerungs- und Rezeptionsfähigkeit der beteiligten Partner bei. Die systematische Umsetzung der Anforderungen verbessert den Erfolg der Entwicklungen und deren Umsetzung in Routine, weil alle Partner zusammen das Produkt konzipieren und es das Konzept besser auf die Herstellbarkeit abgestimmt ist.

	Stoff	Konfektion	Service
Erneuerungsrate erhöhen	O	O	O
Erneuerungserfolg erhöhen	++ Systematische, gemeinsame und am Anwender orientierte Produktentwicklung		
Neuerungszeit reduzieren	+ Beschleunigung durch gemeinsame Methode		
Rezeptionserfolg erhöhen	+ Entwicklung besser auf die existierenden Möglichkeiten der Produktion abgestimmt		

Tabelle 16: Bewertung Anforderungsanalyse – Innovation

Beitrag zur Virtualisierung

Die Anforderungsanalyse verwendet verschiedene Virtualisierungen entsprechend Tabelle 17.

	Stoff	Konfektion	Service
Organisatorische Virtualisierung	+ In der Virtueller Integrierter Kooperation wird eine gemeinsame Methode angewandt		
Virtualisierung der Produkte	+ Das gemeinsame Produktpaket Schutzfunktion wird kooperativ konzipiert		

Tabelle 17: Bewertung Anforderungsanalyse – Virtualisierung

Die Virtueller Integrierte Kooperation entwickelt die Konzeption für das gemeinsame Produkt, wobei die realen Entwicklungen dann jeweils bei den einzelnen Partnern stattfinden. Virtualisierungen von Garnen und Geweben kommen zur Zeit nicht zum Einsatz.

Beitrag zu Wissensprozessen

Die Anforderungsanalyse unterstützt die Wissensprozesse entsprechend Tabelle 18.

	Stoff	Konfektion	Service
Wissensprozess			
Explizierung	+ Zusammenhänge zwischen den Prozessstufen und Produkten werden expliziert		
Kombination	++ Mehrere Experten kommen zusammen und tauschen ihr Wissen aus		
Internalisierung	O		
Sozialisierung	+ Durch Arbeiten im Team wird auch implizites Wissen ausgetauscht		
Lernform			
Single-Loop	+ Lernen über textile Zusammenhänge und Messmethoden		
Double-Loop	++ Vielfältige, Stufen übergreifende Zusammenhänge werden erlernt		
Deutero	O		

Tabelle 18: Bewertung Anforderungsanalyse – Wissensprozesse

Das gemeinsame Anwenden der Methoden zu Anforderungsanalysen begünstigt die Explizierung und Kombination von Wissen. Da kein wissensbasiertes System zum Einsatz kommt, welches systematisch längerfristige Auswertungen erlaubt, werden primär Single- und Double-Loop Lernprozesse angeregt.

Auch die Anforderungsanalyse leistet einen wichtigen Beitrag zur VIK. Das Verständnis für übergreifende Zusammenhänge wird durch die gemeinsame Arbeit mit Methoden gefördert. Die Speicherung abgeschlossener QFD-Projekte in einem CBR-System wäre zwar denkbar, aber der Aufwand zur Konzeption solch eines Systems übersteigt angesichts der überschaubaren Anzahl an Fällen den Nutzen.

5.3.3 Projektdurchführung

Bei der Bewertung des Beitrags der Projektdurchführung mit Hilfe eines WFMS muss unterschieden werden zwischen einerseits dem inter-organisationalen WFMS, welches nur sehr grob modelliert ist, keine CBR-Komponente enthält und eher Projektmanagementcharakter besitzt, und andererseits dem internen WFMS beim Partner Klopman, welches eine CBR-Komponente enthält und etwas detaillierter modelliert ist.

Beitrag zur Kollaboration

Der Beitrag der Projektdurchführung zur Kollaboration ist in Tabelle 19 dargestellt, wobei sowohl die Integration zwischen den Partnern als auch die Integration verschiedener Abteilungen eines Partners betrachtet wird.

	Inter-organisational	Intra-organisational
Gemeinsame Tätigkeiten	O	O
Gemeinsame Ziele	+ gemeinsames Projekt	+ Produktentwicklung wird als Querschnittsprozess wahrgenommen
Relevanz der Kommunikation	+ reales Projekt mit konkreten Kunden	+ Implementierung der Prozesse
Neuigkeitsgrad der Kommunikation	O	O
Vertrauen	+ Gemeinsames Projektmanagement	+ Gemeinsame Sprache durch WFMS
Verständnis	+ Gemeinsames Werkzeug und Projekt	+ Annäherung von Produktentwicklung und Produktion

Tabelle 19: Bewertung Projektdurchführung – Kollaboration

Das gemeinsame Projektmanagement auf inter-organisationaler Ebene fördert durch gemeinsame Ziele und das gemeinsame Werkzeug die Kollaboration. Auf intra-organisationaler Ebene wird besonders die Integration des Querschnittsprozesses Produktentwicklung in die Routineprozesse gefördert.

Beitrag zur Innovationselastizität

Die Projektdurchführung trägt entsprechend Tabelle 20 zum Umgang der beteiligten Partner mit Routine und Neuerung bei.

	Inter-organisational	Intra-organisational
Erneuerungserfolg erhöhen	+ Gemeinsame Wissensbasis	O
Neuerungszeit reduzieren	+ Bessere Abstimmung der Partner	+ Strukturierter Ablauf wird unterstützt
Rezeptionserfolg erhöhen	O	+ Bessere Einbindung der Entwicklung in die normale Produktion
Rezeptionszeit reduzieren	O	+ Bessere Projektorganisation und Dokumentation

Tabelle 20: Bewertung Projektdurchführung – Innovation

Das inter-organisationale Projektmanagement steigert den Erfolg der Entwicklungen. Intra-organisational wird durch die engere Einbindung der Produktentwicklung in die normalen Abläufe die Rezeption verbessert.

Beitrag zur Virtualisierung

Die Projektdurchführung verwirklicht Virtualisierungen entsprechend Tabelle 21.

	Inter-organisational	Intra-organisational
Organisatorische Virtualisierung	+ Gemeinsames Projektmanagement der VIK	O
Virtualisierung der Produkte	O	O

Tabelle 21: Bewertung Projektdurchführung – Virtualisierung

Gemeinsame Entwicklungsprojekte der Virtuuell Integrierten Kooperation werden im Ablauf unterstützt und überwacht.

Beitrag zu Wissensprozessen

Die Projektdurchführung unterstützt Wissensprozesse entsprechend Tabelle 22, wobei zwischen der inter-organisationalen und der intra-organisationalen Sicht unterschieden werden muss.

	Inter-organisational	Intra-organisational
Wissensprozess		
Explizierung	O	+ Unbewusste und unbekannte Zusammenhänge werden expliziert
Kombination	+ Mehrere Partner bringen ihr Wissen ein	++ Arbeit mehrerer Personen und Abteilungen an einem System
Internalisierung	O	+ Verwendung der CBR-Komponente
Sozialisierung	O	O
Lernform		
Single-Loop	+ Wissen über Abläufe und Entwicklungszeiten wird gelernt	+ Verwendung des WFMS als Informationssystem
Double-Loop	+ Gemeinsame Projektdatenbank ermöglicht Auswertungen	+ CBR deckt Zusammenhänge auf
Deutero	O	+ Langfristige Analyse der Fallbasis

Tabelle 22: Bewertung Projektdurchführung – Wissensprozesse

Durch die grobe Modellierung werden auf inter-organisationaler Ebene wenige Wissensprozesse direkt unterstützt, das System dient eher als Informationssystem. Die CBR-Komponente und die breite organisatorische Verankerung des intra-organisationalen WFMS unterstützen dagegen mehrere Lernformen.

5.3.4 Zusammenfassung des Beitrags zur Virtuell Integrierten Kooperation

Tabelle 23 fasst den Beitrag der Methoden in den einzelnen Phasen der Produktentstehung zu den verschiedenen Aspekten der Virtuell Integrierten Kooperation zusammen.

	Kollaboration	Innovationselastizität	Virtualisierung	Wissensprozesse
Gefährdungs-analyse	++	++ vor allem Neuerung	++	++
Anforderungs-analyse	++	+	+	+
Projekt-durchführung	+	+ vor allem Rezeption	O	+

Tabelle 23: Zusammenfassende Darstellung des Beitrags der Methoden zu den Aspekten der VIK

Es wird deutlich, dass alle Aspekte in allen Phasen umgesetzt werden. Allerdings verschieben sich die Aspekte. Die Kollaboration findet in allen Phasen statt, anfangs durch eine gemeinsame Schnittstelle zum Anwender, dann durch das gemeinsame Umsetzen der Anforderungen, und schließlich durch das gemeinsame Entwicklungsprojekt. Die Innovationselastizität wird anfangs vor allem durch die Systematik zur Sammlung und Evaluierung von möglichen Neuerungen und Entwicklungen geprägt, während die kooperative Projektdurchführung eher die Rezeption unterstützt. Die Virtualisierung, sowohl organisatorisch als auch produktbezogen, nimmt im Laufe des Innovationsprozesses ab: das

textile Produkt wird konkreter, die Produktion erfolgt nicht mehr kooperativ, der Zweck der VIK³⁰³ für das spezifische Projekt ist erfüllt. Wissensprozesse werden in allen Phasen des Innovationsprozesses unterstützt, wobei sich der Gegenstand des Wissens naturgemäß ändert. Gleichzeitig zeigt sich, dass nur durch den Einsatz verschiedener Methoden, ihnen angepassten Technologien und entsprechender organisatorischen Ausgestaltung eine vollständige und ganzheitliche Unterstützung der kooperativen Innovationsprozesse erfolgen kann.

5.4 Verallgemeinertes Konzept für kooperatives Innovationsmanagement

Ziel dieses Abschnittes ist es, aus beschriebenen Ansatz und entwickelten Schemata ein verallgemeinertes Konzept für kooperatives Innovationsmanagement herauszuarbeiten. Solch ein Ansatz stößt zwangsläufig an Grenzen, unterscheiden sich doch kooperative Produktentwicklungen, je nach betrachteter Branche und je nach Art der Innovation. Allerdings ist gerade die Vorgehensweise zur Ausgestaltung integrierten Innovationsmanagements sehr wohl übertragbar und von allgemeinem Nutzen.

5.4.1 Strategie für Innovationen

Neben den Methoden und dem Einsatz geeigneter Technologien ist nach Abbildung 1: Ganzheitlicher Problemlösungsansatz mit dem Zusammenspiel von Konzeption, Methodik und Technologie eine geeignete Konzeption erforderlich, um erfolgreich Innovationen zu entwickeln. Diese umfasst eine Strategie, um richtig und erfolgreich zu innovieren. Insbesondere bei der Produktentwicklung kommt es hierbei zu einem Zielkonflikt aus Zeit, Qualität und Kosten: Idealerweise soll ein neues Produkt schnell entwickelt, preiswert und hochwertig sein. Dieser Konflikt und eine mögliche Zielsetzung sind in Abbildung 60 dargestellt.

Aufgrund der steigenden Komplexität und Variantenvielfalt der Produkte und Prozesse tendiert die Produktentstehungszeit dazu, länger zu werden³⁰⁴. Forschungs- und Entwicklungskosten steigen. Die Lebensdauer der Produkte nimmt dagegen ab. Dieser Effekt,

³⁰³ Die VIK dient ja explizit der Produktentwicklung und nicht des Supply Chain Managements während der Produktion.

³⁰⁴ Bei der Produktentwicklung muss zudem der Lebenszyklus der Produkte, insbesondere die Entsorgung oder das Recycling des Produktes, sowie die Umweltfreundlichkeit des Herstellungsverfahrens berücksichtigt werden, siehe (Lullies93, 19) und (Winkler02, 10).

dass kürzere Marktzyklen teurere Entwicklungszyklen finanzieren müssen, wird Zeitfalle genannt³⁰⁵.

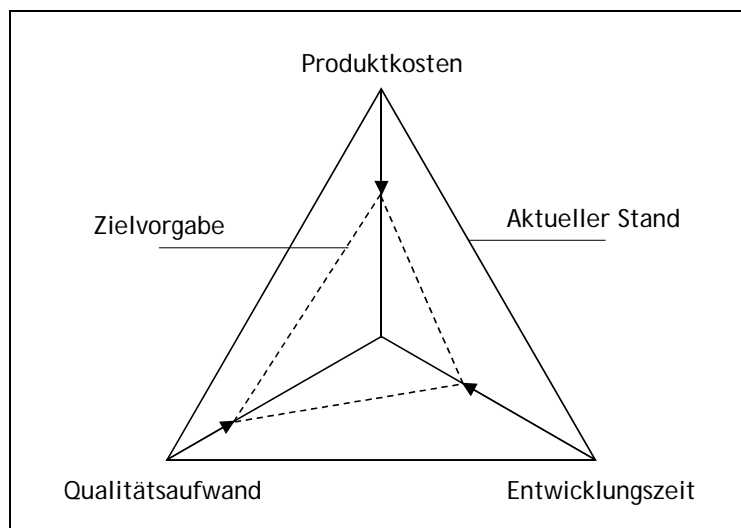


Abbildung 60: Typische Zielsetzung anhand des Zieldreiecks Kosten/Qualität/Zeit³⁰⁶

Die Verkürzung der Entwicklungszeiten und die damit verbundenen Maßnahmen wird als *economies of speed* bezeichnet. Darunter werden alle Maßnahmen subsumiert, welche zu einer Beschleunigung der Entwicklung beitragen. Dies führt dazu, dass ein Unternehmen, das als erstes auf dem Markt ist (Pionier), damit Wettbewerbsvorteile hat³⁰⁷, da der Marktzyklus länger als der anderer Unternehmen ist. Allerdings birgt eine zwanghafte Konzentration auf eine Verkürzung der *time to market* auch Gefahren³⁰⁸. Es fehlt die Zeit, einen Trend reifen zu lassen und genau zu beurteilen, d. h. die Produkte können unausgereift und zu teuer sein, sie verkaufen sich schlecht, dienen aber den Nachfolgern als Türöffner.

Der Zielkonflikt zwischen Qualität und Entwicklungszeit ist nach Auffassung einiger Autoren dadurch aufgehoben, dass Nacharbeitung und Änderungen vermieden werden³⁰⁹. Insgesamt scheint es eine Tendenz zu geben, den Faktor Zeit dominierend zu gewichten, so dass von der Beschleunigungsfalle³¹⁰ als Steigerung der Zeitfalle gesprochen wird³¹¹. Schließlich können

³⁰⁵ Siehe (Studinka98, 46), der sich u. a. auf (Pfeiffer89) bezieht

³⁰⁶ Die Darstellung findet sich bei vielen Autoren, hier nach (Studinka98, 124)

³⁰⁷ Darauf aufbauend auch eine Umsatz- und Gewinnsteigerung (Eversheim95, 11)

³⁰⁸ Studinka fasst die Vor- und Nachteile der Pionier- und Folgestrategie zusammen (Studinka98, 44). Auch Paashuis diskutiert eine verkürzte Entwicklungszeit kontrovers (Paashuis98, 32ff.)

³⁰⁹ Studinka fasst diese These mit dem Satz zusammen: „Doing it fast forces you to do it right the first time.“ (Studinka98, 56)

³¹⁰ Stalk/Webber nennen diese Phänomen „Thrill of speed“ (Paashuis98, 33)

³¹¹ Siehe (Braun91)

zu kurze Produktlebenszyklen beim Kunden auch zu Kaufverweigerung führen, der Kunde wartet immer auf den verbesserten Nachfolger und schiebt Kaufentscheidungen lange hinaus. Trotz der Unvorhersehbarkeit der Innovationen ist das *Timing*³¹² der Produktentwicklung, also Beginn, Aufwand, Ressourceneinsatz, eine strategische Entscheidung. Die Entscheidung Pionier- oder Nachfolgerunternehmen ist Gegenstand intensiver Forschung und soll hier nicht weiter diskutiert werden. Letztendlich hängt sie von zu vielen Faktoren ab, als dass allgemeine Ratschläge fruchtbar wären. Wichtig ist auf jeden Fall eine Analyse der intendierten Innovationen entsprechend der Perspektiven.

Boutellier identifiziert vier konstituierende Dimensionen einer Innovationsstrategie und stellt jeweils zwei gegenüber, um damit Teilaspekte der Strategie zu klären³¹³. Die Positionierung in solchen Portfolios kann bei strategischen Fragen hilfreich sein. Dazu muss das Unternehmen eine Balance zwischen folgenden Polen finden:

- Bestehen im Wettbewerb und Konzentration auf die Zukunft
- Innovatives Expertentum und wirtschaftliche Routinen
- Profit und Ethik³¹⁴
- Visionen zur Unterstützung der ersten Phasen einer Innovation und Planung zur Unterstützung der späteren Phasen einer Innovation

5.4.2 Innovation und Organisation

“An organization that is designed to do something well for the millionth time is not good at doing something for the first time. Therefore, organizations that want to innovate ... need two organizations, an operating organization and an innovating organization.” (Galbraith, 1982, zitiert nach Peritsch00, 121)

Damit ist die Grundproblematik von Routine und Erneuerung aus Abschnitt 5.1 noch einmal dargestellt. Für die Organisation eines innovativen Unternehmens gibt es verschiedene Lösungskonzepte. Diese beziehen sich allerdings fast ausschließlich auf die Entwicklung neuer Produkte, und zwar nicht vollständiger neuer Produkttypen (radikale Innovation), sondern auf die periodische Weiterentwicklung existierender Produkte und Modelle. Am

³¹² Afuah spricht von einem „Window of opportunity“ (Afuah98, 78), welches beispielsweise IBM bei der Entscheidung, ein eigenes Betriebssystem für PCs zu entwickeln, verpasst hat. Bei modische Textilien trifft dies aufgrund der festen Kollektionswechsel nicht zu, wohl aber auf technische Textilien und Schutzbekleidung.

³¹³ Siehe (Boutellier00)

³¹⁴ Boutellier postuliert diese Balance, ohne eine Ethik ausführlicher zu motivieren (Boutellier00, 279)

Beispiel der Organisationsformen für Simultaneous Engineering (SE) wird im Folgenden gezeigt, wie eine flexible Organisation sowohl Routine als auch Erneuerung bewältigen kann. SE erfordert eine geeignete Organisation. Eine rein funktionale, hierarchische Struktur ist ungeeignet, da der Austausch zwischen den einzelnen Bereichen nicht direkt, sondern nur über die Hierarchie möglich ist.

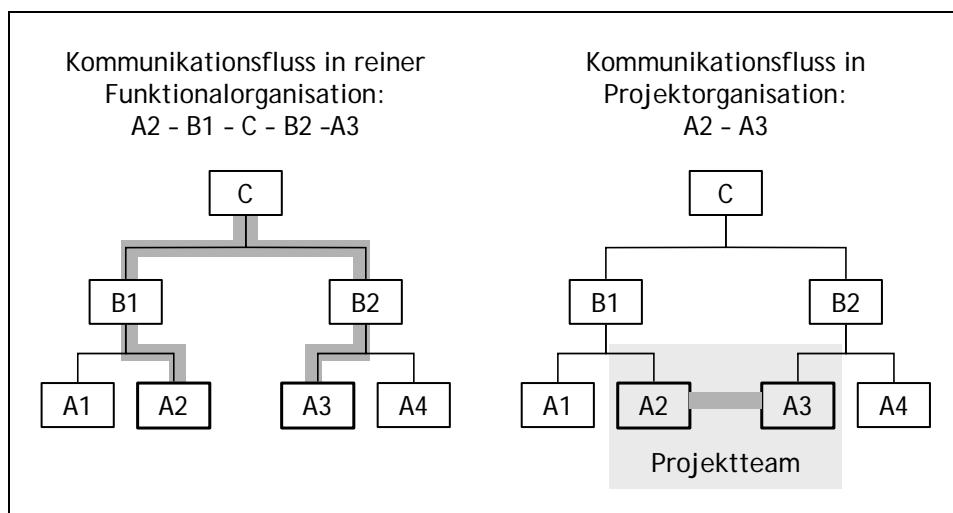


Abbildung 61: Vergleich des Informationsflusses in Funktionalorganisation und Projektorganisation

Das Gegenstück dazu, die reine Projektstruktur³¹⁵, hat vergleichbare Nachteile: hier ist der Informationsaustausch in vertikaler Richtung eingeschränkt, Spezialisten werden an Projekte gebunden. Als Mischform wird häufig eine Matrixorganisation empfohlen³¹⁶. Hier sind die Mitarbeiter sowohl in eine Hierarchie als auch in temporäre Projektteams eingebunden. Abbildung 61 verdeutlicht den kürzeren Informationsfluss in einer zusätzlichen Projektorganisation. Peritsch verallgemeinert das Konzept, in dem er ausführt, dass die gewählte Organisation mit der Strategie insofern übereinstimmen sollte, als dass die Informationsverarbeitungskapazität der Organisation dem Informationsbearbeitungsbedarf entsprechen muss³¹⁷, wie in Abbildung 62 dargestellt ist. Dieser Bedarf hängt von der Komplexität der Innovation ab, während die Kapazität mit zunehmender Projektorientierung der Organisation steigt. Es geht nun darum, die Kapazität auf den Bedarf einzustellen und die geeignete Organisation zu wählen.

³¹⁵ Auch *Task Force* genannt (Lullies93, 213)

³¹⁶ Siehe beispielsweise (Boutelleir99, 129) und (Eversheim95, 96). Es gibt noch eine Einfluss-Projektorganisation, welche näher an der funktionalen Organisation liegt (der Projektmanager hat keine Durchsetzungsmacht). Sie ist zwar einfach einzuführen und verbreitet (Eversheim95, 96), ist aber wegen der ungeklärten Kompetenzen nicht zu empfehlen (Lullies93, 214), (Studinka98, 167)

³¹⁷ In Anlehnung an (Windesperger97, 190ff)

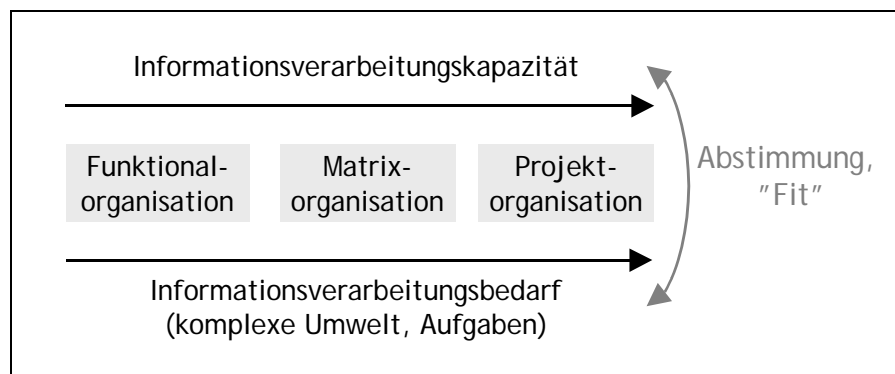


Abbildung 62: Entsprechung von Informationsverarbeitungskapazität und -bedarf³¹⁸

Neben diesem allgemeinen Ansatz gibt es Vorschläge zur Gestaltung der Organisation in Abhängigkeit von den intendierten Innovationen und von der Art der Produkte und Projekte. Bund³¹⁹ unterscheidet bei der geeigneten Organisationsform nach der Außenwirkung der Innovation: während systemische Innovationen eine zentrale Organisation erfordern, sind dezentrale Netzwerkstrukturen eher förderlich für autonome Innovationen.

Boutellier³²⁰ entwickelt vier Arten der Organisation für virtuelle F&E-Teams in Abhängigkeit von den Perspektiven der Innovation:

- **Dezentralisierte Selbstorganisation:** Die Teams werden nur über Budgets kontrolliert. Diese nicht integrierte Lösung ist besonders für die modulare Entwicklung inkrementeller Innovationen geeignet.
- **Systemintegrator:** Eine integrierende Person treibt das Projekt voran und bringt sich persönlich ein. Ihre Aufgaben umfassen Reisen, Vermitteln und Teamgeist erhalten. Diese Struktur ist ebenfalls für modulare Produkte geeignet, aber eher bei periodischen und signifikanten Innovationen.
- **Koordinierendes Kernteam:** Eine Gruppe von Personen leitet das Projekt. Dieser Ansatz ist für SE/CE-Projekte mit verteilten Ressourcen und damit auch für radikale Innovationen geeignet.
- **Zentrales *Venture Team*:** Das gesamte Team mit Vertretern aller Abteilungen trifft sich regelmäßig. Dieser hohe Aufwand lohnt sich besonders für radikale, singuläre Innovationen.

Ähnlich argumentiert Afuah³²¹, der für überschaubare, einfache Projekte eine eher projektorientierte Organisation und für komplexe, länger dauernde Projekte eine

³¹⁸ Die Darstellung orientiert sich an (Peritsch00, 119)

³¹⁹ Siehe (Bund97, 251)

³²⁰ Siehe (Boutellier99, 111)

Funktionalorganisation empfiehlt. Nur im Ausnahmefall von länger dauernden aber wenig komplexeren Projekten rät er zur Matrixorganisation.

Neben diesen Ansätzen gibt es Promotorenmodelle, die einzelne Rollen identifizieren, welche die notwendige Flexibilität in die Organisation bringen. In der Forschung sind fünf verschiedene individuelle Rollen relevant³²².

- Ideengeber: haben sog. *T-Skills*, breites und tiefes Wissen
- Gatekeepers: verbinden lokale Organisationen mit externen Ressourcen
- Champions: riskieren etwas, engagieren sich stark, haben Visionen
- Sponsoren: fördern still im Hintergrund, meist aus dem Management
- Projektmanager: bringen Disziplin und Realitätssinn ein

Der Schlüssel liegt in einer Organisation, in der das Zusammenspiel dieser fünf Positionen gewährleistet ist. Clark fordert einen *Heavyweight Product Manager*, der durch seine Vision, Kompetenz und Integrationsfähigkeit überzeugt³²³. Verbreitet sind auch Promotoren, die je nach Stand der Innovation die auftretenden Widerstände überwinden helfen³²⁴:

- Fachpromotor: überwindet Widerstände mit Fachwissen
- Machtpromotor: reserviert Ressourcen zugunsten des Projekts
- Prozesspromotor: räumt administrative Hindernisse aus dem Weg
- Beziehungspromotor: beeinflusst interorganisatorische Barrieren

Krause et al. gehen über die Parallelisierung und Überlappung von Prozessen, wie sie im SE postuliert wird, noch hinaus: sie schlagen eine ganzheitliche Sicht auf den Produktentwicklungsprozess vor, die methodische, finanzielle, technische, organisatorische und personelle Sichten verbindet. Basierend auf einer Prozesssimulation mit Petrinetzen werden die Prozesse dann optimiert. Dabei kommen Maßnahmen wie Integration, Outsourcing, Beschleunigung, Verzweigung und Umgestaltung zum Einsatz³²⁵. Göpfert et al. sehen eine Analogie von Produktarchitektur und Organisation: Sind die einzelnen Komponenten eines Produktes physisch und funktional trennbar sowie unabhängig, kommt

³²¹ Siehe (Afuah98, 230ff)

³²² Siehe (Afuah98, 36-39)

³²³ Siehe (Clark91, 342)

³²⁴ Promotorenmodelle sind erstmals von (Hauschildt88, 378-388) beschrieben und beispielsweise bei (Gutekunst97, 48ff) und (Peritsch00, 122-124) zusammenfassend dargestellt.

³²⁵ Siehe (Krause98, 70ff)

eine verteilte, modulare Organisation zum Einsatz, ansonsten eine eher integrale Produktentwicklung³²⁶.

Letztlich geht es allen Ansätzen darum, das eingangs zitierte Dilemma zu überwinden, mit Routine Neuerungen und damit Innovation zu organisieren³²⁷. Vries kann sich prinzipiell zwei Organisationsformen vorstellen, für die sich ein Unternehmen aufgrund der Spezifika entscheiden und welche es dann entsprechend ausgestalten muss: Forschung als funktionalisierte, organisierte Routinearbeit, oder aber ein insgesamt innovatives, offenes Unternehmensklima³²⁸. Roehl empfiehlt zu beobachten, wie im Unternehmen mit Neuem umgegangen wird und welche Routinen im Unternehmen auftreten. Daraus sind dann geeignete Maßnahmen abzuleiten³²⁹.

Die Antwort auf das Dilemma sind flexible Organisationsformen, die je nach Art der Innovation verschiedene Gestalt annehmen. Dabei ist eine Integration durch Überlappung und Parallelisierung im Sinne des SE und CE in den meisten Fällen sinnvoll. Da sich die Organisation nicht ständig grundlegend ändern kann, sind es oft einzelne Rollen und Positionen, an denen die Flexibilität festgemacht wird. Oder, wie Peregrim knapp zusammenfasst: „Go outside, create teams, use the right side of the brain, learn to embrace ambiguity” (Peregrim96).

5.4.3 Prozess und Methoden

Der Ablauf von Innovationen im Allgemeinen und der Produktentwicklung im Besonderen wurde bereits in Abschnitt 5.1 dargestellt. Im Prinzip lässt sich für jede Innovation erst a posteriori der genaue Ablauf bestimmen. Das Sammeln dieser Daten und ihre Verwendung wurde ausführlich in Abschnitt 4.4 dargestellt. Wichtiger als die genaue Modellierung des Ablaufs ist die Kenntnis und die Bereitstellung geeigneter Methoden, die den Prozess entsprechend unterstützen können. Die im dargestellten Ansatz verwendeten Methoden wurden bereits ausführlich diskutiert. Grundlage zur Auswahl geeigneter Methoden ist eine genaue Untersuchung des Innovationsprozesses. Dabei sollte herausgearbeitet werden, welche Akteure in welcher Phase beteiligt sind, welche Art von Aufgaben sie zu lösen haben, was das

³²⁶ Siehe (Göpfert00, 24ff)

³²⁷ Für Lullies et al stellt dies die prozedurale Barriere der Wissenslogistik dar (Lullies93, 231), auf welche im Abschnitt 5.2.4 eingegangen wird.

³²⁸ Siehe (Vries97, 54). Ähnlich sind Ansätze, bei denen Innovationsziele gesetzt werden, der Weg aber im Sinne einer offenen, selbst organisierten Struktur nicht vorgegeben wird, sondern nur die Erreichung mittels Prämien belohnt wird (Shalley96).

³²⁹ Siehe (Roehl97, 134)

Ziel dieser Aufgabe ist, welche Informationen und Wissensquellen sie benötigen und welche ihnen davon zur Verfügung stehen und schließlich in welcher Form die Ergebnisse vorliegen sollten und welcher Art die Wechselwirkungen mit anderen Aufgaben und Prozessschritten sind. Aufgrund dieses Prozessverständnisses können dann Methoden ausgewählt, bei Bedarf ergänzt oder erweitert und mit Hilfe geeigneter Technologien umgesetzt werden.

Insbesondere Fragen der Kooperation, der Einbindung von Lieferanten und Kunden sowie externer Partner sind hierbei wichtig. So ist es beispielsweise empfehlenswert, den Kunden in den sehr frühen Phasen (Ideenfindung) und in den späten Phasen (Bewertung der Prototypen) einzubeziehen, nicht aber während der Konzeption der Prototypen³³⁰. Besonders wichtig ist dieses Verständnis des Innovationsprozesses für kooperatives Innovationsmanagement, da hier zum einen die Komplexität steigt und zum anderen Wissen- und Informationsflüsse auf höhere organisatorische Barrieren stoßen, als dies bei Innovationsprozessen in einem Unternehmen der Fall wäre.

5.4.4 Innovationssystem und Wissenssystem

In Abbildung 10 wurde die Interaktion bzw. die wechselseitige Beziehung zwischen Innovationssystem (IS) und Wissenssystem (WS) eingeführt. Die vorliegende Arbeit illustriert dieses Wechselspiel an vielen Stellen und zeigt damit, dass ein Management des Austausches zwischen IS und WS von grundlegender Bedeutung für erfolgreiches Innovationsmanagement ist. Ausgehend von dieser Darstellung lassen sich die Wissensprozesse ergänzend zu Abschnitt 5.2.4 darstellen.

Neben den Leitfragen zur Identifikation geeigneten Wissens und der Organisation dessen Transfers³³¹ stellt sich die Frage nach der Komposition der Systeme. Dabei sind sowohl das IS als auch das WS genauer zu betrachten. Die Analyse des Innovationsprozesses wurde bereits im letzten Abschnitt 5.4.3 beschrieben. Das Innovationssystem des geschilderten Projektes kann entsprechend Abbildung 46 in die drei relevanten Innovationsphasen (Ideenfindung/Gefährdungsanalyse, Ideenakzeptierung/Anforderungsanalyse und Ideenumsetzung/Projektdurchführung) zerlegt werden, welche durch die drei schraffierten

³³⁰ Siehe Fußnote 135

³³¹ So stellt Peritsch einen Bezugsrahmen auf, in welchem Leitfragen für die genaue Wissensanalyse und der Beitrag des Wissens zu Innovationsstrategie, zu Innovationsmanagement und zu Produktentstehung erarbeitet werden (Peritsch00, 234ff). Dies ist in der vorliegenden Arbeit nicht notwendig, weil bereits eine Strategie ausgewählt und der Produktentstehungsprozess genau analysiert wurde. Warschat und Ganz ordnen jedem Prozessschritt einen operativen Baustein des Wissensmanagements (Probst97) zu und identifizieren so einen Optimierungspfad (Warschat00, 57ff).

Elemente IS_m in Abbildung 63 angedeutet sind. Der Index m bezeichnet dabei die Phase des Innovationsprozess. Jedes dieser Teilsysteme hat, wie gezeigt, seine eigene Charakteristik³³² und spezielle, geeignete Methoden.

Auch die Betrachtung des Wissenssystems wurde bereits geschildert. Hier müssen die Art des Wissens, die Träger, die Verfügbarkeit und die Wissensflüsse analysiert werden. Dazu sind die Aufstellungen in Tabelle 9 und Tabelle 10 hilfreich.

Da Wissen meist an Personen gebunden ist, sollte das Wissenssystem nach den Wissensträgern, also letztlich nach den beteiligten Menschen, differenziert werden. Hier bietet sich in einem ersten Schritt die Betrachtung nach beteiligten Partnerunternehmen als Akteuren an, dargestellt durch die drei in grau eingefärbten Elemente WS_n in Abbildung 63. Der Index n bezeichnet dabei die Stufen der Wertschöpfungskette, die der Übersichtlichkeit wegen in der Abbildung auf drei beschränkt sind.

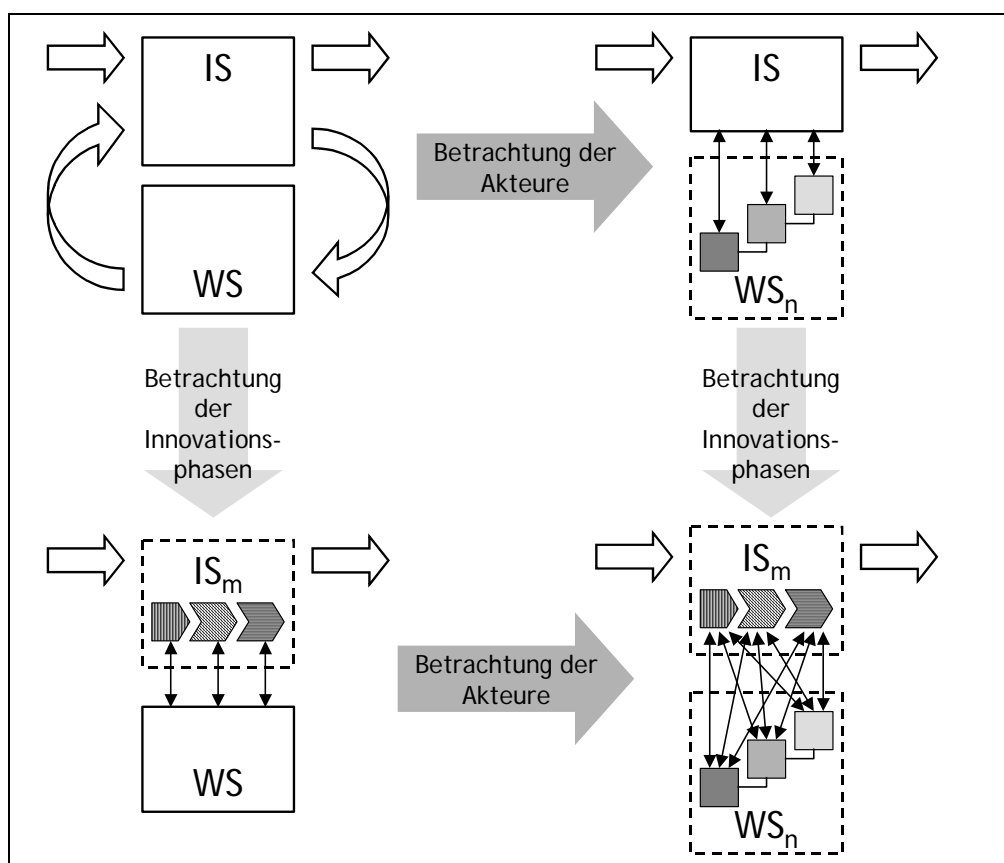


Abbildung 63: Betrachtung des Innovationssystems und des Wissenssystems

Aus dieser Beschreibung können nun die einzelnen Wissensflüsse $WS_n - IS_m$ (Nutzen von Wissen) und $IS_m - WS_n$ (Erzeugen von Wissen, Lernen) abgeleitet werden. Jede solche

³³² Deckert definiert vier Phasen der Produktentstehung und lässt ein CBR-System nach jeweils geeigneten Wissensbausteinen suchen (Deckert03); auch dieser Ansatz lässt sich mittels Wissensprozessen zwischen IS und WS beschreiben.

Verbindung zeigt an, wie das Wissenssystem eines Akteurs WS_n mit einer Phase des Innovationsprozesses IS_m interagiert. Damit wird die rechte Seite des Quaders aus Abbildung 59 in anderer Form dargestellt. Analog zu den bisher verwendeten Tabellen lassen sich so die Wissensprozesse differenziert darstellen, wie folgendes Beispiel zeigt:

- $WS_{\text{Stoffhersteller}} - IS_{\text{Gefährdungsanalyse}}$
Welches Wissen des Stoffherstellers fließt in die Gefährdungsanalyse ein? Ist dieses Wissen vollständig und so modelliert (bzw. expliziert), dass eine problemlose Nutzung möglich ist? Welches weitere Wissen ist notwendig zur Lösung der Aufgabe?
- $IS_{\text{Gefährdungsanalyse}} - WS_{\text{Stoffhersteller}}$
Welche Lernprozesse werden beim Stoffhersteller durch die Gefährdungsanalyse ausgelöst? Welches neue Wissen entsteht, und wie kann das Wissenssystem organisiert werden, damit dieses Wissen zugänglich und verwendbar wird?

Die Betrachtung kann nun weiter detailliert werden: So können auch beim Wissenssystem einzelne Gruppen, Abteilungen oder Wissensträger beteiligt sein, oder aber das Innovationssystem wird feiner in einzelne Phasen zerlegt, welche sich nach ihrem Informationsbedarf und Erkenntnisgewinn unterscheiden. Mit dieser systemischen Betrachtungsweise kann die umfassende Gestaltungsaufgabe eines wissensorientierten Innovationsmanagements mit einer Systematik angegangen werden, die sowohl das zur Innovation notwendige Wissen identifiziert und organisiert, als auch die in Lernprozessen gewonnenen Erkenntnisse dem Wissenssystem zukommen lässt. Beides trägt letztlich zur Integration der Akteure dabei, unabhängig davon ob es sich um Personen, Gruppen oder Unternehmen handelt.

6 Schlussbetrachtung und Ausblick

Die vorliegende Arbeit geht von einer praktischen Problemstellung aus: Wie kann das Innovationsmanagement in einer Wertschöpfungskette für Schutzbekleidung so organisiert und gestaltet werden, dass es den Anforderungen einer komplexen Umwelt genügt und es ermöglicht, in kurzer Zeit Produkte mit hoher Qualität gleichermaßen marktgerecht und kostengünstig zu entwickeln und herzustellen? Diese Innovationsaufgabe kann nur über den Weg der Kooperation gelöst werden. Entscheidend ist es dabei, in wie weit es gelingt, die Prozesse und Abläufe zu integrieren. Abbildung 64 fasst das Vorgehen der Arbeit zu einer Art Bauplan zusammen.

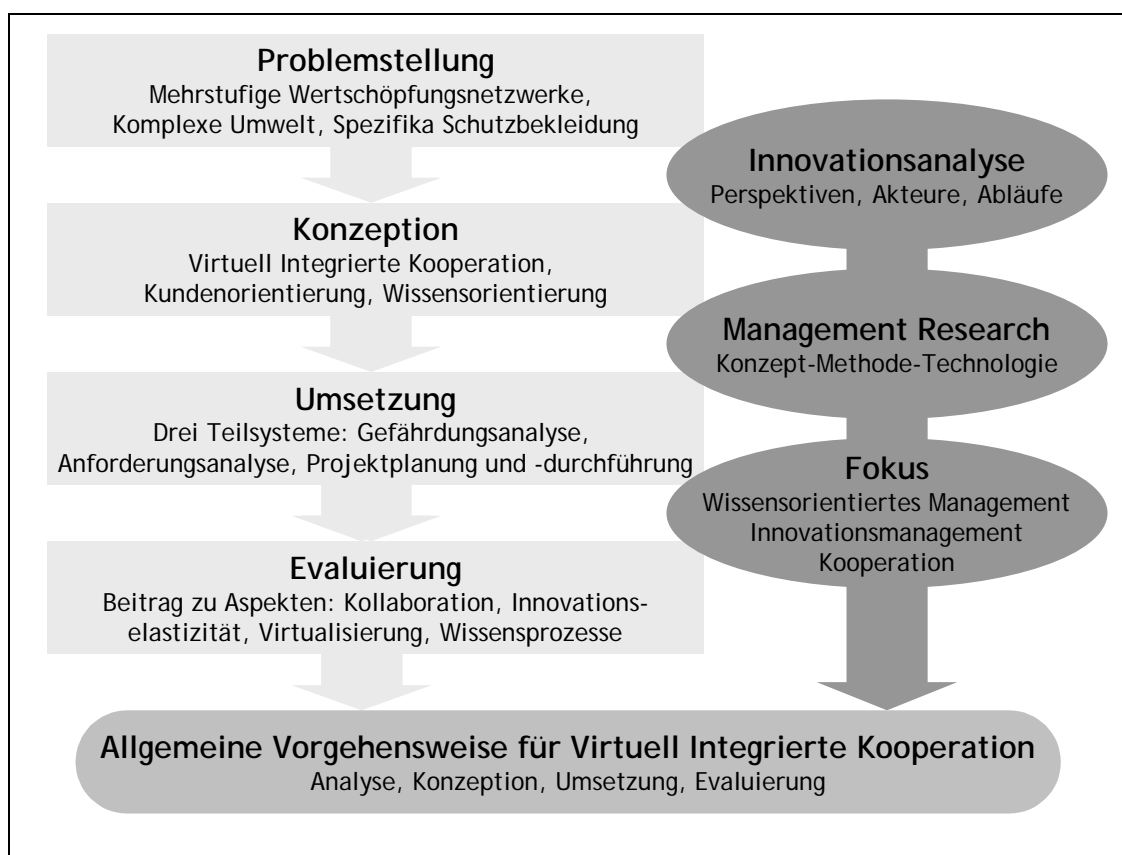


Abbildung 64: Zusammenfassende Darstellung der Vorgehensweise

Im ersten Schritt wird das Innovationsumfeld analysiert. Dabei werden die für Innovationen relevanten Prozesse und ihre Akteure untersucht. Die Betrachtung externer und interner Einflussfaktoren und Auslöser für Innovationen ermöglichen eine Klassifikation der Innovationen entlang ihrer Perspektiven, unter anderem hinsichtlich Gegenstand, Intensität und Nutzen.

Aufgrund dieser Innovationsanalyse lässt sich die Konzeption der Kooperation weiter konkretisieren: virtuelle Integration, eine Orientierung hin zu Anwendern und Kunden sowie

eine starke Wissensorientierung sind notwendig, um auf das Umfeld schnell und richtig reagieren zu können.

Auf Basis der Prozessanalyse wurden drei Teilsysteme identifiziert. Diese galt es mit einer kohärenten Infrastruktur aus organisatorischem Konzept, geeigneten Methoden und dazu passender Technologie auszugestalten, wobei sich unterschiedliche Schwerpunkte ergeben. Die Gefährdungsanalyse ist ein wissensbasiertes System, welches dem Anwender aufgrund möglicher Gefahren am Arbeitsplatz passende Schutzausrüstungen empfiehlt. Die kooperative Schnittstelle zum Kunden greift auf Fachwissen von Experten und auf Fälle aus der Vergangenheit zurück. Damit lernt das System im Lauf der Zeit und erlaubt das Erkennen von Trends und das Ableiten von Potenzialen für neue Produkte oder Produktkombinationen.

Die Anforderungsanalyse basiert auf bekannten Methoden wie Quality Function Deployment und Conjoint Measurement. Diese Methodik wird für den kooperativen Einsatz erweitert, so dass für mögliche Neuentwicklungen gemeinsam die Präferenzen der Anwender ermittelt und systematisch in die gemeinsame Konzeption eines neuen Produktes einbezogen werden.

Zur Unterstützung der Abläufe bei der eigentlichen Entwicklung bieten sich flexible Workflow-Management-Systeme an, die dem nicht ganz vorhersehbaren Charakter der Entwicklungsprozesse Rechnung tragen. Das inter-organisationale System dient dabei als gemeinsames Informationssystem, während innerhalb eines Unternehmens eine fallbasierte Komponente Entscheidungsunterstützung aus bereits abgeschlossenen, ähnlichen Fällen generieren kann.

Diese drei Teilsysteme tragen in unterschiedlicher Weise zu der Aufgabe der Virtuell Integrierten Kooperation bei. Zur Evaluierung werden deswegen die Kollaboration, die Innovationselastizität, die Virtualisierung sowie Wissensprozesse als vier relevante Aspekte vertiefend betrachtet. Anschließend wird detailliert gezeigt, wie die drei Teilsysteme zu diesen Aspekten beitragen.

Abschließend wird das entwickelte Vorgehen in den Kontext der Literatur zu Innovationsmanagement gestellt. Dabei wird insbesondere auf die Wissensflüsse zwischen Innovationssystem und Wissenssystem der Unternehmen eingegangen. Durch die Analyse und Gestaltung der Beziehungen zwischen Phasen des Innovationssystems und Wissensträgern im Wissenssystem kann ein Schritt hin zu einem systemgestütztem, wissensorientiertem Innovationsmanagement getan werden.

Die vorliegende Arbeit versteht sich als die systematische Beschreibung der Lösung eines konkreten Problems. Sie bedient sich dabei der Ansätze und der Konzepte der Wirtschaftskybernetik, der Betriebswirtschaftslehre und der Informatik. Diese Kombination

verschiedener Fachrichtungen zu einem stringenten Ansatz kann auf andere konkrete Probleme übertragen werden.

Alle beschriebenen Ansätze wurden so in der Praxis verwirklicht. Das Gesamtkonzept hat bei den einzelnen Unternehmen Veränderungs- und Lernprozesse sowie einen Bewusstseinswandel in Gang gesetzt, die zu neuen Kooperationen und Projekten geführt haben. Die weitere Ausgestaltung und Unterstützung komplexer Entwicklungs- und Produktionsnetzwerke sind Gegenstand aktueller Forschung, wobei insbesondere neueste technologische Entwicklungen wie *Web-Services* und auf Semantik basierende Systeme treibende Kräfte sind.

7 Bibliographie

- (Aamodt94) A. Aamodt, E. Plaza: Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches. *AI Communications*, IOS Press, Vol. 7: 1, 1994, 39-59
- (Aamodt95) A. Aamodt, H. Veloso (Editors): Case-Based Reasoning Research and Development, Proceedings ICCBR-95. *Lecture Notes in AI 1010*, Springer, 1995
- (Abernathy78) W. J. Abernathy, J. M. Utterback: Patterns of innovation in technology. *Technology Review* 80(7), 1978, 40-47
- (Abernathy85) W. Abernathy, K. B. Clark: Mapping the winds of creative destruction. *Research Policy*, 14, 1985, 3-22
- (Adams97) D. A. Adams, C. Irgens, B. Lees, E. MacArthur: Using case outcome to integrate customer feedback into the Quality Function Deployment process. In (Bergmann97), 1-9
- (Afuah98) A. Afuah: *Innovation Management*. Oxford University Press, 1998
- (Aha99) D. Aha, I. Becerra-Fernandez, F. Maurer, H. Munoz-Avila (Editors): Exploring Synergies of Knowledge Management and Case-Based Reasoning – Papers of the AAI-99 KM/CBR Workshop. *AAAI Press, Technical Reports*, 1999
- (Akao90) Y. Akao (Editor): *Quality Function Deployment*. Productivity Press, Cambridge M.A., 1990
- (Allen95) J. Allen, D. Patterson, M. Mulvenna, J. Hughes: Integration of Case Based Retrieval with a Relational Database System in Aircraft Technical Support. In (Aamodt95), 1-10
- (Alt00) R. Alt, E. Fleisch: Netzwerkfähigkeit von Unternehmen: Beiträge des Business Engineering zum Business Networking. In (Österle00), 167-182
- (Althoff99) K.-D. Althoff, R. Bergmann, L. K. Branting (Editors): Case-Based Reasoning Research and Development, Proceedings ICCBR-99. *Lecture Notes in Artificial Intelligence 1650*, Springer, 1999
- (Althoff02) K.-D. Althoff: *Entwicklung und Einführung fallbasierter Systeme*. Fraunhofer IESE, 2002
- (Andreasen87) M. M. Andreasen, L. Hein: *Integrated Product Development*. Springer, 1987
- (Antoni99) C. Antoni, T. Sommerlatte (Hrsg.): *Report Wissensmanagement – Wie deutsche Firmen ihr Wissen profitabel machen*. Symposium Publishing, 1999

- (Arbeitsschutz02) Betriebstechnik: Arbeitsschutz. Produktion Nr. 44, 2002, 20-21
- (Argyris78) C. Argyris, D. Schön: Organizational Learning: A Theory of Action Perspective. Reading, Addison-Wesley, 1978
- (Backhaus96) K. Backhaus, B. Erichson, W. Plinke, R. Weiber: Multivariate Analysemethoden. Springer, 1995
- (Bartsch-Spoerl94) B. Bartsch-Spörl, E.-C. Tammer: Graph-based Approach to Structural Similarity. In (Voss94), 45-58
- (Bender98) B. Bender, O. Tegel, W. Beitz: Management of Cooperation in Product Development. In (Fraunhofer98), 157-168
- (Bergmann97) R. Bergmann, W. Wilke (Editors.): Fifth German Workshop on Case-Based Reasoning – Foundations, Systems and Application. LSA-97-01E, Uni Kaiserslautern, 1997
- (Bergmann98) R. Bergmann: On the Use of Taxonomies for Representing Case Features and Local Similarity Measures. In (Gierl98), 23-32
- (Berth03) R. Berth: Auf Nummer sicher. Harvard Business Manager, 06/2003, 16-19
- (Bleicher71) K. Bleicher: Perspektiven für Organisation und Führung von Unternehmungen. Baden-Baden, 1971
- (Bohinc01) T. Bohinc: Wissensgenerierung aus Geschäftsprozessen und Workflowsystemen mit Hilfe von Systemischer Beratung. In (Schnurr01), 24-28
- (Bonaccorsi94) A. Bonaccorsi, A. Lipparini: Strategic Partnerships in New Product Development: an Italian Case Study. Journal of Product Innovation Management 11/1994, 134-145
- (Börner93) K. Börner: Structural Similarity as Guidance in Case-Based Design. In (Wess93), 197-220
- (Börner96) K. Börner, E. Pippig, E.-C. Tammer, C.-H. Coulon: Structural Similarity and Adaptation. In (Smith96), 58-75
- (Börner98) K. Börner: CBR for Design. In (Lenz98), 201-233
- (Boutellier99) R. Boutellier, O. Gassmann, M. v. Zedtwitz: Managing Global Innovation. Springer, 1999
- (Boutellier00) R. Boutellier: Innovation: Creativity versus discipline. In (Österle00), 273-287
- (Braun91) C.-F. v. Braun,: Die Beschleunigungsfalle. Zeitschrift für Planung 1/1991, 51ff.
- (Brockhoff98) K. Brockhoff: Der Kunde im Innovationsprozeß. Joachim Jungius Gesellschaft der Wissenschaften e.V. Hamburg (3), Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen, 1998

- (Bullinger95) H.-J. Bullinger, R. Kugel, P. Ohlhausen, A. Stanke: Integrierte Produktentwicklung – Zehn erfolgreiche Praxisbeispiele. Gabler, 1995
- (Bund97) M. Bund: Forschung und Entwicklung in der virtuellen Unternehmung. *Wissenschaftsmanagement* 5, September/Oktober 1997, 247-253
- (Bunke93) H. Bunke, B. T. Messmer: Similarity Measures for Structured Representations. In (Wess93), 106-118
- (Burkhard98) H.-D. Burkhard: Extending some Concepts of CBR – Foundation of Case Retrieval Nets. In (Lenz98), 17-50
- (Camarinha-Matos00) L. M. Camarinha-Matos, H. Afsrmanesh, R. J. Rabelo: E-Business and Virtual Enterprises: Managing Business-to-Business Cooperation. Second IFIP Working Conference, Kluwer, 2000
- (Child98) J. Child, D. Faulkner: Strategies of Co-operation. Oxford University Press, New York, 1998
- (Clark91) K. B. Clark, T. Fujimoto: Product development performance. Strategy, organization, and management in the world auto industry. Harvard, 1991
- (Clark93) K. B. Clark, S. C. Wheelright: Managing New Product and Process Development. Harvard Business School Press, Boston, 1993
- (Cleetus92) K. J. Cleetus: Definition of Concurrent Engineering. CERC Technical Report Series CERC-TR-RN-92-003, Concurrent Engineering Research Center, West Virginia University, USA, 1992
- (Coello99) J. Manuel A. Coello, R. C. dos Santos: Integrating CBR and Heuristic Search for Learning and Reusing Solutions in Real-Time Task Scheduling. In (Althoff99), 89-103
- (Crow00) K. Crow: CUSTOMER-FOCUSED DEVELOPMENT WITH QFD. DRM Associates, 2000. URL: <http://www.npd-solutions.com/qfd.html> (14.8.04)
- (Curry96) J. Curry: Understanding Conjoint Analysis in 15 Minutes. In (URL_Sawtooth)
- (Dahan02) E. Dahan, J. R. Hauser: The Virtual Customer: Communication, Conceptualization, and Computation. *Journal of Product Innovation Management* 19 (5), 2002, 332-353
- (David85) P. A. David: Clio and the economics of QWERTY. *American Economic Review* 75(2), 1985, 332-336
- (Deckert03) C. Deckert: Produkte wissensorientiert entwickeln. *Wissensmanagement* 2/03, 2003, 8-10

- (Dellen97) B. Dellen, F. Maurer, G. Pews: Knowledge Based Techniques to Increase the Flexibility of Workflow Management. Data & Knowledge Engineering Journal, NL 1997
- (Dogac00) A. Dogac, Y. Tambag, A. Tumer, M. Ezbiderli, N. Hamali: An Agent-based Workflow System for Inter-enterprise Business Processes. In (Stanford-Smith00), 601-607
- (Dubitzky99) W. Dubitzky, A.G. Büchner, F.J. Azuaje: Viewing Knowledge Management as a Case-Based Reasoning Application. In (Aha99)
- (Duncan79) R. Duncan, A. Weiss: Organizational Learning – Implications for Organizational Design. Research in Organizational Behaviour, 1, 1979, 75-123
- (Eppler89) R. Eppler: Technische Mechanik 2 – Manuskript zur Vorlesung. Institut A für Mechanik, Uni Stuttgart, 1989
- (Eureka94) W. E. Eureka, N. E. Ryan: The Customer Driven Company. American Supplier Institute, 1994
- (Europa00) Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften: Leitfaden für die Umsetzung der nach dem neuen Konzept und dem Gesamtkonzept verfaßten Richtlinien, 2000
- (Eversheim95) W. Eversheim (Hrsg.): Simultaneous Engineering. Springer, 1995
- (Eversheim98) W. Eversheim, J. Deuse, R. Graessler, I. Schulten: Information based Optimization of Workflow in Design and Process Planning. In (Fraunhofer98), 175-186
- (Eversheim00) W. Eversheim, J. Schröder, S. Schuth, P. Weber: Einsatz von EDV-Hilfsmitteln in unternehmensübergreifenden Entwicklungsprojekten. In (Kaluza00), 367-390
- (Fahrion98) R. Fahrion, H. Löchelt: Konzeption und Implementierung eines wissensbasierten Systems in einer Access-Datenbankumgebung. Diskussionsschriften Wirtschaftswissenschaften, Uni Heidelberg, 1998
- (Faisst98) W. Faisst: Die Unterstützung Virtueller Unternehmen durch Informations- und Kommunikationssysteme – eine lebenszyklusorientierte Analyse. Dissertation, 1998
- (Fehlmann99) T. Fehlmann: QFD im Projektgeschäft. Euro Project Office, 1999
- (Fehlmann01) T. Fehlmann: QFD as Algebra of Combinatorics. ISQFD Tokyo, Talk, Euro Project Office, 2001
- (Fehlmann03) T. Fehlmann: Kurze Einführung in QFD. Euro Project Office, 2003, 1-23

- (Ferrario01) M. A. Ferrario, B. Smith: Collaborative Knowledge Management & Maintenance. In (Schnurr01), 220-233
- (Filos00) E. Filos, E. Banahan: Will the organisation disappear? The challenge of the new economy and future perspectives. In (Camarinha-Matos00), 3-20
- (Fischer94) T. Fischer: Koordination betriebswirtschaftlicher Regelungsaufgaben im Rahmen eines integrierten Informationssystems der Unternehmung. Textilmanagement, Expert Verlag, 1994
- (Fischer96) T. V. Fischer: Modellierung und fallbasierte Analyse von Gestrickfehlern. Diplomarbeit, Uni Stuttgart, 1996
- (Fischer97) T. V. Fischer, J. Seibold: Fallbasierte Analyse von Gestrickfehlern. In (Mertens97), 153-156
- (Fischer99) T. Fischer: The Management of Innovation – A Success Factor for any Textile Company. In (ITMF99), 43-47
- (Fischer99a) T. V. Fischer: Final Scientific Report CARE-Fun (BRMA-CT97-5053), Abschlußbericht Research Grant, ITV, 1999
- (Fischer99b) T. V. Fischer: Case-Based Workflow. In (Schmitt99), I-29-I-34
- (Fischer02) T. V. Fischer: Die kooperative Produktentwicklung als Regelkreis in virtuellen Organisationen. In (Scholz02), 43-56
- (Fischer02a) T. V. Fischer: Knowledge-oriented, Cooperative Development of Protective Clothing. In (Pawar02), 175-182
- (Fischer03) T. Fischer: Modellierung und Methoden wissensbasierter Systeme. Vorlesungsunterlagen Wirtschaftskybernetik 2, Uni Stuttgart, 2003
- (Fohl97) T. Fohl: Predicting Product Development. Innovative Leader Vol 6, Number 7, 1997
- (Fraunhofer96) Fraunhofer Technologie-Entwicklungsgruppe: Quality Function Deployment – Philosophie und Instrument auch für kleine und mittlere Unternehmen. Interner Bericht, Fraunhofer, 1996
- (Fraunhofer98) Fraunhofer IPK: New Tools and Workflows for Product Development. Fraunhofer IRB Verlag, 1998
- (Galbraith73) J. R. Galbraith: Designing complex organizations. Addison-Wesley, Massachusetts, USA, 1973
- (Gemünden97) H. G. Gemünden et al: Innovationskooperation und Innovationserfolg. Endbericht, BMBF, Karlsruhe, 1997
- (Gerhardt96) A. Gerhardt, H. Schmied: Externes Simultaneous Engineering. Springer, 1996
- (Gierl98) L. Gierl, M. Lenz: Proceedings of the 6th German Workshop on CBR (GWCBR '98). IMIB Series Vol. 7, Uni Rostock, 1998

- (Gierl98a) L. Gierl, M. Bull, R. Schmidt: CBR in Medicine. In (Lenz98), 273-297
- (Göker99) M. Göker, T. Roth-Berghofer: Results of Workshop 1: Integration of CBR in Business Processes. ICCBR Konferenz, Workshop Results, 1999
- (Göker00) M. Göker et al: Virtual Proceedings GWCBR 2000. DaimlerChrysler, Research and Technology, FT3/KL, Ulm, 2000
- (Golding95) A. R. Golding, P. S. Rosenbloom: Improving accuracy by combining rule-based and case-based reasoning. MERL TR-94-19a, Mitsubishi Electric Research Laboratories, 2000
- (Göpfert00) J. Göpfert, M. Steinbrecher: Modulare Produktentwicklung leistet mehr. Harvard Business Manager 3/2000, 20-30
- (Greiner00) D. Greiner: Customer-Focused Creativity. Innovative Leader Vol. 9 Number 8, 2000
- (Gruber98) R. Gruber: Information Management for Distributed Co-operative Innovation Processes in Multistage Production Processes. Diplomarbeit, ITV, 1998
- (Gutekunst97) S. Gutekunst: Organisationales Lernen im Innovationsmanagement – Eine Literaturanalyse. 1997. URL: <http://www.ub.uni-konstanz.de/kops/volltexte/2000/442> (3.9.03)
- (Haag96) S. Haag, M. K. Raja, L. L. Schkade: Quality Function Deployment: Usage in software development. Communications of the ACM Vol. 39, No. 1, 1996, 41-49
- (Hair98) J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tatham, W. C. Black: Multivariate Data Analysis. 5. Auflage, Prentice Hall, 1998
- (Haley99) P. Haley: Exploring Synergies Between Knowledge Management and Case-Based Reasoning. In (Aha99)
- (Haller96) C. Haller: Gestaltung eines mitarbeiterzentrierten Systems zur Innovationsförderung. Forschungsbericht Nr. 5, Lehrstuhl F&E Management, Uni Stuttgart, 1996
- (Hamza96) M. Hamza, B. Lees, C. Irgens, Y. El Gamal: Providing Software Quality Advice through the integration of Quality Function Deployment and Case Based Reasoning Methodologies. Proceedings of the 7th European Software Control and Metrics Conference, EAFPUG, 1996, 268-279
- (Hansen01) B. K. Hansen, D. Riordan: Weather Prediction Using Case-Based Reasoning and Fuzzy Set Theory. Workshop on Soft Computing in Case-Based Reasoning, ICCBR 2001. URL: <http://www.bjarne.ca/iccbr-01.pdf> (14.8.04)

- (Hasenkamp00) U. Hasenkamp, W. Hilpert: Workflow Management in the Light of Emerging Collaborative Applications. 2000
- (Haton94) J.-P. Haton, (Editor): Advances in CBR – 2. EWCBR 94, France. Advances in CBR, Springer, 1994
- (Hauschildt88) J. Hauschildt, A. Chakrabati: Arbeitsteilung im Innovationsmanagement – Forschungsergebnisse, Kriterien und Modelle. ZfO 57, 1988
- (Heideloff97) F. Heideloff, T. Radel (Hg.): Organisation von Innovation. Rainer Hampp Verlag, München, 1997, 3-5 (Vorwort)
- (Heideloff98) F. Heideloff: Sinnstiftung in Innovationsprozessen – Versuch über die soziale Ausdehnung von Gegenwart. Rainer Hampp Verlag, 1998
- (Heisig01) P. Heisig: Business Process Oriented Knowledge Management. URL: <http://www.dfki.uni-kl.de/frodo/WM-2001-Workshop/Heisig.pdf> (20.8.04)
- (Herrmann97) T. Herrmann, A.-W. Scheer, H. Weber (Hrsg.): Verbesserung von Geschäftsprozessen mit flexiblen Workflow-Management-Systemen 1. Physica, 1997
- (Hippel86) E. v. Hippel: The dominant Role of Users in the Scientific Instrument Innovation Process. Research Policy 5, 1986, 212-239
- (Hirsch00) B. E. Hirsch, J. Eschenbächer: Extended Products in Dynamic Enterprises: The IST Project Cluster EXPIDE. In (Stanford-Smith00), 622-628
- (Hirschmann98) P. Hirschmann: Kooperative Gestaltung unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse. Schriften zur EDV-orientierten Betriebswirtschaft, Gabler, Wiesbaden, 1998
- (Hoffmann98) K.-U. Hoffmann: Fremdheit als soziale Konstruktion. Eine Studie zur Systemtheorie des Fremden. In (Münker98), 401-459
- (Homburg96) C. Homburg, K. Gruner: Kundenorientiertes Innovationsmanagement – Bestandsaufnahme, Erfolgsfakten, Instrumente. Lehrstuhl für BWL, insbesondere Marketing, WHU, 1996
- (Horváth97) Horváth & Partner (Hrsg.): Qualitätscontrolling. Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 1996, 114-138
- (Howe97) N. Howe, C. Cardie: Examining Locally Varying Weights for Nearest Neighbour Algorithms. In (Leake97), 455-466
- (Hrones93) J. A. Hrones, B. C. Jedrey, D. Zaaf: Defining global requirements with distributed QFD. Digital Technical Journal (Fall 1993, Vol. 5, No. 4), 1993, 36-46

- (ITMF99) ITMF Annual Conference Report 1999: Innovation and Creativity – Mobilising the Textile Market Potential. 1999
- (ITV-MR02) T. Fischer: Management Research Ansatz. Internal Report, DITF, 2002
- (Jennings98) N. R. Jennings, T. J. Norman, P. Farantin, P. O'Brien, B. Odgers: Autonomous Agents for Business Process Management. 1998
- (Johnson87) R. M. Johnson: Accuracy of Utility Estimation in ACA. In (URL_Sawtooth)
- (Just-Hahn97) K. Just-Hahn, J. Hagenmeyer, R. Striemer: Verbesserung von Geschäftsprozessen mit flexiblen Workflow-Management-Systemen: Ein Überblick über das MOVE-Projekt. In (Herrmann97), 1-11
- (Kahn94) K. B. Kahn: Marketing's integration with other departments. Dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University, 1994
- (Kaluza00) B. Kaluza, T. Blecker (Hrsg.): Produktions- und Logistikmanagement in Virtuellen Unternehmen und Unternehmensnetzwerken. Springer Verlag Berlin, 2000
- (Kaluza00a) B. Kaluza und T. Blecker: Management der Produktion und der Logistik in der Unternehmung ohne Grenzen. In (Kaluza00), 1-31
- (Katz82) R. Katz, T. J. Allen: Investigating the Not-Invented-Here (NIH) Syndrome: A Look at Performance, Tenure and Communication Patterns of 50 R&D Groups. R&D Management, Vol. 12, 1982, 7-19
- (Kirchmann94) E. M. W. Kirchmann: Innovationskooperation zwischen Herstellern und Anwendern. Wiesbaden, 1994
- (Kliemke97) J. Kliemke: Knowledge Management in Product Development-Interactive Customer Screening. Interner Bericht, DITF, 1997
- (Kliewer02) C. Kliewer, E. Liu, D. Stephen, D. Weening: Quality Function Deployment. Department of Computer Science University of Calgary, 2002
- (Knauff94) M. Knauff, C. Schlieder: Dynamic grouping: case reinterpretation as a foundation of knowledge-intensive similarity assessment. In (Voss94), 85-104
- (Krause98) F.-L. Krause, R. Heimann, C. Raupach: Optimisation of Product Development by Key Figures and Simulation. In (Fraunhofer98), 69-79
- (Krcmar96) H. Krcmar, H. Lewe, G. Schwabe (Hrsg.): Herausforderung Telekooperation. Informatik aktuell, Springer, 1996
- (Kress98) H. Kress: Virtual Engineering Teams in der Verteilten Produktentwicklung. Fraunhofer IRB Verlag, 1998

- (Kupries98) M. Kupries: Computer-aided workflow management for the interdependent production of results in a virtual environment. In (Fraunhofer98), 233-244
- (Kusiak93) A. Kusiak: Concurrent Engineering: Automation, Tools, and Techniques. John Wiley & Sons, inc., 1993, 239-250
- (Leake97) D. B. Leake, E. Plaza (Editors): Case-Based Reasoning Research and Development – ICCBR-97. Springer, 1997
- (Lenz98) M. Lenz, B. Bartsch-Spörl, H.-D. Burkhard, S. Wess (Editors): Case-Based Reasoning Technology: From Foundations to Applications. Lecture Notes in Artificial Intelligence 1400, Springer, 1998
- (Lenz98a) M. Lenz, E. Auriol, M. Manago: Diagnosis and Decision Support. In (Lenz98), 51-90
- (Linde97) F. Linde: Neue Kooperationsformen auf dem Prüfstand: Virtuell kann nicht völlig "grenzenlos" bedeuten. Gablers Magazin 3.97, 1997, 20-23
- (Luhmann95) N. Luhmann: Die Kunst der Gesellschaft. Shurkamp, Frankfurt am Main, 1995
- (Lullies93) V. Lullies, H. Bollinger, F. Weltz: Wissenslogistik – Über den betrieblichen Umgang mit Wissen bei Entwicklungsvorhaben. Campus Verlag, Frankfurt, 1993
- (Magaldi99) R. Magaldi: A Case-based Approach to the Management and Development of Knowledge Assets. In (Aha99)
- (Mangold93) R. Mangold-Allwinn: Flexible Konzepte. Peter Lang, 1993
- (Manickam00) S. Manickam: Automatic Weight Assignment using Sensitivity Analysis for Case Retrieval and Matching. In (Göker00)
- (Maturana87) H. Maturana, F. Varela: Der Baum der Erkenntnis. Bern, 1987
- (Mertens97) P. Mertens, H. Voss (Hrsg.): Expertensysteme 97. Proceedings in Artificial Intelligence 6, infix, 1997
- (Minor99) M. Minor, A. Hanft: Cases with a Life-Cycle. In (Schmitt99), I3-I8
- (Minor00) M. Minor, A. Hanft: Corporate Knowledge Editing with a Life Cycle Model. In (Göker00)
- (Moenart90) R. K. Moenart W. E. Souder: An information transfer model for integrating marketing and R&D personnel in new product development projects. Journal of Product Innovation Management, Vol. 7, 1990, 91-107
- (Moenart95) R. K. Moenart et al.: R&D/Marketing Communication During the Fuzzy Front-End. IEEE Transactions on Engineering Management, Vol. 42, 1995, 243-258

- (Montezami99) A. R. Montezami: Case-Based Reasoning and Multi-Agent Systems in Support of Tacit Knowledge. In (Aha99)
- (Moussavi99) M. Moussavi: A Case-Based Approach to Knowledge Management. In (Aha99)
- (Mühlendahl01) C. v. Mühlendahl: Strukturmodelle und Informationssysteme für Qualitätsregelkreise in Industrieunternehmen. Textilmanagement, Expert Verlag, 2001
- (Münker98) H. Münkler et al: Die Herausforderung durch das Fremde. Berlin, 1998,
- (Nonaka97) I. Nonaka, H. Takeuchi: Die Organisation des Wissens. Campus, 1997
- (Norman98) T. J. Norman, N. R. Jennings, P. Farantin, E. H. Mamdani: Designing and Implementing a Multi-Agent Architecture for Business Process Management. 1998
- (Österle00) H. Österle, R. Winter (Hrsg.): Business Engineering – Auf dem Weg zum Unternehmen des Informationszeitalters. Springer, 2000
- (Paashuis98) V. Paashuis: The organisation of integrated product development. Springer, 1998
- (Pandya99) R. Pandya: Case Based Reasoning and Knowledge Management: Re-Aligning the Technologies. In (Aha99)
- (Pawar02) F. K. S. Pawar et al. (Editors): Proceedings of the 8th International Conference on Concurrent Enterprising. Rome, 2002
- (Pawlowsky98) P. Pawlowsky (Hrsg.): Wissensmanagement – Erfahrungen und Perspektiven. Gabler Verlag, Wiesbaden, 1998
- (Peritsch00) M. Peritsch: Wissensbasiertes Innovationsmanagement. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden, 2000
- (Pfeiffer89) W. Pfeiffer, R. Dögl, W. Schneider: Das Technologie-Portfolio-Konzept als Tool zur strategische Vorsteuerung von Innovationsaktivitäten. WISU – Das Wirtschaftsstudium, 1989, 485ff
- (Phillips98) B. M. Phillips: Discovering Customer Needs – Four Key Questions. Innovative Leader Vol. 7 Number 6, 1998
- (Praehofer99) H. Praehofer, J. Kerschbaummayr: Supporting Reusability in a System Design Environment by Case-Based Reasoning Techniques. In (Althoff99), 535-549
- (Probst97) G. Probst, S. Raub, K. Romhardt: Wissen managen. Wiesbaden, Gabler 1997
- (Rechberg97) U. Rechberg: Virtuelle Unternehmen – Zusammenfassung. Interner Bericht, 1997

- (Reinhart00) G. Reinhart, B. Mehler: Organisatorische und informationstechnische Aspekte beim Aufbau virtueller Fabriken. In (Kaluza00), 391-419
- (Reiser94) C. Reiser, H. Kaindl: Case-Based Reasoning for Multi-Step Problems and its Integration with Heuristic Search. In (Haton94), 113-125
- (Richter98) M. M. Richter: Introduction. (Lenz98), 1-15
- (Riempp96) G. Riempp, L. Nastansky: Workflow Management between distributed organizations – the Wide Area GroupFlow Approach. In (Krcmar96), 275-291
- (Riesbeck99) C. K. Riesbeck, R. C. Schank: Inside Case-Based Reasoning. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NY, 1989
- (Rigby97) D. Rigby Associates: The World Technical Textile Industry and its Markets: Prospects to 2005. Techtexil 1997 (Messe Frankfurt), 1997
- (Rigby00) D. Rigby: Technical Textiles – The Need For Market Research. David Rigby Associates, 2000
- (Roehl97) H. Roehl: Anmerkungen zur instrumentellen Umsetzung von Managementkonzepten: Das Beispiel Innovationsmanagement. In (Heideloff97), 127-136
- (Romhardt98) K. Romhardt: Die Organisation aus Wissensperspektive: Möglichkeiten und Grenzen der Intervention. Wiesbaden, Gabler 1998
- (Roth-Berghofer01) T. Roth-Berghofer, I. Iglezakis: Six steps in Case-Based Reasoning: Towards a maintenance methodology for case-based reasoning Systems. In (Schnurr01), 198-208
- (Sanders97) K. E. Sanders, B. P. Kettler, J. A. Hendler: The Case for Graph-Structured Representations. In (Leake97), 245-254
- (Sawtooth93) Sawtooth Software: Adaptive Conjoint Analysis – Version 4. In (URL_Sawtooth)
- (Sawtooth96) Sawtooth Software: Staying Out of Trouble with ACA. In (URL_Sawtooth)
- (Scharer00) M. Scharer: Conjoint-Analyse. Uni Karlsruhe, 2000
- (Schimm01) G. Schimm: Process Mining linearer Prozessmodelle – Ein Ansatz zur automatisierten Akquisition von Prozesswissen. In (Schnurr01), 336-350
- (Schmitt99) S. Schmitt, I. Vollrath (Editors): Challenges for Case-Based Reasoning – Proceedings of the ICCBR'99 Workshops. Kaiserslautern, 1999
- (Schnurr01) H. P. Schnurr, S. Staab, R. Studer, G. Stumme, Y. Sure (Hrsg.): Professionelles Wissensmanagement. Shaker, 2001
- (Scholz97) C. Scholz: Strategische Organisation. Landsberg/Lech, 1997

- (Scholz02) C. Scholz (Hrsg.): Systemdenken und Virtualisierung. Reihe Wirtschaftskybernetik und Systemanalyse Band 21, Duncker & Humboldt, Berlin, 2002
- (Schulze01) A. Schulze: Applied knowledge management in innovation processes. In (Schnurr01), 69-73
- (Schumacher00) J. Schumacher, R. Bergmann: Similarity-Based Retrieval on Top of Relational Databases. In (Göker00)
- (Schumann94) P. Schumann and D. Prestwood: Market Driven Innovation: Innovate!, McGraw-Hill, 1994
- (Schumpeter52) J. A. Schumpeter: Capitalism, Socialism and Democracy. 4th Edition, London, 1952
- (Schwarz00) S. Schwarz: Schwach strukturierte Workflows für das Wissensmanagement in Unternehmen. Universität Kaiserslautern Fachbereich Informatik, Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH, 2000
- (Schwarz01) S. Schwarz, A. Abecker, H. Maus, M. Sintek: Anforderungen an Workflow-Unterstützung für wissensintensive Geschäftsprozesse. Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH, 2001
- (Seibold96) J. Seibold: Modellierung von textilem Fachwissen in Expertensystemen. Textilmanagement, Expert Verlag, 1996
- (Selz24) O. Selz: Die Gesetze der produktiven und reproduktiven Geistestätigkeit. Bonn, 1924
- (Shafaei98) M. Shafaei: "KHSFlow" Ein System zur hypertextbasierten Workflowmodellierung und -steuerung. In (Zimmermann98), 32-46
- (Shalley96) C. E. Shalley, E. A. Locke: Setting Goals to Get Innovation. R&D Innovator Vol 5, Number 10, 1996
- (Shimazu99) H. Shimazu: Translation of tacit Knowledge into Explicit Knowledge: Analyses of recorded Conversations between Customers and Human Agents. In (Aha99)
- (Siebert97) R. Siebert: Anpassungsfähige Workflows zur Unterstützung unstrukturierter Vorgänge. Universität Stuttgart, IPVR, 1997
- (Siebert98) R. Siebert: An open Architecture for Adaptive Workflow Management Systems. Universität Stuttgart, IPVR, 1998
- (Smith96) I. Smith, B. Faltings (Editors): Advances in Case-Based Reasoning (EWCBR-96). Springer, 1996
- (Smolnik01) S. Smolnik: Distribution of Workflow Process Knowledge in Organizations. 2. Oldenburger Forum Wissensmanagement, Oldenburg, 2001, 115-132

- (Spath98) D. Spath, D. Matt, S. Riedmiller: The Communication Circle – A model for the support of a market-driven development and production of innovative products. In (Fraunhofer98), 27-35
- (Stanford-Smith00) B. Stanford-Smith, P.T. Kidd: E-Business – Key issues, Application, Technologies. IOS Press, Amsterdam, 2000
- (Studinka98) C. Studinka: Integratives Management der Produktentwicklung – Durch Anwendung des Systemansatzes zum integrativen Management der zeitorientierten Produktentwicklung. Difo-Druck, Bamberg, 1998
- (Teece86) D. J. Teece: Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration licensing and public policy. Research Policy 15, 1986, 285-306
- (Teece87) D. J. Teece (Editor): The Competitive Challenge. San Francisco, CA: Harper and Row, 1987
- (Ternes99) D. Ternes: Groupware und Workflow-Management. In (Antoni99), 97-102
- (TextilWirtschaft04) M. Erlinger: Vom Weber zum Arbeitsplatz. TextilWirtschaft Nr.12, 18. März 2004, 38-39
- (Tönshoff00) K. H. Tönshoff, V. Uhlig, U. Dietrich: A tool to support co-operative product development in the area of e-Business. In (Stanford-Smith00), 629-638
- (Tversky77) A. Tversky: Features of Similarity. Psychological Review 84, 1977, 327-352
- (Uhlmann78) L. Uhlmann: Der Innovationsprozess in westeuropäischen Industrieländern. Berlin, 1978
- (Ulrich68) H. Ulrich: Die Unternehmung als Produktives, soziales System. Bern/Stuttgart, 1968
- (Ulrich88) Ulrich, H.; Probst, G.: Anleitung zum ganzheitlichen Denken und Handeln. Ein Brevier für Führungskräfte. Bern, 1988
- (URL_Atoss) Website Atoss:
http://www.atoss.com/atoss/de/Solutions/Software/AENEIS_Process_Management/default.htm (20.8.2004)
- (URL_BG-Prüfzert) Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften – HVBG: Persönliche Schutzausrüstungen (PSA).
<http://www.hvbg.de/d/bgp/prod/eg/psa> (20.8.2004)
- (URL_BOC) Website BOC: <http://www.boc-eu.com> (20.8.2004)
- (URL_ETSA) European Textile Services Association: Website ETSA – European Textile Services Association. <http://www.etsa-europe.org/> (20.8.2004)

- (URL_PPE) European Commission: Directive 89/686/EEC.
http://europa.eu.int/comm/enterprise/mechan_equipment/ppe/dir89-686.htm (20.8.2004)
- (URL_PPE-FAQ) European Commission: Frequently Asked Questions on the PPE Directive.
http://europa.eu.int/comm/enterprise/mechan_equipment/ppe/faq.htm (20.8.2004)
- (URL_PSA) Europäische Union: Persönliche Schutzausrüstungen.
<http://europa.eu.int/scadplus/leg.de/lvb/121012.htm> (20.8.2004)
- (URL_Sawtooth) Website Sawtooth Software: <http://www.skim.nl/> (14.8.2004)
- (URL_Scheer) Website IDS Scheer: <http://www.ids-scheer.de/> (14.8.2004)
- (URL_Toolbox) Uni Karlsruhe: Innovationstoolbox.
http://217.160.66.78/ch_dill/Toolbox/Cd_New-Dateien/frame.htm (20.8.2004)
- (URL_VDI) VDI: CE-Richtlinien. <http://www.vdi-nachrichten.com/ce-richtlinien/navigator/> (20.8.2004)
- (URL_VIRTEX) DITF-ITV: VIRTEX Website. <http://www3.itv-denkenhof.de/mr/read.asp?tid=show&id=73&lang=en> (20.8.2004)
- (URL_VRS) Visual Rule Studio: <http://www.rulemachines.com/VRS/Index.htm> (20.8.2004)
- (URL_WebTEXpert) DITF-MR: WebTEXpert Website. <http://www.webtexpert.net> (21.11.2004)
- (Vanderaalst99) W.M.P. van der Aalst: Interorganizational Workflows – an approach based on Message Sequence Charts and Petri Nets. *Simulation* 34(3), 1999, 335-367
- (VDI93) VDI: Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte. VDI Richtlinie 2221, VDI, Düsseldorf, 1993
- (Voss94) A. Voß (Editor.): Similarity concepts and retrieval methods. FABEL Report No. 13, GMD, 1994
- (Vossmann99) D. Vossmann: Wissensmanagement in der Produktentwicklung. Dissertation Uni Karlsruhe, Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebstechnik, 1999
- (Vries97) M. de Vries: Die Paradoxie der Innovation. In (Heideloff97), 45-57
- (Wagner99) D. Wagner: Workflow-Unterstützung der Produktentwicklung am Beispiel der fischerwerke. In (Weber99), 89-109
- (Wargitsch97) C. Wargitsch, T. Wewers: FLEXWARE: Fallorientiertes Konfigurieren von komplexen Workflows – Konzepte und

- Implementierung. 11.WS Planen/Konfigurieren XPS97, Erlangen, 2000, 45-55
- (Wargitsch98) C. Wargitsch, F. Habermann: IMPACT: Workflow-Management-System als Instrument zur koordinierten Prozeßverbesserung – Rahmenwerk. Wirtschaftsinformatik I, Arbeitspapier 1/1998, Uni Erlangen, 1998
- (Wargitsch98a) C. Wargitsch: Ein Beitrag zur Integration von Workflow- und Wissensmanagement unter besonderer Berücksichtigung komplexer Geschäftsprozesse. Uni Erlangen, 1998
- (Warschat00) J. Warschat, W. Ganz: Gestaltung und Management von F&E Kooperationen. IO-Management, Nr. 10 (2000), BWI der ETH Zürich, 2000, 53-58
- (Watson97) I. Watson, S. Perera: The Evaluation of a Hierarchical Case Representation Using Context Guided Retrieval. In (Leake97), 255-266
- (Weber99) H. Weber (Hrsg.): Verbesserung von Geschäftsprozessen mit flexiblen Workflow-Management-Systemen 3. Physica Verlag, 1999
- (Webers99) T. Webers: Überbetriebliche Lernkooperationen. In (Antoni99), 162-168
- (Wess93) S. Wess, K.-D. Althoff, M. M. Richter: Topics in Case-Based Reasoning, First European Workshop, EWCBR-93, Springer, 1994
- (Wess96) S. Wess: Fallbasiertes Problemlösen in wissensbasierten Systemen zur Entscheidungsunterstützung und Diagnostik: Grundlagen, Systeme und Anwendungen. Infix, 1996
- (Wettschereck95) D. Wettschereck, D. W. Aha: Weighting Features. In (Aamodt95), 347-358
- (Wewers96) T. Wewers, W. Faisst: Kooperierende Workflow-Management-Systeme für Virtuelle Unternehmen. CSCW in großen Unternehmen, Telekom, Darmstadt 1996, S. 167-175.
- (Wewers98) T. Wewers, C. Wargitsch: Four Dimensions of Interorganizational, Document-Oriented Workflow: A Case Study of the Approval of Hazardous-Waste Disposal. Proceedings of the IEEE Hawai'i International Conference on System Sciences, 6-9.1.98, 1998, 322-341
- (WfMC97) Workflow management Coalition: Interworkflow Application Model: The Design of Cross-Organizational Workflow Processes and Distributed Operations Management.
<http://www.wfmc.org/standards/docs.htm>, 1997
- (Wildemann98) H. Wildemann: Süddeutsche Zeitung, Nr. 101, S. 25, 4.Mai 1998

- (Windsperger97) J. Windsperger: Beziehung zwischen Kontingenz- und Transaktionskostenansatz der Organisation. *Journal für Betriebswirtschaft*, 4/1997, 190-202
- (Winkler02) T. Winkler: Nachhaltige Unternehmensführung – Ein kybernetischer Ansatz für betriebliches und überbetriebliches Umweltmanagement. Dissertation, DITF, 2002
- (Winter87) S. G. Winter: Knowledge and competence as strategic assets. In (Teece87), 159-184
- (WM-AiF03) DITF-ITV: Wissensmanagement – Der Schlüssel für Innovationsprozesse in erfolgreichen Textilunternehmen. Schlussbericht zum Forschungsvorhaben AiF 12910/N, DITF-ITV, 2003
- (WM-BW04) DITF-MR: Wissensmanagement in der textilen Wertschöpfungskette. Zwischenbericht zu Verbundforschungsprojekt Baden-Württemberg, DITF, 2004
- (Zimmermann98) H. Zimmermann, Volker Schramm (Hrsg.): Knowledge Management und Kommunikationssysteme. *Schriften zur Informationswissenschaft* Band 34, UVK Universitätsverlag Konstanz, 1998
- (Zultner93) R. E. Zultner: TQM for Technical Teams. *Communications of the ACM*, Vol. 36, No. 10, 1993, 79-91