

Webbasierte Konstruktionsmethoden-Unterstützung in der frühen Phase der Produktentwicklung

Von der Fakultät für Maschinenbau
der Helmut-Schmidt-Universität / Universität der Bundeswehr Hamburg
zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktor-Ingenieurs
genehmigte

DISSERTATION

vorgelegt von

Marc Oellrich

aus Berlin

Hamburg 2015

Referent: Prof. Dr.-Ing. Frank Mantwill

Korreferent: Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinrich Grote

Tag der mündlichen Prüfung: 31.08.2015

Berichte aus dem Institut für Konstruktions- und
Fertigungstechnik

Band 41

Marc Oellrich

**Webbasierte Konstruktionsmethoden-Unterstützung
in der frühen Phase der Produktentwicklung**

Shaker Verlag
Aachen 2015

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

Zugl.: Hamburg, Helmut-Schmidt-Univ., Diss., 2015

Copyright Shaker Verlag 2015

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

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-3945-0

ISSN 1861-5260

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen
Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9
Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur Maschinenelemente und Rechnergestützte Produktentwicklung des Instituts für Konstruktions- und Fertigungstechnik im Fachbereich Maschinenbau an der Helmut-Schmidt-Universität Hamburg.

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr.-Ing. Frank Mantwill, Inhaber des Lehrstuhls für Maschinenelemente und rechnergestützte Produktentwicklung, für die vielen intensiven Diskussionen, die kontinuierliche Unterstützung und das mir entgegengebrachte Vertrauen.

Ebenso danke ich Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinrich Grote, Inhaber des Lehrstuhls für Konstruktionstechnik im Institut für Maschinenkonstruktion an der Otto-von-Guericke Universität in Magdeburg, für die Übernahme des Korreferats.

Herrn Prof. Dr.-Ing. Martin Meywerk danke ich für die Übernahme des Prüfungsvorsitzes.

Ich bedanke mich ebenfalls bei allen Arbeitskollegen, Mitarbeitern und Ehemaligen des Lehrstuhls für die angenehme Arbeitsatmosphäre, die vielen fachlichen Diskussionen und die gegenseitige Unterstützung. Besonderer Dank gilt hierbei Dr.-Ing. Robert Schulte, Dr.-Ing. Michael Schacht, Florian Tichla, Mathias Tralau und Dennis Pape für die vielen Gespräche und Anmerkungen.

Dieses Forschungsvorhaben wurde durch mehrere studentische Arbeiten unterstützt. Hierfür danke ich namentlich Jens Habbe, Tjorben Lücke, Matthias Kaufmann, David Reese und Falk Nübel.

Mein größter Dank gilt jedoch meiner Familie und meiner Freundin Stefanie für Ihre Unterstützung und den persönlichen Rückhalt.

Hamburg, im August 2015

Marc Oellrich

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VII
1 Einleitung	1
1.1 Hintergrund	1
1.2 Zielsetzung	3
1.3 Übersicht	4
2 Grundlagen	5
2.1 Konstruktion	5
2.1.1 Allgemein	5
2.1.2 Konstruktionsmethodik	6
2.1.3 VDI-Richtlinie 2221	8
2.2 Toolbasierte Ansätze	10
2.2.1 WIKON (KALEIT)	10
2.2.2 Intranetbasiertes Entwicklungshandbuch	11
2.2.3 Entwicklungsleitsystem	12
2.2.4 MAP-Tool	12
2.2.5 Prosecco	12
2.2.6 Prozessbaukasten	13
2.2.7 RAHS	13
2.2.8 Vergleich der toolbasierten Ansätze	14
2.2.9 Zwischenfazit	16
2.3 Product Lifecycle Management	17
2.3.1 Allgemein	17
2.3.2 PLM-Anbieter	18
2.3.3 Zwischenfazit	19
2.4 Bisherige Erkenntnisse	19
2.5 Webbasierte Prinzipien	20
2.5.1 Allgemein	20
2.5.2 Vernetzung	21
2.5.3 Arbeitsteilung	22
2.5.4 Kooperation	23
2.5.5 Zwischenfazit	25
3 Konzept	27
3.1 Komponentenauswahl	27

3.1.1	Webbasierte Komponenten	27
3.1.2	Konstruktionsmethodische Komponenten	32
3.1.3	Unterstützende Komponenten	43
3.2	Vergleichskriterien.....	48
3.3	Zuordnung der Vergleichskriterien und Komponenten	50
3.3.1	Webbasierte Komponenten	51
3.3.2	Konstruktionsmethodische Komponenten	53
3.3.3	Unterstützende Komponenten	57
3.3.4	Überlagerte Betrachtung	59
4	Umsetzung.....	62
4.1	Entwicklungsumgebung	62
4.2	Demonstrator	63
4.2.1	Übersicht	63
4.2.2	Funktionsumfang (auszugsweise)	66
5	Evaluation.....	78
5.1	Evaluationsziele	78
5.2	Evaluationsmethodik allgemein	78
5.3	Evaluationsdurchführung	79
5.3.1	Onlineumfrage.....	80
5.3.2	Fragebogen-Umfrage.....	82
5.4	Auswertung	84
6	Diskussion.....	87
7	Zusammenfassung und Ausblick	92
	Literaturverzeichnis	94
	Anhang	101

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Kostenfestlegung und Änderungskosten in der Entwicklung und Konstruktion	2
Abbildung 2.1: Vorgehensweise nach VDI-Richtlinie 2221	10
Abbildung 2.2: Entwicklung des Internets	21
Abbildung 3.1: Webtechnologie-Unterteilung	28
Abbildung 3.2: Komponentenbeziehungen über Vergleichskriterien (ungerichtet)	60
Abbildung 4.1: Activitystream und Projektphasendarstellung.....	67
Abbildung 4.2: Projektphasenabhängiges Menü (Komponentenzugriff).....	68
Abbildung 4.3: Auszug einer exemplarischen Anforderungsliste.....	69
Abbildung 4.4: Anzeigen und Hinzufügen von Kommentaren	70
Abbildung 4.5: Auszug eines exemplarischen Morphologischen Kastens	71
Abbildung 4.6: Lösungseingabe und -auswahl	72
Abbildung 4.7: Automatisiert generierte Wiki-Seite	73
Abbildung 4.8: Vergleich von konventionellem und optimiertem Paarweisen-Vergleich	75
Abbildung 4.9: Auszug einer exemplarischen FMEA	77
Abbildung 5.1: Übersicht der Evaluationsmethodik.....	79
Abbildung A. 1: Abstraktes Entity-Relationship-Modell des gesamten Demonstrators	102
Abbildung B. 1: Unternehmens-Mitarbeiteranzahl	111
Abbildung B. 2: Art und Weise, wie die Konstruktionsmethodik kennengelernt wurde (Mehrfachauswahl war möglich)	112
Abbildung B. 3: Umfrageergebnisse zu vorhandener Software im Unternehmen.....	112
Abbildung B. 4: Kanoe-Ergebnisse zu Aspekten der Projektmanagement-Komponente	113
Abbildung B. 5: Kanoe-Ergebnisse zu Aspekten der Activitystream-Komponente	113
Abbildung B. 6: Kanoe-Ergebnisse zu Aspekten der Checklisten-, Anforderungslisten- und FMEA-Komponenten	114
Abbildung B. 7: Kanoe-Ergebnisse zu Aspekten der Morphologischen Kasten- und Konstruktionskatalog-Komponenten	115
Abbildung B. 8: Kanoe-Ergebnisse zu Aspekten der Wiki- und Blog-Komponenten	116

Abbildung B. 9: Kano-Ergebnisse zu Aspekten der Paarweiser-Vergleich- und Nutzwertanalyse-Komponenten	116
Abbildung B. 10: Kano-Ergebnisse zu Aspekten der Brainwriting-Komponente	117
Abbildung C. 1: Gearbeitete Stunden mit dem Demonstrator je Student	139

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Gegenüberstellung der toolbasierten Ansätze.....	14
Tabelle 2.2: PLM- und PDM-Zuordnung entlang des Produktlebenszyklus	18
Tabelle 3.1: Merkmale von Activitystreams	29
Tabelle 3.2: Merkmale von Wikis.....	30
Tabelle 3.3: Merkmale von Chats	31
Tabelle 3.4: Merkmale von Blogs	32
Tabelle 3.5: Konstruktionsmethoden-Zuordnung zu Projektschritten	33
Tabelle 3.6: Fragen zur Prüfung weiterer, webbasiert unterstützter Methoden	34
Tabelle 3.7: Einschätzung der Methoden bezüglich der Fragen	34
Tabelle 3.8: Merkmale von Anforderungslisten.....	35
Tabelle 3.9: Merkmale von Checklisten	36
Tabelle 3.10: Merkmale von Brainwritings	37
Tabelle 3.11: Merkmale von Morphologischen Kästen	38
Tabelle 3.12: Merkmale von Konstruktionskatalogen.....	40
Tabelle 3.13: Merkmale von Paarweisen-Vergleichen	41
Tabelle 3.14: Merkmale von Nutzwertanalysen	41
Tabelle 3.15: Merkmale von FMEAs.....	43
Tabelle 3.16: Merkmale von Projektmanagement.....	45
Tabelle 3.17: Merkmale von Datenbanken	46
Tabelle 3.18: Merkmale von Dokumentenmanagement.....	46
Tabelle 3.19: Merkmale vom Rechte- und Rollenmanagement.....	47
Tabelle 3.20: Merkmale von Login/ Userverwaltung	48
Tabelle 3.21: Merkmale vom Komponentenzugriff.....	48
Tabelle 3.22: Vergleichskriterien	50
Tabelle 3.23: Vergleichskriterien-Activitystream-Zuordnung	51
Tabelle 3.24: Vergleichskriterien-Wiki-Zuordnung	52
Tabelle 3.25: Vergleichskriterien-Chat-Zuordnung	52
Tabelle 3.26: Vergleichskriterien-Blog-Zuordnung.....	53
Tabelle 3.27: Vergleichskriterien-Anforderungsliste-Zuordnung	54
Tabelle 3.28: Vergleichskriterien-Checkliste-Zuordnung.....	54
Tabelle 3.29: Vergleichskriterien-Brainwriting-Zuordnung.....	55
Tabelle 3.30: Vergleichskriterien-Morphologischer Kasten-Zuordnung	55
Tabelle 3.31: Vergleichskriterien-Konstruktionskatalog-Zuordnung	56

Tabelle 3.32: Vergleichskriterien-Paarweiser Vergleich-Zuordnung	56
Tabelle 3.33: Vergleichskriterien-Nutzwertanalyse-Zuordnung	56
Tabelle 3.34: Vergleichskriterien-FMEA-Zuordnung	57
Tabelle 3.35: Vergleichskriterien-Projektmanagement-Zuordnung	57
Tabelle 3.36: Vergleichskriterien-Datenbank-Zuordnung	58
Tabelle 3.37: Vergleichskriterien-Dokumentenmanagement-Zuordnung	58
Tabelle 3.38: Vergleichskriterien-Rechte- und Rollenmanagement-Zuordnung	58
Tabelle 3.39: Vergleichskriterien-Login/ Userverwaltung-Zuordnung	59
Tabelle 3.40: Vergleichskriterien-Komponentenzugriff-Zuordnung	59
Tabelle 3.41: Überlagerte Darstellung der Zuordnungen	59
Tabelle 4.1: Entwickelte Komponenten mit Angabe von View- und Datenbanktabellen- Anzahl	65
Tabelle 4.2: Beziehungsmatrix der Demonstratorkomponenten.....	66
Tabelle 5.1: Bewertungs-Kombinationsmöglichkeiten beim Kano-Fragebogen.....	81
Tabelle B. 1: Differenzierte Ergebnisanalyse (1/3).....	118
Tabelle B. 2: Differenzierte Ergebnisanalyse (2/3).....	119
Tabelle B. 3: Differenzierte Ergebnisanalyse (3/3).....	120
Tabelle B. 4: Begeisterungsfaktoren des Demonstrators	123
Tabelle B. 5: Begeisterungsfaktoren des Demonstrators (hohe Irrelevant-Quote)	123
Tabelle B. 6: Begeisterungsfaktoren des Demonstrators (hohe Gegenteilig-Quote) .	123
Tabelle B. 7: Leistungsfaktoren des Demonstrators	124
Tabelle B. 8: Basisfaktoren des Demonstrators	124
Tabelle B. 9: Nicht klassifizierte Aspekte des Demonstrators	124
Tabelle C. 1: Bewertung der Web-Umgebung durch die Studenten.....	140
Tabelle C. 2: Angegebene Vorteile der Web-Umgebung	140
Tabelle C. 3: Angegebene Nachteile der Web-Umgebung	141
Tabelle C. 4: Feedback und Verbesserungsvorschläge der Studenten.....	141

Abkürzungsverzeichnis

CAD	Computer Aided Design
CRM	Customer Relationship Management
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis
HoQ	House-of-Quality
IRC	Internet Relay Chat
KMU	Kleine- und mittelständische Unternehmen
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
MVM	Münchener Vorgehensmodell
PDM	Produktdatenmanagement
PLM	Product-Lifecycle-Management
QFD	Quality Function Deployment
SQL	Structured Query Language
WWW	World Wide Web

1 Einleitung

1.1 Hintergrund

Der Wettbewerbsdruck auf Unternehmen ist in den meisten Branchen hoch und wird durch aufstrebende Länder (s. Emerging Markets), insbesondere China, voraussichtlich weiter steigen, während die Kunden auf der anderen Seite eine immer spezifischere Angebotsvielfalt von den Unternehmen erwarten [Ande12, Ehr107]. Hierdurch ergeben sich Herausforderungen bezüglich verkürzter Time-to-Market Zyklen bei verbesserter Kundenwunscherfüllung und Kundennähe.

Scheiden Mitarbeiter aus einem Unternehmen aus, sei es durch den demografischen Wandel oder die gestiegene Mitarbeiterfluktuation [Jesc11], verlieren die Unternehmen Erfahrungswissen. Besonders in technischen und innovativen Unternehmen gefährdet der Wissensabfluss die eigene Marktposition. Zum Sichern der Wettbewerbsfähigkeit versuchen die Unternehmen daher mit unterschiedlichen Ansätzen, diesen Herausforderungen zu begegnen. Ziel ist es hierbei, das Wissen weitgehend im Unternehmen zu erhalten.

Die Konstruktionsmethodik kann beim zielgerichteten, kostengünstigen und kundenorientierten Entwickeln unterstützen. Außerdem werden bei der Entwicklung die Vorgehensweise und Erkenntnisse dokumentiert.

Einige Unternehmen haben bereits die Vorteile einer konstruktionsmethodischen Vorgehensweise erkannt. Hierzu zählen unter anderem verkürzte Produktentwicklungszeiten und bessere konstruktive Lösungen durch Wiederverwendung etablierter Best-Practice-Lösungen und den Vergleich von mehreren erarbeiteten Lösungsvarianten auf Basis vieler Ideen. Zusätzlich ergeben sich Vorteile durch geringere Material- und Fertigungskosten, sich reduzierendem Dokumentationsaufwand und vor allem höherer Kundenzufriedenheit [Ehr107, Fir03]. Allerdings wird die Konstruktionsmethodik beim Großteil der Unternehmen nicht angewendet [Birk05, Fir03, Oel11].

Softwareumgebungen, die im Rahmen des Product Lifecycle Managements bei der Produktentwicklung unterstützen, decken bisher kaum die ersten Phasen des Produktentstehungsprozesses und damit eine Unterstützung der Konstruktionsmethoden ab. Zwar wird das Anforderungsmanagement (engl. Requirements Engineering) unterstützt, allerdings gehen bestehende Ansätze anschließend direkt zum Entwurfsprozess im CAD-System über [Ande12, Eign09, Ree13]. Abbildung 1.1 verdeutlicht dies mit der dargestellten IT-Durchdringung über den Produktlebenszyklus. Der zuvor beschriebene, sinnvolle konstruktionsmethodische Teil, der primär vor der Entwurfsphase ansetzt, wird somit systemseitig übersprungen. Separate Softwarelösungen, die einzelne Elemente dieser frühen Phase unterstützen, sind zwar vorhanden, allerdings bieten diese Lösungen selten Schnittstellen, um sie mit anderen Systemen zu verbinden. Der

dadurch entstehende Transfereaufwand wirkt daher akzeptanzhemmend [Birk05, Ree13].

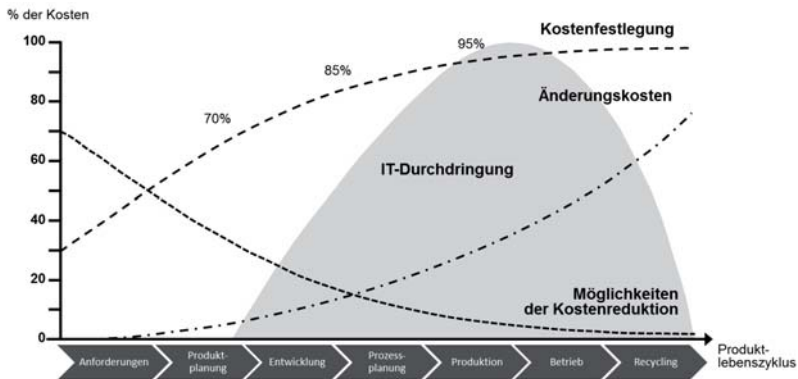


Abbildung 1.1: Kostenfestlegung und Änderungskosten in der Entwicklung und Konstruktion¹

Der erforderliche, bereichsübergreifende Kommunikationsaufwand im Entwicklungsprozess ist kontinuierlich gewachsen. Dies ist zum einen auf komplexere Produkte zurückzuführen, um gestiegene Kundenwünsche zu erfüllen. Es liegt aber ebenfalls daran, Produkte möglichst schnell zu entwickeln, um den Bedarf zeitnah zu bedienen.

Für die Verkürzung der Entwicklungszeiten wurden die einzelnen Prozesse immer weiter zeitlich überlagert. Hierbei erhöhte sich auch die Anzahl an zeitgleich involvierten Personen. Der ursprünglich serielle Entwicklungsprozess hat sich so zuerst zum Simultaneous Engineering gewandelt und zeigt nun Tendenzen zum Cross Enterprise Engineering [Eign09].

Während der letzten Jahre gab es einige Entwicklungen im Internetumfeld, die auch den Produktentwicklungsprozess weiter unterstützen können². Bereits 2001 wurde in einem Forschungsprojekt gezeigt, dass Entwicklungsprojekte, die durch eine gemeinsame Web-Plattform unterstützt werden, signifikant effizienter ablaufen als zuvor und zusätzlich hohe Kostensenkungen bewirken [Ever01]. Während die damalige Umsetzung jedoch lediglich statische, konstruktionsmethodische Darstellungen sowie Beschreibungen von Informationen und Wissen umfasste und die Mitwirkung an den In-

¹ nach [Eign09]. Die Beschriftung der X-Achse ist zwar ungünstig gewählt, relevant ist an dieser Stelle jedoch die hervorgehobene IT-Durchdringung.

² S.a. [Robe11] der schreibt: „Die Auswirkungen der Digitalisierung sind historisch allenfalls mit der Erfindung der Schrift vergleichbar und werden erhebliche ökonomische und gesellschaftliche Transformationsprozesse nach sich ziehen.“

halten umständlich war, ergeben sich heute sehr viel benutzerfreundlichere Möglichkeiten. Besonders soziale Netzwerke (s. Facebook) aber auch Online-Nachschlagewerke (s. Wikipedia) haben gezeigt, dass eine webgestützte Vernetzung sowie die Mitarbeit in einer Gemeinschaft (engl. Community) von den Nutzern angenommen werden. Diese Möglichkeiten werden unter den Begriffen Social Business beziehungsweise Social Enterprise auch bereits vielversprechend in einigen Unternehmen eingeführt [Wei13]. Allerdings beinhalten die bisherigen Lösungen keine konstruktionsmethodischen Bestandteile, sondern lediglich Projekt- und Dokumentenmanagement-Funktionen, zum Teil ergänzt um Wikis³ und Nachrichtensysteme.

Die Möglichkeiten von Open Innovation, bei denen Nutzer online gemeinsam an Lösungen arbeiten oder zumindest Lösungsvorschläge einreichen können, bieten auch innerhalb eines Unternehmens Potential, die Innovationskraft und –geschwindigkeit zu erhöhen (vgl. [Neer11]). Zwar ist bereits in vielen Unternehmen ein Verbesserungsvorschlagswesen implementiert, allerdings zielt dieses lediglich darauf ab, Verbesserungsvorschläge entgegenzunehmen, zu prüfen und umzusetzen beziehungsweise abzulehnen. Die Möglichkeiten zur Lösungssuche, nach der im Rahmen von Open Innovation erforderlichen Inkubation mit Problem-/Aufgabenstellungen, lässt hierbei noch einiges Potential erahnen.

Basierend auf 20-jähriger Forschung zum Konstruktionsmethodik-Einsatz beschreiben Birkhofer et al., dass die Konstruktionsmethoden in die Arbeitsweise und das Projektmanagement integriert werden müssen, um ihren vollen Nutzen zu erbringen. Des Weiteren zeigen sie auf, dass Ergebnisse aus angewendeten Methoden weiterverarbeitbar sein müssen, also Schnittstellen und redundante Dateneingaben möglichst zu vermeiden sind. Ebenso weisen die Autoren explizit darauf hin, dass hilfreiche Konstruktionsmethoden einfach sowie übersichtlich zu gestalten sind und sich der erforderliche Aufwand durch Softwareunterstützung erheblich reduzieren lässt [Birk05, Eign09, Lin07].

Die zuvor genannten webbasierten Möglichkeiten stellen eine neue Form der Rechnerunterstützung dar und bieten hinsichtlich des Konstruktionsmethodik-Einsatzes Potential.

1.2 Zielsetzung

Unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten stellen sich daher folgende Fragen, die beantwortet werden sollen.

³ Der Begriff Wiki wird später noch erläutert. Wikipedia ist beispielsweise ein Wiki.

- Lässt sich die Arbeit für die beteiligten Personen eines Produktentwicklungsprojektes webbasiert verbessern?
 - Können Entwicklungsprozesse webbasiert unterstützt werden?
 - Lassen sich Konstruktionsmethoden webbasiert darstellen?
 - Welchen Zusammenhang gibt es zu Open Innovation?
 - Lassen sich Erfahrungen dokumentieren und archivieren?

1.3 Übersicht

Die Arbeit gliedert sich in sieben Teile: Einleitung, Grundlagen, Konzept, Umsetzung, Evaluation, Diskussion und Zusammenfassung.

Nach der Einleitung folgt im Kapitel zwei der Grundlagenteil, der mit einem Abschnitt über Konstruktion beginnt. Anschließend folgt ein Abschnitt über bisherige toolbasierte Ansätze sowie ein Abschnitt über Product Lifecycle Management. Das Grundlagen-Kapitel schließt mit einem Abschnitt über webbasierte Prinzipien.

Im dritten Kapitel wird ein Konzept für einen webbasierten Demonstrator erarbeitet und in Kapitel vier wird anschließend die Umsetzung des Demonstrators beschrieben.

Im fünften Kapitel werden die durchgeführte Evaluation und die Ergebnisse präsentiert.

In der Diskussion in Kapitel sechs werden die gewonnenen Erkenntnisse, das Vorgehen und das Konzept dann reflektiert.

Im letzten Kapitel folgen die Zusammenfassung und der Ausblick.

2 Grundlagen

In diesem Kapitel wird zuerst auf die Konstruktion allgemein, die Konstruktionsmethodik und die VDI-Richtlinie 2221 eingegangen. Im darauf folgenden Abschnitt werden exemplarisch, ausgewählte, toolbasierte Ansätze vorgestellt. Danach wird das Thema PLM behandelt, bevor dann die bisherigen Erkenntnisse zusammengefasst werden. Das Kapitel endet mit einem Abschnitt über webbasierte Prinzipien.

2.1 Konstruktion

2.1.1 Allgemein

Der Begriff ‚Konstruktion‘ ist mehrdeutig und wird im Folgenden beschrieben.

Organisatorisch steht der Begriff ‚Konstruktion‘ als Synonym für die Konstruktionsabteilung. Häufig wird auch von ‚Entwicklung‘ gesprochen, wobei dieser Begriff noch weiter reicht und unter anderem Berechnung und Versuch umfasst [Ehr07].

Bei der Konstruktionstätigkeit, dem Konstruieren, werden auf Basis einer Aufgabenstellung die Produkteigenschaften festgelegt. Hierzu zählen unter anderem Funktionsprinzip, Werkstoffwahl, Produktmaße und Schnittstellen. Ziel ist es dabei, die Kundenwünsche unter Berücksichtigung der Unternehmensmöglichkeiten zu einem am Markt durchsetzbaren Preis zu realisieren. Hierbei stehen die Mitarbeiter der Konstruktionsabteilung zwecks Informationsaustausch und Abstimmung mit vielen anderen Unternehmenseinheiten in Kontakt. Das Ergebnis ist die ‚Konstruktion‘ bestehend aus den technischen Unterlagen. Die Konstruktion legt mit den definierten Produkteigenschaften maßgeblich die späteren Produktkosten fest [Ehr07].

Konstruktionen werden heutzutage häufig in Form von Projekten bearbeitet. Sie durchlaufen hierbei (zum Teil mehrmals und iterativ) primär vier Phasen, wobei dies nicht unbedingt bewusst, sondern auch intuitiv erfolgen kann [Ehr07] (s.a. Abschnitt 2.1.3).

Wie alle Unternehmensbereiche unterliegt auch der Konstruktionsbereich einem ständigen Effizienzdruck. Ziel ist es daher, mit weniger Einsatz schnellere und bessere Resultate zu erzielen (Stichwort: Spannungsdreieck Zeit-Kosten-Qualität).

Bisherige Ansätze waren beispielsweise die Einführung von Simultaneous- oder Concurrent Engineering sowie das Frontloading. Simultaneous- und Concurrent Engineering zielen primär auf eine erhöhte Parallelisierung von Arbeitsschritten. Dies erfordert zwar eine erhöhte Kommunikation (beispielsweise bezüglich Schnittstellen), soll aber dafür die Gesamtentwicklungszeit reduzieren [Ehr07, Ever05, Sen09].

Das Frontloading soll dabei helfen, potentielle Probleme in Entwicklungsvorhaben möglichst vor deren Auftreten zu erkennen. Die hierbei gewonnenen Erkenntnisse dienen dazu, die weitere Entwicklung zielgerichtet zu beeinflussen [Eign09, Sen09].

2.1.2 Konstruktionsmethodik

Eine Methodik legt die Vorgehensweise fest, wobei während des Vorgehens unterschiedliche Methoden eingesetzt werden können [Ehr07, Kes54].

Ziel der Konstruktionsmethodik⁴ ist es, systematisch zu einer für den Kunden und das Unternehmen zufriedenstellenden Lösung zu gelangen. Die Methodik folgt dem allgemeinen Problemlösungsprozess und unterstützt dabei,

- sich umfangreich mit einer Aufgabenstellung auseinanderzusetzen,
- das zu entwickelnde System abstrakt zu betrachten,
- unterschiedliche Lösungsmöglichkeiten zu finden,
- diese zu vielversprechenden Lösungsvarianten zu kombinieren,
- technisch-wirtschaftlich zu bewerten und
- sich zwischen diesen Varianten zu entscheiden,
- diesen Entwicklungsprozess zu dokumentieren und
- nachvollziehbar zu gestalten.

Iterative Wiederholungen und auch das Auslassen einzelner Schritte, sind hierbei möglich und können zielführend sein [Ehr07, Pahl05, VDI93].

Historisch betrachtet, haben die unterschiedlichen Methodik-Vertreter die Konstruktionsstätigkeit mal mehr der Wissenschaft und mal mehr der Kunst zugeordnet [Hey05, Heym06]. Zwar lassen sich grundsätzliche Aufgaben systematisch abarbeiten, was sich der Wissenschaft zuordnen lässt, jedoch sind einige Aufgaben durch Kreativität und „Denksprünge“ geprägt, welche eher künstlerischen Charakter haben [Hey05].

Seit ca. 60 Jahren wird die Konstruktionsmethodik primär weiterentwickelt, um den Bekanntheitsgrad und damit deren Anwendung zu erhöhen sowie die Methodik auch lehrbar zu machen [Ehr07, Hey05].

Auch wenn es unterschiedliche Konstruktionsmethodiken gibt, folgen diese prinzipiell der oben dargestellten Vorgehensweise. Einige dokumentierte Vorgehensweisen sind beispielsweise⁵:

⁴ Anstelle von „Konstruktionsmethodik“ wird in der Literatur gelegentlich auch der Begriff „Entwicklungsmethodik“ verwendet, da der Begriff Entwicklung über die reine Konstruktion hinausreicht [Bir11]. Auch beschränkte sich der Begriff Konstruktion zumindest früher primär auf den mechanischen Teil einer Maschine. Da der Begriff Konstruktionsmethodik jedoch üblich ist, wird er in dieser Arbeit verwendet.

⁵ Eine ausführliche Darstellung von unterschiedlichen Vorgehensweisen ist beispielsweise in [Pon07] zu finden. Exemplarisch wird im nächsten Abschnitt detaillierter auf die VDI-Richtlinie 2221 eingegangen.

- VDI 2221 – Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte [VDI93]
- VDI 2800 – Wertanalyse [VDI10a]
- VDI 2206 – Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme [VDI04]
- Vorgehenszyklus nach Ehrlenspiel [Ehr07]
- Münchener Vorgehensmodell (MVM) [Lin07]

Es wurden noch weitere Vorgehensweisen entwickelt, deren Aufführung jedoch als nicht zielführend angesehen wird. Prinzipiell unterscheiden sich die aufgelisteten Vorgehensweisen hinsichtlich ihrer Beschreibungsgranularität, der Anzahl durchzuführender Schritte und der Flexibilität bei der Schrittauswahl. Die Entwicklung unterschiedlicher Vorgehensmodelle lässt sich damit begründen, dass unterschiedliche Gegebenheiten (beispielsweise hinsichtlich Unternehmensgröße, Produktart, Fachdisziplin etc.) besser unterstützt werden sollen. Die VDI 2206 unterstützt gezielt die Entwicklung mechatronischer Systeme und geht hierbei auf deren Besonderheiten ein. Die VDI 2800 unterstützt bei der wertanalytischen Überarbeitung von bestehenden Produkten beziehungsweise Maschinen. Das Münchener Vorgehensmodell zeichnet sich durch eine hohe Flexibilität aus, bei dessen Anwendung die erforderlichen Arbeitsschritte aufgabenspezifisch auszuwählen und sinnvoll zu ordnen sind. Der Vorgehenszyklus nach Ehrlenspiel ist hingegen sehr kompakt, übersichtlich und allgemein gehalten (s.a. [Pon07]).

Die Unterschiede der Methoden sind für diese Arbeit irrelevant. Eine anerkannte und in sich schlüssige Beschreibung des Produktentwicklungsprozesses wurde im Standardwerk von Ehrlenspiel beschrieben.

Birkhofer et al. bemerkten bereits 1996, dass die VDI 2221 zumindest für den Sondermaschinenbau als geeignet anzusehen ist, auch wenn es andere Ansätze gibt, die domänenübergreifende Aspekte berücksichtigen [Birk96].

Für diese Arbeit ist es ausreichend zu wissen, dass es definierte Vorgehensweisen gibt, die bei der Entwicklung von Produkten unterstützen. Es wird als zielführend angesehen, wenn auf eine Vorgehensweise zurückgegriffen wird, wobei dies nicht erforderlich ist. Daher wird im nächsten Abschnitt zwar exemplarisch auf die VDI 2221 detaillierter eingegangen, allerdings wird darauf verzichtet, die weiteren Methodiken im Detail vorzustellen, da dies nicht zu einem tieferen Verständnis beitragen würde.

Wirtschaftlich gesehen ist die Anwendung der Konstruktionsmethodik für Unternehmen vorteilhaft. Analysen haben ergeben, dass Unternehmen mit klar definierten Entwicklungsprozessen signifikant erfolgreicher sind als Unternehmen ohne derartig definierte Prozesse [Ade12, Co02, Gra12], wobei eine Konstruktionsmethodik-Anwendung dies entsprechend unterstützt [Ehr07, Ehr107, Fir03, Gra12, Meye98].

Trotz der wirtschaftlichen Vorteile haben Untersuchungen jedoch gezeigt, dass die Konstruktionsmethodik bisher in Unternehmen nur sporadisch eingesetzt wird [Birk05,

Gra12, Oel11, Pah05]. [Birk05] führt dies unter anderem auf die fehlende, durchgängige Softwareunterstützung zurück (vgl. a. [Sen09]).

Als Anwendungshinweis wird für die Konstruktionsmethodik genannt, dass möglichst in interdisziplinären Teams gearbeitet werden sollte. Eine heterogene Teamzusammensetzung sorgt für einen intensiveren Informationsaustausch [Ehr07], wodurch unterschiedliche Sichtweisen berücksichtigt werden. Auch die Anzahl an Abstimmungsproblemen dürfte geringer ausfallen, was den Projektfortschritt wenig beziehungsweise nur durch kurze Iterationsschleifen verzögert (vgl. [VDI94]). Eine konsequente, parallele Dokumentation wiederum unterstützt das Wissensmanagement in dem Sinne, dass unter anderem gefundene (Teil-) Lösungsideen auch in Folgeprojekten berücksichtigt werden können [Erh07, VDI09].

Auch für Einzelpersonen (beispielsweise Laien oder Berufsanfänger) ist die Methoden-anwendung hilfreich, da mit der systematischen Vorgehensweise große Aufgaben (Probleme) in kleinere zerlegt werden und deren Lösungsfindung einfacher erscheint. Der beschriebene intensive Austausch mit Kollegen anderer Domänen entfällt jedoch.

Warum die Konstruktionsmethodik bisher selten zum Einsatz kommt, kann nicht eindeutig festgestellt werden. Wie bereits genannt, wird dies unter anderem auf die fehlende Softwareunterstützung zurückgeführt. Ein möglicher weiterer Grund ist der mit der Methodik verbundene Aufwand. Systematisches Vorgehen erfordert eine entsprechende Arbeitsweise. Beteiligte können sich hierbei in ihrer Kreativität eingeschränkt fühlen, was demotivierend wirken kann. Ein weiterer Punkt ist, dass zwar Ergebnisse, wenn sie vorliegen, in der Regel sehr ausgereift sind, dies jedoch (gefühl) sehr spät im Projektverlauf erfolgt. Ein mit der Methodik nicht vertrauter Vorgesetzter könnte daher den Eindruck gewinnen, dass seine Mitarbeiter wenig produktiv sind. Dass bei der konventionellen Vorgehensweise mögliche Rückschläge im Projekt und damit verbundene Nacharbeiten wahrscheinlicher sind, ist für ihn nicht von vornherein verständlich. Ein anderer Punkt ist, dass eine Methodik erst erlernt werden muss. Bei der Anwendung durchlaufen die Beteiligten zuerst eine Lernkurve, so dass das erste Projekt oder auch die ersten Projekte häufig mehr Zeit beanspruchen, als dies vielleicht mit erfahreneren Projektmitgliedern der Fall wäre. Hierbei spielen auch Aspekte des Miteinanders eine Rolle. Wenn bei der Anwendung der Kreativitätstechniken zu große Vorbehalte herrschen und sich die Beteiligten nicht offen einbringen können oder wollen, wird der Kreativitätsprozess und damit das Ergebnis beeinträchtigt.

2.1.3 VDI-Richtlinie 2221

Nachdem zuvor die Konstruktionsmethodik allgemein beschrieben wurde, wird nun detaillierter auf die VDI-Richtlinie 2221 eingegangen.

Die VDI-Richtlinie 2221 „Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte“ wurde erstmals 1985 als Entwurf veröffentlicht und liegt seit 1993 in ihrer aktuellen Fassung vor [VDI93].

Die Richtlinie „behandelt allgemeingültige, branchenunabhängige Grundlagen methodischen Entwickelns und Konstruierens und definiert diejenigen Arbeitsabschnitte und Arbeitsergebnisse, die wegen ihrer generellen Logik und Zweckmäßigkeit Leitlinie für ein Vorgehen in der Praxis sein können“ [VDI93]. Darüber hinaus werden den einzelnen Arbeitsabschnitten sinnvolle/ zielführende Methoden zugeordnet (s. a. Tabelle 3.5, S. 33). Die in der Richtlinie dargestellte Vorgehensweise wurde von einer allgemeinen systemtechnischen Problemlösungsmethodik auf Entwicklungs- und Konstruktionsaufgaben übertragen. Wie in Abbildung 2.1 dargestellt, unterteilt sich diese Vorgehensweise in vier Phasen, denen wiederum sieben Arbeitsschritte mit sieben Arbeitsergebnissen zugeordnet sind. Die erforderlichen Auswahl- und Entscheidungsschritte und dadurch bedingte iterative Rückschritte, werden zwar nicht in der Abbildung aufgeführt, allerdings wird im Text auf deren Notwendigkeit hingewiesen [VDI93].

Die vier Phasen lauten

- Phase I: Klären der Aufgabenstellung
- Phase II: Konzipieren
- Phase III: Entwerfen
- Phase IV: Ausarbeiten

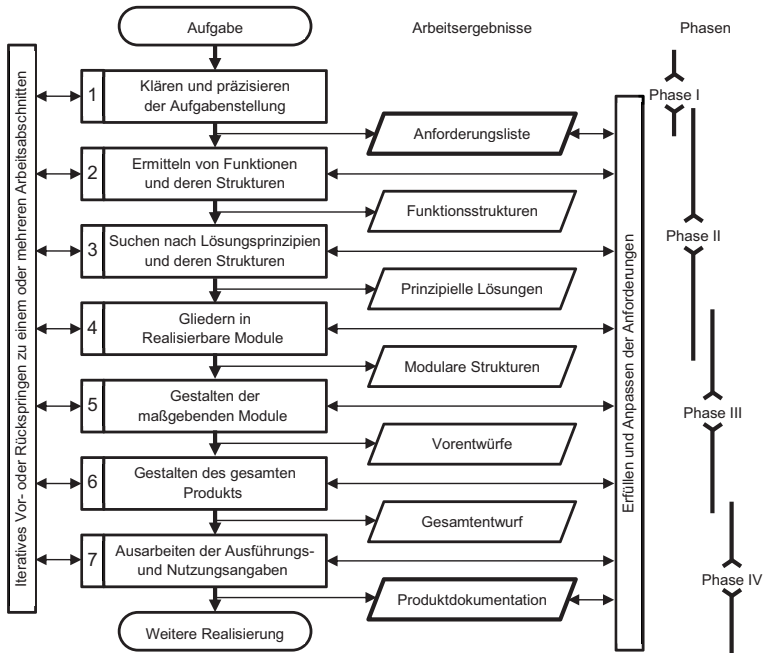


Abbildung 2.1: Vorgehensweise nach VDI-Richtlinie 2221

Zum besseren Verständnis werden in der Richtlinie vier Praxisbeispiele aus den Bereichen Maschinenbau, Verfahrenstechnik, Feinwerktechnik und Software-Entwicklung aufgeführt [VDI93].

Aufgrund der Verweise auf die Richtlinie in der aktuellen Literatur wird sie als immer noch richtig angesehen.

2.2 Toolbasierte Ansätze

Nachdem zuvor bereits auf die Konstruktionsmethodik eingegangen wurde, wird in diesem Abschnitt auf bisherige Tool-umfassende Ansätze im Entwicklungsprozess eingegangen. Hierbei wurde eine exemplarische Auswahl getroffen und die Ansätze verglichen. Bei der Auswahl wurden Beispiele gewählt, die sich in ihrem Funktionsumfang unterscheiden. Die einzelnen Ansätze werden im Folgenden beschrieben.

2.2.1 WIKON (KALEIT)

KALEIT (Konstruktionsanalyse- und Leitsystem) sowie der Hauptbestandteil WIKON (Wissensverarbeitendes System zur Unterstützung des Konstruktionsprozesses) sind

rechnergestützte Systeme, die an der TU Berlin entwickelt wurden. KALEIT führt den Anwender durch den Konstruktionsprozess und bietet hierbei die Unterstützung für ausgewählte Tätigkeiten an. Hierzu zählen unter anderem das Aufstellen von Anforderungslisten, der Aufbau von Funktionsstrukturen und die Unterstützung bei der Suche nach Wirkprinzipien. Auf Basis vorheriger Projekte macht das System selbständig Vorschläge, um den Prozess zu unterstützen. Darüber hinaus unterstützt KALEIT durch integrierte Berechnungsmodule die üblichen Aufgaben, wie zum Beispiel Welle-Nabe-Auslegungen, zu teilautomatisieren. WIKON unterstützt hierbei durch die Wissensablage und den Wissenszugriff. Außerdem werden spezielle, semantisch aufbereitete Anfragen an das System, soweit möglich, gelöst. Bei nicht systemseitig lösbaren Entscheidungen wird der Anwender in den Entscheidungsprozess mit involviert [Bei74, Fel89, Gro92].

Nachteilig erscheint bei dem System die aus heutiger Sicht unkomfortable Konsolenbedienung, als auch die starre Vorgehensweise [Oel11].

Über die weitere Entwicklung beziehungsweise den aktuellen Stand war der Literatur nichts zu entnehmen. Daher wird angenommen, dass keine Weiterentwicklung stattgefunden hat.

2.2.2 Intranetbasiertes Entwicklungshandbuch

An der RWTH Aachen wurde von 1995 bis 2004 im Sonderforschungsbereich 361 das „Intranetbasierte Entwicklungshandbuch“ entwickelt. Es handelt sich um eine webbasierte Umgebung zur Methodenunterstützung. Entlang eines standardisierten Entwicklungsprozesses sind die zielführenden Methoden aufgeführt. Die einzelnen Prozessschritte werden online erklärt und für Einzel- sowie Teamsitzungen können Dokumentvorlagen zur Methodenanwendung heruntergeladen werden. Eine integrierte Methodenanwendung findet nicht statt, allerdings konnten bei der Evaluierung in mehreren Industrieprojekten dennoch signifikante Verbesserungen festgestellt werden [Ever01]. Hierzu zählen unter anderem Entwicklungskosteneinsparungen von bis zu 20%, Durchlaufzeitenreduzierung von bis zu 25%, weniger „Troubleshooting“, verbesserte Kosten- und Termintreue und eine erhöhte Produktreife und -qualität [Ever01].

Eine Kommunikationsunterstützung durch eine Diskussionsplattform sowie ein Forum waren geplant. Allerdings ist der Literatur nicht zu entnehmen, dass diese auch realisiert wurden.

Obwohl die quantifizierten Ergebnisse für das Entwicklungshandbuch sprechen, gibt es in der Literatur keine Informationen, ob es nach 2004 weiterentwickelt wurde. Die Internetseite des Sonderforschungsbereiches ist nicht mehr online. Daher wird angenommen, dass die Entwicklung eingestellt wurde.

2.2.3 Entwicklungsleitsystem

Das in [Köl99] vorgestellte, webbasierte Entwicklungsleitsystem bietet entlang des Produktlebenszyklus methodische Unterstützung bei der Produktentwicklung. Die Unterstützung erfolgt durch eine Methodendatenbank, die bei der Methodenauswahl hilft und für deren Anwendung Datei-Vorlagen bereitstellt. Auch die Kommunikationskomponente greift auf eine Datenbank zurück, mit der potentiell hilfreiche Ansprechpartner identifiziert werden können.

Das entwickelte System wurde anhand eines Praxisbeispiels verifiziert [Köl99].

Das Entwicklungsleitsystem ermöglicht somit über unterschiedliche Suchmasken das Auffinden von bestimmten Methoden sowie Ansprechpartnern. Es ist webbasiert und greift bei den Suchanfragen auf eine Datenbank zu.

Da in der Literatur keine weiteren Informationen gefunden werden konnten, wird angenommen, dass auch diese Entwicklung eingestellt wurde.

2.2.4 MAP-Tool

Das MAP-Tool wurde an der Universität Karlsruhe entwickelt und gibt eine Übersicht hilfreicher Methoden zu ausgewählten Phasen entlang des Produktentstehungsprozesses. Es handelt sich bei dem Tool um eine Internetseite, die aber auch lokal gespeichert werden kann. Die einzelnen Methoden der umfangreichen Sammlung sind detailliert und einheitlich strukturiert den einzelnen Prozessschritten zugeordnet. Die einzelnen Methoden werden jeweils auf einer separaten Webseite beschrieben. Des Weiteren stehen für viele Methoden auch Erklärungs-Präsentationen sowie Dokumentvorlagen zum Download zur Verfügung [Map00].

Das MAP-Tool ähnelt damit dem intranetbasierten Entwicklungshandbuch (s. Abschnitt 2.2.2). Allerdings scheint beim MAP-Tool der Fokus auf einer möglichst vollständigen Übersicht an hilfreichen Methoden zu liegen, während das Entwicklungshandbuch nur eine Methodenauswahl umfasst, dafür aber mehr auf die Ergebnis-Weiterverwendung Wert legt.

Da die Internetseite mittlerweile nicht mehr online ist, wird angenommen, dass auch diese Entwicklung eingestellt wurde.

2.2.5 Prosecco

Prosecco ist nach [Fra01, Tri97] eine Software zum Erfassen und Verwalten von Konstruktionsdaten und wurde an der TU Darmstadt entwickelt. Sie unterstützt den frühen Bereich im Entwicklungsprozess und unterstützt beim Sammeln und Strukturieren der Anforderungen, der Suche nach Lösungsvarianten mit Hilfe morphologischer Kästen und deren anschließenden technisch-wirtschaftlichen Bewertung. Prosecco arbeitet dateibasiert und kann die Daten als Diskussionsgrundlage in aufbereiteter Form ausdrucken.

Prosecco unterstützt somit mehrere aufeinanderfolgende Schritte bei der Produktentwicklung. Da die Software allerdings ohne Datenbank arbeitet, dürfte die Anzahl zeitgleicher Nutzer begrenzt sein. Ansonsten könnte es beim Überschreiben von Dateien zu Datenverlust kommen.

Auch über die Software Prosecco sind in der Literatur keine Informationen über einen aktuellen Stand oder Weiterentwicklungen zu finden. Daher wird angenommen, dass die Entwicklung beendet wurde.

2.2.6 Prozessbaukasten

An der TU München wurde ein webbasiertes Tool zur Unterstützung bei der Methodenentwicklung entwickelt. Dieser sogenannte Prozessbaukasten unterstützt den Anwender in drei Schritten. Der Situationsanalyse, der Vorgehensauswahl und der Methodenauswahl. Die hierfür erforderlichen Daten sind in einer Datenbank hinterlegt und können durch eine redaktionelle Ansicht editiert werden [Pon06].

Der Prozessbaukasten geht damit weiter als das intranetbasierte Entwicklungshandbuch (s. 2.2.2) und das MAP-Tool (s. 2.2.4), denn er liefert auf Basis einer größeren Methodenauswahl (im Vergleich zum Entwicklungshandbuch), eine Prozesskette mit hilfreichen Methoden. Die Methoden sind allerdings nicht integriert, also nicht im Internetbrowser anwendbar.

Die Internetseite mit dem Prozessbaukasten ist nicht mehr online. Da auch in der Literatur keine Informationen über einen neueren Stand zu finden sind, wird angenommen, dass der Prozessbaukasten ebenfalls nicht weiterentwickelt wird.

2.2.7 RAHS

„Risk Assessment and Horizon Scanning“ bezeichnet ein sicherheitspolitisches Zukunftsanalyse-Vorhaben der Bundeswehr, mit dem über eine Online-Plattform gemeinsam Szenarien und Trends erarbeitet werden können. Auf der Plattform ist es möglich, neue Vorhaben als Projekte anzulegen und in diesen, geführt in sechs Schritten, auszuwählende Methoden anzuwenden. Einige Methoden wurden integriert und können direkt im Browser angewendet werden. Andere stehen zum Teil als Download zur Verfügung. Ziel ist es, gemeinsam an Analysevorhaben zu arbeiten, auch wenn die Beteiligten örtlich (und zeitlich) getrennt sind. Des Weiteren stehen den Anwendern unter anderem eine ‚Szenariowelt‘ mit sämtlichen erarbeiteten Szenarien, ein ‚Trendradar‘ das zuvor definierte Trends einordnet, ein Projektarchiv, eine Liste aktueller Projekte sowie eine Nutzerübersicht der Community zur Verfügung. Neben der Bundeswehr sind auch mehrere namhafte Unternehmen in die Entwicklung mit eingebunden [Kolo12].

Dieser Ansatz wurde aufgrund seiner projektbasierten Architektur, der Idee, Methoden zum Teil im Browser anzuwenden sowie webbasiert zusammenzuarbeiten, aufgeführt. Neben dem Vernetzungsaspekt wurde auch auf Kooperationsmöglichkeiten Wert ge-

legt. An konstruktionsmethodischen Hilfsmitteln werden lediglich die Kreativitätstechniken aufgeführt. Allerdings können diese nur als Vorlage heruntergeladen werden.

Das RAHS-Projekt ist abgeschlossen, in einem Folgeprojekt soll der Ansatz aber weiterentwickelt werden.

2.2.8 Vergleich der toolbasierten Ansätze

In Tabelle 2.1 wurden die zuvor beschriebenen Ansätze hinsichtlich einheitlicher Kriterien gegenübergestellt. Die Kriterien wurden basierend auf diesen Ansätzen gewählt.

Tabelle 2.1: Gegenüberstellung der toolbasierten Ansätze

Nr.	Ansatz	Kriterien												
		unterstützt Standardisierung	unterstützt Rationalisierung	unterstützt Automatisierung	ist rechnerunterstützt	ist webbasiert	ist dateibasiert	ist datenbankbasiert	ist intuitiv bedienbar / ergonomisch	enthält Informationen zur Methodenanwendung	Methoden sind integriert	System generiert Vorschläge auf Basis bisheriger Daten	Kommunikation wird unterstützt	enthält Ansätze von Open Innovation
1	WIKON (KALEIT)	●	◐	◐	●	○	○	●	○	○	●	●	○	○
2	Intranetbasiertes Entwicklungshandbuch	●	●	○	◐	●	●	○	◐	●	○	○	○	○
3	Entwicklungsleitsystem	●	◐	○	◐	●	○	●	●	○	○	○	◐	○
4	MAP-Tool	●	◐	○	◐	●	○	●	●	○	○	○	○	○
5	Prosecco	●	○	○	●	○	○	◐	○	●	◐	○	○	○
6	Prozessbaukasten	●	◐	○	◐	●	○	●	●	○	○	○	○	○
7	RAHS	●	●	○	●	○	○	●	●	●	◐	●	●	●

- Zutreffend
- ◐ Ansatzweise zutreffend
- Nicht zutreffend
- ⌘ Lediglich Downloads verfügbar

Die Tabelle zeigt, dass beispielsweise jeder Ansatz ein standardisiertes Vorgehen unterstützt und nur einige Ansätze (2, 3, 4, 6, 7) webbasiert sind.

Die ersten sechs Projekte wurden alle eingestellt. Zwar wurde das RAHS-Projekt vor kurzem abgeschlossen, allerdings soll die Entwicklungsarbeit in einem Folgeprojekt fortgesetzt werden. Somit stellt sich die Frage, welche Aspekte der einzelnen Ansätze geeignet sind beziehungsweise waren und welche Aspekte zu verbessern wären?

Bei RAHS ist daher anzunehmen, dass der Lösungsansatz angenommen wird und somit geeigneter ist. Nun wird bei RAHS ein webbasierter Ansatz verwendet, so dass Anwender über den Internetbrowser verhältnismäßig einfach und von nahezu überall,

darauf zugreifen können. Allerdings ist dies auch bei mehreren anderen Ansätzen der Fall. Des Weiteren ermöglicht RAHS eine gewisse Interaktion zwischen den Beteiligten, da Beiträge von einzelnen Personen auch anderen Anwendern umgehend zur Verfügung gestellt werden können, was in gewisser Weise Open Innovation-Funktionalitäten⁶ darstellt. Allgemein ist es der einzige webbasierte Ansatz, der gefunden werden konnte, bei dem Methoden direkt integriert und im Internetbrowser verwendet werden können. Auch auf Layout und Anwenderfreundlichkeit scheint bei RAHS augenscheinlich viel Wert gelegt worden zu sein. Bei den anderen Ansätzen scheint es so, dass dies vernachlässigt wurde. Allerdings sind die Ansätze auch zum Teil deutlich älter und für damalige Verhältnisse üblich gestaltet. Zusätzlich ist hierbei zu berücksichtigen, dass in vielen Forschungsprojekten auf die visuelle Gestaltung im Vergleich zur Funktionalität weniger Wert gelegt wird. Dies dürfte wiederum besonders für universitäre Forschungsprojekte gelten (die ersten sechs Ansätze). RAHS ist im Gegensatz dazu ein Vorhaben der Bundeswehr bei dem, aufgrund der finanziellen Möglichkeiten und einem maßgeblichen Interesse an der Praxistauglichkeit, wahrscheinlich auch auf die Anwenderfreundlichkeit Wert gelegt wurde. Allerdings enthält RAHS kaum Methoden der Konstruktionsmethodik. Lediglich einige Kreativitätstechniken werden genannt. Diese sind allerdings, im Gegensatz zu beispielsweise integrierten Methoden der Szenariotechnik, nur als Vorlage zum Download verfügbar.

Das intranetbasierte Entwicklungshandbuch ist der einzige Ansatz, bei dem in der Praxis die Verbesserungen quantifiziert wurden. Obwohl die Seite statisch aufgebaut war und es anzunehmen ist, dass es den Anwendern nicht möglich war, eigenständig Inhalte hinzuzufügen, konnten signifikante Verbesserungen festgestellt werden. Dies ist wahrscheinlich auf die Anwendung der Konstruktionsmethodik zurückzuführen, allerdings dürfte auch der einfache und zentrale Zugang über den Internetbrowser dies begünstigt haben. Hinzu kommt, dass der sinnvolle Einsatz der Methoden entlang eines definierten Entwicklungsprozesses übersichtlich aufgezeigt wurde.

WIKON beziehungsweise KALEIT hatten das Leiten bei der Konstruktionstätigkeit und hierbei die wissensbasierte Unterstützung zum Ziel, was auch umgesetzt werden konnte. Allerdings wirkte die dadurch vorgegebene Vorgehensweise sehr starr und aus heutiger Sicht wenig anwenderfreundlich. Es ist anzunehmen, dass die Teilautomatisierung, bei der Anwender bei nicht vollständig lösbaren Berechnungsaufgaben um Unterstützung gebeten wurden, hilfreich erscheint. Auch die Ablage der Daten in einer Datenbank wirkt vorteilhaft. Unter anderem waren hierdurch speziell aufbereitete Abfragen möglich.

⁶ Open Innovation beschreibt die gemeinsame Entwicklung mit weitgehend barrierefreien Informationsaustausch- und Kommunikationsmöglichkeiten (s.a. Abschnitt 2.5.4).

Prosecco unterstützt ähnlich zu KALEIT ausgewählte Tätigkeiten im Entwicklungsprozess, allerdings umfasst es keine Berechnungsmodule. Wie bereits zuvor aufgezeigt, wird dies aber nicht als Nachteil angesehen. Vorteilhaft scheint bei Prosecco aber, dass es an methodischer Unterstützung zusätzlich Morphologische Kästen sowie eine technisch-wirtschaftliche Bewertung umfasst. Da Prosecco mit Dateien und nicht mit einer Datenbank arbeitet, dürfte die zeitgleich arbeitende Anwenderanzahl allerdings begrenzt sein. Auch das Suchen nach bisherigen Informationen dürfte sich nicht so einfach gestalten, wie mit einer Datenbank. Als vorteilhaft ist bei Prosecco aber wiederum die modernere Umsetzung zu nennen. Im Gegensatz zum Konsolenzugriff bei KALEIT (welche damals üblich war), arbeitet Prosecco bereits mit Fenstern in einem Windowssystem.

Das MAP-Tool ist webbasiert und umfasst mehr Methoden als beispielsweise das intranetbasierte Entwicklungshandbuch. Allerdings werden die Methoden lediglich entlang eines Entwicklungsprozesses aufgeführt, ohne auf den Prozess näher einzugehen. Damit entspricht es mehr einem geordneten Nachschlagewerk, als einem Leitfaden oder einer Anweisungsbeschreibung. Es ist jedoch anzunehmen, dass die Vorlagen, beschreibenden Dokumente sowie erläuternden Präsentationen, welche für einzelne Methoden in einheitlichem Layout zum Download angeboten werden, vorteilhaft sind.

Das Entwicklungleitsystem ist ebenfalls webbasiert und bietet analog zum MAP-Tool keine Beschreibung zum Entwicklungsprozess, wie beispielsweise durch einen Leitfaden. Allerdings bietet es die Möglichkeit, über eine Suchmaske für definierte Prozessschritte, hilfreiche Methoden zu finden. Hierbei bedient sich das System aus einer zugehörigen Datenbank. Vorteilhaft scheint ebenfalls, dass zu den einzelnen Methoden wie bei anderen Ansätzen auch, Dateivorlagen heruntergeladen werden können. Aufgrund der Suchmaske dürfte die Internetseite auch übersichtlicher erscheinen, da nur ein Teil des Daten- beziehungsweise Methodenbestands angezeigt wird.

Der Prozessbaukasten scheint bereits einzelne Ansätze teilweise zu kombinieren. Bei Nutzung des Prozessbaukastens erhält der Anwender einen spezifischen Prozess, basierend auf den zuvor gemachten Eingaben. Dieser umfasst wiederum die dabei ausgewählten Methoden, was Ähnlichkeit zum Entwicklungleitsystem aufweist. Der aufgabenspezifische Prozess sollte außerdem übersichtlicher sein, als beispielsweise die Übersicht im MAP-Tool. Da der Prozess aufgabenspezifisch angepasst wurde, sollte er des Weiteren hilfreicher sein als beispielsweise der allgemein gehaltene Prozess im intranetbasierten Entwicklungshandbuch.

2.2.9 Zwischenfazit

In Abschnitt 2.1.2 wurde bereits aufgeführt, dass die Anwendung der Konstruktionsmethodik zu wirtschaftlichem Erfolg beitragen kann. Dies wurde durch die Ergebnisse mit dem Tool ‚Intranetbasiertes Entwicklungshandbuch‘ bestätigt. Daher werden die Me-

thodikanwendung sowie die Methoden als zielführend betrachtet. In Abschnitt 2.1.2 wurde ebenfalls aufgeführt, dass [Birk05] bereits angenommen hat, dass die Methodikanwendung softwareseitig noch nicht optimal unterstützt wird. Dies würde auch erklären, warum die Entwicklung der meisten Ansätze eingestellt wurde. Anzunehmen ist, dass diese Ansätze unausgereift waren und/ oder keinen großen Nutzen versprachen. Lediglich bei RAHS soll es ein Folgeprojekt geben, so dass angenommen werden kann, dass dieser Ansatz ein gewisses Potential aufweist. Da das integrierte Entwicklungshandbuch in mehreren Projekten in der Praxis erprobt wurde und nachweislich Erfolge vorweisen konnte, scheint dieser Ansatz ebenfalls in die richtige Richtung zu weisen. Auch wenn keine Informationen vorliegen, warum diese Anwendung eingestellt wurde.

Wie der vorherige Abschnitt gezeigt hat, scheint ein Zusammenspiel aus übersichtlichem methodischem Vorgehen (s. intranetbasiertes Entwicklungshandbuch und Prozessbaukasten), kombiniert mit heutigen webbasierten Möglichkeiten hinsichtlich Vernetzung und Kooperation sowie der Integration von Methoden (s. RAHS), daher zielführend zu sein.

2.3 Product Lifecycle Management

In diesem Kapitel wurde bereits auf die Konstruktion und bisherige toolbasierte Ansätze eingegangen. In diesem Abschnitt werden nun zuerst der Produktlebenszyklus und anschließend verfügbare Softwareangebote aufgeführt.

2.3.1 Allgemein

Unter ‚Product Lifecycle Management‘ (PLM) wird ein Konzept verstanden, welches sämtliche Informationen zu einem Produkt entlang dessen Lebenszyklus verwaltet und koordiniert [Saak08, Sen09]. Der Produktlebenszyklus umfasst die gesamte Lebensphase eines Produktes von Planung, über Entwicklung, Produktion, Nutzung bis einschließlich Verwertung.

Mit PLM-Systemen sind IT-Lösungen gemeint, die die Prozesskette entlang des Produktlebenszyklus bis hin zum Recycling herstellerseitig unterstützen. PLM-Systeme gehen damit über Produktdaten-Management-Systeme (PDM-Systeme) hinaus, welche auf einzelne Entwicklungs-/ Konstruktionstätigkeiten beschränkt sind [Eign09, Sen09]. [Sen09] stellt hierbei heraus, dass sich bei PLM alle Daten am Prozess ausrichten, also der Prozess im Vordergrund steht. PDM-Systeme umfassen zwar auch Workflow-Mechanismen, allerdings steht die Datendurchgängigkeit nicht wie beim PLM-Konzept im Vordergrund.

Eine Zuordnung nach [Eign09] von PLM und PDM gegenüber Produktlebenszyklus-Bereichen ist in Tabelle 2.2 dargestellt. Die Tabelle zeigt den erhöhten Unterstützungsanteil von PLM gegenüber PDM. Kritisch muss hierbei jedoch gesagt werden, dass es auch in anderen Bereichen lediglich Daten sind, die erzeugt und abgelegt wer-

den müssen, welche also auch theoretisch von einem PDM-System verwaltet werden können. Zu unterscheiden ist in diesem Zusammenhang aber wieder die vollständige Prozessunterstützung und die sequentielle Workflow-Unterstützung.

Tabelle 2.2: PLM- und PDM-Zuordnung entlang des Produktlebenszyklus⁷

Produktlebenszyklus-Abschnitt	PLM	PDM
Anforderungen	●	
Produktplanung	●	●
Entwicklung	●	●
Prozessplanung	●	
Produktion	●	
Betrieb	●	
Recycling	●	

2.3.2 PLM-Anbieter

Es gibt mehrere Unternehmen, die sich mit ihrem Softwareangebot selbst als PLM-Anbieter darstellen. Hierzu zählen beispielsweise Siemens [Sie14], Dassault Systèmes [Das14a, Das14b], Autodesk [Aut14, Plm14] und PTC [Ptc14]⁸. Bei deren Software handelt es sich jedoch um unterschiedliche Software-Portfolios⁹, so dass nicht von einer vollständigen Prozessunterstützung ausgegangen werden kann, bei der die Daten durchgehend weiterverwendet werden können. Die einzelnen Portfolio-Elemente unterstützen entsprechend meist auch separate Abschnitte, was eher einem erweiterten PDM-System entspricht. Jedes der genannten Unternehmen gibt an, den vollständigen Produktlebenszyklus zu unterstützen. Allerdings müsste dies auch Software für die Konstruktionsmethodik im Bereich der Produktentwicklung umfassen, was jedoch nur teilweise stimmt. Für den Bereich des Anforderungsmanagements sind zwar Softwarelösungen vorhanden, allerdings gibt es keine Lösungen für den Bereich der Konzeptphase, wie beispielsweise zur Lösungsfindung oder -Bewertung.

Zwar unterstützt beispielsweise die Software von Siemens auch das Systems Engineering, allerdings zielt die Unterstützung hierbei auf die Modellierung und Simulation von

⁷ Nach [Eign09]: Die Zeilen Anforderungen, Produktplanung und Entwicklung lassen sich zusätzlich dem Konstruktionsbereich zuordnen.

⁸ Diese Auswahl wurde anhand der CAD-Anbieter getroffen, die als führend angesehen werden. CAD-Software ist ein wichtiger und sehr aufwendiger Bestandteil des PLM-Softwareumfeldes. CAD-Systeme dieser Hersteller sind: Catia, Solid Works, NX, Solid Edge, AutoCAD, Creo.

⁹ Da es für diese Arbeit nicht relevant ist auf die einzelnen Unterschiede einzugehen, wird auf eine Gegenüberstellung der Software-Portfolios verzichtet.

einzelnen Systembestandteilen. Es ist nicht ersichtlich, dass das systematische Suchen und Finden von Lösungsideen, Erarbeiten und Bewerten von Lösungsvarianten, welches vor dem Modellieren und Simulieren stattfinden sollte, ebenfalls unterstützt wird.

2.3.3 Zwischenfazit

Im vorherigen Abschnitt konnte unter anderem gezeigt werden, dass das aktuelle PLM Software-Portfolio nur geringfügig konstruktionsmethodische Elemente umfasst.

Es stellt sich daher die Frage, warum diese Lücke existiert und noch nicht geschlossen wurde. Dass konstruktionsmethodisches Vorgehen zielführend und hilfreich sein kann, wurde in 2.1.2 bereits gezeigt. In 2.2.2 wurde auch gezeigt, dass Vorteile bereits nachgewiesen werden konnten. Aufgeführt wurde in 2.1.2 jedoch auch, dass nach [Birk05] die geringe Konstruktionsmethoden-Anwendung unter anderem auf die fehlende Softwareunterstützung zurückzuführen ist. Ebenso wurde aufgezeigt, dass die Konstruktionsmethodik in Unternehmen nur sporadisch eingesetzt wird [Birk05, Gra12, Oel11, Pah05].

Es ist daher denkbar, dass noch kein Entwicklungsbedarf identifiziert wurde oder dieser zumindest zu gering ist, um den Entwicklungsaufwand zu rechtfertigen. Der Entwicklungsaufwand dürfte wiederum verhältnismäßig hoch sein, da die Methodik mehrere Methoden umfasst und daher auch mehrere Methoden realisiert werden müssten. Zumindest wird angenommen, dass die Unterstützung einzelner, isolierter Methoden nicht ausreicht, was auch [Birk05] bestätigt.

Es ist außerdem anzunehmen, dass die potentiellen Kunden in den Entwicklungsbereichen der Unternehmen die konventionelle Konstruktionsmethodik als zu zeitaufwändig empfinden, da keine zufriedenstellende Software verfügbar ist. Dies könnte auch den nur sporadischen Methodik-Einsatz erklären. Damit ergibt sich ein Ursachen-Wirkungs-Dilemma, bestehend aus Softwarebedarf und Softwareangebot.

2.4 Bisherige Erkenntnisse

Im Folgenden werden kurz die bisherigen Erkenntnisse dargestellt, bevor im nächsten Abschnitt webbasierte Prinzipien beschrieben werden.

Zusammengefasst wurde bisher aufgeführt, dass die Konstruktionsmethodik-Anwendung zielführend ist, diese aber nur sporadisch stattfindet. Des Weiteren wurde aufgeführt, dass die durchgängige Softwareunterstützung noch nicht zufriedenstellend gegeben ist. Dies bestätigt sich unter anderem durch die nicht weitergeführten bisherigen toolbasierten Ansätze sowie die aufgezeigte Lücke in bestehenden PLM-Softwareangeboten.

Einige Konstruktionsmethodik-betreffende, toolbasierte Ansätze waren zum Teil wenig anwenderfreundlich, hatten einen geringen Funktionsumfang, erforderten teilweise

redundante Dateneingaben und boten wenig Assistenzfunktionalität. Außerdem war die zeitgleiche Methodenanwendung von mehreren Personen nur eingeschränkt möglich. Andere Ansätze waren wiederum lediglich anleitend oder unterstützten nur bei der Methodenauswahl.

Allerdings ist hervorzuheben, dass die exemplarische Anwendung eines webbasierten, anleitenden Ansatzes (Intranetbasiertes Entwicklungshandbuch, s. 2.2.2) bereits signifikante Vorteile erbrachte. Warum dessen Weiterentwicklung eingestellt wurde, war nicht erkennbar.

Ein anderer webbasierter Ansatz (RAHS, s. 2.2.7), welcher thematisch nicht auf die Konstruktionsmethodik ausgerichtet ist, soll jedoch weiterentwickelt werden und scheint damit vielversprechend zu sein. Bei dieser Web-Plattform wurden heutige webbasierte Möglichkeiten genutzt und mehrere Methoden integriert, die direkt im Internetbrowser angewendet werden können. Des Weiteren ermöglicht die Plattform eine Online-Zusammenarbeit.

Da der zuletzt beschriebene Ansatz weiterentwickelt werden soll, scheint dieser von den bisherigen Testanwendern (zumindest teilweise) als Unterstützung angenommen zu werden.

Somit erscheint es sinnvoll, heutige webbasierte Möglichkeiten auf ihr Unterstützungspotential für die Konstruktionsmethodik-Anwendung zu prüfen.

2.5 Webbasierte Prinzipien

In den folgenden Punkten werden zuerst die Entwicklung des Internets und die aktuelle Entwicklungsposition beschrieben, bevor anschließend die Prinzipien Vernetzung, Arbeitsteilung und Kooperation betrachtet werden. Abschließend folgt ein Zwischenfazit, in dem das Unterstützungspotential für die Konstruktionsmethodik-Anwendung beleuchtet wird.

2.5.1 Allgemein

Waren im letzten Jahrtausend die meisten Internetseiten noch statisch und mussten zur Aktualisierung neu geladen werden, laden viele heutige Seiten Inhalte dynamisch nach. Hierbei werden die Inhalte teilweise erst generiert sowie zusammengestellt und berücksichtigen zum Teil das Nutzerverhalten.

In [Anan10] wird die Entwicklung des Internets in vier Phasen aufgeteilt (s. Abbildung 2.2). Das Web 1.0 beschreibt hierbei das oben als statisch bezeichnete Internet, in dem Inhalte lediglich bereitgestellt wurden. Im Web 2.0, welches wir derzeit nutzen, wurden die Seiten dynamisch. Inhalte können nicht nur ‚konsumiert‘ sondern auch selber eingestellt werden. Dies ermöglicht unter anderem einen direkten Informationsaustausch. Das Web 3.0 wird semantische Elemente enthalten, welche Beziehungen beziehungsweise Bedeutungen zwischen einzelnen Informationen herstellen können und

zum Beispiel bessere Suchergebnisse liefern sollen. Im Web 4.0 werden die semantischen Entwicklungen dann soweit fortgeschritten sein, dass neben Menschen auch Computer (Agenten) die verfügbaren Informationen selbständig abfragen, interpretieren und darauf aufbauend Entscheidungen treffen können¹⁰.

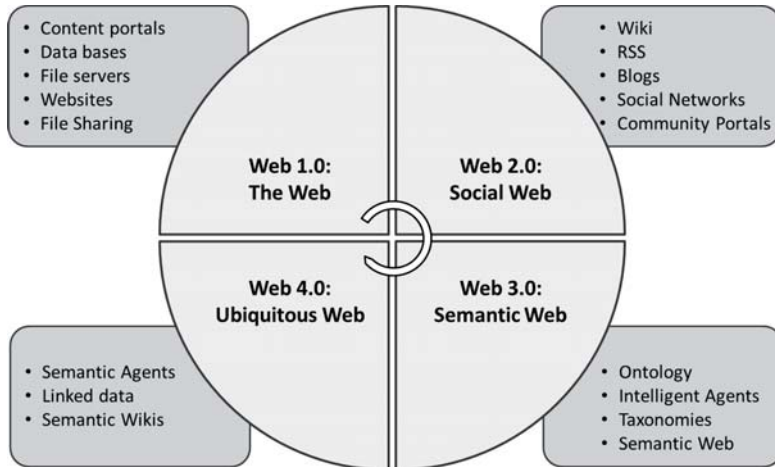


Abbildung 2.2: Entwicklung des Internets¹¹

Parallel zu dieser Entwicklung hat sich auch die Anwender-Hardware weiterentwickelt, von PCs über Laptops, zu heutigen Tablets und Smartphones. Die Möglichkeit, nahezu überall „online“ zu sein, sich zu informieren und einzubringen, ist damit gegeben.

2.5.2 Vernetzung

Seit einigen Jahren etablieren sich soziale Netzwerke immer mehr. Im privaten Bereich ist Facebook das bekannteste soziale Netzwerk mit weltweit mehr als einer Milliarde Mitgliedern. Jede Person kann auf Facebook ein persönliches Profil erstellen, sich mit Freunden vernetzen, Nachrichten austauschen sowie Bilder hochladen und für andere freigeben. Eine chronologische Übersicht sämtlicher Aktivitäten aus dem Freundesnetzwerk (der sogenannte Activitystream) bietet mit Links den direkten Zugriff auf die Aktivitäteninhalte, so dass Informationen übersichtlich präsentiert werden und der Informationszugang vereinfacht wird.

¹⁰ Die Unterteilung des Autors in Web 3.0 und 4.0 ist unüblich, für diese Arbeit jedoch unwichtig. Relevant sind lediglich die Inhalte von Web 1.0 und 2.0.

¹¹ nach [Anan10]

Mittlerweile führen auch einige Unternehmen interne, soziale Netzwerke ein (beispielsweise ‚Sharepoint‘ und ‚Yammer‘ von Microsoft oder ‚Connections‘ von IBM). Ziel dieser internen Netzwerke ist eine gezieltere und bessere Unternehmenskommunikation. Zum Teil werden diese Netze ebenfalls für selektive Aufgaben genutzt, wie beispielsweise das Customer Relationship Management (CRM), um die Kunden in gewisse Prozesse mit einzubeziehen. Ziel ist es dabei, eine Kundenbindung aufzubauen beziehungsweise zu festigen.

Neben sozialen Netzwerken gibt es auch viele Communities, also Interessengruppen, die sich online zu ein oder mehreren ausgewählten Themen austauschen. Während sich solche Communities ursprünglich primär über Foren ausgetauscht haben, findet dieser Austausch heutzutage auch in abgrenzbaren Bereichen innerhalb der sozialen Netzwerke statt. Da sich diese Communities häufig aus Personen mit ähnlichen Interessen zusammensetzen, werden dort Fragen aus diesen Bereichen veröffentlicht und entsprechende Antworten gesammelt/ diskutiert.

Sowohl die Community-Diskussionen als auch die zuvor genannten Activitystreams dokumentieren und archivieren damit Informationen. Die Diskussionen können neben Fakten auch Erfahrungen der einzelnen Mitglieder umfassen. Wobei herausgestellt werden muss, dass die einzelnen Beiträge auch falsch sein können, da sie üblicherweise keiner vorherigen Prüfung unterzogen werden. Aus den Activitystreams ergibt sich darüber hinaus eine chronologische Übersicht ähnlich einem Verlaufsprotokoll.

2.5.3 Arbeitsteilung

Durch das Internet wurde es möglich, viele Personen freiwillig zur Mitarbeit zu gewinnen. Diese Mitarbeit besteht häufig aus kleinen, überschaubaren Anteilen/ Arbeitspaketen, die nicht mehr ausgereift und vollständig abgegeben werden müssen, so dass der Aufwand für die einzelnen Beteiligten entsprechend sinkt. Aufgrund der häufig parallelen Bearbeitung unterschiedlichster Elemente wird ein angestrebtes Ziel zudem schnell erreicht, auch wenn es dann zum Teil qualitativ noch weiter ausgearbeitet werden muss. Der Koordinationsaufwand steigt hierbei jedoch ebenfalls an.

Die wohl bekannteste Internetseite, die auf Mitarbeit setzt, dürfte Wikipedia sein. Diese kostenlose und frei zugängliche Online-Enzyklopädie basiert auf der Mitarbeit unzähliger Unterstützer. Diese verfassen neue oder verbessern bestehende Beiträge, so dass die Wikiseiten-Zahl sowie deren Qualität kontinuierlich zunehmen.

Das gleiche Prinzip wird auch zum Teil im Online-Journalismus (beispielsweise ‚Huffington Post‘) angewendet, wo selbsterstellte Artikel in einer Online-Zeitung publiziert werden können.

Ein anderer Bereich ist die Open Source Community, wo es um die räumlich verteilte, strukturierte, aber dennoch freiwillige Mitarbeit an Software-Entwicklungsprojekten (Quellcode = engl. sourcecode) geht. Durch die große Anzahl an Freiwilligen werden

beispielsweise bekannt gewordene Softwarefehler oder Risiken in der Regel zeitnah behoben und die Software ständig optimiert.

2.5.4 Kooperation

Beim Kooperieren geht es darum, gemeinsam und zielgerichtet an einem Vorhaben zu arbeiten. Hierbei spielt die Schwarmintelligenz eine Rolle.

Schwarmintelligenz beschreibt die höhere, gemeinsame Intelligenz vieler Beteiligter im Gegensatz zur Intelligenz eines einzelnen Individuums. Der Schwarm kann hierbei auf eine Personengruppe beschränkt sein, aber auch jedem zur Teilnahme offen stehen. Unter dem Begriff Crowdsourcing (engl. crowd = Menge, source = Quelle) wird beispielsweise verstanden, dass auf viele Personen für einen Beitrag zurückgegriffen wird, wobei in der Regel Problemlösung und Ideengenerierung im Fokus stehen [Gas10]. Der Begriff Open Innovation spezifiziert die Interpretationsmöglichkeiten von Crowdsourcing weiter, in dem zum einen Innovation explizit herausgestellt wird, es also um neue Entwicklungen/ Entwicklungsvorhaben geht und zum anderen, dass es offen ist, sich also jeder daran beteiligen kann. Mit steigender Personenanzahl steigt auch die Wahrscheinlichkeit auf eine praktikable Lösung (s. Serendipitäts-Effekt [May11]). Je nach Aufgabenstellung führt dies im Zweifelsfall zumindest zu einem schnelleren Lösungsfindungsprozess.

Für Unternehmen sind diese zwei Aspekte, die Wahrscheinlichkeit auf eine Lösung und die beschleunigte Lösungsfindung, relevant. Abzuwägen ist aus Unternehmenssicht jedoch immer, inwieweit offene Aufgaben- beziehungsweise Problemstellungen kommuniziert und publiziert werden sollen. Beispielsweise können Wettbewerbsunternehmen hierdurch ebenfalls über aktuelle Forschungstätigkeiten informiert werden. Aufgabenstellungen lassen sich auf Open Innovation-Portalen zwar meistens auch anonym einstellen und werden etwas abstrakter und vor allem allgemeinverständlicher formuliert, auch Geheimhaltungsklauseln in den Portal-Bedingungen sind üblich, allerdings lässt sich nicht ausschließen, dass Informationen an Wettbewerbsunternehmen fließen.

Die grundsätzliche Idee des Open Innovation-Prinzips ist nicht neu. Bereits 1714 schrieb das britische Parlament ein Preisgeld von 20.000 Pfund für eine praktikable Bestimmung von Längengraden aus, welches allerdings erst 1773 gelöst wurde [Gas10]. Die heutigen Möglichkeiten der Zusammenarbeit sind weit fortgeschritten. Beispielsweise gibt es einige Online-Plattformen, die das Sammeln oder auch gemeinsame Erarbeiten von Produktideen und Lösungen ermöglichen (s.a. [Rabe11]). Hierzu zählen unter anderem:

- NineSigma: Das Unternehmen NineSigma unterstützt beim Formulieren und Durchführen von Aufgabenstellungen eines Open Innovation-Vorhabens sowie dem anschließenden Filtern von Lösungsideen. Das nach eigenen Angaben

weltweit größte Netzwerk umfasst über 2.000.000 registrierte Mitglieder, die bei der Lösungssuche unterstützen können [Nin13].

- InnoCentive: Ein Netzwerk aus über 250.000 registrierten Mitgliedern, die bei der Problemlösung helfen. Unternehmen, die eine Aufgabenstellung in das Online-Portal einstellen, bieten in der Regel eine Belohnung für die beste Lösung von bis zu 100.000 US\$ an [Gas10, Inn13].
- Quirky: Produktideen (kleiner 100 US\$ Verkaufspreis) können auf dem Online-Portal eingereicht, bewertet und gemeinsam entwickelt und designt werden. Nach der Bewertung erfolgt zuerst ein Auswahlverfahren des Unternehmens mit Unterstützung weiterer Industrievertreter, bevor es zur Entwicklung genehmigt wird. Der Ideengeber sowie die an der Entwicklung Beteiligten werden nach einem definierten Prozentteil entsprechend ihres Entwicklungsbeitrags an den Einnahmen beteiligt [Qui13].
- Tchibo Ideas: Diese Crowdsourcing-Plattform hat das Ziel, für die wöchentlich wechselnden Angebote des Tchibo-Unternehmens neue Produkte zu entwickeln. Interessierte können ihre Produktideen beziehungsweise ungelösten Problemstellungen einstellen und am Produktdesign mitwirken. Die Vorschläge durchlaufen einen mehrstufigen Bewertungs- und Entscheidungsprozess. Die Initiatoren der genehmigten Ideen erhalten ein festgelegtes Preisgeld [Gas10].

Wird den beteiligten Personen die Möglichkeit gegeben, auch untereinander zu kommunizieren (und nicht lediglich unabhängig voneinander Vorschläge einzureichen) sowie gewisse Entscheidungen selbständig zu treffen (s. Subsidiaritätsprinzip), kann der sogenannte Schwarm, also die Menge an beteiligten Personen, durch seine Schwarmintelligenz sein volles Potential entfalten [May11].

Die vier aufgelisteten Beispiele zeigen, dass die Produktentwicklung durch Open Innovation prinzipiell unterstützt werden kann. Aus Sicht des Maschinenbaus scheint der Open Innovation-Ansatz aber noch nicht ausgereift zu sein. Bisher entwickelte Produkte waren entweder wenig komplex oder es handelte sich um ausgesuchte Teilaspekte beziehungsweise Baugruppen einer Maschine. Die Betrachtung einer komplexeren, gesamten Maschine oder Anlage fand jedoch bisher nicht statt. Dies ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass zum einen höherwertige/ komplexere Produkte vollständig offen gelegt werden würden und zum anderen nicht erwartet wird, dass der Koordinationsaufwand der einzelnen Produktbestandteile durch die Online-Community eigenständig bewältigt werden kann.

Zwecks Abgrenzung wird an dieser Stelle auch kurz auf die verwandten Begriffe ‚Open Production‘ und ‚Open Source‘ eingegangen.

Open Production geht über den Open Innovation Ansatz hinaus und umfasst neben der Entwicklung weitere Elemente der Wertschöpfungskette, primär die Produktion. Hierbei wird die Produktion nicht als Teilbereich des Unternehmens angesehen, sondern das

Unternehmen als Teilbereich der Produktion. Bei dieser Betrachtung wirken zum Erzeugen des Gesamtproduktes also mehrere Unternehmen zusammen. Hierbei ist ein hohes Maß an Kooperation und Offenheit erforderlich, bei dem sich jedes Unternehmen auf seine individuellen Stärken konzentrieren kann [Red11].

Open Source (s.a. Abschnitt 2.5.3) lässt sich wörtlich mit ‚quelloffen‘ übersetzen. Hierbei handelte es sich ursprünglich um den offengelegten Quellcode einer Software. Derartige Software darf von jedem Menschen weiterentwickelt werden. Um zeitgleiche Weiterentwicklungen desselben Produktes zu vermeiden, wird die Entwicklung häufig (meist von Freiwilligen) zentral koordiniert. Eingehende Verbesserungsvorschläge werden dann in der Regel geprüft und anschließend koordiniert in die nächste Softwareversion übernommen. Der Begriff Open Source bezieht sich hierbei lediglich auf Softwareentwicklungen und beschreibt das Prinzip des Offenlegens und Zusammenführens von Verbesserungsvorschlägen. Es gibt jedoch auch die Interpretation, dass sich Open Source ebenso auf Wissen und Information beziehen kann [Wik14b].

Da sich diese Arbeit auf die frühe Phase des Produktentwicklungsprozesses konzentriert, leisten diese beiden Ansätze keinen Beitrag.

2.5.5 Zwischenfazit

In den vorangehenden Abschnitten wurde auf die webbasierten Prinzipien der Vernetzung, der Arbeitsteilung und der Kooperation eingegangen. Es wurde ebenfalls aufgeführt, dass diese Prinzipien bereits in einigen wirtschaftlichen Bereichen eingesetzt werden, weshalb es nahe liegt, dass diese Prinzipien auch die Produktentwicklung unterstützen könnten.

Allgemein bieten webbasierte Ansätze einige Vorteile, beispielsweise hinsichtlich zeit- und ortsunabhängiger Zugriffe bei nahezu Anwender-unabhängiger IT-Infrastruktur. Des Weiteren lagern die Daten in diesem Fall serverseitig und können zentral verwaltet beziehungsweise organisiert werden.

Durch das Prinzip der Vernetzung könnten Informationen schneller und umfangreicher, aber auch gezielter ausgetauscht und diskutiert werden. Hierbei könnten auch mehr Personen involviert werden, als es in den meisten Unternehmen bisher der Fall sein dürfte. Dies scheint besonders für Unternehmen vorteilhaft zu sein, deren Ziel es ist, die Entwicklungszeiten zu reduzieren und die Qualität zu erhöhen. Die Entwicklungszeitreduzierung könnte sich hierbei aus dem schnelleren Informationsfluss ergeben, während die Qualitätssteigerung aus einer besseren Informations-Versorgung resultieren könnte.

Das Prinzip der Arbeitsteilung könnte Vorteile bezüglich der Kapazitätsauslastung bringen und sich damit ebenfalls positiv auf die Entwicklungszeit auswirken. Wenn mehrere beteiligte Personen zeitgleich Informationen oder Ergebnisse zusammentragen, dürften sie schneller zu einer Fülle an Informationen und Ergebnissen sowie einem ausreichenden Reifegrad gelangen (s. Wikipedia).

Das Prinzip der Kooperation könnte darüber hinaus beispielsweise die Idee von Open Innovation auch im Unternehmen implementieren (im Folgenden als ‚in-house Open Innovation‘ bezeichnet). Damit wäre es möglich, bei Entwicklungsprojekten nicht nur das n-Personen umfassende Team zu involvieren sondern theoretisch sämtliche Mitarbeiter.

Neben diesen Vorteilen gibt es jedoch auch potentielle Nachteile. Ein Serverausfall wirkt sich beispielsweise direkt auf alle Anwender aus und bedeutet unter Umständen einen Datenverlust. Auch die Datensicherheit sollte gewährleistet sein. Im Rahmen dieser Forschungsarbeit werden diese Aspekte jedoch nicht weiter betrachtet.

Somit gibt es heutzutage einige webbasierte Prinzipien und Möglichkeiten, welche die Produktentwicklung und hierbei insbesondere die Konstruktionsmethodik-Anwendung unterstützen könnten. Dies bestätigen auch die aufgestellten Fragen in Abschnitt 1.2. Da der Einsatz der webbasierten Prinzipien und Möglichkeiten in diesem Umfeld bisher noch nicht geprüft wurde, erscheint die Entwicklung eines Demonstrators sinnvoll. Hierfür wird im folgenden Abschnitt ein Konzept erarbeitet.

3 Konzept

Im letzten Abschnitt wurde dargestellt, dass der Einsatz heutiger webbasierter Prinzipien und Möglichkeiten noch nicht für den Bereich der Konstruktionsmethodik geprüft wurde. Es wurde ebenfalls dargelegt, dass sowohl die Konstruktionsmethodik, als auch die webbasierten Prinzipien und Möglichkeiten vorteilhaft sein können. Um der aufgezeigten Lücke bei der Software-Unterstützung in der frühen Phase der Produktentwicklung zu begegnen, gilt es zu prüfen, ob die webbasierten Technologien den Konstruktionsmethodik-Einsatz in dieser Phase unterstützen können.

Um diese Hypothese zu klären, wird deshalb in diesem Kapitel ein Konzept erarbeitet, dessen Realisierbarkeit mit einem anschließend entwickelten Demonstrator bewertet werden soll. Im Folgenden werden zu Beginn die webbasierten, die konstruktionsmethodischen sowie weitere, unterstützende Komponenten hergeleitet und beschrieben. Die Merkmale werden zusätzlich jeweils tabellarisch zusammengefasst. Für eine einheitliche Komponentenanalyse werden anschließend Vergleichsaspekte ausgewählt. Abschließend werden die einzelnen Komponenten hinsichtlich dieser Vergleichsaspekte untersucht und mögliche Realisierungsformen beschrieben.

3.1 Komponentenauswahl

3.1.1 Webbasierte Komponenten

Das ursprüngliche Ziel des Internets¹² war es, Forschungsinhalte auszutauschen [Lan07]. Abstrahiert können die webbasierten Möglichkeiten daher den Bereichen ‚Information‘ und ‚Kommunikation‘ zugeordnet werden. Der Informationsbereich könnte heute in einen weitgehend statischen und einen tendenziell dynamisch veränderlichen Bereich unterteilt werden. Der Kommunikationsbereich könnte wiederum in einen synchronen und einen asynchronen Bereich unterteilt werden (s. Abbildung 3.1).

¹² Der Begriff Internet wird in dieser Arbeit synonym zu World Wide Web (WWW) verwendet.

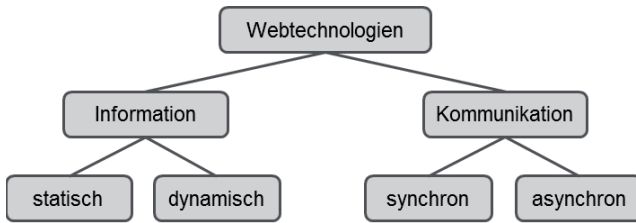


Abbildung 3.1: Webtechnologie-Unterteilung

Zu den heutigen etablierten Webtechnologien lassen sich augenscheinlich Activitystreams, Blogs, Chats und Wikis zählen. Einige Internetangebote konzentrieren sich auf nur eine Webtechnologie. Zum Teil werden aber auch mehrere Technologien gemeinsam eingesetzt. Beim gemeinsamen Einsatz erscheint es sinnvoll, jede Technologie in Form einer weitgehend eigenständigen Softwarekomponente zu implementieren, um so den Gesamtentwicklungsaufwand gering zu halten.

Gemäß der dargestellten Unterteilung lassen sich Wikis dem weitgehend statischen und Activitystreams dem dynamisch veränderlichen Informationsbereich zuordnen. Chats dienen wiederum der synchronen Kommunikation, während Blogs ein hauptsächlich asynchrones Kommunikationsmittel darstellen.

Im Folgenden werden diese vier Technologien den zuvor genannten Bereichen zugeordnet und anschließend beschrieben. Die Beschreibungen gliedern sich hierbei in jeweils zwei Bereiche, Grundfunktion und Erkenntnisse über die Umsetzung.

Activitystream

Ein Activitystream ist eine aktuelle Auflistung von Aktivitäten und lässt sich damit dem dynamisch verändernden Informationsbereich zuordnen (s. Abbildung 3.1). Die Liste umfasst hierbei für den Anwender relevante Informationen, beispielsweise über die Aktivitäten, die im Rahmen eines Projektes stattgefunden haben, wie zum Beispiel hinzugefügte und veränderte Daten¹³. Die Liste dokumentiert damit auch die Aktivitäten, ähnlich zu einem Verlaufsprotokoll. Um den Zugriffsaufwand auf ein zugrunde liegendes Datenobjekt zu reduzieren, ist dieses per Link aus dem Listeneintrag erreichbar.

Zwecks Übersichtlichkeit stellen Listeneinträge häufig bereits eine aggregierte Darstellungsform dar. Dies ist hilfreich, wenn die zugehörigen Datenobjekte von unterschiedlichen Personen am gleichen Tag verändert werden. Die sich hierdurch ergebende Liste an Tages-Aktivitäten bezüglich eines Datenobjektes wird so zu einem Listeneintrag

¹³ Im Folgenden als Datenobjekte bezeichnet.

zusammengefasst. Dieser umfasst meistens zusätzlich eine Übersicht der bearbeitenden Personen sowie den letzten Änderungszeitpunkt.

Aus Übersichtlichkeits- und Geheimhaltungsgründen bietet es sich an, den Anwendern nur die für sie relevanten Informationen anzuzeigen. Hierfür müssen die Daten individuell gefiltert werden. Die Filterparameter können hierbei in der Regel sowohl vom zugrunde liegenden System als auch vom Anwender beeinflusst werden.

Damit ein Activitystream Einträge filtern und darstellen kann, müssen die hierfür erforderlichen Daten vorab zugänglich gemacht werden. Hierfür bietet sich eine Schnittstelle an, so dass andere Komponenten eigenständig Aktivitäten hinzufügen können.

Die Tabelle 3.1 listet die genannten Merkmale nochmals auf.

Tabelle 3.1: Merkmale von Activitystreams

Activitystream
bietet individuelle Übersicht
informiert über was/wann/wer
ist aktuell
bietet einfachen Datenzugriff
ist chronologisch sortiert
protokolliert
kann automatisiert ergänzt werden

Wiki

Ein Wiki¹⁴ ist eine Sammlung von Webseiten beziehungsweise Artikeln und fungiert als Wissensspeicher. Anwender können Artikel mit unterschiedlichen Inhalten (Texte, Bilder, Tabellen, Videos, Audiodateien) selbst anlegen, erweitern, korrigieren und miteinander vernetzen¹⁵. Die Wikiseiten lassen sich damit dem weitgehend statischen Informationsbereich zuordnen. Wikis sollten eigentlich frei zugänglich sein, allerdings ist dies aus Geheimhaltungsgründen in Unternehmen häufig unerwünscht [Hac12].

Aufgrund der einfachen Erweiterungsmöglichkeiten und Verlinkungen eignen sich Wikis zur Dokumentation und in gewissem Maße damit auch zum „Wissensmanagement“ [Hac12].

Analog zum Activitystream könnte es auch für die Nutzung eines Wiki hilfreich sein, wenn andere Komponenten eigenständig Artikel hinzufügen können. Ebenso könnte es

¹⁴ Das wohl bekannteste Wiki dürfte Wikipedia sein.

¹⁵ Hierin unterscheiden sich Wikis von Informationssystemen und Enzyklopädien, bei denen die Inhalte primär durch ausgewählte Personen (Experten) erstellt wurden. Solche Informationssysteme werden in der Literatur auch als Wissensspeicher bezeichnet.

hilfreich sein und den Zugriffsaufwand reduzieren, wenn andere Komponenten direkt auf einzelne Wikiseiten verlinken können. Eine Analyse der frei verfügbaren Wikis ergab jedoch, dass diese Funktionen noch in keinem Wiki implementiert wurden.

Die Tabelle 3.2 listet die genannten Merkmale nochmals auf. Wünschenswerte Merkmale wurden in der Tabelle mit dem Wort „sollte“ gekennzeichnet.

Tabelle 3.2: Merkmale von Wikis

Wiki
dient Dokumentation
unterstützt "Wissensmanagement"
ermöglicht vernetzen/verlinken von Beiträgen
ist erweiterbar
ist korrigierbar
ist frei zugänglich
sollte automatisiert erweitert werden können
sollte von anderen Komponenten zugänglich sein

Chat

Ein Chat ist ein Element zur gemeinsamen textbasierten Kommunikation, bei der neue Textnachrichten umgehend den anderen Beteiligten angezeigt werden. Aufgrund der umgehenden Visualisierung lässt sich dies auch als synchrone Kommunikation bezeichnen. Synchrone Kommunikation hat den Vorteil, dass der Informationsaustausch meist schneller erfolgt, da direkte Nachfragen möglich sind. Hierdurch kann auch ein diskussionsartiger Austausch erfolgen. Tendenziell werden im Chat eher kürzere Nachrichten übermittelt. Mittlerweile sind Chats in der Regel Bestandteile von Internetseiten. Ursprünglich waren diese jedoch separate Softwareprogramme. Bevor die Internetnutzung verbreitet war, entstand bereits Ende der 80er Jahre der Internet Relay Chat (IRC). Später kamen weitere Programme hinzu, wie beispielsweise ICQ. Diese Softwareerubrik wird unter Instant Messaging zusammengefasst und „ist einer der am häufigsten benutzten Dienste des Internets“ [Alb08].

Neben der Klassifikation in synchrone/ asynchrone Kommunikation könnte auch eine weitere Zuordnung abhängig vom Sender- und Empfänger Verhältnis gewählt werden. Hierbei sind prinzipiell die Kombinationen von 1:1, 1:n und n:n möglich, wobei 1:1 bereits in n:n enthalten ist. Chats lassen sich hier der n:n-Kombination zuordnen.

Zu Chats wurden keine wünschenswerten Ergänzungen identifiziert.

In Tabelle 3.3 sind die Merkmale von Chats nochmals aufgeführt.

Tabelle 3.3: Merkmale von Chats

Chat
ermöglicht Kommunikation
besteht aus tendenziell kürzeren Nachrichten
kommuniziert wird synchron
Sender/Empfänger-Verhältnis 1:1, n:n

Blog

Ein Blog ist eine Mitteilungsform, bei der Beiträge chronologisch sortiert aufgeführt werden. Ursprünglich ähnelten Blogs online geführten Tagebüchern, bei denen eine Person in Form von (meist längeren) Beiträgen anderen etwas mitgeteilt hat. Später etablierte es sich ebenfalls, dass Blogs auch durch mehrere Personen mit Beiträgen erweitert wurden [Alb08].

Im Vergleich zu den Chats lassen sich Blogs zu asynchroner Kommunikation zuordnen. Asynchrone Kommunikation hat den Vorteil, dass die Beteiligten zeitlich unabhängig voneinander Nachrichten erhalten und senden können. Der Übergang von asynchroner zu synchroner Kommunikation kann jedoch als recht fließend angesehen werden und ist abhängig vom Datenaustausch-Intervall.

Diesem Bereich lassen sich Microblogs¹⁶ zuordnen. Diese unterscheiden sich hauptsächlich in der kurzen Beitragslänge (daher „Micro“). Des Weiteren erfolgt die Kommunikation tendenziell synchron. Für diese Arbeit ist die Betrachtung von Chats und Blogs ausreichend, da damit sowohl die synchrone als auch asynchrone Kommunikation abgedeckt wird. Auf Microblogs wird daher nicht weiter eingegangen.

Bezüglich des Sender- und Empfängerverhältnis lassen sich Blogs allen drei Kombinationsmöglichkeiten (1:1, 1:n und n:n) zuordnen.

Blogs und Chats unterstützen beide die Kommunikation und dienen dem Austausch. Sie unterscheiden sich jedoch hinsichtlich des Datenaustausch-Intervalls und der üblichen Beitragslänge und ermöglichen damit aber auch unterschiedliche Funktionalitäten.

Da Kommunikation auch in anderen Komponenten hilfreich sein könnte und nicht nur zentral erfolgen muss, bietet es sich darüber hinaus an, anderen Komponenten über Schnittstellen das eigenständige Anlegen und Nutzen von Blogs zu ermöglichen.

Tabelle 3.4 listet die Merkmale nochmals auf.

¹⁶ Die bekannteste Microblogging-Seite dürfte Twitter sein.

Tabelle 3.4: Merkmale von Blogs

Blog
ermöglicht Kommunikation
besteht aus tendenziell längeren Nachrichten
kommuniziert wird asynchron
Sender/Empfänger-Verhältnis 1:1, 1:n, n:n
sollte von anderen Komponenten modular einbindbar sein

3.1.2 Konstruktionsmethodische Komponenten

Nachdem in den letzten Abschnitten auf die webbasierten Komponenten eingegangen wurde, folgen in diesem Abschnitt die konstruktionsmethodischen. Zuerst werden diese ausgewählt und anschließend erläutert.

Da die frühe Phase der Produktentwicklung unterstützt werden soll, erscheinen Konstruktionsmethoden zweckmäßig, die für diesen Bereich mehrfach empfohlen werden.

In der VDI-Richtlinie 2221 (s.a. 2.1.3) werden die einzelnen Methoden den unterschiedlichen Phasen eines Entwicklungsprojektes entsprechend ihres Einsatzgebietes zugeordnet [VDI93]¹⁷ (s.a. 2.1.2). Ein Auszug dieser Zuordnungstabelle für die ersten Arbeitsschritte gemäß der Richtlinie ist in Tabelle 3.5 dargestellt. Diese Auswahl wird auch für andere Projekte als hilfreich angesehen, wie beispielsweise Wertanalyse-Projekte gemäß [VDI10a]¹⁸. Sie umfasst damit große Bereiche der Phasen I und II (von insgesamt vier) der VDI 2221, der frühen Phase der Entwicklung.

Anzumerken ist, dass die Liste um eigene Annahmen ergänzt wurde. Checklisten stellen eine Basis-Methode dar und sind nach [Conr78] äußerst hilfreich, um wiederkehrende Vorgehensweisen zu standardisieren (s.a. [Ehr07]). FMEAs unterstützen wiederum im Konstruktionsprozess dabei, Fehlermöglichkeiten frühzeitig zu identifizieren und sensibilisieren die Entwickler für bisherige Schwachstellen (vgl. [Ehr07]). Hierdurch sollen große Iterationsschleifen¹⁹ vermieden werden.

¹⁷ Diese Zuordnung stimmt auch weitgehend mit der nach [Ehr07] überein.

¹⁸ In der VDI-Richtlinie 2800 zur Wertanalyse werden die Methoden nur teilweise genannt oder abstrakt beschrieben, aber nicht explizit zugeordnet. Beispielsweise ‚Problemlisten erstellen‘ und ‚Risikoanalyse‘, Brainstorming, Morphologie, Lösungskataloge, ‚Lösungsansätze auf ihren Erfüllungsgrad prüfen‘ [VDI10a].

¹⁹ Iterationsschleifen werden an sich als sinnvoll angesehen, da sie auf eine Verbesserung abzielen. Für einen effizienten Prozess ist es jedoch anzustreben die Rückschritte so klein beziehungsweise kurz wie möglich zu halten. Fehlerbedingte Iterationen sind nach Möglichkeit zu vermeiden, da diese die Kosten exponentiell in die Höhe treiben (s. Rule-of-Ten [Ehr07]).

Tabelle 3.5: Konstruktionsmethoden-Zuordnung zu Projektschritten²⁰

	1	2	3
	Klären und präzisieren der Aufgabenstellung	Ermitteln von Funktionen und deren Strukturen	Suchen nach Lösungsprinzipien und deren Strukturen
Anforderungsliste	●	●	●
Checklisten	○	●*	●
Brainwriting		●	●
Morphologischer Kasten		●	●
Konstruktionskataloge		●	●
Paarweiser Vergleich			●
Nutzwertanalyse			●
FMEA	●*	●*	●

* Eigene Annahme

○ VDI 2222 [VDI97]

Da die Tabelle nur einen Auszug an Methoden der Konstruktionsmethodik umfasst, wurde eine Liste an Fragen zum Prüfen weiterer Methoden erarbeitet. Anhand dieser Liste kann abgeschätzt werden, ob die Methoden den aktuellen Umfang (sinnvoll) ergänzen würden. Die Liste ist in Tabelle 3.6 dargestellt. Für die in Tabelle 3.5 aufgeführten Methoden konnte den meisten Fragen weitgehend zugestimmt werden. Diese Einschätzung ist in Tabelle 3.7 dargestellt. Die Fragenliste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

²⁰ nach [VDI93, VDI97]

Tabelle 3.6: Fragen zur Prüfung weiterer, webbasiert unterstützter Methoden

Nr.	Frage	Antwort
1	Wird ein allgemeiner Mehrwert durch eine webbasierte Unterstützung der Methode erwartet?	
2	Können evtl. bessere Resultate erzielt werden, wenn viele Anwender (des Unternehmens) mitwirken?	
3	Beschleunigt es evtl. den Prozess, wenn viele Anwender (des Unternehmens) mitwirken?	
4	Könnte eine anonyme Dateneingabe/ Beteiligung vorteilhaft sein?	
5	Könnte die Methode rechnerisch unterstützt werden, um bspw. die Methodenanwendung zu beschleunigen?	
6	Könnte es hilfreich sein, zusätzliche Informationen an Objekten zu platzieren?	
7	Könnte es hilfreich sein, Querverlinkungen einzufügen um bspw. den Prozess oder Zugriffsaufwand zu beschleunigen?	
8	Unterstützt diese Methode eine andere, bereits integrierte, Mehrwert-bringende Methode?	

Tabelle 3.7: Einschätzung der Methoden bezüglich der Fragen

Nr.	Anforderungslisten	Checklisten	FMEA	Paarweiser-Vergleich	Nutzwertanalyse	Morphologischer Kasten	Konstruktionskataloge	Brainwriting
1	●	●	●	●	●	●	●	●
2	●	●	●	◐	●	●	●	●
3	●	●	●	◐	●	●	●	●
4	○	○	◐	○	◐	◐	◐	●
5	●	●	●	●	●	●	●	●
6	●	◐	●	◐	●	●	●	○
7	◐	●	◐	●	●	●	●	●
8	●	●	◐	●	●	●	●	●

- trifft ganz zu
- ◐ trifft teilweise zu
- trifft nicht zu

Im Folgenden werden nun die gewählten Methoden beschrieben. Analog zu den webbasierten Komponenten werden die Merkmale jeweils in einer Tabelle aufgelistet.

Anforderungsliste

Eine Anforderungsliste stellt alle Forderungen und Wünsche tabellarisch dar, die beispielsweise an ein zu entwickelndes Produkt gestellt werden. Forderungen müssen und Wünsche können erfüllt werden [Ehr07, Pahl05].

Je nach Projektumfang bietet es sich an, Anforderungslisten zu strukturieren [Pahl05]. [Pahl05] führt des Weiteren an, dass Anforderungslisten vollständig und immer auf dem aktuellen Stand sein sollten, damit alle Beteiligten die einzelnen Forderungen und Wünsche berücksichtigen können.

Es gibt viele unterschiedliche Software-Tools zum Verwalten, Beschreiben und Gliedern von Anforderungen [Ree13]. Dennoch ergab eine Umfrage, dass selten spezielle Software eingesetzt wird (s.a. Umfrageergebnisse in Anhang B).

Da sich Anforderungen während des Projektverlaufs erweitern und ändern können, muss ein Anforderungsmanagement diesem Umstand Rechnung tragen. Vor dem Hintergrund der Nachvollziehbarkeit kann eine Rechnerunterstützung hierbei vorteilhaft sein.

Augenscheinlich gibt es viele Internetnutzer, die sich durch Kommentare mit Ihrer Meinung einbringen. Sei es beim Kommentieren von Videos oder von Artikeln auf Nachrichtenseiten. Daher könnte es zielführend sein, den Anwendern die Möglichkeit zu bieten, auch einzelne Anforderungen zu kommentieren. Hierdurch könnten zusätzliche Informationen am Bezugsobjekt abgelegt werden, die anschließend anderen Anwendern zur Verfügung stehen.

Die dargestellten Merkmale sind in Tabelle 3.8 nochmals aufgelistet.

Tabelle 3.8: Merkmale von Anforderungslisten

Anforderungslisten
bietet Übersicht
sollte vollständig sein
ist geordnet
sollte aktuell sein
sollte Änderungen hervorgehoben darstellen
sollte kommentieren ermöglichen
sollte sicherstellen, dass Anforderungslisten einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess unterliegen

Checkliste

Checklisten dienen der einfachen Vollständigkeitskontrolle [Conr78]. Sie bieten damit eine Übersicht über bereits erfüllte und noch offene Checklistenpunkte.

Analog zu der Anforderungsliste, sollten auch Checklisten immer vollständig und auf dem aktuellen Stand sein. Dementsprechend ist es erforderlich, dass die Checklisten den Unternehmenskenntnissen entsprechen und kontinuierlich angepasst werden.

Zum Sicherstellen der Checklisten-Aktualität muss laufend geprüft werden, ob sich ein Checklistenpunkt geändert hat, sowohl hinsichtlich der Merkmalsbeschreibung als auch des Status. Hierfür ist ein Änderungsmanagement erforderlich, für das eine Rechnerunterstützung zweckmäßig sein könnte.

Die dargestellten Merkmale sind in Tabelle 3.9 nochmals aufgelistet.

Tabelle 3.9: Merkmale von Checklisten

Checklisten
bietet Übersicht
visualisiert Status der Listenelemente
sollte aktuell sein
sollte vollständig sein
sollte Änderungen hervorgehoben darstellen
sollte sicherstellen, dass Checklisten einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess unterliegen

Brainwriting

Brainwriting zählt zu den Kreativitätsmethoden. Grundsätzlich dienen die Kreativitätsmethoden dazu, Denkblockaden aufzulösen und über einen Ideenfluss neue Ideen zu finden. Rechnergestützt eignet sich besonders das Brainwriting, da es im Gegensatz zu Brainstorming auf rein schriftlicher Kommunikation basiert. Dies erscheint besonders zu Dokumentationszwecken als auch beim Datenaustausch über ein IT-Netzwerk von Vorteil.

Beim Brainwriting notieren die Teilnehmer einer Kreativitätssitzung ihre Ideen zu einer Aufgabenstellung auf Karten. Die zur Verfügung stehende Zeit ist hierbei häufig begrenzt. Der Sitzungsmoderator greift die Karten anschließend auf und präsentiert sie den Beteiligten. Hierbei lassen sich häufig auch schon themenbezogene Ideen-Gruppen (englisch Cluster) bilden. Angeregt durch die Ideen der anderen, können weitere Ideen hinzukommen. Daher wird diese Prozedur in der Regel mehrmals durchgeführt, bis keine weiteren Lösungsideen hinzukommen.

Beim konventionellen Brainwriting ist die Teilnehmerzahl auf ungefähr acht Personen begrenzt, da es für einen Moderator sehr aufwändig ist, eine große Kreativitätssitzung zu moderieren. Besonders das Einsammeln, Gruppieren, Befestigen und Präsentieren der Ideen dauert mit wachsender Teilnehmerzahl immer länger, so dass Teilnehmer leicht gedanklich abschweifen. Auch der Teilnehmerkreis dürfte häufig eingeschränkt

sein, da die Teilnehmer vor Ort sein müssen und mögliche Teilnehmer mit fachlicher Expertise dem Sitzungseinladenden eventuell gar nicht bekannt sind.

Da Kreativitätssitzungen zeitlich begrenzt sind, ist das Einreichen von Lösungsideen primär auf diesen Zeitbereich beschränkt.

Des Weiteren lassen sich in kleinen Gruppen Ideen leichter den einzelnen Beteiligten zuordnen. Hierdurch werden einige Teilnehmer wahrscheinlich gehemmt, sich frei zu äußern, da deren Anonymität nicht sichergestellt werden kann.

Webbasiert wäre es grundsätzlich denkbar, beliebig viele Teilnehmer an einer Brainwriting-Sitzung mitwirken zu lassen. Dies bietet auch den Vorteil, dass sämtliche Ideen direkt dokumentiert werden. Allerdings liegen zur Moderation und der Regeleinhaltung bei großen Brainwriting-Onlinegruppen noch keine gesicherten Erkenntnisse vor.

Die dargestellten Merkmale sind in Tabelle 3.10 nochmals aufgelistet.

Tabelle 3.10: Merkmale von Brainwritings

Brainwriting
ist schriftliche Ideensammlung
ermöglicht zeitgleiches Einbringen von Ideen
sollte Teilnehmerzahl nicht begrenzen
sollte anonyme Beiträge ermöglichen
sollte offenen Teilnehmerkreis ermöglichen
sollte definierbares Zeitfenster für Ideen-Einreichung haben
sollte Moderation ermöglichen

Morphologischer Kasten

Morphologische Kästen sind mehrdimensionale Matrizen, in denen Funktionen und Lösungen gesammelt werden [Ehr07, Pahl05]. Sie stellen damit einen „Wissenspeicher“ dar (s.a. Konstruktionskataloge). Meistens wird eine zweidimensionale Matrix, also eine Tabelle, verwendet. In der Tabelle werden die Funktionen zeilenweise gesammelt und spaltenweise Teillösungen eingetragen, welche die jeweilige Teilfunktion realisieren können. Ein Morphologischer Kasten bietet damit eine übersichtliche Darstellung unterschiedlicher Realisierungsmöglichkeiten eines Produktes. Auf Basis des Morphologischen Kastens lassen sich, durch zeilenweise Kombination von Teillösungen, Lösungsvarianten erarbeiten. Ein Morphologischer Kasten kann kontinuierlich um weitere Lösungsideen, beziehungsweise erforderliche Anpassungen, erweitert und verändert werden.

Zum Erstellen und Verwalten von Morphologischen Kästen ist grundsätzlich Software vorhanden [Ree13]. Diese kommt jedoch selten zum Einsatz (s.a. Umfrageergebnisse in Anhang B). Über die Gründe liegen keine Erkenntnisse vor.

Es gilt aber wie für jede diskursive Methode, dass der Aufwand gemieden wird [Birk05]. Daher wäre eine Erweiterung zum vereinfachten und beschleunigten Aufstellen eines Morphologischen Kastens zielführend. Hierfür bietet es sich an, neue Funktionen und Teillösungen in einem Datenspeicher abzulegen und sich beim Aufbau eines Morphologischen Kastens aus diesem Datenspeicher zu bedienen. Dies hätte zusätzlich den Vorteil, dass die Informationsrepräsentation systemweit einheitlich wäre.

Die zeitgleiche, gemeinsame Bearbeitung ist bei konventioneller Software nicht oder nur begrenzt möglich (s.a. 2.2.5). Webbasiert lässt sich diese Restriktion jedoch reduzieren. Bei Beteiligung mehrerer Personen kann ein Morphologischer Kasten daher schneller erzeugt werden. Da ein Entwicklungsteam von der Personenanzahl her jedoch begrenzt ist, reduziert sich allgemein die Wahrscheinlichkeit eine Lösung zu finden. Ebenso ist die Dauer, bis jemand diese Lösung benennt, im Zweifelsfall zu lang (s. Serendipitätseffekt in 2.5.4). Daher bietet es sich an, die Personenanzahl bei der Lösungssuche (bei Bedarf) zu erhöhen. Webbasiert wäre dies möglich.

Bei einem Morphologischen Kasten handelt es sich des Weiteren lediglich um eine Übersicht. Zusätzliche Detailinformationen zu einer Lösung oder Funktion werden aus Übersichtlichkeitsgründen daher häufig nicht dargestellt. Allerdings liegt es nahe, dass derartige Informationen hilfreich sein können.

Aufgrund der bereits genannten Übersichtlichkeitsgründe und eingeschränkten, gemeinsamen Editiermöglichkeiten ist auch das Kommentieren von Teillösungen umständlich. Analog zu den Anforderungslisten könnte es daher auch in diesem Fall nützlich sein, Kommentier-Möglichkeiten zu integrieren.

Die dargestellten Merkmale sind in Tabelle 3.11 nochmals aufgelistet.

Tabelle 3.11: Merkmale von Morphologischen Kästen

Morphologischer Kasten
bietet Übersicht
ist erweiterbar
ist veränderbar
erlaubt das Zusammenstellen von Lösungsvarianten
sollte anwenderfreundlicher aufzubauen sein
sollte schneller aufzubauen sein
sollte kommentiert werden können
sollte Detailinformationen aufnehmen können
sollte Anzahl zeitgleich mitwirkender Personen nicht einschränken
sollte einheitlich dargestellt werden
sollte Zugriff auf bestehende Teillösungen vereinfachen

Konstruktionskatalog

Nach [Rot01] ist ein Konstruktionskatalog ein „meist in Tabellenform vorliegender Wissensspeicher“. Dieser sollte zu einem Themenbereich weitestgehend vollständig sein und erweitert werden können. [Rot01] unterscheidet drei Konstruktionskatalogarten: Lösungskataloge, Objekt-Kataloge und Operationskataloge.

Da für den Lösungsfindungsprozess die Lösungskataloge den größten Beitrag liefern können, wird nur auf diese eingegangen und im Folgenden der Begriff Lösungskatalog als Synonym zu Konstruktionskatalog verwendet.

Bei Lösungskatalogen sind zwei Typen zu differenzieren: Die bereits bestehenden und der Literatur oder anderen Quellen zu entnehmenden, sowie die unternehmensspezifischen Lösungskataloge. Letztere erfordern, dass diese im Unternehmen auch angelegt werden können.

Lösungskataloge dienen dazu, den Konstruktionsablauf zu rationalisieren und bessere Lösungen zu finden [Rot01]. Hierfür ist es erforderlich, dass die Kataloge aktuell und korrekt sind. Förderlich ist des Weiteren ein einheitliches Layout um den Wiedererkennungswert zu steigern und hierdurch die Einarbeitungszeit zu reduzieren.

Um diese Punkte zu gewährleisten ist entsprechender Aufwand zu betreiben. Neben dem Erstellungs- und Pflegeaufwand fällt beim Verwenden der Lösungskataloge zusätzlicher Aufwand für die Suche an.

Rechnergestützt kann das Verhältnis von Aufwand zu Nutzen verbessert werden. Analog zu den zuvor beschriebenen Morphologischen Kästen, kann auch hier ein gemeinsamer Datenspeicher unterstützen. Dieser kann den Erstellungs-, Pflege- und Suchaufwand reduzieren und dazu beitragen, die Arbeiten zu beschleunigen. Ebenso kann die Darstellung in einem einheitlichen Layout einfach realisiert werden.

Sollen unternehmensspezifische Lösungskataloge enthalten sein, kann deren Vollständigkeit nicht gewährleistet werden, da sich ein Unternehmen weiterentwickelt und damit kontinuierlich weitere Lösungsansätze hinzukommen können.

Deswegen sollte den Anwendern der Lösungskataloge die Beschränktheit, als auch die Erweiterbarkeit im Sinne einer Nutzensteigerung, bewusst sein. Ähnliche Ansätze verfolgt beispielsweise Wikipedia, wo Anwender Inhalte hinzufügen können und deren Qualität über den Austausch und die kritische Betrachtung gesteigert wird.

Analog zu Anforderungslisten und Morphologischen Kästen erscheint es auch für Konstruktionskataloge hilfreich, diese kommentieren zu können, um auch hier einen Austausch zu ermöglichen.

Bei konventionellen Katalogen in Papierform werden Inhalte auf einer Seite dargestellt, damit sie nicht separiert werden können. Heute sind auch andere Präsentationsformen möglich. Webbasiert lässt sich die gleiche Funktionalität über Verlinkungen erreichen. Hierdurch können die einzelnen Inhaltsbestandteile auch anwenderfreundlicher (beispielsweise lesbarer) dargestellt werden.

Die dargestellten Merkmale sind in Tabelle 3.12 nochmals aufgelistet.

Tabelle 3.12: Merkmale von Konstruktionskatalogen

Konstruktionskataloge
bietet Übersicht
ist erweiterbar
sollte schneller erstellt werden können
sollte kommentiert werden können
sollte Detailinformationen aufnehmen können
sollte Inhalte einheitlich darstellen
sollte Zugriff auf bestehende Teillösungen vereinfachen

Paarweiser-Vergleich

Der Paarweise-Vergleich unterstützt beim Differenzieren, Priorisieren und Gewichten. Hierzu werden sämtliche zu differenzierenden Aspekte in einer Korrelationsmatrix gegenübergestellt und bewertet, ob der Zeilenaspekt besser, gleich oder schlechter als der Spaltenaspekt ist. Eine mögliche Skala bilden hierfür die Werte 2, 1, 0. Das Verhältnis der Zeilensumme zur Gesamtsumme ergibt die Gewichtung. Da bei jeder Vergleichsentscheidung nur zwei Aspekte verglichen werden, wird eine objektivierte Bewertung erreicht [Ehr07]. Zwecks weiterer Objektivierung ist der Vergleich vorzugsweise in einer Gruppe durchzuführen.

Auch wenn nur eine diagonalseitige Matrixhälfte bewertet werden muss, da die andere Hälfte sich hieraus ableiten lässt, wächst der Entscheidungs- und anschließende Eingabeaufwand exponentiell an²¹. Da jeweils nur zwei Aspekte verglichen werden, kann der Vergleichsmaßstab unbemerkt variieren, was zu Fehlurteilen führen kann²². Softwaregestützt lässt sich die Durchführung beschleunigen und die Widerspruchsfreiheit garantieren [Oell12].

Die dargestellten Merkmale sind in Tabelle 3.13 nochmals aufgelistet.

²¹ Anzahl Entscheidungen = $\frac{1}{2} \times \text{Vergleichsaspekte} \times (\text{Vergleichsaspekte} - 1)$

²² Beispiel: Vergleichsaspekte {A, B, C}; Vergleiche einzeln: {A > B, B > C, C > A};
Konflikt: {A > C}

Tabelle 3.13: Merkmale von Paarweisen-Vergleichen

Paarweiser-Vergleich
differenziert Vergleichselemente
sollte Eingabeaufwand reduzieren
sollte beschleunigt durchführbar sein
sollte Fehlbeurteilungen ausschließen

Nutzwertanalyse

Nutzwertanalysen unterstützen bei der Entscheidungsfindung zwischen mehreren Optionen. Hierzu werden die Optionen hinsichtlich der gleichen Kriterien quantifiziert bewertet. Haben die Kriterien unterschiedliche Gewichtungen, beispielsweise aus einem vorherigen Paarweisen-Vergleich, sind die einzelnen Bewertungen mit der jeweils zugehörigen Gewichtung zu multiplizieren. Das Verhältnis aus Summe je Option zum möglichen Höchstwert ergibt den zugehörigen Nutzwert [Ehr07].

Für ein aussagekräftiges Ergebnis ist es erforderlich, dass alle relevanten Kriterien herangezogen wurden und deren Gewichtung (sofern vorhanden) mit gleichem Maßstab erfolgt ist. Ebenso muss auch die darauf aufbauende Bewertung der Optionen, hinsichtlich der einzelnen Kriterien, objektiviert erfolgen. Für objektivierte Bewertungen bietet es sich an, diese in einer Gruppe vorzunehmen.

Subjektive Verfälschungen können bei der Nutzwertanalyse entstehen, wenn die Anwender sich beeinflussen lassen, beispielsweise durch sichtbare, bereits berechnete Bewertungssummen je Option oder Kriterien-Gewichtungen. Um dies zu vermeiden, wäre es eine Möglichkeit, die Bewertungen isoliert durchzuführen.

Der Aufwand zur Erstellung einer Nutzwertanalyse ergibt sich aus dem Zusammenstellen der Kriterien, der zugehörigen Gewichtungen, der Lösungsvarianten sowie dem anschließenden Bewerten und Auswerten.

Um den Aufwand zu reduzieren bietet es sich an, Kriterien, Gewichtungen und Lösungsvarianten aus vorherigen Eingaben zu übernehmen, beispielsweise aus Paarweisem-Vergleich, Anforderungsliste und Morphologischem Kasten.

Zusätzlich lässt sich der Eingabe- und Auswertungsaufwand reduzieren, wenn die eingangs beschriebenen Berechnungen automatisiert erfolgen.

Die dargestellten Merkmale sind in Tabelle 3.14 nochmals aufgelistet.

Tabelle 3.14: Merkmale von Nutzwertanalysen

Nutzwertanalyse
visualisiert vergleichende Varianten
sollte Gruppenprozesse unterstützen
sollte Eingabeaufwand reduzieren
sollte isolierte Bewertungen erlauben

FMEA

Die Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) ist eine Methode zum Identifizieren und Vermeiden von möglichen Fehlern. Die potentiellen Fehler werden hierfür, unter anderem mit Bedeutung, Auftretswahrscheinlichkeit und Entdeckungswahrscheinlichkeit, tabellarisch erfasst. Aus dem Produkt dieser drei Faktoren ergibt sich je Fehler eine Risikoprioritätszahl. Empfohlen wird ein Grenzwert für die Risikoprioritätszahl von 125, der jedoch unternehmensspezifisch abweichen kann. Beim Überschreiten der Risikoprioritätszahl sollten Maßnahmen getroffen werden, um die einzelnen Faktoren zu reduzieren und damit Fehler zu vermeiden oder Fehlern wirkungsvoller zu begegnen [Ehr07].

Die Qualität einer FMEA hängt davon ab, dass Fehlermöglichkeiten und deren Ursachen möglichst vollständig erfasst und die einzelnen Faktoren möglichst objektiv bewertet werden. Hierfür bietet es sich an, auf die Erfahrung fachlich versierter Mitarbeiter als auch bisherige FMEAs zurückzugreifen. In diesem Kontext erscheinen ebenfalls Kommentier-Möglichkeiten hilfreich, wie sie bereits bei den Anforderungslisten beschrieben wurden. Mit Kommentaren erhalten die Anwender die Möglichkeit, ihre Anmerkungen und Hinweise an einen FMEA-Eintrag ‚anzuheften‘. Hierdurch können beispielsweise (spontane) Gedanken direkt hinterlegt werden und verlieren nicht ihren Bezug. Neben den Kommentier-Möglichkeiten dürfte es im Zusammenhang mit Fehlern darüber hinaus hilfreich sein, auch Verbesserungsvorschläge am Bezugsobjekt platzieren zu können. Hierdurch könnte sich an FMEA-Einträgen bereits eine Liste an Vorschlägen ergeben, wie der Fehler vermieden oder in seiner Wirkung reduziert werden kann.

Änderungen, beispielsweise konstruktive, können sich auch auf eine FMEA auswirken. Daher müssen diese kontinuierlich auf Aktualität geprüft und bei Bedarf angepasst, beziehungsweise verbessert werden.

Kritische Einträge unterscheiden sich von weniger kritischen hauptsächlich durch höhere Risikoprioritätszahlen. Ist die Liste an Einträgen lang, ist deren Identifikation aufwändig. Wurde eine FMEA überarbeitet, sind die Änderungen bei der neuen Version ebenfalls aufwändig zu ermitteln. Zum Differenzieren von Risikoprioritätszahlen und Erkennen veränderter Einträge erscheint es daher zweckmäßig, deren Besonderheit herauszustellen.

Die dargestellten Merkmale sind in Tabelle 3.15 nochmals aufgelistet.

Tabelle 3.15: Merkmale von FMEAs

FMEA
bietet Übersicht
sollte Schwachstellen optisch hervorheben
sollte vollständig sein
sollte Änderungen hervorgehoben darstellen
sollte aktuell sein
sollte kommentieren ermöglichen
sollte Verbesserungsvorschläge aufnehmen können
sollte sicherstellen, dass FMEAs einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess unterliegen

3.1.3 Unterstützende Komponenten

Nachdem in den letzten beiden Abschnitten auf die webbasierten und konstruktionsmethodischen Komponenten eingegangen wurde, folgen in diesem Abschnitt die unterstützenden Komponenten. Diese sind erforderlich oder zumindest förderlich, um mit den anderen Komponenten zu arbeiten und erweitern deren Möglichkeiten. Zuerst werden diese Komponenten ausgewählt und anschließend erläutert.

Bisher wurden die Komponenten weitgehend isoliert voneinander betrachtet. Die Anwendungsreihenfolge ist jedoch gerade bei den Konstruktionsmethoden relevant. Daher ist eine Prozessunterstützung zweckmäßig. Üblich ist hierbei die Unterstützung durch ein Projektmanagement.

Während eines Prozesses sind in der Regel Abstimmungen erforderlich. Als Abstimmungsgrundlage werden hierfür dokumentierte Ergebnisse herangezogen. Die Dokumentation erfolgt in Form von Dokumenten. Diese werden meistens in digitaler Form als Datei in einem Datenspeicher abgelegt. Bei Dateien erfolgt dies in der Regel auf einem Dateiserver im Unternehmensnetzwerk oder in einem Dokumentenmanagement-System. Ein Dokumentenmanagement-System bietet hierbei Vorteile hinsichtlich Archivierung und Versionierung von Dokumentenständen. Setzen sich Dokumente aus einzelnen Teilen zusammen, kann an Stelle eines Dateiservers oder eines Dokumentenmanagement-Systems der Einsatz einer Datenbank zielführend sein.

Besonders in Entwicklungsprojekten wird geheimhaltungsrelevantes Know-how erarbeitet und dokumentiert [Sch13]. Aufgrund der Geheimhaltung ist es zweckmäßig, dass der Datenzugriff kontrolliert werden kann. Hierfür bietet sich ein Rechte- und Rollenmanagement an.

Damit ein aus diesem Management hervorgehendes Rechte- und Rollenkonzept angewendet werden kann, ist es erforderlich, dass die Anwender verwaltet werden und

sich authentifizieren können. Hierfür ist eine Userverwaltung erforderlich und die Integration eines Logins zielführend.

Im Folgenden werden nun die Komponenten beschrieben. Analog zu den vorherigen Abschnitten werden die abgeleiteten Merkmale jeweils am Ende in einer Tabelle aufgelistet.

Projektmanagement

Nach Ehrlenspiel ist ein Projekt einmalig, terminlich festgelegt, „ziel- und ergebnisorientiert, hat eine eigenständige Organisation mit definierten Verantwortlichkeiten und hat begrenzte Ressourcen“ [Ehr07].

Projektmanagement dient der Projektplanung, der -organisation sowie der -steuerung und soll bei der Zielerreichung unterstützen. Im Rahmen der Projektplanung werden die Ziele eines Projektes festgelegt, das Projekt strukturiert und in Arbeitspakete unterteilt. Eventuell sind hierbei auch ein oder mehrere Zwischenebenen in Form einer Unterteilung in Teilprojekte hilfreich. Durch die Strukturierung und Unterteilung verbessert sich die Übersichtlichkeit. Zu Beginn der Projektorganisation ist das Projektteam aufzustellen und die Projektleitung zu benennen. Letztere koordiniert die Teamarbeit und den Projektablauf [Ehr07].

Zum Unterteilen von Projekten werden wichtige Zwischenziele häufig durch Meilensteine gekennzeichnet [Ehr07, Co02]. Im Bereich der Produktentwicklung folgt der allgemeine Projektablauf zum Teil auch einem (meist unternehmensspezifischen) Stage Gate Prozess [Coo02]. Dieser unterteilt sich in einzelne Abschnitte (Stages), die jeweils mit einem Gate enden (vgl. Meilenstein).

Der Aufwand beim Projektmanagement ergibt sich bei der Projektplanung, -organisation und -steuerung.

Folgen Projekte einem unternehmensspezifischen Produktentwicklungsprozess, bedienen sich diese gleicher Methoden und Aufgaben. Zum Steuern eines Projektes sind Informationen über den aktuellen Projektstand erforderlich (vgl. Management-Regelkreis in [Ehr07]). Checklisten bilden eine Möglichkeit als Gedankenstütze zu wirken und den Status der Checklistenpunkte zu erfassen und darzustellen.

Während der Projektdurchführung werden Daten benötigt und generiert. Die Differenzierung projektzugehöriger und nicht zugehöriger Daten kann hierbei einen organisatorischen Aufwand verursachen. Sind die Daten eindeutig zugeordnet, kann der Aufwand reduziert werden.

Die dargestellten Merkmale sind in Tabelle 3.16 nochmals aufgelistet.

Tabelle 3.16: Merkmale von Projektmanagement

Projektmanagement
schafft Übersicht
definiert die Vorgehensweise
organisiert Projektdaten
koordiniert Teamarbeit
sollte in Projektphasen unterteilt werden können
sollte Checklisten je Projektphase aufnehmen können

Datenspeicher

Datenspeicher dienen dem Speichern von Daten und ermöglichen in der Regel den schreibenden und lesenden Datenzugriff. Wird mit vielen und zum Teil verknüpften Datensätzen gearbeitet, auf die zentral beziehungsweise gemeinsam zugegriffen werden muss, kommen häufig Datenbanken zum Einsatz. Diese ermöglichen über sogenannte Abfragesprachen²³ einen gezielten Datenzugriff und übernehmen selbständig das Schreiben und Lesen im zugrundeliegenden, physischen Speicher. Die Zugriffsmöglichkeiten hängen hierbei von der verwendeten Datenbanktechnologie und den Verknüpfungen zwischen den abgelegten Daten ab. Der Zugriff auf die Datenbank lässt sich in der Regel über Zugriffsrechte konfigurieren (s.a. Rechte- und Rollenmanagement). Im webbasierten Umfeld befinden sich die Datenbanken auf Internetservern. Hierdurch können die Datenbank-Verfügbarkeit und die Zugriffszeiten auf die Daten in Abhängigkeit von der Serverauslastung und vom allgemeinen Internetverkehr variieren. Mit Technologien wie Apache Hadoop und Cloud Computing ist es aber bereits möglich, eine hohe Verfügbarkeit zu gewährleisten.

Weisen die Daten keine oder wenige Beziehungen auf, kommen häufig auch Dateien beziehungsweise Dokumente zum Einsatz. Auf diese wird im nächsten Abschnitt separat eingegangen.

Die grundlegenden Merkmale von Datenbanken sind in Tabelle 3.17 nochmals aufgelistet.

²³ Eine Abfragesprache ist beispielsweise die weit verbreitete Structured Query Language (SQL).

Tabelle 3.17: Merkmale von Datenbanken

Datenbank
stellt Daten zentral zur Verfügung
ermöglicht Datenverknüpfungen
ermöglicht gezielten Datenzugriff

Dokumentenmanagement

Ein Dokumentenmanagement-System beinhaltet einen Datenspeicher (s. Datenspeicher) und unterstützt beim Organisieren und Ablegen von Dateien beziehungsweise Dokumenten. Es ist in der Regel zentral für alle Mitarbeiter zugänglich, wobei die Zugriffsrechte auf Dokumente und deren Ablagestruktur konfiguriert werden können (s. Rechte- und Rollenmanagement). Des Weiteren werden Dokumente automatisch versioniert und nicht durch neue Dateiversionen überschrieben oder gelöscht. Dies ermöglicht die Rekonstruktion früherer Versionsstände.

Während der Arbeit in Projekten werden neue Dokumente generiert oder bestehende editiert. Ein Dokumentenmanagement-System kann hierbei unterstützen und die Dokumente bereitstellen und verwalten.

Bei der Versionierung unterschiedlicher Dokumentenstände bildet sich eine Historie. Muss auf einen vorherigen Stand zugegriffen werden, ist eine Auswahl zu treffen. Zur Differenzierung der Dokumentversionen bietet sich eine Darstellung der Unterschiede an. Damit diese Differenzierung automatisiert erfolgen und anwenderfreundlich aufbereitet werden kann, ist es jedoch erforderlich, dass eine Software die Dokumentinhalte interpretieren kann, beziehungsweise deren Struktur kennt. Eine nicht automatisierte Lösung besteht darin, die Versionsunterschiede durch Anwender selber angeben zu lassen. Hierbei könnte eine Kommentier-Möglichkeit analog zu den Anforderungslisten unterstützen.

Die dargestellten Merkmale sind in Tabelle 3.18 nochmals aufgelistet.

Tabelle 3.18: Merkmale von Dokumentenmanagement

Dokumentenmanagement
legt Dokumente ab
ist zentral zugänglich
versioniert Dokumentenstände
sollte Unterschiede bei Dokumentversionen darstellen können

Rechte- und Rollenmanagement

Ein Rechte- und Rollenmanagement dient der Datensicherheit und unterstützt die Prozessführung- und Organisation. Über einzelne Rechte können Datenzugriffe, Software-Funktionalitäten und Anwendungslayout individuell gesteuert werden. Hierfür werden

erforderliche Rollen definiert, denen wiederum unterschiedliche Rechte zugewiesen werden. Jedem Anwender werden entsprechend seines Aufgabenprofils ein oder mehrere Rollen zugewiesen, woraus die Rechte des Anwenders resultieren.

Beim Bedienen einer Software muss sich der Anwender orientieren und zurechtfinden. Für den Anwender irrelevante beziehungsweise unzulässige Aktionen müssen ihm daher nicht zur Verfügung stehen. Auch für ihn irrelevante Informationen müssen ihm nicht präsentiert werden. Beides beeinflusst die Anwenderfreundlichkeit. Ein Rechte- und Rollenmanagement kann hierbei unterstützen. Werden, basierend auf den Rechten des Anwenders, gezielt Informationen und Bedienungsmöglichkeiten ausgeblendet, kann die Übersichtlichkeit gesteigert werden. Dies dürfte sich positiv auf die Aufmerksamkeit und die Bedienungsgeschwindigkeit auswirken. Hierbei ist jedoch darauf zu achten, dass diese gesteuerte Beeinflussung gezielt genutzt wird, da es den Anwender in seiner Arbeit auch behindern kann und bevormundend wirken könnte.

Die relevanten Merkmale sind in Tabelle 3.19 nochmals aufgelistet.

Tabelle 3.19: Merkmale vom Rechte- und Rollenmanagement

Rechte- / und Rollenmanagement
dient der Datensicherheit
ermöglicht rechtespezifisches Funktionalitäten
ermöglicht rechtespezifische Ansichten

Login/ Userverwaltung

Eine Userverwaltung dient dazu, Anwender (engl. User) zu verwalten. Ein Login ermöglicht das Authentifizieren eines Anwenders. Nach erfolgreicher Authentifizierung erhält der Anwender ein allgemeines Zugriffsrecht auf einen bestimmten Bereich.

Soll ein Rechte- und Rollenmanagement berücksichtigt werden, ist das Authentifizieren der Anwender erforderlich. Nur so können die resultierenden Rechte des Anwenders ermittelt werden.

Bei unterschiedlichen Mitarbeiter- und Aufgabenprofilen kann der zur Prozesserrfüllung erforderliche Funktionsumfang einer Software variieren. Basierend auf den Authentifizierungsinformationen kann die Software hierbei ordnungsschaffend unterstützen. Beispielsweise können einem Mitarbeiter nur Projekte angezeigt werden, in die er involviert ist.

Wären exemplarisch Daten aus der Personalverwaltung mit denen der Userverwaltung verknüpft, könnte eine Kapazitätsplanung die Urlaubs- und Arbeitszeiten der Mitarbeiter berücksichtigen. Verallgemeinert könnte die Verknüpfung mit zusätzlichen Daten entsprechend den Nutzen einer Anwendung steigern beziehungsweise den Bedienungsaufwand reduzieren. Auf vielen Internetseiten werden diese personalisierten Bereiche bereits angeboten, häufig bezeichnet als „Mein X“ (beispielsweise „Meine Bahn“, „Mein Ebay“).

Die Verwaltung von Anwendern erfordert Aufwand. Diese administrativen Verwaltungstätigkeiten sollten daher anwenderfreundlich gestaltet werden, um den Aufwand zu reduzieren. In dem Zusammenhang ist auch zu prüfen und festzulegen, wer diese Tätigkeit ausführt. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, dass es ein oder mehrere Administratoren gibt oder sich die Anwender selbstständig verwalten. Je nach dem gestaltet sich der Userverwaltungs-Aufbau anders und ist bei einer Umsetzung zu berücksichtigen.

Die dargestellten, grundlegenden Merkmale sind in Tabelle 3.20 nochmals aufgelistet.

Tabelle 3.20: Merkmale von Login/ Userverwaltung

Login/ Userverwaltung
dient der Anwenderverwaltung
dient der Anwender-Authentifizierung

Komponentenzugriff

Besteht eine Anwendung aus einzelnen Komponenten, müssen diese erreichbar sein.

Ist die Anzahl auswählbarer Komponenten groß, sinkt die Übersichtlichkeit. Lässt sich die Auswahl spezifizieren, kann die Übersichtlichkeit erhöht werden. Damit eine spezialisierte Auswahl realisiert werden kann, ist es erforderlich, dass die Komponenten modular entwickelt wurden. Soll die Auswahl nicht für jeden Anwendungsfall neu zugewiesen werden, muss der Bezug festgelegt werden. Hierbei bieten sich die im Projektmanagement generierten Projektphasen an, da in den einzelnen Phasen unterschiedliche Konstruktionsmethoden eingesetzt werden (vergleiche Tabelle 3.5).

Erfordert eine Vorgehensweise nur eine definierte Auswahl an Komponenten, könnten diese vorgegeben werden. Hierbei entspricht die Vorgehensweise dem Abarbeiten einer strikten Prozedur. Können die einzusetzenden Komponenten variieren, sollte es möglich sein, die Auswahl zu konfigurieren. Bei Entwicklungsprojekten scheint die Konfigurierbarkeit von Vorteil zu sein, da Projektart und Umfang variieren.

Die dargestellten Merkmale sind in Tabelle 3.21 nochmals aufgelistet.

Tabelle 3.21: Merkmale vom Komponentenzugriff

Komponentenzugriff
ermöglicht Komponentenzugriff
sollte Zugriff auf projektphasenrelevante Komponenten vereinfachen

3.2 Vergleichskriterien

Nachdem in den vorherigen Abschnitten die einzelnen Komponenten mit ihren Merkmalen hergeleitet und beschrieben wurden, werden in diesem Abschnitt Vergleichskri-

terien hergeleitet. Dies dient dazu, mögliche webbasierte Unterstützungsmöglichkeiten für die Konstruktionsmethoden herauszuarbeiten. Die Unterstützungsmöglichkeiten ergeben sich hierbei prinzipiell durch eine Aufwandsreduzierung oder Nutzensteigerung. Die Zusammenhänge zwischen den Komponenten und Vergleichskriterien werden anschließend im Abschnitt 3.3 aufgezeigt.

Die Merkmale der einzelnen Komponenten wurden bereits beschrieben. Für einen Vergleich mit einer anderen Implementierungsform liegt die Frage nahe, ob die einzelnen Merkmale bereits konventionell vorhanden sind, beziehungsweise realisierbar wären. Ebenso stellt sich für die Methoden die Frage, ob der Anwender bei deren Anwendung unterstützt wird. Diese Frage begründet sich nach [Birk05] unter anderem durch mangelnde Methodenkompetenz, beispielsweise aufgrund fehlender Erfahrung und Übung. Eine anwendungsfördernde Unterstützung könnte aber sowohl durch eine Aufwandsreduzierung als auch durch eine Nutzensteigerung erreicht werden.

Betriebswirtschaftlich wird häufig unter den Aspekten Zeit, Kosten und Qualität bewertet. Diese Aspekte erscheinen für einen Vergleich der Komponenten zweckmäßig und werden daher im Folgenden weiter detailliert.

Bezogen auf eine Aufwand- zu Nutzenbetrachtung, sind hierbei der Zeit- und Kostenaspekt mit dem Aufwand und der Qualitätsaspekt mit dem Nutzen verbunden.

Um den Zeitaufwand zu reduzieren, ist somit eine beschleunigte Tätigkeitsdurchführung ein Ansatz. Beschleunigt werden können Haupttätigkeiten sowie zugehörige Nebentätigkeiten. Zu den Nebentätigkeiten zählen unter anderem das Suchen nach Daten und Informationen sowie die Auswahl und Planung der nächsten Arbeitsschritte. Der Aufwand beim Suchen nach Daten und Informationen wird unter anderem durch die Übersichtlichkeit beeinflusst, mit der sie dargestellt werden.

Iterationsschleifen in Entwicklungsprozessen erhöhen den Zeitaufwand und auch die Kosten. Kann deren Anzahl und Länge reduziert werden, wirkt sich dies auf beides positiv aus. Zum Vermeiden von Iterationsschleifen ist es erforderlich, zielführende Vorhaben zu identifizieren. Hierbei sind im Sinne von Frontloading abgesicherte Entscheidungen förderlich. Zum Verkürzen von Iterationsschleifen muss frühzeitig erkannt werden, dass ein Vorhaben abgebrochen werden sollte. Hierbei ist das Mehraugenprinzip hilfreich, also die Beteiligung mehrerer Beteiligter, um auf möglichst viel Expertise zurückgreifen zu können. Damit diese Personen sich beteiligen können, ist es erforderlich, dass diese über Vorhaben, deren Verlauf und Änderungen informiert werden, also eine ausreichende Transparenz gewährleistet wird.

Zum Steigern des Nutzens ist eine Verbesserung der Qualität erforderlich. Aus Kundensicht bezieht sich Qualität auf das jeweilige Endergebnis. In diesem Fall also auf das Resultat eines Entwicklungsprojektes. Aus Sicht der beteiligten Mitarbeiter bezieht sich Qualität zusätzlich auf das Ergebnis einzelner Arbeitsschritte. Hierbei kann neben dem Inhalt auch dessen Repräsentation relevant sein. Sind Inhalte gleich aufgebaut

und dargestellt, erhöht sich der Wiedererkennungswert und die Lesbarkeit. Eine einheitliche Ergebnisdarstellung scheint somit förderlich. Die Erfüllung der Qualitätsansprüche ist für die Kundenzufriedenheit und damit den Unternehmenserfolg wichtig. Um eine nachhaltig hohe Qualität zu gewährleisten, ist der Zugriff auf bisherige Erfahrungen und Kenntnisse über zurückliegende und aktuelle Entwicklungsvorhaben wichtig. Dies kann insbesondere durch das gezielte Ablegen und Vernetzen dieser Inhalte erreicht werden. In diesem Zusammenhang wird häufig auch von Wissensmanagement gesprochen.

Zur Übersicht werden die Vergleichskriterien in Tabelle 3.22 nochmals aufgeführt. Auch wenn einige Kriterien zwei Rubriken zugeordnet werden können, wurde aus Übersichtlichkeitsgründen auf eine detailliertere Darstellung verzichtet.

Tabelle 3.22: Vergleichskriterien

Nr.	Vergleichskriterium	Rubrik
0	konventionell / in Papierform möglich	konventionell
1	unterstützt bei Methodenanwendung (mangelnde Methodenkompetenz)	allgemein
2	beschleunigt Durchführung	Zeit
3	beschleunigt das Finden von Daten	
4	beschleunigt Informationsfluss	
5	einsehbare Planung	
6	abgesichertere Entscheidungen	Kosten
7	Transparenz ermöglicht frühzeitige Interventionen	
8	höherwertige Ergebnisse	Qualität
9	einheitliche Ergebnisse	
10	vernetzte Inhalte (Wissensmanagement)	

3.3 Zuordnung der Vergleichskriterien und Komponenten

Im Folgenden werden die Vergleichskriterien aus dem letzten Abschnitt den Komponenten-Merkmalen aus Abschnitt 3.1 zugeordnet. Eine Zuordnung kennzeichnet hierbei eine Relevanz zwischen Zeilen- und Spaltenwert, hinsichtlich des Themas dieser Arbeit. Für die Zuordnung werden die Vergleichskriterien-Nummern aus Tabelle 3.22 verwendet. Viele der getroffenen Zuordnungen sind aus dem Zusammenhang unmittelbar nachvollziehbar. Anmerkungsbedürftige werden gesondert erläutert.

Die einzelnen Zuordnungen wurden subjektiv getroffen und stellen ein Ergebnis der vorgeschlagenen Methode dar.

Prinzipiell könnten die Zuordnungen auch anders dargestellt werden, beispielsweise in einem Morphologischen Kasten. Allerdings erschien die gewählte Variante über die Beziehungsrelevanz als visuell besser auswertbar.

Aus Übersichtlichkeitsgründen wird die Legende nur einmalig in Tabelle 3.23 dargestellt. Des Weiteren werden in den grau hinterlegten Tabellenzeilen jeweils die insgesamt-zugeordneten Vergleichskriterien zusätzlich aufgeführt.

3.3.1 Webbasierte Komponenten

Im Folgenden werden exemplarisch ausgewählte Zuordnungen der webbasierten Komponenten beschrieben.

Activitystream

Wie in Abschnitt 3.1.1 dargestellt, unterstützt ein Activitystream primär den Informationsfluss und ermöglicht einen direkten Datenzugriff. Wenn andere Komponenten selbstständig Activitystream-Einträge hinzufügen können, unterstützt dies die Vernetzung. Darüber hinaus sorgt die protokollhafte Darstellung in einem einheitlichen Layout für eine erhöhte Transparenz über Projektaktivitäten.

In Tabelle 3.23 sind die Zuordnungen zwischen Activitystream-Merkmalen und den Vergleichskriterien dargestellt.

Tabelle 3.23: Vergleichskriterien-Activitystream-Zuordnung

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Activitystream				●	●			●		●	●
bietet individuelle Übersicht					●						
informiert über was/wann/wer					●						
ist aktuell					●						
bietet einfachen Datenzugriff				●							
ist chronologisch sortiert											
protokolliert								●			
kann automatisiert ergänzt werden										●	●

● zutreffend

⦿ teilweise zutreffend

Wiki

Die Möglichkeiten von Wikis (s.a. Abschnitt 3.1.1) waren konventionell nur umständlich oder nur teilweise realisierbar. Allerdings wurden auch bisher Informationen und Wissen dokumentiert.

In Tabelle 3.24 zeigt die Zuordnungen zwischen den Wiki-Merkmalen und den Vergleichskriterien.

Tabelle 3.24: Vergleichskriterien-Wiki-Zuordnung

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Wiki	◐	●	●	●	●		●	●	●	●	●
dient Dokumentation	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●
unterstützt "Wissensmanagement"	●			●	●						●
ermöglicht vernetzen/verlinken von Beiträgen				●	●		●	●	●		●
ist erweiterbar	◐								●		
ist korrigierbar	◐								●		
ist frei zugänglich											
sollte automatisiert erweitert werden können										●	●
sollte von anderen Komponenten zugänglich sein											●

Chat

Die Merkmale eines Chats, dass tendenziell kürzere Nachrichten gesendet werden sowie die möglichen Sender/Empfänger-Verhältnisse, wurden keinem Vergleichskriterium zugeordnet, aus Vollständigkeitsgründen aber aufgeführt.

Tabelle 3.25 zeigt die Zuordnungen zwischen den Chat-Merkmalen und den Vergleichskriterien.

Tabelle 3.25: Vergleichskriterien-Chat-Zuordnung

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Chat		●	●		●		●	●	●		
ermöglicht Kommunikation		●			●		●	●	●		
besteht aus tendenziell kürzeren Nachrichten											
kommuniziert wird synchron			●		●						
Sender/Empfänger-Verhältnis 1:1, n:n											

Blog

Konventionell betrachtet sind einige Möglichkeiten eines Blogs auch bereits mit E-Mails möglich gewesen. Allerdings sind E-Mails nicht zentral verfügbar und können nicht, wie in Abschnitt 3.1.1 beschrieben, modular eingebunden werden.

Tabelle 3.26 zeigt die Zuordnungen zwischen den Blog-Merkmalen und den Vergleichskriterien.

Tabelle 3.26: Vergleichskriterien-Blog-Zuordnung

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Blog	●	●			●		●	●	●		●
ermöglicht Kommunikation	●	●			●		●	●	●		
besteht aus tendenziell längeren Nachrichten	●										
kommuniziert wird asynchron	●										
Sender/Empfänger-Verhältnis 1:1, 1:n, n:n	●										
sollte von anderen Komponenten modular einbindbar sein											●

3.3.2 Konstruktionsmethodische Komponenten

Analog zu den webbasierten Komponenten werden in diesem Abschnitt die Zuordnungen der konstruktionsmethodischen Komponenten zu den Vergleichskriterien beschrieben.

Die Spalte 0 dient primär dem Vergleich zu den konventionellen Varianten. Daher wurden in dieser Spalte hauptsächlich die Aufgabe(n) der Methode zugeordnet.

Anforderungsliste

Bei Anforderungslisten sind einige Merkmal-Zuordnungen in konventioneller Form nur eingeschränkt oder umständlich möglich, weshalb diese lediglich mit ‚teilweise zutreffend‘ klassifiziert wurden.

Es ist anzunehmen, dass die Qualität einer Anforderungsliste steigt, wenn diese regelmäßig aktualisiert wird. Eine qualitativ höherwertige Anforderungsliste sollte weitgehend vollständig sein. Dadurch dürfte sie schneller abgearbeitet werden können, da mit weniger Nacharbeit und kleineren iterativen Rückschritten zu rechnen ist.

Besteht eine direkte Möglichkeit, separat über eine einzelne Anforderung zu kommunizieren, kann dies zu besseren Entscheidungen beitragen und frühzeitigere Interventionen ermöglichen. Ebenso dürfte die direkte Platzierung von Kommentaren am Bezugsobjekt, eine Anforderung, im Sinne des Wissensmanagements förderlich sein.

Tabelle 3.27 zeigt die Zuordnungen zwischen den Anforderungslisten-Merkmalen und den Vergleichskriterien.

Tabelle 3.27: Vergleichskriterien-Anforderungsliste-Zuordnung

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Anforderungslisten	◐	●	●	●	●		●	●	●	●	●
bietet Übersicht	●						●		●		
sollte vollständig sein	●										
ist geordnet	●			●							
sollte aktuell sein	◐				●						
sollte Änderungen hervorgehoben darstellen	◐				●						
sollte kommentieren ermöglichen	◐						●	●	●		●
sollte sicherstellen, dass Anforderungslisten einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess unterliegen	◐		●							●	●

Checkliste

Für Checklisten begründen sich die besonderen Zuordnungen analog zu den Anforderungslisten.

Tabelle 3.28 zeigt die Zuordnungen zwischen den Checklisten-Merkmalen und den Vergleichskriterien.

Tabelle 3.28: Vergleichskriterien-Checkliste-Zuordnung

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Checklisten	◐	●	●		●	●	●	●	●	●	●
bietet Übersicht	●						●	●	●		
visualisiert Status der Listenelemente	●						●	●	●		
sollte aktuell sein	◐				●						
sollte vollständig sein	●										
sollte Änderungen hervorgehoben darstellen	◐				●						
sollte sicherstellen, dass Checklisten einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess unterliegen	◐		●							●	●

Brainwriting

Beim Brainwriting wurde in Abschnitt 3.1.2 aufgezeigt, dass das zeitgleiche Einbringen von Ideen aufgrund der Moderationskapazitäten bei vielen Teilnehmern kaum möglich ist. Daher wurde dieses Merkmal nur mit ‚teilweise zutreffend‘ klassifiziert.

Die weiteren Zuordnungen werden als nachvollziehbar angenommen.

Tabelle 3.29 zeigt die Zuordnungen zwischen den Brainwriting-Merkmalen und den Vergleichskriterien.

Tabelle 3.29: Vergleichskriterien-Brainwriting-Zuordnung

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Brainwriting	◐	●	●		●		●		●		
ist schriftliche Ideensammlung	●						●				
ermöglicht zeitgleiches Einbringen von Ideen	◐		●		●				●		
sollte Teilnehmerzahl nicht begrenzen					●				●		
sollte anonyme Beiträge ermöglichen							●		●		
sollte offenen Teilnehmerkreis ermöglichen							●		●		
sollte definierbares Zeitfenster für Ideen-Einreichung haben			●		●						
sollte Moderation ermöglichen		●	●								

Morphologischer Kasten

Die zugeordneten Vergleichskriterien zu den Merkmalen des Morphologischen Kastens werden als nachvollziehbar angenommen und sind in Tabelle 3.30 dargestellt.

Tabelle 3.30: Vergleichskriterien-Morphologischer Kasten-Zuordnung

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Morphologischer Kasten	◐	●	●	●	●		●	●	●	●	●
bietet Übersicht	●			●	●		●	●			
ist erweiterbar	●										
ist veränderbar	●										
erlaubt das Zusammenstellen von Lösungsvarianten	●		●								
sollte anwenderfreundlicher aufzubauen sein		●	●		●						
sollte schneller aufzubauen sein			●								
sollte kommentiert werden können	◐				●		●	●	●		●
sollte Detailinformationen aufnehmen können				●	●		●	●			●
sollte Anzahl zeitgleich mitwirkender Personen nicht einschränken			●		●		●				
sollte einheitlich dargestellt werden				●			●			●	●
sollte Zugriff auf bestehende Teillösungen vereinfachen			●	●							●

Konstruktionskatalog

Die zugeordneten Vergleichskriterien zu den Merkmalen des Konstruktionskataloges werden als nachvollziehbar angenommen und sind in Tabelle 3.31 dargestellt.

Tabelle 3.31: Vergleichskriterien-Konstruktionskatalog-Zuordnung

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Konstruktionskataloge	◐	●	●	●	●		●	●	●		●
bietet Übersicht	●			●	●		●	●			
ist erweiterbar	●										
sollte schneller erstellt werden können			●								
sollte kommentiert werden können	◐				●		●	●	●		●
sollte Detailinformationen aufnehmen können				●	●		●	●			●
sollte Inhalte einheitlich darstellen				●			●				●
sollte Zugriff auf bestehende Teillösungen vereinfachen			●	●							●

Paarweiser-Vergleich

Die zugeordneten Vergleichskriterien zu den Merkmalen des Paarweisen-Vergleiches werden als nachvollziehbar angenommen und sind in Tabelle 3.32 dargestellt.

Tabelle 3.32: Vergleichskriterien-Paarweiser Vergleich-Zuordnung

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Paarweiser-Vergleich	◐	●	●				●	●	●	●	
differenziert Vergleichselemente	●		●				●	●	●	●	
sollte Eingabeaufwand reduzieren			●								
sollte beschleunigt durchführbar sein			●								
sollte Fehlbeurteilungen ausschließen		●	●				●		●		

Nutzwertanalyse

Die zugeordneten Vergleichskriterien zu den Merkmalen der Nutzwertanalyse werden als nachvollziehbar angenommen und sind in Tabelle 3.33 dargestellt.

Tabelle 3.33: Vergleichskriterien-Nutzwertanalyse-Zuordnung

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nutzwertanalyse	◐	●	●				●	●	●	●	
visualisiert vergleichende Varianten	●		●				●	●	●	●	
sollte Gruppenprozesse unterstützen			●				●		●		
sollte Eingabeaufwand reduzieren			●								
sollte isolierte Bewertungen erlauben			●				●				

FMEA

Die zugeordneten Vergleichskriterien zu den Merkmalen der FMEA werden als nachvollziehbar angenommen und sind in Tabelle 3.34 dargestellt.

Tabelle 3.34: Vergleichskriterien-FMEA-Zuordnung

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FMEA	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●
bietet Übersicht	●						●	●	●		
sollte Schwachstellen optisch hervorheben	●			●	●		●	●	●		
sollte vollständig sein	●										
sollte Änderungen hervorgehoben darstellen	●			●	●						
sollte aktuell sein	●				●						
sollte kommentieren ermöglichen	●						●	●	●		●
sollte Verbesserungsvorschläge aufnehmen können				●	●		●		●		●
sollte sicherstellen, dass FMEAs einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess unterliegen	●		●							●	●

3.3.3 Unterstützende Komponenten

Analog zu den beiden vorherigen Abschnitten werden im Folgenden die Zuordnungen der unterstützenden Komponenten zu den Vergleichskriterien beschrieben.

Projektmanagement

Das Projektmanagement ist die einzige Komponente, die bei der Planung unterstützt (Spalte 5).

Die weiteren zugeordneten Vergleichskriterien zu den Merkmalen des Projektmanagements werden als nachvollziehbar angenommen und sind in Tabelle 3.35 dargestellt.

Tabelle 3.35: Vergleichskriterien-Projektmanagement-Zuordnung

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Projektmanagement	●		●		●	●			●		
schafft Übersicht	●		●		●	●			●		
definiert die Vorgehensweise	●		●								
organisiert Projektdaten	●										
koordiniert Teamarbeit	●										
sollte in Projektphasen unterteilt werden können	●		●			●					
sollte Checklisten je Projektphase aufnehmen können	●		●			●					

Datenbank

Die zugeordneten Vergleichskriterien zu den Merkmalen einer Datenbank werden als nachvollziehbar angenommen und sind in Tabelle 3.36 dargestellt.

Tabelle 3.36: Vergleichskriterien-Datenbank-Zuordnung

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Datenbank	●		●	●	●		●		●		●
stellt Daten zentral zur Verfügung	●		●	●	●		●		●		
ermöglicht Datenverknüpfungen	●		●								●
ermöglicht gezielten Datenzugriff			●	●							

Dokumentenmanagement

Die zugeordneten Vergleichskriterien zu den Merkmalen des Dokumentenmanagements werden als nachvollziehbar angenommen und sind in Tabelle 3.37 dargestellt.

Tabelle 3.37: Vergleichskriterien-Dokumentenmanagement-Zuordnung

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dokumentenmanagement	◐		●	●	●			●	●		
legt Dokumente ab	●										
ist zentral zugänglich	●		●	●							
versioniert Dokumentenstände	●							●	●		
sollte Unterschiede bei Dokumentversionen darstellen können	◐			●	●			●			

Rechte- und Rollenmanagement

Die zugeordneten Vergleichskriterien zu den Merkmalen des Rechte- und Rollenmanagements werden als nachvollziehbar angenommen und sind in Tabelle 3.38 dargestellt.

Tabelle 3.38: Vergleichskriterien-Rechte- und Rollenmanagement-Zuordnung

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rechte- / und Rollenmanagement	●		●	●	●		●	●	●		
dient der Datensicherheit	●										
ermöglicht rechtsspezifisches Funktionalitäten	●		●	●	●		●		●		
ermöglicht rechtsspezifische Ansichten	●		●	●	●		●	●	●		

Login/ Userverwaltung

Die zugeordneten Vergleichskriterien zu den Merkmalen des Logins/ der Userverwaltung werden als nachvollziehbar angenommen und sind in Tabelle 3.39 dargestellt.

Tabelle 3.39: Vergleichskriterien-Login/ Userverwaltung-Zuordnung

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Login/ Userverwaltung	●		●	●	●		●	●	●	●	
dient der Anwenderverwaltung	●						●				
dient der Anwender-Authentifizierung	●		●	●	●		●	●	●	●	

Komponentenzugriff

Die zugeordneten Vergleichskriterien zu den Merkmalen des Komponentenzugriffs werden als nachvollziehbar angenommen und sind in Tabelle 3.40 dargestellt.

Tabelle 3.40: Vergleichskriterien-Komponentenzugriff-Zuordnung

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Komponentenzugriff	◐		●	●							
ermöglicht Komponentenzugriff	●		●	●							
sollte Zugriff auf projektphasenrelevante Komponenten vereinfachen	◐		●	●							

3.3.4 Überlagerte Betrachtung

In den letzten drei Abschnitten wurden die webbasierten, konstruktionsmethodischen und unterstützenden Komponenten den Vergleichskriterien zugeordnet. In Tabelle 3.41 sind diese Zuordnungen nochmals überlagert dargestellt.

Tabelle 3.41: Überlagerte Darstellung der Zuordnungen

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Überlagert	◐	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Webbasierte Komponenten	◐		●	●	●	●	●	●	●	●	●
Konstruktionsmethodische Komponenten	◐	●	●	●	●		●	●	●	●	●
Unterstützende Komponenten	◐		●	●	●	●	●	●	●	●	●

Wie aus dieser Tabelle hervorgeht, sind die drei Komponentengruppen nahezu allen Vergleichskriterien zugeordnet worden. Bei einer Zuordnung zu dem gleichen Vergleichskriterium gibt es prinzipiell eine Beziehung und damit eine Möglichkeit zur Unterstützung. Den Zusammenhang über die Vergleichskriterien zeigt zusätzlich Abbildung 3.2. Bevor exemplarisch die Unterstützungsmöglichkeiten beschrieben werden, wird kurz auf die (im Vergleich abweichenden) Spalten 0, 1 und 5 in Tabelle 3.41 eingegangen:

- Spalte 0 verdeutlicht, dass konventionell nicht alles möglich ist.
- Spalte 1 zeigt, dass die Konstruktionsmethoden (erwartungsgemäß) den Methodenbereich unterstützen.

- Spalte 5 verdeutlicht, dass eine einsehbare Planung nicht Bestandteil der konstruktionsmethodischen Komponenten ist.

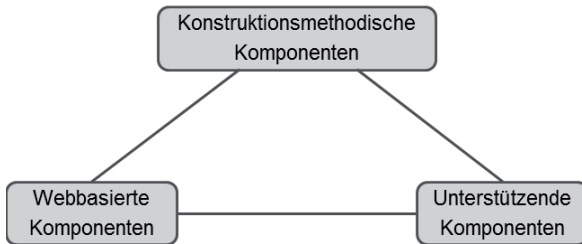


Abbildung 3.2: Komponentenbeziehungen über Vergleichskriterien (ungerichtet)

Um das Prinzip zu verdeutlichen, wie die Zuordnungstabellen zu lesen sind, sollen die Zusammenhänge über die Vergleichskriterien am Beispiel der FMEA auszugsweise dargestellt werden.

Ein Merkmal einer FMEA ist: ‚sollte kommentieren ermöglichen‘ (s. Tabelle 3.34). Dieses Merkmal ist den Vergleichskriterien 0, 6, 7, 8 und 10 zugeordnet.

Die 0 ist im Folgenden unbedeutend und zeigt lediglich, dass es auch konventionell möglich wäre. In diesem Fall beispielsweise durch handschriftliche Kommentare auf einer ausgedruckten FMEA.

Vergleichskriterium 6 lautet ‚abgesichertere Entscheidungen‘. Sowohl bei den webbasierten, als auch bei den unterstützenden Komponenten gibt es hierzu ebenfalls Zuordnungen (s. Tabelle 3.24, Tabelle 3.25, Tabelle 3.26, Tabelle 3.36, Tabelle 3.38, Tabelle 3.39).

Bei den webbasierten Komponenten sind dies Chat, Blog und Wiki. Bei Chat und Blog bezieht sich die Zuordnung auf ‚ermöglicht Kommunikation‘. Das FMEA-Merkmal ‚sollte kommentieren ermöglichen‘ könnte daher durch das Einbinden eines Chats oder eines Blogs realisiert werden. Bei Wiki bezieht sich die Zuordnung auf ‚dient Dokumentation‘ und ‚ermöglicht vernetzen/ verlinken von Beiträgen‘. Das Kommentieren könnte auch in einem Wiki auf einer Wiki-Seite erfolgen (dokumentieren). Wird so eine Kommentar-Wiki-Seite mit anderen Wiki-Seiten vernetzt, könnten zusätzliche Inhalte berücksichtigt werden.

Bei den unterstützenden Komponenten sind dem Vergleichskriterium 6 Login/ Userverwaltung, Rechte- und Rollenmanagement sowie Datenbank zugeordnet. Bei Login/ Userverwaltung könnte die Unterstützung darin bestehen, dass die Kommentar-Autoren auf Basis ihrer Authentifizierung mit dem Kommentar gespeichert und angezeigt werden können. Das Rechte- und Rollenmanagement ist über die Merkmale ‚ermöglicht rechtespezifische Funktionalitäten‘ und ‚ermöglicht rechtespezifische Ansichten‘ zugeordnet. In Abhängigkeit der jeweiligen Anwenderrechte könnte die Möglichkeit

zum Kommentieren, als auch die Darstellung von bestehenden Kommentaren, gesteuert werden. Die Datenbank-Komponente ist mit dem Merkmal ‚stellt Daten zentral zur Verfügung‘ dem Vergleichskriterium zugeordnet. Durch das zentrale Bereitstellen können alle neuen Kommentare umgehend allen Anwendern bereitgestellt werden.

Analog zu diesen exemplarischen Darstellungen müsste nun auch für die Zuordnungen zu den Vergleichskriterien 7, 8 und 10 verfahren werden.

4 Umsetzung

Nach dem Konzept wird nun beschrieben, wie dieses in Form eines Demonstrators umgesetzt wurde. Mit dem Demonstrator soll geprüft werden, ob die webbasierten Technologien dem erstellten Konzept folgend umgesetzt werden können und den Konstruktionsmethodik-Einsatz in der frühen Phase der Produktentwicklung unterstützen können. Es bildet daher die Grundlage der nachfolgenden Evaluation in Kapitel 5.

Dazu wird auf die Entwicklungsumgebung eingegangen und anschließend der realisierte Demonstrator-Umfang beschrieben.

4.1 Entwicklungsumgebung

Da der Demonstrator ein Produkt aus dem webbasierten Bereich darstellt, erschien es zielführend, eine Entwicklungsumgebung zu wählen, die hierauf ausgerichtet ist und unterstützt. Neben der Entwicklungsumgebung erschien es des Weiteren hilfreich, wenn bereits auf einer bestehenden Technologie (Software, Software-Framework, oder ähnlichem) aufgebaut werden kann, so dass nicht jeder Bestandteil entwickelt werden muss.

Für den webbasierten Bereich gibt es eine Vielfalt an bestehenden Technologien. Diese sind teilweise sehr ähnlich und stehen im Wettbewerb zu einander, sind mitunter aber auch speziell auf einzelne Zielgruppen ausgerichtet (Marktnischenstrategie). Häufig sind die Technologien modular aufgebaut und können um bestehende Komponenten erweitert werden. Zwecks Erweiterung können Komponenten auch zusätzlich entwickelt werden. Eine Userverwaltung sowie ein Login sind in den meisten Umgebungen bereits enthalten. Andere Elemente, wie das Projektmanagement, sind ebenfalls häufig vorhanden oder lassen sich als fertige Komponente hinzufügen. Allerdings sind diese Komponenten dann in ihrem Funktionsumfang in der Regel sehr umfangreich, so dass sie über die Basisfunktionen im geplanten Rahmen des Demonstrators hinausgehen. Außerdem kann bei diesen nicht angenommen werden, dass erforderliche Schnittstellen vorhanden sind oder eigenständig hinzugefügt werden können beziehungsweise dürfen. Auf den Einsatz solcher Komponenten wurde daher verzichtet.

Als Entwicklungsplattform wurde Joomla! in der Versionsserie 2.5.x gewählt. Für die Wahl war maßgeblich, dass Joomla! modular aufgebaut ist und die Schnittstellen umfangreich dokumentiert sind. Joomla! ist laut [Wik14a] mit 11% eines der meist verwendeten Content-Management-Systeme (CMS) der Welt. Daher wurde angenommen, dass bei eventuell auftretenden Schwierigkeiten ausreichend Literatur, etc. vorhanden ist, um diese zu lösen. Joomla! ist ein Open-Source CMS, welches ursprünglich dazu entwickelt wurde, die journalistische Zusammenarbeit zu verbessern, so dass ausgewählte Anwender Inhalte einbringen und andere diese lesen können. Im Zuge der Ent-

wicklung wurde Joomla! jedoch zu einer modularen Plattform ausgebaut, welche durch zum Teil kostenlose Komponenten erweitert werden kann. Hierbei ist hervorzuheben, dass auch die eigenständige Entwicklung von Komponenten möglich ist [Wik14a].

Joomla! ist unterteilt in Frontend und Backend. Das Frontend stellt die Anwendersicht dar und das Backend umfasst Konfigurationsmöglichkeiten für Administratoren [Joo15]. Neben der Konfiguration von Systemeinstellungen gibt es auch Möglichkeiten, die User sowie Komponenten und Layout-Templates zu verwalten. Die Bezeichnungen Frontend und Backend weichen damit von der im Informatikumfeld sonst üblichen Verwendung ab. Üblicherweise kennzeichnet das Frontend in einem Mehrschichtsystem die anwendernahe Schicht und das Backend die datenhaltungsnahe Schicht [Wik15].

Die einzelnen Joomla! Komponenten sind in Model, View und Controller (MVC) unterteilt (3-Schichtenmodell). Das Model bildet die Schnittstelle zur Datenbank, in Views werden die einzelnen Ansichten für den Anwender im Browser definiert/ generiert und im Controller wird das Zusammenspiel von Model und View koordiniert.

Joomla! basiert auf der Skriptsprache PHP und nutzt für die Datenhaltung eine MySQL-Datenbank.

Joomla! eignet sich aufgrund des modularen Aufbaus und der dokumentierten Schnittstellen für den Aufbau des Demonstrators. Prinzipiell hätten aber auch andere Entwicklungssysteme verwendet werden können.

Als Entwicklungsumgebung wurde zum Programmieren die Open-Source Software Eclipse mit einer Erweiterung für die PHP-Syntax verwendet. Der direkte Zugriff auf die MySQL-Datenbank erfolgte mit der MySQL-Workbench (für die lokale Testdatenbank) und mit PHP-MyAdmin (für die Onlinedatenbank).

Zu Testzwecken wurde die Software XAMPP verwendet, welche auf einem lokalen Rechner unter anderem die PHP- und MySQL-Datenbank-Funktionalitäten bereitstellt.

4.2 Demonstrator

Im letzten Abschnitt wurde auf die Entwicklungsumgebung eingegangen. Nun folgt die Beschreibung des Demonstrator-Umfangs. Hierzu wird zuerst eine Übersicht über den Gesamtumfang gegeben, bevor der Demonstrator anschließend auszugsweise dargestellt wird.

4.2.1 Übersicht

Der Demonstrator wurde ausgehend von dem Konzept (s. Kapitel 3) entwickelt. Detaillierte Ausführungen sind in den Arbeiten von [Hab12b, Kau13a, Kau13b, Lüc13a, Lüc13b] nachzulesen.

Vom Konzept weichen folgende Punkte ab:

- Das Rechte- und Rollenmanagement wurde vorgesehen, damit besonders Datenzugriffe gezielt gesteuert und kontrolliert werden können. Dies ist besonders

aus Geheimhaltungsgründen in einem Unternehmen relevant, um einerseits gemeinsames Arbeiten zu ermöglichen und andererseits spezifische Daten zu schützen.

Für diese wissenschaftliche Arbeit erschien die Geheimhaltung im Evaluationsumfeld irrelevant. Daher wurde auf die Implementierung eines Rechte- und Rollenmanagements verzichtet.

- Morphologischen Kästen und Konstruktionskataloge sind tabellarische Darstellungen, in denen jeweils Teillösungen aufgelistet werden. Für eine einheitliche Repräsentation und zum Vermeiden redundanter Dateneingaben erscheint ein gemeinsamer Datenspeicher zweckmäßig. Da einige Merkmale beider Komponenten identisch sind (s. Tabelle 3.11 und Tabelle 3.12), wurden diese Komponenten gemeinsam entwickelt und resultierten in einer einzigen Software-Komponente (s. Tabelle 4.1).
- Chats und Blogs dienen beide der Kommunikation. Es gibt zwar einige Unterschiede (s. Tabelle 3.3 und Tabelle 3.4), aber prinzipiell werden Beiträge angezeigt und können Beiträge gesendet werden. Daher wurden diese Komponenten ebenfalls zusammengefasst entwickelt. Um die jeweiligen Besonderheiten dennoch nutzen zu können, besteht die Möglichkeit, neue Kommunikationsobjekte anzulegen und diese zu konfigurieren. Zu den Konfigurationsmöglichkeiten zählen beispielsweise die maximale Beitragslänge und ob die Kommunikation synchron erfolgen soll. Brainwriting zählt zwar nicht zu den Kommunikationsmitteln, allerdings werden hierbei ebenfalls Beiträge eingereicht und angezeigt. Deshalb wurden die Konfigurationsmöglichkeiten der Kommunikationsobjekte um die spezifischen Brainwriting-Merkmale ergänzt, so dass die Kommunikations-Komponente ebenfalls Brainwritings abbilden kann (s. Tabelle 4.1).

Tabelle 4.1 listet die Komponenten alphabetisch auf und zeigt zusätzlich den Umfang an separaten Ansichten im Internetbrowser sowie die Anzahl zugrunde liegender Datenbanktabellen. Die Summe dient lediglich dazu den Gesamtumfang zu quantifizieren.

Tabelle 4.1: Entwickelte Komponenten mit Angabe von View- und Datenbanktabellen-Anzahl

Nr.	Komponente	Anzahl Views	Anzahl DB-Tabellen
1	Activystream	1	6
2	Anforderungsliste	5	4
3	Brainwriting / Kommunikation	7	7
4	Checkliste	5	4
5	Dokumentenmanagement	6	5
6	FMEA	5	4
7	Konstruktionskatalog	12	14
8	Morphologischer-Kasten		
9	Nutzwertanalyse	6	4
10	Paarweiser-Vergleich	5	3
11	Projektmanagement	5	9
12	Wiki	8	8
	Summe	65	68

Die Tabelle 4.2 zeigt die Beziehungen und verdeutlicht im Korrelationsbereich den (primären) Datenfluss zwischen den einzelnen Komponenten. Beispielsweise sollen dem Konzept folgend, zwecks Informationsfluss und Datenzugriffsmöglichkeiten im Activystream, alle definierten Aktivitäten aufgeführt werden, die in den konstruktionsmethodischen Komponenten stattfinden (s. Kapitel 3). Außerdem werden zum Beispiel Verbindungen zwischen Morphologischen Kästen, Konstruktionskatalogen und Wiki-Seiten deutlich (s.a. Abschnitt 4.2.2).

In der Tabelle sind zuerst die konstruktionsmethodischen Komponenten und separiert die unterstützenden und webbasierten Komponenten gemeinsam aufgeführt.

Die Datenbank wurde aus Übersichtlichkeitsgründen nicht aufgeführt. Sämtliche Komponenten arbeiten aber gegen die Datenbank (s. Tabelle 4.1).

Das Login wurde mit dem Rechtemanagement in einer Zeile dargestellt. Zuvor wurde aufgeführt, dass kein Rechtemanagement implementiert wurde. An dieser Stelle ist damit gemeint, dass im Demonstrator geprüft wird, ob der authentifizierte Anwender einem Projekt zugeordnet ist und damit Berechtigungen auf die Projektdaten bestehen.

Tabelle 4.2: Beziehungsmatrix der Demonstratorkomponenten

Nr.	Komponente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Anforderungsliste	-	-	-	-	-	1	1	-	x	-	1	3	-	e
2	Checkliste	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	1	3	-	e
3	Brainwriting	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	1	-	-	e
4	Morphologischer Kasten	-	-	-	-	2	-	1	-	x	1	1	3	2	e
5	Konstruktionskatalog	-	-	-	2	-	-	-	-	x	1	1	3	2	e
6	Paarweiser-Vergleich	3	-	-	-	-	-	1	-	x	-	1	-	-	e
7	Nutzwertanalyse	3	-	-	3	-	3	-	-	x	-	1	3	-	e
8	FMEA	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	1	3	-	e
9	Projektmanagement	x	x	x	x	x	x	x	x	-	(x)	1	x	x	e
10	Dokumentenmanagement	-	-	-	3	3	-	-	-	(x)	-	1	-	3	(e)
11	Activitystream	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-	3	-	e
12	Kommunikation	1	1	-	1	1	-	1	1	x	-	1	-	-	e
13	Wiki	-	-	-	2	2	-	-	-	-	1	-	-	-	e
14	Login+Rechtmanagement	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- 1 Datenverkehr von Zeile zu Spalte
- 2 Datenverkehr in beide Richtungen
- 3 Datenverkehr von Spalte zu Zeile
- x Zuordnung von Spalte zu Zeile
- e Login für Zugriff erforderlich
- () teilweise

Im Anhang A ist zusätzlich ein abstraktes Entity-Relationship-Modell des Demonstrators dargestellt, welches die Beziehungen zwischen den Elementen visualisiert.

4.2.2 Funktionsumfang (auszugsweise)

In diesem Abschnitt wird der Funktionsumfang auszugsweise dargestellt. Zum besseren Verständnis wird eingangs der grundsätzliche Funktionsumfang aufgeführt. Anschließend werden auszugsweise, ausgewählte Funktionalitäten und Komponenten präsentiert. Die Auswahl zielte hierbei darauf, besondere Merkmale der einzelnen, umgesetzten Komponenten hervorzuheben. Bei den Abbildungen handelt es sich um Screenshots des Demonstrators mit Daten, die während der Evaluation erarbeitet wurden (s. Kapitel 5). Um keine personenbezogenen Daten darzustellen, wurden die Userdaten zuvor anonymisiert (s. Abbildung 4.1).

Grundsätzlicher Funktionsumfang

Userverwaltung und Login werden bereits von Joomla bereitgestellt. Nachdem die Benutzer von einem Administrator registriert wurden, können sich die einzelnen Anwender im Login-Bereich anmelden. Authentifizierte Anwender haben die Möglichkeit, Projektvorlagen zu erstellen. Auf Basis dieser Vorlagen können einzelne Projekte abgeleitet werden, denen unter anderem Projektleiter, Projektstellvertreter sowie die Team-

mitglieder zugeordnet werden können. Die Projekteinstellungen können lediglich vom Projektleiter oder Stellvertreter editiert werden. Alle anderen Möglichkeiten sind für sämtliche Projektmitglieder verfügbar. Für alle Projektbeteiligten ist dieses Projekt anschließend nach deren Login im projektunabhängigen Activitystream sichtbar. Wird in diesem Activitystream ein Projekt ausgewählt, wird dem Anwender der projektbezogene Activitystream präsentiert, in dem sämtliche (Projekt-)Ereignisse chronologisch aufgelistet werden (s. Abbildung 4.1). Hierfür werden die Daten spezifisch gefiltert (s. Activitystream in 3.1.1). Per Link sind die zugehörigen Elemente für alle Projektmitglieder erreichbar²⁴. Mit der spezifischen Filterung und den direkten Zugriffsmöglichkeiten mit Links soll die Übersichtlichkeit verbessert (Aufwand), der Informationsfluss beschleunigt (Nutzen) und der Zugriffsaufwand gesenkt werden (s. Kapitel 3).



PROJEKTTÄTIVITÄTEN

KW 11

Der Morphologische Kasten 'Gruppe 1_Apfel-Sortiermaschine' wurde verändert

B. Muster, C. Musterfrau, D. Musterchen · 12.03.2014 - 21:46 Uhr

KW 9

Der Morphologische Kasten 'Gruppe 1_Apfel-Sortiermaschine' wurde verändert

A. Mustermann · 28.02.2014 - 13:38 Uhr

KW 8

In 'Funktionsanalyse' wurde etwas gepostet

anonymous · 19.02.2014 - 20:59 Uhr

Checkliste 'CL Konzipieren' wurde aktualisiert

D. Musterchen · 19.02.2014 - 20:45 Uhr

Das Kommunikationselement 'Funktionsanalyse (Brainwriting (standard))' wurde dem Projekt hinzugefügt

D. Musterchen · 19.02.2014 - 19:57 Uhr

Abbildung 4.1: Activitystream und Projektphasendarstellung

Der Activitystream stellt somit sowohl eine Art Verlaufsprotokoll als auch die zentrale Datenzugriffs-Möglichkeit dar. Die Projektphasen sind oberhalb des projektspezifischen Activitystreams dargestellt. Die jeweils aktuelle Projektphase ist optisch hervorgehoben.

²⁴ Die durch Hochkommata in der Abbildung hervorgehobenen Begriffe sind mit der zugehörigen Komponenten und den jeweiligen Daten verlinkt.

Im Menü (Komponentenzugriff) werden die der Phase zugeordneten Konstruktionsmethodenkomponenten sowie weitere unterstützenden Komponenten zur Auswahl angeboten (s. Abbildung 4.2). Über dieses Menü kann jedes Projektmitglied auf bestehende Elemente zugreifen und dem Projekt weitere Elemente hinzufügen. Die einzelnen Buchstaben stellen den Anfangsbuchstaben der jeweiligen Komponente dar²⁵. Durch die Reduzierung auf den Anfangsbuchstaben konnte das Menü kompakt dargestellt werden. Dies sollte die Übersichtlichkeit steigern und damit den Orientierungsaufwand reduzieren. Wird der Mauszeiger über den Buchstaben bewegt (Mouseover), erscheint die vollständige Komponentenbezeichnung. Üblicherweise werden in Menüs Bezeichnungen (Text), Symbole oder Icons verwendet. Die Verwendung des ersten Buchstabens erschien jedoch einfacher umsetzbar und sollte zum schnellen Identifizieren eines gesuchten Menü-Elementes ausreichen.

Zusätzlich zu der Reduzierung auf den Anfangsbuchstaben, werden aus Übersichtlichkeitsgründen lediglich die der Phase zugeordneten Konstruktionsmethodenkomponenten dargestellt. Die weiteren verfügbaren Komponenten (in Abbildung 4.2 unterhalb „Alle anzeigen“) sind zuerst versteckt und werden erst sichtbar, wenn auf „Alle anzeigen“ geklickt wird. Hierdurch sollte dem Konzept folgend die Übersichtlichkeit weiter gesteigert werden (s. Komponentenzugriff in Abschnitt 3.1.3).

Tools



Abbildung 4.2: Projektphasenabhängiges Menü (Komponentenzugriff)

Der Mouseover-Effekt wird auch in weiteren Komponenten eingesetzt (s.u.) um die Übersichtlichkeit zu verbessern, ohne auf Informationen oder Funktionalitäten zu verzichten. Hierdurch sollte der Aufwand beim Verstehen und Interpretieren gesenkt und der Nutzen durch zusätzliche Informationen beziehungsweise Funktionalitäten gesteigert werden.

Im Folgenden besteht bei einigen Komponenten die Möglichkeit, Kommentare (beziehungsweise verallgemeinert Textbeiträge) hinzuzufügen. Dies wurde im Konzept bei mehreren Komponenten vorgesehen (s. Anforderungsliste, Morphologischer Kasten,

²⁵ 1. Zeile: Anforderungslisten, Checklisten, FMEAs, Konstruktionskataloge, Morphologische Kästen

2. Zeile: Paarweiser-Vergleich, Projektmanagement, Wertigkeitsverfahren (Nutzwertanalyse)

3. Zeile: Dokumentenmanagement, Kommunikation, Projektübersicht, Wiki

Konstruktionskatalog, FMEA in Abschnitt 3.1.2) um das Erfahrungswissen der Mitarbeiter direkt an einzelnen Datenobjekten platzieren zu können. Aus Übersichtlichkeitsgründen werden bestehende Kommentare und die Kommentar-Eingabemöglichkeit in einer separaten Ansicht angezeigt. Für diese Funktionalität kommen Blogs zum Einsatz, die entsprechend konfiguriert wurden (s. Blogs in Abschnitt 3.1.1).

Um den Informationsgehalt zu steigern, jedoch die Übersichtlichkeit zu erhalten, erschien es sinnvoll, differenziert darzustellen, ob hinter einem Link bereits Daten vorhanden sind oder erstmalig generiert werden müssen. Dies wurde durch einen dunkler gefärbten Rand um den Link realisiert. Damit diese Funktionalität für den Anwender verständlich ist, wurde der Mouseover-Effekt verwendet. Wird der Mauszeiger über das Element bewegt, wird dem Anwender der Status eingeblendet. Dieser ist abhängig davon, ob Daten bereits vorhanden sind oder nicht.

Anforderungslisten

Anforderungslisten, Checklisten und FMEAs sollten laut dem Konzept unter anderem aktuell sein, Änderungen hervorgehoben darstellen und einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess folgen. Dies lässt sich unterschiedlich realisieren. Im Demonstrator wurde ein Ansatz gewählt, der auf Vorlagen basiert. Nur Vorlagen können erstellt und editiert werden. Um einem Projekt eine Anforderungsliste hinzuzufügen, wird diese von einer Anforderungslisten-Vorlage abgeleitet. Hierdurch wird sichergestellt, dass sämtliche Änderungen sich immer auf die Vorlage auswirken und allen zukünftigen Projekten zur Verfügung stehen. Dies soll den kontinuierlichen Verbesserungsprozess unterstützen, wie er im Konzept vorgesehen wurde (s. Anforderungslisten in 3.1.2). Wurde die Vorlage einer abgeleiteten Anforderungsliste verändert, wird dies angezeigt und jedes Projektmitglied erhält die Möglichkeit, die abgeleitete Version zu aktualisieren. Hierbei werden sämtliche Änderungen nachgezogen. Der Auszug einer exemplarischen Anforderungsliste ist in Abbildung 4.3 dargestellt. Einige Informationen sind aus Übersichtlichkeitsgründen jedoch nicht sichtbar, da auch hier der Mouseover-Effekt verwendet wurde. Wird der Mauszeiger über die Zeilennummer bewegt, wird beispielsweise in einem erscheinenden Textfeld der Erstellungs- beziehungsweise letzte Änderungszeitpunkt angezeigt. Ebenso werden der für die Änderung verantwortliche Autor sowie die Versionsnummer aufgeführt.

Gruppe 1 - Anforderungslistenvorlage

Speichern

Nr.	Status	Anforderung	Min	Nenn	Max	F/W	Sonstiges	
1	<input type="checkbox"/>	Produktionszahl in Stück je Stunde	15000	20000	25000	W	info	<input type="text" value="K"/>
2	<input type="checkbox"/>	Verfügbarkeit in Prozent	92	95	100	W	info	<input type="text" value="K"/>

Abbildung 4.3: Auszug einer exemplarischen Anforderungsliste

Der Übersichtlichkeit halber werden zusätzliche Informationen in der Spalte Sonstiges ebenfalls nur angezeigt, wenn der Mauszeiger sich über dem Feld befindet (Mouseover-Effekt).

In der letzten Spalte ist in jeder Zeile ein ‚K‘ dargestellt. Dieses steht für Kommentar und ist ein Link zum Anzeigen und Hinzufügen von Kommentaren (s. Abbildung 4.4). Sind bereits Kommentare vorhanden, wird der Buchstabe dunkel umrandet (s. exemplarisch Anforderung 1 in Abbildung 4.3). Um den kontinuierlichen Verbesserungsprozess weiter zu unterstützen, werden die Kommentare an der Vorlage platziert, so dass sie auch in sämtlichen anderen Instanzen zur Verfügung stehen. Hierdurch sollen Zugriffe auf die Kommentare einfach ermöglicht werden (Aufwand). Zusätzlich können die Kommentare das Erfahrungswissen (zumindest teilweise) in einem Datenspeicher ablegen und für das Unternehmen langfristig verfügbar machen (Nutzen).



Abbildung 4.4: Anzeigen und Hinzufügen von Kommentaren

Morphologischer Kasten, Konstruktionskataloge und Wiki

Soll einem Projekt ein Morphologischer Kasten hinzugefügt werden, kann dieser gemeinsam erarbeitet werden oder er wird mit zuvor erarbeiteten (Teil-)Funktionen und Teillösungen gefüllt (beispielsweise aus einem vorhergehenden Brainwriting).

Abbildung 4.5 zeigt einen Auszug eines Morphologischen Kastens, der im Rahmen der Evaluation erstellt wurde.

MORPHOLOGISCHER KASTEN: GRUPPE 1_APFEL-SORTIERMASCHINE

Daten bearbeiten PDF Lösungsvarianten anzeigen





















Gliederungsteil	Teillösungen							
		1	2	3	4	5	6	7
Äpfel transportieren	1	1.1  	1.2  	1.3  	1.4  			
		Fließband	Wasserlauf	von Hand	Schwerkraft			
Äpfel vom Schmutz befreien	2	2.1  	2.2  	2.3  	2.4  	2.5  	2.6  	
		Bürsten von Hand	Bürsten Maschine	einweichen	Wasserbestrahlung	vibration	entfällt	

Abbildung 4.5: Auszug eines exemplarischen Morphologischen Kastens

Über die obere Schaltfläche ‚Daten bearbeiten‘ kann die Bezeichnung des Morphologischen Kastens als auch die Gliederung mit den Funktionsbezeichnungen editiert werden. Eine hierarchische Unterteilung ist hierbei möglich. In den einzelnen Spalten sind die zugeordneten Teillösungen dargestellt, bestehend aus Bezeichnung und Abbildung. Wird eine Teillösung angelegt oder editiert, kann ihr auch eine Kurzbeschreibung zugewiesen werden, um beispielsweise die Bezeichnung oder die Abbildung zu erläutern. Diese wird jedoch erst dargestellt, wenn der Mauszeiger sich über dem Tabellenfeld befindet (Mouseover-Effekt). Hierdurch soll die Übersichtlichkeit verbessert werden. Die Kurzbeschreibung stellt die im Konzept geforderten Detailinformationen dar, welche aufgenommen werden sollen (s. Abschnitt 3.1.2).

In der zweiten Spalte sind jeweils drei Elemente dargestellt, die Aktionen auslösen können. Wird das ‚+‘ betätigt, kann der Anwender eine weitere Teillösung hinzufügen. Neben der Eingabe von neuen Teillösungen wird hierbei nach ähnlich geschriebenen Teillösungen in der Datenbank gesucht und gefundene Lösungen angezeigt (s. Abbildung 4.6), die zum Hinzufügen nur noch ausgewählt werden müssen. Jede neue Lösung wird in der Datenbank abgelegt und steht damit umgehend allen anderen Anwendern bei einer Lösungssuche zur Verfügung. Änderungen an einer Lösung, beispielsweise das nachträgliche Hinzufügen einer Abbildung, wirken sich hierbei auf sämtliche Verwendungen der Lösung aus, da auf denselben Datensatz verwiesen wird. Hierdurch wird der Eingabe- und Datenpflegeaufwand reduziert. Dies soll gemäß Konzept einen beschleunigten und anwenderfreundlichen Aufbau eines Morphologischen Kastens unterstützen und den Zugriff auf bestehende Lösungen vereinfachen (s. Abschnitt 3.1.2)



Abbildung 4.6: Lösungseingabe und -auswahl²⁶

Das ‚K‘ steht in diesem Fall für Konstruktionskatalog. Ist für die Funktion der jeweiligen Zeile bereits ein eigenständiger Konstruktionskatalog vorhanden, wird dies wieder durch einen dunklen Rand gekennzeichnet. Durch betätigen des ‚K‘ gelangt der Anwender zum bestehenden Konstruktionskatalog. Ist noch kein Katalog vorhanden, wird dieser neu angelegt. Hierbei wird die Funktionsbezeichnung als Katalogname verwendet und bereits zugeordnete Teillösungen zugeordnet. Da sowohl Konstruktionskataloge als auch Morphologische Kästen auf Daten gemeinsam zugreifen können, werden so im Konstruktionskatalog die gleichen Bezeichnungen, Abbildungen und Kurzbeschreibungen angezeigt. Werden im Konstruktionskatalog oder in der zugehörigen Zeile im Morphologischen Kasten neue Lösungen hinzugefügt, wird dies gekennzeichnet und es besteht die Möglichkeit, die neuen Lösungen hinzuzufügen. Hierdurch können neue Lösungen umgehend einfließen, die an anderer Stelle entstanden sind.

Mit dem Fragezeichen können sämtliche Anwender in die Lösungssuche einbezogen werden (in-house Open Innovation). Hierdurch wird dem Konzept folgend die Limitierung auf eine Personenanzahl (resultierend aus dem Projektteam) aufgehoben und eine weitere Möglichkeit geschaffen, den Aufbau zu beschleunigen (s. Morphologischer Kasten in 3.1.2). Nach dem Betätigen erscheint im projektunabhängigen Activitystream der Aufruf „Für die Funktion/Aufgabe [...] werden Lösungsideen gesucht, bitte helfen“.

²⁶ Die gefundenen Lösungsvorschläge basieren auf der Datenbanksuche nach den eingegebenen Zeichen „lich“ in dem Textfeld ‚Bezeichnung‘.

Wenn ein Anwender den Zugriffslink im Activitystream wählt, gelangt er zu einer separaten Ansicht, in der lediglich die spezifische Funktion und bisherige zugeordnete Teillösungen sichtbar sind. Der Zugriff auf den vollständigen Morphologischen Kasten wurde gezielt vermieden, damit sich der Anwender auf die angefragte Unterstützung fokussieren kann. In der separaten Ansicht erhält der Anwender ebenfalls die Möglichkeit, weitere Teillösungen hinzuzufügen. Hierbei kann er auch auf sämtliche bisherige Lösungen in der Datenbank zugreifen (s. Abbildung 4.6).

In den einzelnen Feldern für die Teillösungen im Morphologischen Kasten sind drei weitere Elemente sichtbar, ‚K‘, ‚W‘ und ‚>>‘. Das ‚K‘ steht hier wieder für Kommentare und bietet die gleiche Funktionalität wie bei den Anforderungslisten im vorherigen Abschnitt. Das ‚W‘ bietet den Zugriff auf eine zugehörige Wiki-Seite in der beispielsweise zusätzliche Detailinformationen aufgeführt werden können. Ist die Wiki-Seite noch nicht vorhanden, kann diese hierüber automatisiert generiert werden. Hierbei werden die Teillösungsbezeichnung, die Abbildung und eine eventuelle Kurzbeschreibung verwendet (s. Abbildung 4.7). Die zwei Bereiche „Morphologische Kästen“ und „Konstruktionskataloge“ listen sämtliche Morphologische Kästen beziehungsweise Konstruktionskataloge als Links auf, in denen diese Lösung enthalten ist und erhöhen so den Vernetzungsgrad und bieten einen einfachen Zugriff.



Abbildung 4.7: Automatisiert generierte Wiki-Seite

Durch Betätigen des Elements ‚>>‘ erscheint ein Menü, mit dem die jeweilige Teillösung editiert und die horizontale Position innerhalb der Tabelle manipuliert werden kann. Auch das Löschen der Teillösung ist hierüber möglich.

Über die obere Schaltfläche (im Morphologischen Kasten) „Lösungsvarianten anzeigen“ können neue Lösungsvarianten angelegt und bisherige editiert werden. Zum Anlegen einer neuen Lösungsvariante besteht hierfür die Möglichkeit, über Selektionsfelder, die einzelnen Teillösungen zusammenzustellen. Anstelle mehrere Lösungsvarianten

ten im Morphologischen Kasten (wie sonst üblich) mit teillösungsverbindenden Linien darzustellen, werden die Lösungsvarianten spaltenweise aufgeführt und sämtliche zugehörigen Teillösungen vollständig untereinander angezeigt.

Paarweiser-Vergleich und Nutzwertanalyse

Stehen mehrere Lösungsvarianten zur Auswahl, ist eine systematische Entscheidungsfindung sinnvoll. Hierdurch wird die Entscheidung (in der Regel) objektiver und nachvollziehbarer. Für den systematischen Vergleich sollten die gleichen Kriterien verwendet werden. Hierfür bieten sich die Anforderungen aus einer zugehörigen Anforderungsliste an. In der reinen Nutzwertanalyse werden gewichtete Kriterien verwendet [Ehr07]. Da die Kriterien, beziehungsweise Anforderungen, selten gleich gewichtet sind, sollten zuerst die Gewichtungsfaktoren ermittelt werden. Der Paarweise-Vergleich kann hierbei unterstützen. Um den Eingabeaufwand zu reduzieren, besteht in der Komponente für den Paarweisen-Vergleich die Möglichkeit, die Kriterien aus einer Anforderungsliste oder Checkliste zu übernehmen. Zusätzlich ist es möglich, weitere Kriterien manuell hinzuzufügen. Wie in Abschnitt 3.1.2 beschrieben, steigt der Durchführungsaufwand (Anzahl zu treffender Entscheidungen) mit der Kriterienanzahl exponentiell an. Könnte diese Anzahl und damit der Aufwand reduziert werden, wären Anwender wahrscheinlich eher bereit Paarweise-Vergleiche durchzuführen. Dem Konzept folgend sollten Paarweise-Vergleiche beschleunigt durchgeführt werden können. Das Verfahren wurde daher analysiert und konnte durch den Rechneinsatz signifikant beschleunigt werden (s. [Oel12]). Die Analyse ergab, dass die Durchführung eines Paarweisen-Vergleichs einem Sortiervorgang entspricht und dass aus den sortierten Ergebnissen die vollständige Ergebnistabelle rekonstruiert werden kann. Dies führte zu der Überlegung, dass zum Sortieren effizientere Verfahren eingesetzt werden können, bei denen weniger Entscheidungen erforderlich sind und hierdurch der Prozess beschleunigt werden kann. Die Optimierung bestand daher darin, rechnergestützt die Sortierung vorzunehmen und die zum Sortieren erforderlichen Entscheidungen vom Anwender treffen zu lassen. Abbildung 4.8 verdeutlicht den unterschiedlichen Aufwand zwischen dem konventionellen und dem optimierten Verfahren.

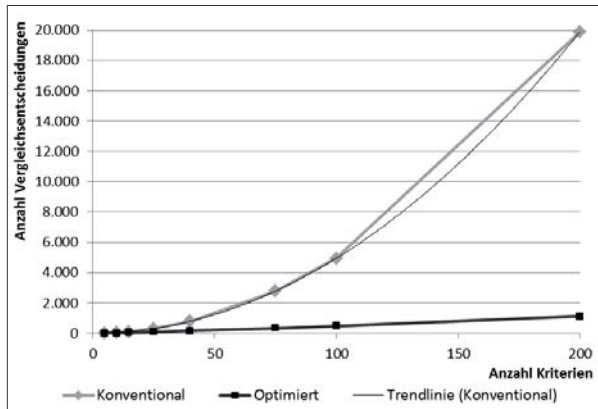


Abbildung 4.8: Vergleich von konventionellem und optimiertem Paarweisen-Vergleich²⁷

Für den Vergleich mehrerer Varianten wurde die Nutzwertanalyse implementiert. Um den Eingabeaufwand gemäß Konzept (s. Nutzwertanalyse in Abschnitt 3.1.2) zu reduzieren, können die Vergleichskriterien ebenfalls aus einer Anforderungsliste, Checkliste oder aus einem Paarweisen-Vergleich übernommen werden. Zusätzlich können weitere Vergleichskriterien manuell hinzugefügt werden. Wurde ein Paarweisen-Vergleich gewählt, werden auch die damit ermittelten Gewichtungsfaktoren bereits übernommen. Alternativ lassen sich diese eingeben. Zusätzlich ist die Bewertungsskala zu wählen. Hierbei wurden drei Standard-Skalen implementiert, zwischen denen der Anwender wählen kann:

- 0, 1, 2, 3, 4
- 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
- 0, 1, 3, 9

Die ersten beiden Skalen bieten eine unterschiedliche Differenzierungsbreite bei gleichen diskreten Abständen. Sie eignen sich damit für die Nutzwertanalyse und führen je Vergleichsobjekt zu einem Nutzwert. Die dritte Skala entspricht der häufig im House-of-Quality (Quality Function Deployment) verwendeten Skala. Durch die zunehmenden Abstände wird mit dieser Skala stärker differenziert. Das Bewertungsvorgehen bei der Nutzwertanalyse und der Übertragungsmatrix im House-of-Quality ist bis auf die Skala identisch. Daher wurde diese Skala zusätzlich implementiert, um die Einsatzmöglichkeiten der Komponente zu erweitern. Die drei Skalen werden in der Literatur häufig

²⁷ Nach [Oel12].

genannt und schienen aufgrund ihres unterschiedlichen Zahlenspektrums für die meisten Anwendungsfälle ausreichend.

Zusätzlich zu den Vergleichskriterien sind auch die zu vergleichenden Varianten anzugeben. Um den Eingabeaufwand weiter zu reduzieren, besteht hier die Möglichkeit, bereits erarbeitete Lösungsvarianten aus einem Morphologischen Kasten zu übernehmen. Alternativ können diese Daten manuell hinzugefügt werden. Während des Bewertungsvorganges werden die Kriterien zeilenweise und die zu vergleichenden Varianten spaltenweise angezeigt. Je Variante und Kriterium kann, entsprechend der gewählten Skala, ein Bewertungswert ausgewählt werden.

Wurde die Bewertung abgeschlossen, werden in einer Ergebnisansicht die Gewichtungen und die weiteren berechneten Ergebnisse ergänzt sowie die jeweilige Spaltensumme ermittelt. Wurde eine der ersten beiden Skalen gewählt, entspricht dies den Nutzwerten.

FMEA

Zur Absicherung sind Risikountersuchungen durchzuführen. Eine FMEA kann hierbei unterstützen. Wird eine FMEA bereits in der frühen Phase der Entwicklung durchgeführt (beispielsweise an einem Vorgängerprodukt), kann sie die Entwickler für bisherige Schwachstellen sensibilisieren.

Abbildung 4.9 zeigt einen Auszug einer FMEA, die mit dem Demonstrator erstellt wurde. Analog zur zuvor beschriebenen Anforderungsliste wurde wieder der Mouseover-Effekt eingesetzt, um die Übersichtlichkeit zu erhöhen und dennoch den Zugriff auf Detailinformationen zu ermöglichen. Informationen über Version und Autor sind daher nur sichtbar, wenn der Mauszeiger über die Zeilennummer bewegt wird. In den letzten beiden Spalten sind die Elemente ‚K‘ und ‚V‘ sichtbar. ‚K‘ steht wieder für Kommentare und öffnet analog zu den Anforderungslisten eine Ansicht, wo die Kommentare zu diesem FMEA-Punkt eingesehen und neue Kommentare hinzugefügt werden können. Das ‚V‘ steht für Verbesserungsvorschläge und ermöglicht in einer ähnlichen aber separaten Ansicht, Verbesserungsvorschläge zu einem Punkt einzusehen und neue Vorschläge hinzuzufügen. Ebenso wie die Kommentare werden auch die Verbesserungsvorschläge an der Vorlage platziert und stehen umgehend allen Instanzen der FMEA-Vorlage zur Verfügung.

FMEA Apfelsortiermaschine

Speichern

Nr.	Status	Fehler	Fehlerart	Fehlerauswirkung	Ursache	A	B	E	RPZ		
1	<input type="checkbox"/>	Produktionsstillstand	mechanisch	Produktion steht still	Sortiervorrichtung verstopft	2	8	3	48	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	Produkt zerstörung	mechanisch	Apfel wird zerstört	Sortiervorrichtung falsch eingestellt	4	9	5	180	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	Fehlerhaftes Produkt weitergeleitet	Sensorik	Sortierung schießt fehl	Sensoren verdeckt/beeinträchtigt	4	7	7	196	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abbildung 4.9: Auszug einer exemplarischen FMEA

5 Evaluation

Nachdem zuvor die Demonstrator-Funktionalität vorgestellt wurde, folgt nun die Evaluation. Zu Beginn werden hierfür die Evaluationsziele herausgestellt, anschließend wird allgemein auf die Evaluationsmethodik eingegangen, danach wird die durchgeführte Evaluation präsentiert und anschließend die Ergebnisse ausgewertet, bevor das Kapitel mit einer Diskussion abschließt. Die detaillierten Ergebnisse und deren Interpretation sind den Anhängen B und C zu entnehmen.

5.1 Evaluationsziele

Die Realisierbarkeit des Demonstrators wurde im letzten Kapitel bereits aufgeführt. Da es zuvor keine vergleichbare Softwareumgebung gab und vorherige Ansätze mit ähnlichen Zielen technologisch als veraltet angesehen werden, sollte mit der Evaluation das Konzept, beziehungsweise der darauf aufbauend entwickelte Demonstrator, bewertet werden. Dies begründet sich durch die Fragen aus Abschnitt 1.2:

- Lässt sich die Arbeit für die beteiligten Personen eines Produktentwicklungsprojektes webbasiert verbessern?
 - Können Entwicklungsprozesse webbasiert unterstützt werden?
 - Lassen sich Konstruktionsmethoden webbasiert darstellen?
 - Welchen Zusammenhang gibt es zu Open Innovation?
 - Lassen sich Erfahrungen dokumentieren und archivieren?

5.2 Evaluationsmethodik allgemein

Zum Evaluieren stehen unterschiedliche Vorgehensweisen zur Auswahl. Diese lassen sich der quantitativen oder der qualitativen Forschung zuordnen. Eine Übersicht ist in Abbildung 5.1 dargestellt.

Der Vorteil der qualitativen Evaluation liegt in den offenen Antwortmöglichkeiten, da diese nicht beschränkt sind. Die Nachteile liegen jedoch in dem hohen Durchführungsaufwand, der erforderlichen Zeit und dem damit eventuell einhergehenden, erhöhten Interpretationsaufwand [Luc11].

Der Vorteil der quantitativen Evaluation liegt in dem relativ geringen Durchführungsaufwand. Des Weiteren können die Daten „schnell verarbeitet werden, da sie von gleicher Tiefe sind und auch für statistische Auswertungen geeignet sind“ [Luc11]. Besonders bei Fragebögen mit geschlossenen Fragen, sind die Daten aufgrund der einheitlichen Antwortmöglichkeiten leicht statistisch auswertbar. Von Nachteil ist allerdings, dass das Antwortspektrum eingegrenzt ist. Zufällige zusätzliche Hinweise/ Meinungen sind daher ausgeschlossen [Luc11].

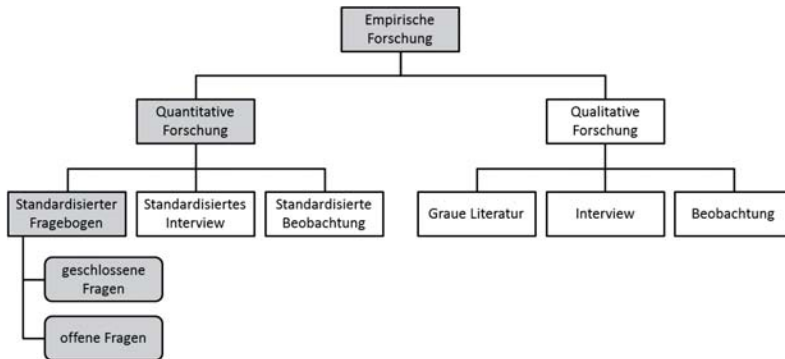


Abbildung 5.1: Übersicht der Evaluationsmethodik²⁸

5.3 Evaluationsdurchführung

In den beiden letzten Abschnitten wurden die Evaluationsziele beschrieben und kurz auf die allgemeine Evaluationsmethodik eingegangen. In diesem Abschnitt folgt nun die Evaluationsdurchführung.

Der Demonstrator bietet, mit Hilfe von Webtechnologien, konstruktionsmethodische Unterstützung in der frühen Phase der Produktentwicklung.

Für eine Evaluation ist unter anderem die Praxissicht relevant. Im Umfeld der Produktentwicklung bieten sich hierfür Ingenieure aus der Praxis an. Allerdings sind diese Ingenieure nicht zwangsläufig mit Webtechnologien vertraut. Des Weiteren sind sie im Unternehmenskontext bereits an ihre jeweilige Arbeitsweise gewohnt, welche sich von der Anwendung mit dem Demonstrator unterscheiden dürfte. Dies würde deshalb zu eingeschränkten Ergebnissen führen.

Deswegen wurde eine zweigeteilte Untersuchung gewählt. Hierbei können die Ingenieure aus der Praxis, aufgrund ihrer beruflichen Erfahrung (also Experten im Sinne einer Delphi-Befragung) mitwirken. Auf der einen Seite lässt sich so eine grundsätzliche Aussage zur Unterstützung des Einsatzes von Konstruktionsmethoden, durch eine webbasierte Umsetzung, in der frühen Phase der Produktentwicklung, abgeben. Auf der anderen Seite sollte die Anwendung der webbasierten Methoden durch exemplarisches Arbeiten mit dem Demonstrator beurteilt werden. Hierfür wurden Studenten der Produktentwicklung gewählt, da diese Anwendergruppe als konstruktionsunerfahren

²⁸ In Anlehnung an [Luc11]; Grau hervorgehoben ist die gewählte Vorgehensweise (s. Abschnitt 5.3).

angesehen werden kann, aber mit der Konstruktionsmethodik-Theorie vertraut ist. Außerdem wird bei den Studenten vorausgesetzt, dass diese generationsbedingt eine deutlich höhere Affinität und Vertrautheit mit webbasierten Anwendungen haben.

Die Evaluation der Praxissicht und der Konstruktionsmethoden-Unterstützung durch eine Web-Umgebung, erfolgte daher mit zwei unterschiedlichen Personengruppen, den Ingenieuren aus der Praxis und Studenten der Produktentwicklung. Auf beide Gruppen wird noch detaillierter eingegangen.

Aufgrund der aufgeführten Vorteile im letzten Abschnitt fiel die Entscheidung auf die quantitative Forschung mit standardisierten Fragebögen (s. grau hervorgehobene Felder in Abbildung 5.1).

Zum Erheben der Praxissicht wurde eine Onlineumfrage unter Ingenieuren durchgeführt, die vorab angekündigt und erläutert wurde. Diese wird in Abschnitt 5.3.1 beschrieben. Zum Untersuchen der Funktionalität hat eine Studentengruppe exemplarisch mit dem Demonstrator gearbeitet. Die Teilnehmermeinungen wurden anschließend mit einem Fragebogen erhoben (s. Abschnitt 5.3.2).

5.3.1 Onlineumfrage

Die Onlineumfrage sollte klären, ob Ingenieure aus der Praxis eine solche Web-Umgebung und dessen Eigenschaften/ Möglichkeiten als Unterstützung sehen würden und wie es um deren Einstellung bezüglich dieser Faktoren steht.

Um diesen Fragen nachzugehen, wurde ein Online-Fragebogen erarbeitet, auf den im Abschnitt „Fragebogendesign“ eingegangen wird. Der Teilnahmeaufruf für die Onlineumfrage erfolgte über einen Emailverteiler des VDI Arbeitskreises „Entwicklung & Konstruktion“ und richtete sich an Ingenieure im norddeutschen Raum. Der Arbeitskreis beschäftigt sich in einem Schwerpunkt mit Methoden aus dem Konstruktionsumfeld, so dass bei den Teilnehmern ein entsprechendes Grundverständnis vorausgesetzt werden kann.

Im Folgenden wird das Fragebogendesign präsentiert. Die Ergebnisdarstellung und Interpretation erfolgen im Anhang B.

Fragebogendesign

Fragebögen können grundsätzlich nach unterschiedlichen Systematiken aufgebaut werden. Für diese Umfrage wurde ein Fragebogen nach dem Kano-Prinzip entwickelt, da hiermit die Meinung bezüglich einzelner Web-Umgebungs-Eigenschaften und -Möglichkeiten differenziert erhoben werden kann. Der Kano-Fragebogen hat den besonderen Vorteil, dass die Antworten den einer Frage zugrunde liegenden Aspekt eindeutig als Basis-, Leistungs- oder Begeisterungsfaktor klassifizieren oder als irrelevant einordnen. Darüber hinaus wird aus den Antworten ebenfalls deutlich, ob eine Frage überhaupt sinnvoll beantwortet wurde sowie ob der Befragte eher einen gegenteiligen Aspekt bevorzugt hätte [Hint09, Hö107].

Damit diese Erkenntnisse aus den Antworten gezogen werden können, werden zu jedem Aspekt zwei Fragen gestellt. Die funktionale (positive) sowie die dysfunktionale (negative) Frage. Also einmal wie der Befragte darüber denkt, wenn ein Aspekt vorhanden wäre und einmal wie der Befragte darüber denkt, wenn dieser Aspekt nicht vorhanden wäre. Die Antwortmöglichkeiten sind grundsätzlich gleich. Zur Auswahl (single choice) stehen die folgenden fünf Antwortmöglichkeiten [Hint09, HöI07]:

- Das würde mich sehr freuen
- Das setze ich voraus
- Das ist mir egal
- Das könnte ich eventuell in Kauf nehmen
- Das würde mich sehr stören

Angemerkt sei, dass nach [HöI07] ursprünglich auch noch die Möglichkeit „sonstiges“ zur Auswahl stand, diese jedoch nicht erkenntnisbringend verwendet werden konnte und daher üblicherweise entfällt.

Werden die Antwortmöglichkeiten für die funktionale und dysfunktionale Antwort in einer Matrix gegenübergestellt, ergeben sich unterschiedliche Kombinationsmöglichkeiten. Diese einzelnen Kombinationsmöglichkeiten lassen sich exakt zu einem der in der Tabelle 5.1 dargestellten sechs Möglichkeiten zuordnen [Hint09, HöI07]:

Tabelle 5.1: *Bewertungs-Kombinationsmöglichkeiten beim Kano-Fragebogen*²⁹

		dysfunktional					
		1	2	3	4	5	
funktional	Das würde mich sehr freuen	1	Q	A	A	A	O
	Das setze ich voraus	2	R	I	I	I	M
	Das ist mir egal	3	R	I	I	I	M
	Das könnte ich evtl. in Kauf nehmen	4	R	I	I	I	M
	Das würde mich sehr stören	5	R	R	R	R	Q

A = Begeisterungsfaktor

O = Leistungsfaktor

M = Basisfaktor

I = Irrelevant

R = Nicht erwünscht / eher gegenteilig

Q = falsch / nicht möglich

Der Fragebogaufbau wird bei der Auswertung im Anhang B deutlich³⁰. Grundsätzlich unterteilt sich der entwickelte und auf 20 Minuten ausgelegte Fragebogen in dreizehn

²⁹ Nach [Hint09, HöI07]

Abschnitte. Der erste Abschnitt diente der Mitarbeiterklassifikation. Die zwölf weiteren Abschnitte hinterfragten spezifische Aspekte einzelner Demonstrator-Komponenten. Hierbei wurde zu Beginn gefragt, ob bereits bestimmte Software-Tools im Unternehmen für diese Aufgabe eingesetzt werden. Die weiteren Fragen entsprachen dem Kano-Frageprinzip. Die zwölf Abschnitte waren³¹:

- Projektmanagement
- Activitystream
- Checklisten
- Anforderungslisten
- FMEA
- Morphologischer Kasten
- Konstruktionskataloge
- Wiki
- Paarweiser-Vergleich
- Nutzwertanalyse
- Blogs
- Brainwriting

5.3.2 Fragebogen-Umfrage

Mit der Fragebogen-Umfrage sollte geklärt werden, wie Anwender die Web-Umgebung hinsichtlich der Unterstützung von Konstruktionsmethoden beurteilen. Hierbei wurde ebenfalls erwartet, dass aus der Umfrage hervorgeht, ob das Methodenverständnis vorhanden ist und ob den Anwendern die Arbeitsweise in einer Web-Umgebung vertraut oder fremd ist.

Wie bereits beschrieben, handelte es sich bei den Anwendern um Studenten. Diese nahmen an der vorlesungsbegleitenden Übung, der Lehrveranstaltung „Grundlagen der Produktentwicklung“, des Masterstudiengangs für Maschinenbau-, Wirtschaftsingenieurstudenten und HWI³²-Wirtschaftsingenieurstudenten, an der Helmut-Schmidt-

³⁰ Da in der Auswertung in Anhang B die Ergebnisse je Frage teilweise aufgeführt werden, wird auf die detaillierte Darstellung der jeweiligen 2 Fragen (funktional und dysfunktional) entsprechend des Kano-Prinzips verzichtet.

³¹ Die Reihenfolge entspricht der des Fragebogens.

³² HWI ist ein hochschulübergreifender Studiengang für Wirtschaftsingenieurwesen in Hamburg. Im Master wird dieser durch die Universität Hamburg, die Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg sowie die Helmut-Schmidt-Universität Hamburg angeboten.

Universität teil. Thematisch werden dort konstruktionsmethodische Inhalte vermittelt, die in der Übung exemplarisch angewendet werden.

Für die Übungsteilnehmer des Wintertrimesters 2014 (1. Quartal) wurde zu Testzwecken auf einem Internetserver der Demonstrator mit den in Abschnitt 4.2 dargestellten Komponenten eingerichtet und die Teilnehmer als User registriert.

Damit die Übungsgruppen nicht zu groß werden und auch ein gewisser Wettbewerb zwischen den Gruppen entstehen kann, wurden die 27 Teilnehmer auf vier Gruppen aufgeteilt.

Die Teilnahme war aufgrund der Prüfungsordnung und Modulbeschreibung freiwillig.

Aufgabenstellung

Damit die Ergebnisse anschließend ausgewertet werden konnten war es erforderlich, dass die Beurteilungen vergleichbar sind. Daher erhielt jede Studentengruppe die gleiche Aufgabe, eine Apfelsortiermaschine konstruktionsmethodisch zu entwickeln.

Hierbei sollten die Studenten einzelne Methoden entlang der ersten zwei Phasen aus der VDI 2221 (Klären der Aufgabenstellung und Konzipieren) anwenden. Diese umfassten unter anderem

- erstellen einer Anforderungsliste,
- durchführen von Brainwritings zum
 - ermitteln von Ein- und Ausgangsgrößen der Gesamtfunktion,
 - ermitteln der Funktionen und deren Teilfunktionen,
- aufstellen eines Morphologischen Kastens auf Basis der gefundenen Funktionen,
- suchen von Lösungsideen (sowohl Morphologischer Kasten als auch separate Brainwritings)
- durchführen eines Paarweisen-Vergleichs der relevanten Anforderungen,
- erarbeiten von Lösungsvarianten,
- durchführen einer Nutzwertanalyse zum Bewerten der Lösungsvarianten.

Fragebogendesign

Mit Hilfe eines Fragebogens (s. Anhang C.1) wurden beim letzten (sechsten) Übungstermin Informationen und Meinungen der anwesenden Studenten zum Demonstrator erhoben. Der Fragebogenfokus lag auf drei offenen Fragen zu den Vorteilen, Nachteilen sowie allgemeinem Feedback und Verbesserungsvorschlägen zum Demonstrator. Zu Beginn wurden im Fragebogen außerdem Fragen gestellt, um die Antworten besser interpretieren zu können. Beispielsweise zielte die Frage 1.3 darauf ab, wie intensiv sich der Umfrageteilnehmer überhaupt mit der Web-Umgebung beschäftigt hat. Der zweite Abschnitt umfasste fünf Fragen, die auf einer Skala von gar nicht (1) bis sehr (5)

beantwortet werden sollten. Hiermit sollte eine quantifizierte Einschätzung von jedem Teilnehmer erhoben werden.

Der zweiseitige Fragebogen war in fünf Abschnitte unterteilt und gliederte sich wie folgt:

- Allgemeine Informationen
- Bewertung
- Vorteile
- Nachteile
- Allgemeines Feedback und Verbesserungsvorschläge

5.4 Auswertung

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der beiden Umfragen ausgewertet. Die detaillierten Ergebnisse sowie deren Interpretation sind den Anhängen B und C zu entnehmen.

Die Onlineumfrage erhob nach dem Kano-Prinzip, wie Ingenieure aus der Praxis die dem Demonstrator zugrundeliegenden Ideen und Gedanken bewerten. Das Kano-Prinzip klassifiziert Antwortpaare, die sich auf einen Aspekt beziehen bereits in Basis-, Leistungs- und Begeisterungsfaktoren, wodurch sich unter anderem der anschließende Ergebnis-Interpretationsaufwand reduziert.

An der Onlineumfrage haben 25 Ingenieure teilgenommen, die weitgehend in KMUs arbeiten.

Die Verteilung auf Basis-, Leistungs- und Begeisterungsfaktoren war bei fast allen Umfrageaspekten gegeben, allerdings war es selten der Fall, dass einige Teilnehmer das Gegenteil wünschten. Die Einordnung als irrelevant kam wiederum häufiger vor und wurde als neutral interpretiert, da derselbe Aspekt für andere Teilnehmer dennoch relevant war.

Besonders die ermittelten Begeisterungsfaktoren bestätigen die grundsätzlichen Annahmen. Auch die getroffenen Matrix-Zuordnungen (s. Kapitel 3) scheinen sich durch die Vielzahl an Begeisterungsfaktoren zu bestätigen. Hierbei zeigen die Umfrageergebnisse, dass manche Aspekte einen Großteil der Teilnehmer begeisterten, andere Aspekte jedoch wiederum nur einige Teilnehmer begeisterten und dieselben Aspekte von anderen Teilnehmern sogar als irrelevant eingestuft wurden.

Beispielsweise wurde das ‚Anheften‘ von Verbesserungsvorschlägen an FMEA-Punkten, aber auch das Erstellen und Verwenden von Checklisten, Morphologischen Kästen und FMEAs als begeisternd klassifiziert. Ebenso die Funktionalität, dass bei der Eingabe von Lösungsideen bereits nach bestehenden, ähnlich lautenden Lösungen gesucht wird und diese Lösungen dann zur Wiederauswahl angeboten werden. Auch die integrierten Open Innovation-Ansätze wurden als begeisternd empfunden, also die

Möglichkeit zur Teilnahme an Lösungssuchen und an Brainwriting-Sitzungen aufzurufen. Ein integriertes Wiki sowie die Möglichkeiten von Teillösungsideen eines Morphologischen Kastens direkt Wiki-Seiten abzuleiten oder aus Zeilen eines Morphologischen Kastens direkt Konstruktionskataloge zu erzeugen, wurden ebenso als begeisternd eingestuft.

Zusätzlich zu dieser Betrachtung der Unterstützungsfähigkeit wurden drei differenzierte Betrachtungen angestellt. Hiermit wurde geprüft, ob spezifische Teilnehmergruppen die Umfrageaspekte ähnlich bewerteten. Hierfür wurden die Teilnehmer nach Unternehmensgröße, Berufserfahrung und Zuordnung zum Management unterteilt. Diese weitere Unterscheidung führte insgesamt zu einem differenzierten Ergebnis bezüglich der Unterstützungsmöglichkeiten wie beispielsweise, dass die Nutzwertanalyse-Komponente für die Teilnehmer aus dem Management deutlich relevanter als für die Angestellten ist und Teilnehmer mit weniger Erfahrung Checklisten stärker als Begeisterungsfaktor klassifizierten.

Mit der Studentengruppe wurde überprüft, wie Anwender den Demonstrator hinsichtlich der Unterstützung von Konstruktionsmethoden beurteilen. Die Gruppe bestand aus Studenten einer vorlesungsbegleitenden Übung, die mit dem Demonstrator gearbeitet haben. Im Gegensatz zur ersten Umfrage wurde die Meinung der Studenten mit einem Fragebogen erhoben, welcher primär drei offene Fragen zu Vorteilen, Nachteilen und allgemeinem Feedback enthielt.

Die Studenten sehen die Arbeit mit dem Demonstrator allgemein als hilfreich an. Besonders vorteilhaft sehen sie Aspekte wie die orts- und zeitungebundene Mitarbeit an Projekten sowie die Möglichkeit, auch zeitgleich gemeinsam zu arbeiten.

Die genannten Nachteile der Studenten richteten sich hauptsächlich an die Benutzerfreundlichkeit. Die Navigation innerhalb des Demonstrators erschien einigen Studenten als gewöhnungsbedürftig und nicht selbsterklärend. Bemängelt wurde darüber hinaus, dass es kein Nachrichtensystem zur Kommunikation untereinander gab. Diese Punkte legen aber auch nahe, dass die Studenten über Vergleichsmöglichkeiten verfügen und ihnen somit Web-Umgebungen prinzipiell vertraut sind.

Da die Studenten keine Nachteile bezüglich der Konstruktionsmethoden-Anwendung aufgeführt haben, ist anzunehmen, dass die Studenten über das erforderliche Methodenwissen verfügen. Die mit dem Demonstrator erarbeiteten Ergebnisse zeigen des Weiteren, dass sie in der Lage waren die Konstruktionsmethoden anzuwenden.

Als Erkenntnis aus der Onlineumfrage kann damit zusammengefasst werden, dass die Ansätze und Ideen aus der Praxissicht als nützlich angesehen werden. Da viele dieser Aspekte als begeisternd klassifiziert wurden, ist dies auch als aktuelles Defizit im heutigen Softwareumfeld interpretierbar. Des Weiteren zeigt die Fragebogenumfrage, dass der realisierte Demonstrator als hilfreich angesehen wird, wobei die Benutzerfreundlichkeit noch verbessert werden sollte.

Bezogen auf die eingangs beschriebenen Ziele dieser Arbeit ergibt die Auswertung der Evaluierung, dass das Konzept in Form des realisierten Demonstrators, eine mögliche Umsetzungsvariante darstellt. Wie die frühe Phase des Entwicklungsprozesses und Konstruktionsmethoden webbasiert unterstützt werden können, wurde damit gezeigt (erste und zweite Frage in Abschnitt 1.2). Ebenso wurde gezeigt, wie sich Open Innovation-Prinzipien integrieren lassen (dritte Frage in Abschnitt 1.2). Auch eine Möglichkeit zur Dokumentation von Erfahrungswissen wurde mit den ‚anheftbaren‘ Kommentaren gezeigt (vierte Frage in Abschnitt 1.2). Aufgrund der klassifizierten Begeisterungsfaktoren kann außerdem angenommen werden, dass die gezeigten und implementierten Aspekte die Arbeit für die beteiligten Personen eines Produktentwicklungsprozesses verbessern.

Verallgemeinert kann aus den Ergebnissen abgeleitet werden, dass den Anwendern eine bessere Unterstützung in der frühen Phase der Produktentwicklung helfen würde. Das Vermeiden von redundanten Dateneingaben wird hierbei als sehr hilfreich angesehen, weshalb (Text-)Analysen des bestehenden Datenbestandes sehr zielführend sind. Darüber hinaus zeigt die hohe Anzahl an Begeisterungsfaktoren, dass es hilfreich ist, Lösungen bereits sehr weit vor auszudenken oder sogar bereits entwickelt zu haben und erst im Anschluss die Anwendermeinung untersucht werden sollte. Hierbei unterstützt auch die Kano-Klassifizierung, da hiermit Begeisterungsfaktoren identifiziert werden können, die ein Anwender üblicherweise nicht benennen könnte. Das unterstützt die Erkenntnis, dass zur Differenzierung in Basis-, Leistungs- und Begeisterungsfaktoren die Kano-Befragung geeignet ist.

6 Diskussion

Nachdem im letzten Abschnitt die Auswertung der Evaluationsergebnisse dargestellt wurde, sollen in der folgenden Diskussion das Vorgehen, das Konzept und die Evaluierungsergebnisse reflektiert werden. Ebenfalls soll hinterfragt werden, inwieweit die aufgeführten Fragen aus der Zielsetzung (s. Abschnitt 1.2) beantwortet werden konnten:

- Lässt sich die Arbeit für die beteiligten Personen eines Produktentwicklungsprojektes webbasiert verbessern?
 - Können Entwicklungsprozesse webbasiert unterstützt werden?
 - Lassen sich Konstruktionsmethoden webbasiert darstellen?
 - Welchen Zusammenhang gibt es zu Open Innovation?
 - Lassen sich Erfahrungen dokumentieren und archivieren?

Die Evaluationsergebnisse haben gezeigt, dass sich Ingenieure einen höheren Konstruktionsmethodik-Einsatz vorstellen können, wenn die Konstruktionsmethoden webbasiert sind. Damit konnte die Annahme bestätigt werden, dass Softwareunterstützung in der frühen Phase der Produktentwicklung hilfreich ist und gewünscht wird (vgl. [Birk05]). Webbasierte Konstruktionsmethoden können somit einen Beitrag liefern.

Bezüglich des Vorgehens bestätigt sich dadurch auch das hergeleitete Konzept. Auch wenn hinterfragt werden sollte, ob die getroffene Methodenzuordnung die allgemeine Sicht widerspiegelt. Allerdings wurde die Zuordnung vor dem Hintergrund der Konstruktionsmethodik-Qualifikation getroffen. Des Weiteren scheinen die Vielzahl der identifizierten Begeisterungsfaktoren die getroffenen Matrix-Zuordnungen zu bestätigen.

Die getroffene Methodenauswahl scheint somit gut zu sein. Ob die Auswahl an Konstruktionsmethoden ergänzt oder reduziert werden sollte, wurde nicht hinterfragt und bleibt offen. Um einen entsprechenden Auswahlprozess zu unterstützen, wurde jedoch eine Liste an Fragen aufgestellt, mit der mögliche weitere Methoden bezüglich Ihrer Eignung hinterfragt werden können. Eine Erweiterung um weitere Konstruktionsmethoden könnte hilfreich sein, allerdings würde sich hierdurch nicht zwangsläufig die Qualität verbessern. Zumindest lässt sich dies vermuten, da zwei Internetseiten mit umfangreichen Methodensammlungen nicht mehr online sind (s. MAP-Tool in Abschnitt 2.2.4 und Prozessbaukasten in Abschnitt 2.2.6). Dies könnte daran liegen, dass sie eventuell nicht zu erhöhtem Methodeneinsatz führten. Hieraus lässt sich schließen, dass die Unterstützung der Methodenanwendung sehr relevant ist. Der webbasierte Ansatz kann für diese Unterstützung richtig sein.

Je mehr Methoden implementiert sind, desto erforderlicher wird eine anwenderfreundliche Navigation oder Orientierungshilfe, um zwischen den Methoden zu wählen. Dies

wird auch durch die Ergebnisse aus der Fragebogenumfrage bestärkt, bei der die Studenten angaben, dass die Navigation innerhalb des Demonstrators verbessert werden sollte. Wie eine solche Navigation zu gestalten ist, bleibt jedoch offen. Die grundsätzliche Zuordnung von Methoden zu einzelnen Projektphasen erscheint aufgrund der Ergebnisse aus der Onlineumfrage aber zielführend zu sein.

Qualität wird vom Kunden bewertet, weshalb Kundenwünsche und -meinungen berücksichtigt werden sollten. Damit beim Erweitern um weitere Konstruktionsmethoden die Qualität verbessert wird, sollte daher auf die Methodenunterstützung und Navigation Wert gelegt werden.

Verallgemeinert lässt sich daraus auch die Hypothese bilden, dass Methodenauswahltools (s. MAP-Tool und Prozessbaukasten) auch bei der Methodenanwendung unterstützen sollten.

Mit dem Demonstrator sollte zum einen geprüft werden, ob sich das Konzept realisieren lässt. Zum anderen sollte damit evaluiert werden, wie Anwender den Demonstrator hinsichtlich der Unterstützung von Konstruktionsmethoden beurteilen.

Der Demonstrator konnte mit der gewählten Entwicklungsumgebung realisiert werden. Diese erwies sich daher als zielführend. Das modulare Konzept von Joomla! unterstützt die gezielte Unterteilung in separate Komponenten, wodurch diese unabhängig voneinander und teilweise zeitlich parallel entwickelt werden konnten. Hierdurch war eine schrittweise Entwicklung des Demonstrators möglich, was als vorteilhaft bei der Konzeptumsetzung gesehen wird. Es ist anzunehmen, dass ähnliche Ergebnisse auch mit anderen Umgebungen möglich gewesen wären, da es auch weitere Umgebungen mit einem ähnlichen modularen Aufbau gibt.

Mit der Evaluation unter Studenten sollte erhoben werden, wie Anwender den Demonstrator hinsichtlich der Unterstützung von Konstruktionsmethoden beurteilen. Aus dieser Evaluation ging hervor, dass der Demonstrator grundsätzlich funktioniert und die Konstruktionsmethoden angewendet werden können. Besonders die Möglichkeit der zeit- und ortsunabhängigen Mitarbeit wird als Vorteil gesehen. Allerdings zeigte die Evaluation auch, dass Verbesserungen bei der Anwenderfreundlichkeit erforderlich sind. Die Kritik bezog sich hierbei primär auf die Navigation innerhalb des Demonstrators. Eine Analyse und die Ausrichtung auf ein Corporate Design könnten den Wiedererkennungswert und die wahrgenommene Anwenderfreundlichkeit steigern. Auch Schulungen zur Arbeit mit dem Demonstrator könnten dazu beitragen, dass den Anwendern die Bedienung leichter fällt.

Die Studentengruppe umfasste 18 Teilnehmer, weshalb die Kontrollgruppe eventuell zu klein ist. Die geringe Anzahl war allerdings dem Kurs geschuldet. Aufgrund der Evaluationsdauer und dem Umfang der Demonstrator-Anwendung kann keine Aussage darüber getroffen werden, ob sich die Arbeit mit dem Demonstrator auf das Lernen der Konstruktionsmethoden ausgewirkt hat. Eine umfangreichere Durchführung, bei der

mehr Teilnehmer länger mit dem Demonstrator arbeiten, könnte die Aussagekraft der Ergebnisse verbessern und eventuell detailliertere Erkenntnisse liefern, beispielsweise zu der Anwendung der einzelnen Konstruktionsmethoden. Ebenso könnte eine Langzeituntersuchung Erkenntnisse darüber liefern, ob durch die Arbeit mit dem Demonstrator der Konstruktionsmethodik-Einsatz nach dem Studium im Berufsalltag zunimmt. Ob eine ergänzende Evaluation wieder auf dem Demonstrator oder einer Weiterentwicklung beruhen sollte, ist vorher abzuwägen. Für eine weitere Evaluation mit dem aktuellen Demonstrator spricht, dass sich bei einem Ergebnisvergleich die Aussagen auf die gleiche Ausgangslage beziehen. Für die Evaluation einer Demonstrator-Weiterentwicklung spricht allerdings, dass bereits erste Defizite benannt wurden und diese in der Weiterentwicklung berücksichtigt werden könnten. In dem Fall könnte mit der weiteren Evaluation überprüft werden, ob eine Verbesserung oder Verschlechterung gegenüber den ersten Ergebnissen erreicht werden konnte. Anzumerken ist allerdings, dass sich die Umfrageteilnehmergruppen unterscheiden, wodurch die Vergleichbarkeit der Ergebnisse schwieriger wird. Neben solchen Evaluationsmöglichkeiten könnte eine Anwenderbewertung auch innerhalb der Web-Umgebung erfolgen. Hierfür könnte der Demonstrator beispielsweise um eine Bewertungs- und Feedbackmöglichkeit in den einzelnen Methodenkomponenten erweitert werden. Welche dieser Evaluationsmöglichkeiten aussagekräftigere Ergebnisse liefert, bleibt offen. Bei einer Fragebogenumfrage können jedoch alle Anwender mit den gleichen Fragen konfrontiert werden. Dies ist bei der dargestellten integrierten Erhebung jedoch nicht unbedingt gegeben.

Die Anzahl der Onlineumfrage-Teilnehmer war mit 25 ebenfalls nicht sehr groß. Das Spektrum der teilnehmenden Ingenieure erscheint aber hinreichend, auch wenn es auf Norddeutschland beschränkt war. Bezüglich der abgeleiteten Erkenntnisse aus der Evaluation ergibt sich bereits ein ausreichendes Bild der webbasierten Unterstützung in der frühen Phase der Produktentwicklung. Aufgrund der Expertenbefragung wäre zu hinterfragen, inwiefern eine größere Teilnehmergruppe hinsichtlich Unternehmensgröße, Berufserfahrung, Branche und Managementzuordnung ein umfangreicheres Bild ergeben würde. Da der Teilnahmeaufruf an der Umfrage über den VDI-Emailverteiler erfolgte, kann aufgrund der Mitgliederzusammensetzung von einer ausreichenden Verteilung ausgegangen werden. Bei einer umfangreichen Evaluation würden daher zwar voraussichtlich mehr, aber keine grundsätzlich anderen Ergebnisse erhoben werden.

Neben einer ergänzenden Evaluation könnte allerdings der Demonstrator-Einsatz unter realen Bedingungen geprüft werden und dürfte Erkenntnisse dazu liefern, ob die Anwendermeinungen der Ingenieure ähnlich zu denen der Studenten sind.

Die Evaluationsergebnisse haben gezeigt, dass viele Funktionalitäten als unterstützend und zum großen Teil auch als begeisternd angesehen werden. Allerdings zeigten sie ebenfalls, dass der Umfang noch nicht ausreicht. Hierbei wurde explizit auf ein fehlendes Nachrichtensystem zur Kommunikation zwischen den Anwendern hingewiesen. Ob

und wie die Erweiterung um ein solches Nachrichtensystem erfolgen könnte, ist noch zu prüfen.

Die ersten zwei Teilfragen der Zielsetzung, ob Entwicklungsprozesse webbasiert unterstützt werden können und ob sich Konstruktionsmethoden webbasiert darstellen lassen, können beide bestätigt werden. Zum einen durch die Realisierung mit dem Demonstrator, mit der die prinzipielle Machbarkeit nachgewiesen wurde. Zum anderen durch die positiven Beurteilungen der Ingenieure aus der Praxis, aus denen hervorgeht, dass viele der im Konzept angedachten Aspekte als begeisternd bewertet wurden. Besonders diese begeisternden Aspekte sprechen dafür, dass sich die Teilnehmer auch die Funktionen der webbasierten Unterstützung bei der Konstruktionsmethoden-Anwendung und im Entwicklungsprozess vorstellen können.

Der Zusammenhang zu Open Innovation wurde ebenfalls dargestellt (dritte Teilfrage). Zwar erscheint eine vollständige Öffnung des Innovationsprozesses aus Geheimhaltungsgründen und Unternehmenssicht in der Regel nicht erwünscht, allerdings zeigen die Evaluationsergebnisse, dass eine Erweiterung des Teilnehmerkreises am Innovationsprozess aus Mitarbeitersicht durchaus gewünscht wird. Eine mögliche Umsetzungsform wurde hierfür im Demonstrator realisiert. Sowohl beim Morphologischen Kasten als auch beim Brainwriting ist es möglich, sämtliche, registrierte Anwender der Web-Umgebung zur Teilnahme aufzurufen. Ob sich diese Möglichkeit auch in der Praxis bewähren würde, bleibt offen. Das Innovationspotential wird aufgrund der erhöhten Teilnehmerzahl aber als sehr groß eingeschätzt. Besonders unter Aspekten des Wissensmanagements erscheint es zielführend, wenn sämtliche Lösungsideen in einem (unternehmensinternen) Wissensspeicher abgelegt werden. Hierdurch kann auch bei späteren Lösungssuchen hierauf zurückgegriffen werden. Bei einer Lösungssuche würden dann nicht nur die Ideen der aktuellen Teilnehmern berücksichtigt, sondern auch teilautomatisiert bereits zuvor abgelegte Ideen bereitgestellt werden. Hierdurch könnte die Lösungsauswahl vergrößert werden und sich die benötigte Zeit für die Gesamtlösungsfindung reduzieren. In der im Demonstrator umgesetzten Form ist hierbei jedoch noch eine ähnliche Wortwahl bei der Suche erforderlich. Synonyme oder Begriffe in einer anderen Sprache werden daher nicht unbedingt berücksichtigt. Besonders für eine internationale Zusammenarbeit ist dieser Aspekt daher noch verbesserungswürdig.

Die vierte Teilfrage bezog sich darauf, ob Erfahrungen dokumentiert und archiviert werden können. Prinzipiell sind Erfahrungen dokumentier- und archivierbar. Erfahrungen stehen hierbei aber immer in einem speziellen Kontext und sind ohne den Kontextbezug hinfällig. Eine mögliche Ausprägungsform wurde im Demonstrator mit den ‚anheftbaren‘ Kommentaren und Verbesserungsvorschlägen in unterschiedlichen Komponenten auf Detailebene realisiert. Zusätzlich wurden an anderer Stelle Möglichkeiten geschaffen, den Bezug zwischen Elementen komponentenübergreifend zu erhalten. Durch die Ablage der Kommentare und Verbesserungsvorschläge in einem

Datenspeicher werden diese auch archiviert. Somit wurde eine Möglichkeit gezeigt, wie Erfahrungen kontextbezogen dokumentiert und archiviert werden können. Aus den Evaluationsergebnissen geht hervor, dass diese Möglichkeiten von den Ingenieuren aus der Praxis auch positiv bewertet werden. Ob die Art und Weise der Erfahrungserfassung mit rein textuellen Inhalten ausreicht, bleibt offen. Es ist anzunehmen, dass Bild-, Video- und Audio-Aufzeichnungen in manchen Situationen aussagekräftiger sind. Allerdings bieten die textuellen Inhalte unter anderem den Vorteil, dass sich diese derzeit noch einfacher automatisiert durchsuchen und auswerten lassen. Das Ablegen von Erfahrungen ist prinzipiell sinnvoll. Allerdings liegen noch keine wissenschaftlich abgesicherten Erkenntnisse vor, wie diese zu dokumentieren sind, um für andere Personen eindeutig, nachvollziehbar und verständlich zu sein. Die Aussagekraft von dokumentierten Erfahrungen ist damit noch nicht gegeben, weshalb die dargestellte Form nur einen Ansatz bilden kann.

Dass die Anwendung der Konstruktionsmethoden webbasiert unterstützt werden kann, wurde mit dieser Arbeit gezeigt. Insofern sollte dieser Ansatz, wie in diesem Kapitel beschrieben, weiter entwickelt werden.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Fragestellung, ob und wie der Entwicklungsprozess durch webgestützte Konstruktionsmethoden in der frühen Phase unterstützt werden kann.

Hierzu werden die Vorzüge konstruktionsmethodischen Vorgehens sowie ausgewählte, bisherige, toolbasierte Ansätze zur Unterstützung der Konstruktionsmethodik dargestellt. Anschließend wird gezeigt, dass der Einsatz der Konstruktionsmethodik in den bisherigen Konzepten des Product Lifecycle Managements noch fehlt.

Über webbasierte Prinzipien wird aufgezeigt, dass aktuelle Entwicklungen in Richtung höherer Vernetzung, granularerer Arbeitsteilung und Schwarmintelligenz beziehungsweise Open Innovation tendieren und dass diese Entwicklungen auch die Konstruktions- und Entwicklungsarbeit beeinflussen können.

Aufgrund der dargestellten webbasierten Möglichkeiten, den Vorteilen konstruktionsmethodischen Vorgehens und der bestehenden Lücke im PLM-Softwareumfeld wird ein Konzept für webbasierte Konstruktionsmethoden erarbeitet. Das Konzept zeigt Möglichkeiten auf, wie Konstruktionsmethoden webbasiert umgesetzt werden können und an welcher Stelle sich Webtechnologien zielführend integrieren lassen. Unter anderem werden Möglichkeiten zur höheren Vernetzung, granulareren Arbeitsteilung und Ansätze von Open Innovation berücksichtigt.

Die Ideen des Konzeptes wurden anschließend evaluiert. Um zuerst die Realisierbarkeit des Konzeptes nachzuweisen, wurde ein Demonstrator entwickelt. Die Evaluationsergebnisse basieren auf einer zweigeteilten Untersuchung. Hierbei beurteilten Ingenieure aus der Praxis mit einer Online-Umfrage nach dem Kano-Fragebogenprinzip die dem Konzept zugrunde liegenden Ideen. Die webbasierte Unterstützung der Konstruktionsmethoden wurde mit einer Studentengruppe erhoben, die mit dem Demonstrator gearbeitet hat.

Die Arbeit mit dem Demonstrator zeigte, dass die Konstruktionsmethoden damit angewendet werden können. Die Navigation innerhalb des Demonstrators und die Benutzerfreundlichkeit sind aber noch verbesserungswürdig.

Die Evaluation mit den Ingenieuren ergab, dass viele Punkte aus dem Konzept als positiv beurteilt werden. Besonders diese Punkte bestätigen die grundsätzlichen Annahmen des Konzeptes. Eine nach Personengruppen differenzierte Ergebnisbetrachtung verdeutlicht aber auch unterschiedliche Beurteilungen, beispielsweise von Mitarbeitern und Führungskräften. Hierbei werden abweichende Prioritäten deutlich, die jedoch mit der beruflichen Position erklärt werden können.

Aufgrund der Umfrageergebnisse ist anzunehmen, dass aktuell verfügbare Software noch nicht alle Anwenderwünsche zufriedenstellend bedient und somit auch der Kon-

struktionsmethodik-Teil unterstützt werden sollte. Zumindest legen diese Ergebnisse den Schluss nahe, dass der Bereich der webbasierten Konstruktionsmethoden-Unterstützung weiter erforscht werden sollte.

Für die weitere Forschung erscheint ein Test im realen Unternehmenskontext hilfreich, wenn die bereits gewonnenen Erkenntnisse in einer benutzerfreundlicheren Weiterentwicklung eingeflossen sind.

Neben den Verbesserungsmöglichkeiten könnte mit einem solchen Test auch geprüft werden, ob mit der Web-Umgebung die Zusammenarbeit der Mitarbeiter verbessert werden kann und untereinander ein erhöhter Erfahrungs- und Informationsaustausch stattfindet.

Ebenso kann als weiterer Forschungsbedarf der Datenschutz identifiziert werden. Der Schutz von Daten ist allgemein wichtig, wurde in dieser Arbeit aber nur im Konzept, im Rahmen des Rechte- und Rollenmanagements, berücksichtigt. Das Teilen von Daten kann gemäß dem Volksmund „Wissen ist Macht“, auch Machtabgabe beziehungsweise Machtaufgabe bedeuten. Hierdurch sind Vorbehalte beim Datenaustausch zu erwarten. Neben dem Datenschutz erscheint daher auch der Datenaustausch forschungsrelevant.

Des Weiteren könnte untersucht werden, ob und wie Konstruktionsmethoden weiterentwickelt werden können. Die aufgezeigten Ansätze hinsichtlich Verlinkung, Vernetzung sowie Kommunikation können hierbei als Anregung dienen.

In diesem Zusammenhang sollte außerdem überprüft werden, welche Auswirkungen durch die webbasierte Unterstützung der Konstruktionsmethoden auf die Ausbildung von Ingenieuren denkbar sind. Eventuell könnte sich das Verständnis über die Konstruktionsmethoden und die methodenübergreifenden Zusammenhänge durch die webbasierte Umsetzung verbessern und auch die Methodenanwendung einfacher erlernt und geübt werden. Wenn dieser Lernprozess wiederum schneller erfolgen würde, könnten beispielsweise umfangreichere Übungsprojekte während des Studiums durchgeführt werden. Hierdurch könnten die Möglichkeiten der Konstruktionsmethodik detaillierter aufgezeigt und vertieft werden.

Anzudenken wäre als mögliche Weiterentwicklung auch eine Unterstützung für unternehmensübergreifende Kooperationen. Bei diesen Kooperationen könnten sich Unternehmen beispielsweise entlang der Wertschöpfungskette bei einzelnen Entwicklungsschritten gegenseitig unterstützen. Dies erscheint gerade für viele kleine und mittlere Unternehmen hilfreich. Wie zum Beispiel im deutschen Mittelstand, bei dem sich bereits sogenannte Cluster zu speziellen Schwerpunkten gebildet haben, so dass von einem gewissen, bestehenden Vertrauensverhältnis ausgegangen werden kann. Durch eine vernetzte(re) IT, bei der zum Beispiel externe Kooperationspartner in die in dieser Arbeit dargestellten Open Innovation Aspekte eingebunden werden, könnte die Innovationsfähigkeit vermutlich gesteigert werden.

Literaturverzeichnis

Fachliteratur

- [Albe13] Albers, A.; Maul, L.; Bursac, N.: Internal Innovation Communities from a User's Perspective: How to Foster Motivation for Participation, Smart Product Engineering, Springer Verlag, Berlin, 2013
- [Alb08] Alby, T.: WEB 2.0 – Konzepte, Anwendungen, Technologien, Hanser Verlag, München, 2008, 3. Auflage
- [Anan10] Anandarajan, M.; Anandarajan, A.: e-Research Collaboration – Theory, Techniques and Challenges, Springer Verlag, Berlin, 2010
- [Ande12] Anderl, R.; Eigner, M.; Sendler, U.; Stark, R.: > Smart Engineering – Interdisziplinäre Produktentstehung, Springer Verlag, Berlin, 2012
- [Bei74] Beitz, W.: Konstruieren im bildschirmunterstützten Dialog mit dem Rechner, VDI-Berichte Nr. 219, Düsseldorf, 1974
- [Birk96] Birkhofer, H.; Derhake, T.; Engelmann, F.; Kopowski, E.; Rübinger, W.: Konstruktionsmethodik und Rechnereinsatz im Sondermaschinenbau, Konstruktion 48, Springer-VDI Verlag, 1996
- [Birk05] Birkhofer, H.; Jänsch, J.; Kloberdanz, H.: An extensive and detailed view of the application of design methods and methodology in industry, ICED, Melbourne, 2005
- [Bir11] Birkhofer, H.: The Future of Design Methodology, Springer Verlag, London, 2011
- [Conr78] Conrad, P.; Schiemann, H.; Vömel, P. G.: Erfolg durch methodisches Konstruieren, Lexika-Verlag, Grafenau, 1978, Band 2
- [Coo02] Cooper, R.: Top oder Flop in der Produktentwicklung – Erfolgsstrategien: Von der Idee zum Launch, Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2002, 1. Auflage
- [Ehr07] Ehrlenspiel, K.: Integrierte Produktentwicklung – Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit, Hanser Verlag, München, 2007, 3. Auflage
- [Ehr107] Ehrlenspiel, K.; Kiewert, A.; Lindemann, U.: Kostengünstig Entwickeln und Konstruieren – Kostenmanagement bei der integrierten Produktentwicklung, Springer-Verlag, Berlin, 2007, 6. Auflage

-
- [Eign09] Eigner, M.; Stelzer, R.: Product Lifecycle Management – Ein Leitfaden für Product Development und Lifecycle Management, Springer-Verlag, Berlin, 2009, 2. Auflage
- [Ever01] Eversheim, W.; Schröder, J.; Voigtländer, C.: Intranetbasiertes Entwicklungsmanagement – der schnelle Weg zu Neuprodukten, Konstruktion 5-2001, Springer-VDI Verlag, 2001
- [Ever05] Eversheim, W.; Schuh, G.: Integrierte Produkt- und Prozessgestaltung, Springer-Verlag, Berlin, 2005
- [Fel89] Feldhusen, J.: Systemkonzept für die durchgängige und flexible Rechnerunterstützung des Konstruktionsprozesses, Dissertation, TU Berlin, Schriftenreihe Konstruktionstechnik Nr. 16 (Hrsg. W. Beitz), 1989
- [Fra01] Frankenberger, E.: Computer-Supported Systematic Design and Knowledge Management in the Early Design Phase, ICED, Glasgow, 2001
- [Fir03] Firchau, N. L.: Variantenoptimierende Produktgestaltung, Dissertation, TU Braunschweig, Cuvillier Verlag, Göttingen, 2003
- [Gas10] Gassmann, O.: Crowdsourcing – Innovationsmanagement mit Schwarmintelligenz; Hanser-Verlag, München, 2010
- [Gra12] Graner, M.: Der Einsatz von Methoden in Produktentwicklungsprojekten – Eine Empirische Untersuchung der Rahmenbedingungen und Auswirkungen, Dissertation, TU Cottbus, Springer Gabler Verlag, Wiesbaden, 2012
- [Gro92] Groeger, B.: Die Einbeziehung der Wissensverarbeitung in den rechnerunterstützten Konstruktionsprozess, TU Berlin, Schriftenreihe Konstruktionstechnik 23, Berlin, 1992
- [Hac12] Hackermeier, I.: Wiki im Wissensmanagement: Determinanten der Akzeptanz eines Web 2.0 Projektes innerhalb eines internationalen Zulieferers der Automobilindustrie, Dissertation, LMU München, München, 2012
- [Hey05] Heymann, M.: <<Kunst>> und Wissenschaft in der Technik des 20. Jahrhunderts – Zur Geschichte der Konstruktionswissenschaft, Chronos Verlag, Zürich, 2005
- [Heym06] Heymann, M.; Kreimeyer, M; Lauer, W.; Lindemann, U.: Die Konstruktionsmethodik im Wandel der Zeit – Ein Überblick zum 100. Geburtstag von Prof. Wolf Rodenacker, Fachbericht, Springer Verlag, VDI Konstruktion, 10-2006

- [Hint09] Hinterhuber, H.; Matzler, K.: Kundenorientierte Unternehmensführung – Kundenorientierung – Kundenzufriedenheit – Kundenbindung, Gabler Verlag, Wiesbaden, 2009, 6. Auflage
- [Höl07] Hölzing, J. A.: Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung – Eine theoretische und empirische Überprüfung, Dissertation, Universität Mannheim, Gabler, 2007 (1. Auflage 2008)
- [Jesc11] Jeschke, S.; Isenhard, I.; Hees, F.; Trantow, S.: Enabling Innovation – Innovationsfähigkeit – deutsche und internationale Perspektiven, Springer Verlag, Berlin, 2011
- [Kah11] Kahneman, D.: Schnelles Denken, Langsames Denken, Siedler Verlag, München, 2011, 8. Auflage
- [Kes54] Kesselring, F.: Technische Kompositionslehre – Anleitung zu technisch-wirtschaftlichem und verantwortungsbewußten Schaffen, Springer-Verlag, 1954
- [Köl99] Kölscheid, W.: Methodik zur lebenszyklusorientierten Produktgestaltung – Ein Beitrag zum Life Cycle Design, Dissertation, RWTH Aachen, Shaker Verlag, Aachen, 1999
- [Kolo12] Kolonko, T.; Durst, M.; Durst, C.: Früherkennung und Entwicklung von Trends durch vernetztes Denken – Das RAHS-Vorhaben der Bundeswehr, Tagungsband zum 14. Kongress zum Wissensmanagement in Unternehmen und Organisationen, GITO Verlag Berlin, Berlin, 2012
- [Lan07] Lange, C.: Wikis und Blogs – Planen, Einrichten, Verwalten, C&L Computer und Literaturverlag, Böblingen, 2007
- [Lin07] Lindemann, U.: Methodische Entwicklung technischer Produkte, Springer Verlag, Berlin, 2007, 2. Auflage
- [Luc11] Lucko, A.: Ein Beitrag zur Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen Karosserieentwicklung und Produktionsplanung, Dissertation, Helmut-Schmidt-Universität, Shaker Verlag, Aachen, 2011
- [May11] May, J.: Schwarmintelligenz im Unternehmen – Wie sich vernetzte Intelligenz für Innovation und permanente Erneuerung im Unternehmen nutzen lässt, Publicis Publishing Verlag, Erlangen, 2011
- [Meye98] Meyer, R.; Sautter, K.; Westkämper, E.: Mehr Erfolg durch professionellen Methodeneinsatz, Studie, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 1998
- [Neer11] Neer, L. et al.: Innovationsarbeit gestalten, Fit für Innoation – Band 5, Fraunhofer Verlag, Stuttgart, 2011

-
- [Oel11] Oellrich, M.: Webbasierte Unterstützungsmöglichkeiten des Konstruktionsprozesses, Masterarbeit, TU Berlin, 2011
- [Oel12] Oellrich, M.; Mantwill, F.: Improved Pairwise Comparison, WASET, Amsterdam, 2012
- [Oel13a] Oellrich, M.; Mantwill, F.: Concept for a web based Support of the Product Development Process, BTW, Magdeburg, 2013
- [Oel13b] Oellrich, M.; Mantwill, F.: Focussed Web Based Collaboration for Knowledge Management Support, ISPE / CE, Melbourne, 2013
- [Oel13c] Oellrich, M.; Mantwill, F.: Integrierte webgestützte Produktentwicklung, KT, Aachen, 2013
- [Oel14] Oellrich, M.; Mantwill, F.: Webgestützte Konstruktionsmethodik im Einsatz: Eine erste Evaluation, EEE, Dresden, 2014
- [Pah05] Pahl, G.: VADEMECUM – Ein kurzer Leitfaden beim Entwickeln und Anwenden von Konstruktionsmethoden, Konstruktion 5-2005, Springer-VDI Verlag, Düsseldorf, 2005
- [Pah05] Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, K.; Grote, K: Konstruktionslehre - Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung, Methoden und Anwendung, Springer Verlag, Berlin, 2005, 6. Auflage
- [Pon07] Ponn, J. C.: Situative Unterstützung der methodischen Konzeptentwicklung technischer Produkte, Dissertation, TU München, Dr. Hut Verlag, München, 2007
- [Rab11] Rabe von Pappenheim, J. et al.: Innovationskompetenz entwickeln, Fit für Innovation - Band 3, Fraunhofer Verlag, Stuttgart, 2011
- [Red11] Redlich, T.; Wulfsberg, J.: Wertschöpfung in der Bottom-Up-Ökonomie, Springer Verlag, Berlin, 2011
- [Rob11] Robers, D. et al.: Innovation in Netzwerken aufbauen, Fit für Innovation - Band 4, Fraunhofer Verlag, Stuttgart, 2011
- [Rom10] Romberg, A.: Schlang Entwickeln, schnell am Markt – Wettbewerbsvorteile durch Lean Development, LOG_X Verlag, Stuttgart, 2010
- [Rot01] Roth, K.: Konstruieren mit Konstruktionskatalogen, Band 2: Konstruktionskataloge, Springer Verlag, Berlin, 2001, 3. Auflage
- [Saak08] Saaksvuori, A.; Immonen, A.: Product Lifecycle Management, Springer Verlag, Berlin, 2008, 3. Auflage

- [Sch13] Schürmann, H.: Sicherheitsbedenken bremsen Social Collaboration, in Business Reporter (Handelsblatt-Beilage), Juni 2013
- [Sen09] Sendler, U.: Das PLM-Kompendium – Referenzbuch des Produkt-Lebenszyklus-Managements, Springer Verlag, Heidelberg, 2009
- [Tri97] TRIGON Software: Prosecco – Programm zur strukturierten Erfassung von Konstruktionsdaten, Handbuch, Darmstadt, 1997
- [Wei13] Weiss, H.: 2013: Durchbruch bei Social Business, VDI-Nachrichten, Düsseldorf, 4. Januar 2013

Onlinequellen

- [Das14a] <http://www.3ds.com/de/produkte-und-services/enovia/>, Stand: 21.03.2014
- [Das14b] <http://www.3ds.com/products-services/catia/capabilities/systems-engineering/requirements-engineering/>, Stand: 21.03.2014
- [Aut14] <http://www.autodesk.de/adsk/servlet/pc/index?siteID=403786&id=18818914>, Stand: 21.03.2014
- [Inn13] <http://www.innocentive.com/faq/Seeker#25n1253>, Stand: 16.12.2013
- [Joo15] <http://www.joomla.de/joomla-entdecken/begriffserklaerung>, Stand: 17.03.2015
- [Map00] MAP-Tool: <http://imihome.imi.uni-karlsruhe.de/map.html>, abgerufen am 29.10.2013, Stand: 03.01.2000
- [Nin13] <http://www.ninesigma.com>, Stand: 16.12.2013
- [Plm14] <http://www.plmportal.org/nachrichten-details/items/autodesk-plm-360-neuer-ansatz-aber-noch-nicht-die-loesung-fuer-plm.html>, Stand: 21.03.2014
- [Ptc14] <http://de.ptc.com/solutions/product-lifecycle-management/index.htm>, Stand: 21.03.2014
- [Qui13] <http://www.quirky.com/how-it-works>, Stand: 16.12.2013
- [Sie14] http://www.plm.automation.siemens.com/de_de/plm/index.shtml#lightview%26uri=tcm:73-3524%26title=Siemens%20PLM%20Software%20Overview%20-%20Siemens%20Brochure%20-%2010737%26docType=.pdf, Stand: 21.03.2014
- [Wik14a] <http://de.wikipedia.org/wiki/Joomla>, Stand: 03.02.2014

-
- [Wik14b] http://de.wikipedia.org/wiki/Open_Source, Stand: 16.09.2014
- [Wik15] <http://de.wikipedia.org/wiki/Schichtenarchitektur>, Stand: 17.03.2015

Vom Autor betreute Arbeiten

- [Hab12a] Habbe, J.: Untersuchung des Produktentstehungsprozesses des HSU Racing Team als Basis für den Aufbau einer webbasierten Unterstützung zum konstruktionsmethodischen Vorgehen, Studienarbeit, Helmut-Schmidt-Universität, Hamburg, 2012
- [Hab12b] Habbe, J.: Konzepterarbeitung und exemplarische Umsetzung erster konstruktionsmethodischer Bestandteile eines webgestützten Produktentstehungsprozesses, Masterarbeit, Helmut-Schmidt-Universität, Hamburg, 2012
- [Kau13a] Kaufmann, M.: Konzept und Umsetzung des Wertigkeitsverfahrens für ein Web 2.0-System, Studienarbeit, Helmut-Schmidt-Universität, Hamburg, 2013
- [Kau13b] Kaufmann, M.: Entwicklung einer Web 2.0-Komponente zur Unterstützung von Kreativitätstechniken sowie allgemeiner Kommunikation, Masterarbeit, Helmut-Schmidt-Universität, Hamburg, 2013
- [Lüc13a] Lücke, T.: Implementierung des Paarweisen Vergleichs in eine webgestützte Konstruktionsmethodik-Umgebung, Studienarbeit, Helmut-Schmidt-Universität, Hamburg, 2013
- [Lüc13b] Lücke, T.: Entwickeln und Implementieren ausgewählter konstruktionsmethodischer Elemente für eine webgestützte Umgebung, Masterarbeit, Helmut-Schmidt-Universität, Hamburg, 2013
- [Ree13] Reese, D.: Recherche und Analyse zur Software-seitigen Unterstützung von Konstruktionsmethodik, Masterarbeit, Helmut-Schmidt-Universität, Hamburg, 2013

Normen und Richtlinien

- [VDI82] VDI-Richtlinie 2222 Blatt 2: Konstruktionsmethodik – Erstellung und Anwendung von Konstruktionskatalogen, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1982
- [VDI93] VDI-Richtlinie 2221: Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte, Beuth Verlag, Düsseldorf, 1993

-
- [VDI94] VDI-Richtlinie 2247: Qualitätsmanagement in der Produktentwicklung, Beuth Verlag, Düsseldorf, 1994, (zurückgezogen)
- [VDI97] VDI-Richtlinie 2222 Blatt 1: Konstruktionsmethodik – Methodisches Entwickeln von Lösungsprinzipien, Beuth Verlag, Düsseldorf, 1997
- [VDI98] VDI-Richtlinie 2225 Blatt 3: Konstruktionsmethodik – Technisch-wirtschaftliches Konstruieren, Beuth Verlag, Düsseldorf, 1998
- [VDI02] VDI-Richtlinie 2806: Kreativitätspotenziale und Ideenfindung, Beuth Verlag, Düsseldorf, 2002
- [VDI04] VDI-Richtlinie 2206: Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme, Beuth Verlag, Düsseldorf, 2004
- [VDI09] VDI-Richtlinie 5610: Wissensmanagement im Ingenieurwesen - Grundlagen, Konzepte, Vorgehen, Beuth Verlag, Düsseldorf, 2009
- [VDI10a] VDI-Richtlinie 2800 Blatt1 : Wertanalyse, Beuth Verlag, Düsseldorf, 2010
- [VDI10b] VDI-Richtlinie 2870: Ganzheitliche Produktionssysteme, Beuth Verlag, Düsseldorf, 2010
- [VDI13] VDI-Richtlinie 2807: Teamarbeit – Anwendung in Wertanalyse/Value-Management Projekten, Beuth Verlag, Düsseldorf, 2013

Anhang

- A Entity-Relationship-Modell des Demonstrators**
- B Auswertung der Onlineumfrage**
- C Auswertung der Fragebogen-Umfrage**

A Entity-Relationship-Modell des Demonstrators

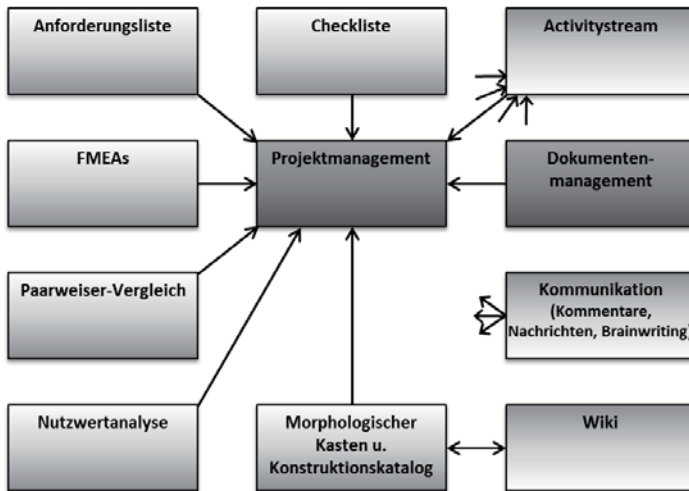


Abbildung A. 1: Abstraktes Entity-Relationship-Modell des gesamten Demonstrators³³

Hinweis: Auf die einzelnen Verbindungen der Komponenten zum Activitystream wurde aus Übersichtlichkeitsgründen verzichtet (s. Tabelle 4.2 auf Seite 66). Das Gleiche gilt für die Kommunikationskomponente, da diese in mehreren anderen Komponenten zum Einsatz kommt (s.a. Abschnitt 4.2.2).

³³ nach [Oell13b]

B Auswertung der Onlineumfrage

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Onlineumfrage dargestellt. Bei den Umfrageteilnehmern handelt es sich um Ingenieure aus dem norddeutschen Raum, die über einen Emailverteiler des VDI Arbeitskreises „Entwicklung & Konstruktion“ angeschrieben wurden (s. Abschnitt 5.3.1). Die Darstellung erfolgt in drei Abschnitten: normal, auszugsweise visualisiert und differenziert. Abschließend folgt eine Zusammenfassung und Interpretation.

B.1 Ergebnisse

Aufgrund des Kano-Fragebogenprinzips wurden die Antworten der Onlineumfrage mit einem Excel-Makro verarbeitet, entsprechend Tabelle 5.1 (s. Seite 81) klassifiziert und für die Auswertung in eine separate Tabelle übertragen. Diese ist im Folgenden dargestellt.

Allgemein

Teilnehmeranzahl

25

1.1 In welcher Funktion sind Sie tätig?

12	13	0
----	----	---

Management
Angestellter
Mitarbeiter
Student

1.2 Über wieviel Berufserfahrung verfügen Sie?
(im technischen Bereich)

13,6 Jahre

$x \leq 50$
 $50 < x \leq 250$
 $250 < x \leq 500$
 $500 < x \leq 1000$
 $x > 1000$

1.3 Wie viele Mitarbeiter hat ihr Unternehmen?

2	11	5	1	6
8%	44%	20%	4%	24%

1.4 Wie haben Sie die Konstruktionsmethodik kennen gelernt?
(mehrfach Auswahl möglich)

im Studium	durch Schulungen	autodidaktisch/ Selbststudium	Unternehmensintern	gar nicht	sonstiges
20	4	10	5	1	1
80%	16%	40%	20%	4%	4%

Projektmanagement

	ja	nein				
2.0 Wird in Ihrem Unternehmen ein Projektmanagementsystem verwendet? (Bspw. MS Project)	20	5				
	80%	20%				
	A: Begeisterung	O: Leistung	M: Basis	I: Irrelevant	R: Gegenteilig	Q: Falsch
2.1 Wenn Daten in dem Websystem abgelegt werden, werden sie dem aktuell ausgewählten Projekt zugeordnet.	12%	24%	52%	12%	0%	0%
2.2 Projekte können von definierbaren Vorlagen abgeleitet werden. Aus einer Projektvorlage werden Projektphasen und zugeordnete Checklisten übernommen.	44%	16%	24%	8%	0%	8%
2.3 Projekte können in Phasen unterteilt werden und anhand der aktuellen Projektphase stehen ausgewählte Methoden zur Schnellauswahl zur Verfügung.	36%	24%	28%	12%	0%	0%
2.4 Einzelnen Projektphasen lassen sich Checklisten (ToDo-Listen) zuordnen.	32%	32%	28%	8%	0%	0%
3.1 Sämtliche Aktivitäten innerhalb des Systems werden erfasst und können gruppiert, chronologisch ausgegeben werden.	12%	52%	28%	8%	0%	0%
3.2 Erfasste Aktivitäten geben Rückschlüsse darüber wann und von wem etwas gemacht wurde.	12%	16%	48%	24%	0%	0%
3.3 Jede aufgelistete Aktivität erlaubt per Link den Zugriff auf das Objekt/ die Daten.	20%	28%	28%	24%	0%	0%

Checklisten

	ja	nein
4.0 Ist in Ihrem Unternehmen ein Software-Tool vorhanden mit dem Checklisten erstellt und verwendet werden können? (nicht MS Excel)	4	21

	A: Begeisterung	O: Leistung	M: Basis	I: Irrelevant	R: Gegenteilig	Q: Falsch
4.1 Im Websystem können im Browser Checklisten erstellt und verwendet werden.	52%	20%	20%	8%	0%	0%
4.2 Die Checklisten basieren auf Vorlagen und nur die Vorlagen können verändert werden (KVP = kontinuierlicher Verbesserungsprozess).	12%	24%	12%	36%	12%	4%

Anforderungslisten

	ja	nein
5.0 Ist in Ihrem Unternehmen ein Software-Tool vorhanden mit dem Anforderungslisten erstellt und verwendet werden können? (nicht MS Excel)	1	24

	A: Begeisterung	O: Leistung	M: Basis	I: Irrelevant	R: Gegenteilig	Q: Falsch
5.1 Im Websystem können im Browser Anforderungslisten erstellt und verwendet werden.	44%	24%	24%	8%	0%	0%

FMEAs

	ja	nein						
6.0 Ist in Ihrem Unternehmen ein Software-Tool vorhanden mit dem FMEAs erstellt und verwendet werden können? (nicht MS Excel)	4	21						
	A: Begeisterung	O: Leistung	M: Basis	I: Irrelevant	R: Gegenteilig	Q: Falsch		
6.1 Im Websystem können im Browser FMEAs erstellt und verwendet werden.	56%	16%	4%	24%	0%	0%		
6.2 Die FMEAs und Anforderungslisten basieren auf Vorlagen und nur die Vorlagen können verändert werden (KVP).	16%	12%	24%	44%	4%	0%		
6.3 Einzelnen FMEA- und Anforderungslisten-Punkten können Kommentare für Zusatzinformationen angeheftet werden.	28%	16%	28%	28%	0%	0%		
6.4 Einzelnen FMEA-Punkten können Verbesserungsvorschläge für Zusatzinformationen angeheftet werden.	60%	16%	12%	12%	0%	0%		

Morphologischer Kasten

	ja	nein				
7.0 Ist in Ihrem Unternehmen ein Software-Tool vorhanden mit dem Morphologische Kästen erstellt und verwendet werden können? (nicht MS Excel)	2	23				
	A: Begeisterung	O: Leistung	M: Basis	I: Irrelevant	R: Gegenteilig	Q: Falsch
7.1 Im Websystem können Morphologische Kästen erstellt und bearbeitet werden.	52%	24%	4%	20%	0%	0%
7.2 Die Funktionen im Morphologischen Kasten lassen sich hierarchisch gliedern. (Funktionsspalte wird unterteilt).	28%	28%	16%	28%	0%	0%
7.3 Zusätzlich zur Angabe der Lösungsbezeichnung ist auch das einfügen eines Bildes sowie einer Kurzbeschreibung möglich.	16%	20%	56%	8%	0%	0%
7.4 Auf Basis einer Funktion und den zugeordneten Lösungen lässt sich automatisiert die erste Version eines Konstruktionskataloges erstellen. Änderungen wirken sich auf Katalog und Kasten aus.	36%	20%	4%	40%	0%	0%
7.5 Basierend auf einer einzelnen Lösung lässt sich die erste Version einer Wiki-Seite im internen Wiki (analog Wikipedia) erstellen. (Inkl. Verlinkungen zwischen Wiki-Seiten, M-Kästen und K-Katalogen)	24%	16%	0%	60%	0%	0%
7.6 Je Funktion ist es möglich im gesamten Websystem über den Activitystream dazu aufzurufen, Lösungsvorschläge einzubringen. (Zwecks Geheimhaltung nur Sicht auf Einzelfunktion und zugeordnete Lösungen)	48%	16%	0%	32%	0%	4%
7.7 Während des Betrachtens des aktuellen Morphologischen Kastens prüft das Websystem, ob Änderungen/ Updates vorliegen und fragt im Zweifelsfall, ob die Ansicht aktualisiert werden	36%	16%	24%	24%	0%	0%
7.8 Auf Basis des Morphologischen Kastens ist es möglich Lösungsvarianten zu erstellen. Diese werden durch Selektieren der zugehörigen Einzellösungen definiert.	16%	20%	48%	16%	0%	0%
7.9 Einzelnen Lösungen können Kommentare für Zusatzinformationen angeheftet werden.	32%	28%	24%	16%	0%	0%

Konstruktionskataloge

	ja	nein
8.0 Ist in Ihrem Unternehmen ein Software-Tool vorhanden mit dem Konstruktionskataloge erstellt und verwendet werden können? (nicht MS Excel)	2	23

	A: Begeisterung	O: Leistung	M: Basis	I: Irrelevant	R: Gegenteilig	Q: Falsch
8.1 Im Websystem können Konstruktionskataloge hinzugefügt und bearbeitet werden.	48%	24%	12%	16%	0%	0%
8.2 Zu einem Konstruktionskatalog können zusätzliche Merkmalspalten hinzugefügt werden, die je Lösung ausfüllbar sind.	16%	24%	32%	24%	4%	0%
8.3 Bei der Eingabe von Lösungsideen (auch im M-Kasten) prüft das System ob ähnlich lautende Lösungen bereits vorhanden sind und bietet diese (inkl. Visualisierung, wenn vorhanden) zur Wiederauswahl an.	48%	16%	20%	12%	0%	4%

Wiki

	ja	nein
9.0 Wird in Ihrem Unternehmen ein internes Wiki betrieben?	8	17

	A: Begeisterung	O: Leistung	M: Basis	I: Irrelevant	R: Gegenteilig	Q: Falsch
9.1 Im Websystem ist ein integriertes Wiki enthalten.	52%	12%	8%	28%	0%	0%
9.2 Aus anderen Komponenten sollte direkt auf Wiki-Seiten verwiesen werden können.	36%	12%	16%	36%	0%	0%

Paarweiser-Vergleich

	ja	nein
10.0 Ist in Ihrem Unternehmen ein Software-Tool vorhanden mit dem Paarweise-Vergleiche erstellt und verwendet werden können? (nicht MS Excel)	2	23

	A: Begeisterung	O: Leistung	M: Basis	I: Irrelevant	R: Gegenteilig	Q: Falsch
10.1 Das Websystem unterstützt beim Durchführen von Paarweisen-Vergleichen und legt die Daten im System ab.	44%	12%	20%	24%	0%	0%
10.2 Die Kriterien für den Paarweisen-Vergleich können aus bereits eingegebenen Daten übernommen werden, bspw. Anforderungslisten oder Checklisten.	44%	8%	32%	12%	4%	0%
10.3 Der Paarweise-Vergleich wird durch das Websystem unterstützt (weniger Entscheidungen erforderlich; Das System führt eine optimierte Datenorganisation durch, Entscheidungen verbleiben beim Anwender).	40%	24%	8%	28%	0%	0%

Nutzwertanalyse

	ja	nein
11.0 Ist in Ihrem Unternehmen ein Software-Tool vorhanden mit dem Nutzwertanalysen erstellt und verwendet werden können? (nicht MS Excel)	1	24

	A: Begeisterung	O: Leistung	M: Basis	I: Irrelevant	R: Gegenteilig	Q: Falsch
11.1 Das Websystem unterstützt beim Durchführen von Nutzwertanalysen und legt die Daten im System ab.	24%	24%	28%	24%	0%	0%
11.2 Die Kriterien (z.T. inkl. Gewichtungen) für die Nutzwertanalyse sowie die Bezeichnungen der zu vergleichenden Varianten können aus bereits eingegebenen Daten übernommen werden.	24%	24%	28%	24%	0%	0%

Blogs

	ja	nein
12.0 Werden in Ihrem Unternehmen Blogs zu Kommunikationszwecken eingesetzt?	6	19

	A: Begeisterung	O: Leistung	M: Basis	I: Irrelevant	R: Gegenteilig	Q: Falsch
12.1 Blogs sind im Websystem enthalten.	32%	0%	0%	64%	4%	0%

Brainwriting

	ja	nein
13.0 Ist in Ihrem Unternehmen ein Software-Tool vorhanden mit dem Brainstorming-/ Brainwriting-Sitzungen unterstützt werden?	0	25

	A: Begeisterung	O: Leistung	M: Basis	I: Irrelevant	R: Gegenteilig	Q: Falsch
13.1 Das Websystem unterstützt beim Durchführen von Brainwriting-Sitzungen.	40%	8%	8%	44%	0%	0%
13.2 Brainwriting-Sessions finden als anonyme Chat-Sitzungen statt. (Die Eingaben werden angezeigt, aber nicht von wem diese stammen).	32%	4%	0%	44%	20%	0%
13.3 Blogs und Brainwritings können beim Anlegen so konfiguriert werden, dass nur in einem definierbaren Zeitfenster Vorschläge hinzugefügt werden können.	24%	4%	4%	52%	16%	0%
13.4 Brainwritings können so konfiguriert werden, dass eine Automoderation möglich ist. (Vorab definierte Aufforderungen sich aktiv zu beteiligen werden in zufälligem Zeitabstand eingeworfen).	28%	0%	4%	64%	4%	0%
13.5 Beim Anlegen von Blogs und Brainwritings kann ausgewählt werden, dass ein Aufruf zur Beteiligung im gesamten System über den Activitystream erfolgen soll. (Inhouse Open Innovation).	52%	4%	0%	44%	0%	0%

B.2 Auszug und Visualisierung der Ergebnisse

Die als am relevantesten eingeschätzten Umfrageergebnisse aus Anhang B.1 werden im Folgenden zusätzlich in Form von Diagrammen visualisiert. Diese Darstellungsform wurde gewählt um die Les- und Vergleichbarkeit zu vereinfachen. Eine Darstellung sämtlicher Ergebnisse in Diagrammform erschien nicht zielführend³⁴.

An der Onlineumfrage haben 25 Ingenieure teilgenommen, davon waren 12 im Management tätig. Im Durchschnitt verfügten die Teilnehmer über 13,6 Jahre Berufserfahrung.

Folgende Abbildung zeigt die Unternehmensgröße (in Mitarbeitern) der befragten Teilnehmer.

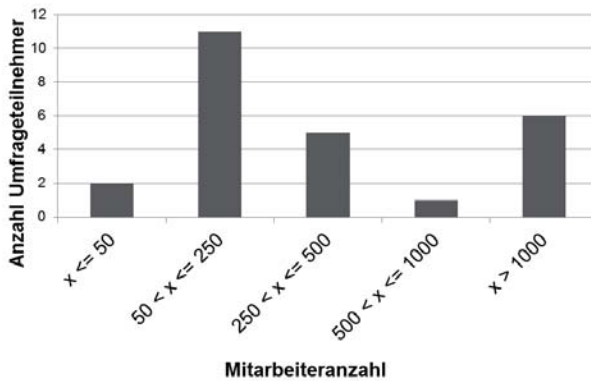


Abbildung B. 1: Unternehmens-Mitarbeiteranzahl

Die Art und Weise, wie die Teilnehmer die Konstruktionsmethodik kennengelernt haben, ist in der nächsten Abbildung dargestellt.

³⁴ Die Ergebnisse wurden auch bereits teilweise in [Oell14] veröffentlicht. Der Datenbestand umfasste damals jedoch erst 19 Teilnehmer. Daher wird in diesem Abschnitt nicht erneut darauf verwiesen.

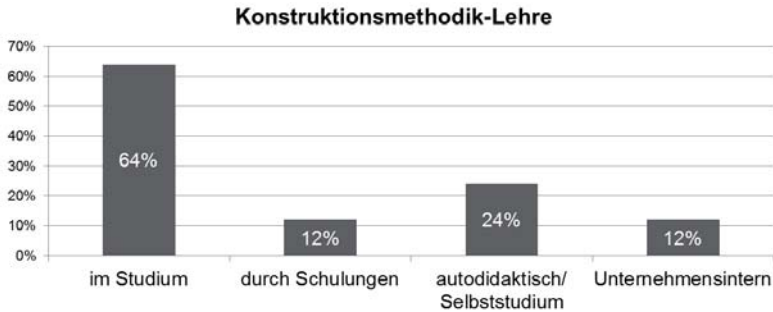


Abbildung B. 2: Art und Weise, wie die Konstruktionsmethodik kennengelernt wurde (Mehrfachauswahl war möglich)

Die folgenden Diagramme stellen die für den Demonstrator relevanten Ergebnisse dar. Das erste Diagramm zeigt, wofür bereits besondere³⁵ Software eingesetzt wird. Anschließend visualisieren die nachfolgenden Diagramme die Ergebnisse aus dem Kano-Fragenteil. Die in Abbildung B. 4 einmalig dargestellte Legende ist für sämtliche nachfolgenden Diagramme gültig und wurde aus Übersichtlichkeitsgründen nicht erneut aufgeführt.



Abbildung B. 3: Umfrageergebnisse zu vorhandener Software im Unternehmen

³⁵ Excel wurde bei der Befragung explizit ausgeschlossen.

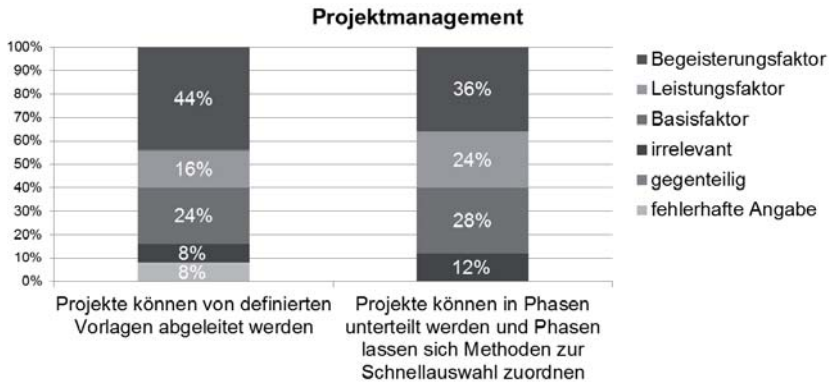


Abbildung B. 4: Kano-Ergebnisse zu Aspekten der Projektmanagement-Komponente

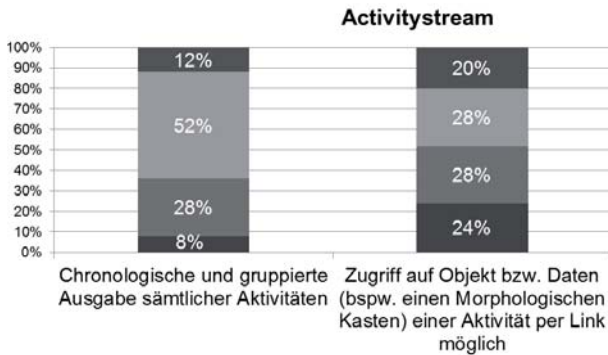


Abbildung B. 5: Kano-Ergebnisse zu Aspekten der Activitystream-Komponente

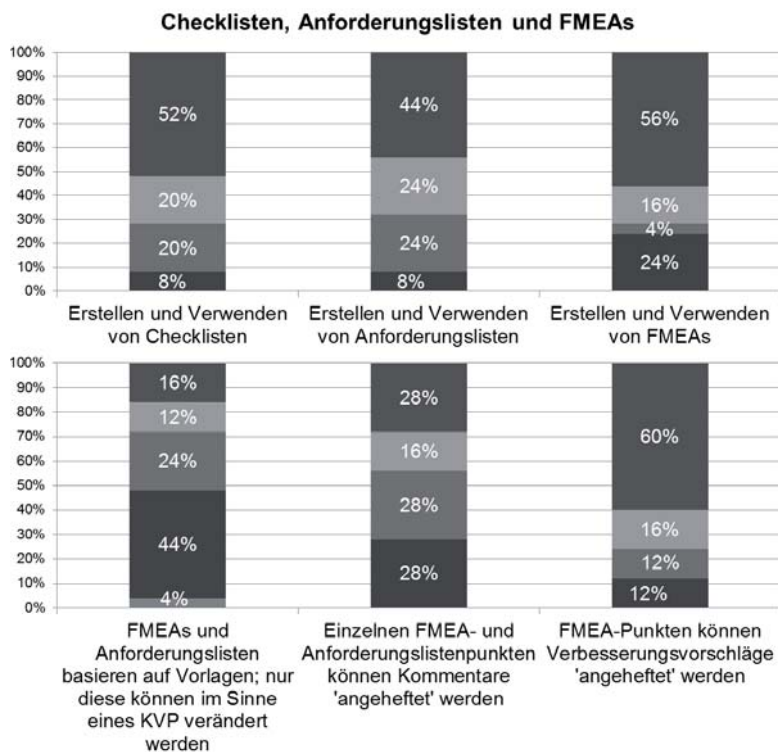


Abbildung B. 6: Kano-Ergebnisse zu Aspekten der Checklisten-, Anforderungslisten- und FMEA-Komponenten

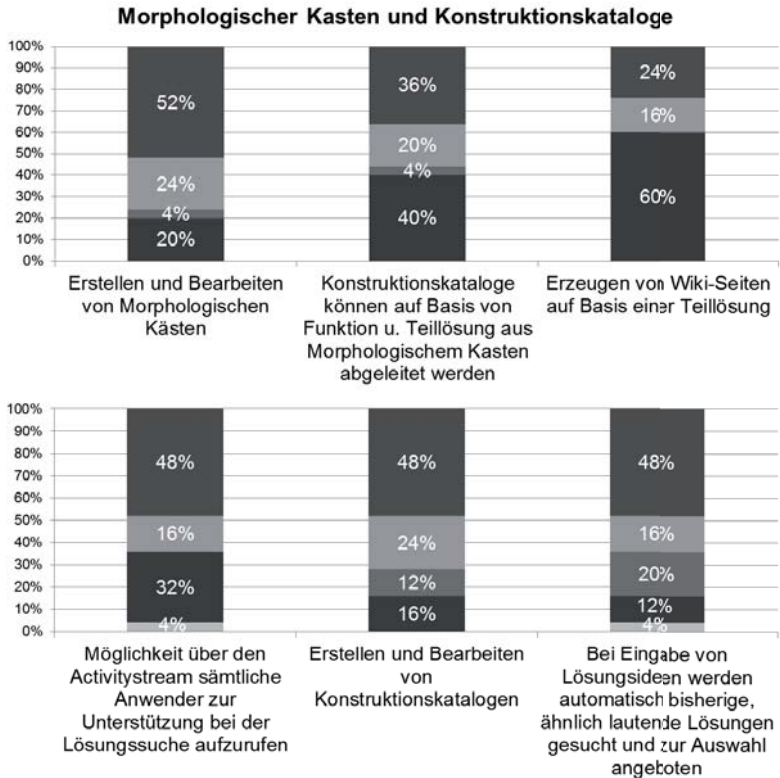


Abbildung B. 7: Kano-Ergebnisse zu Aspekten der Morphologischen Kasten- und Konstruktionskatalog-Komponenten

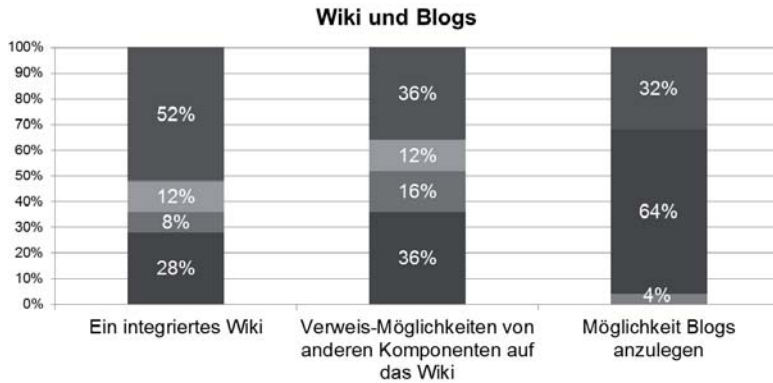


Abbildung B. 8: Kano-Ergebnisse zu Aspekten der Wiki- und Blog-Komponenten

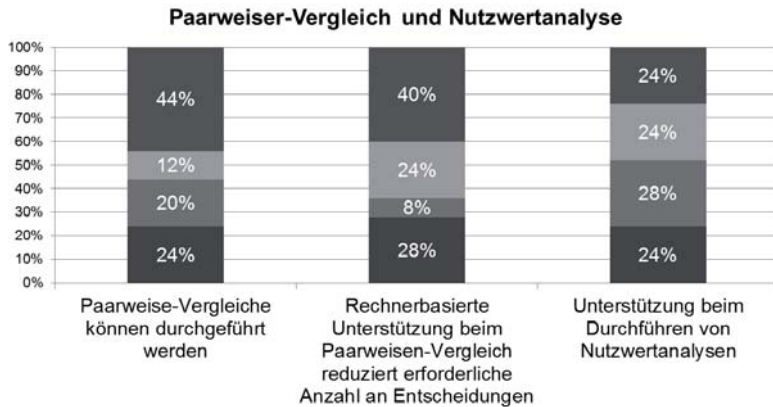


Abbildung B. 9: Kano-Ergebnisse zu Aspekten der Paarweiser-Vergleich- und Nutzwertanalyse-Komponenten

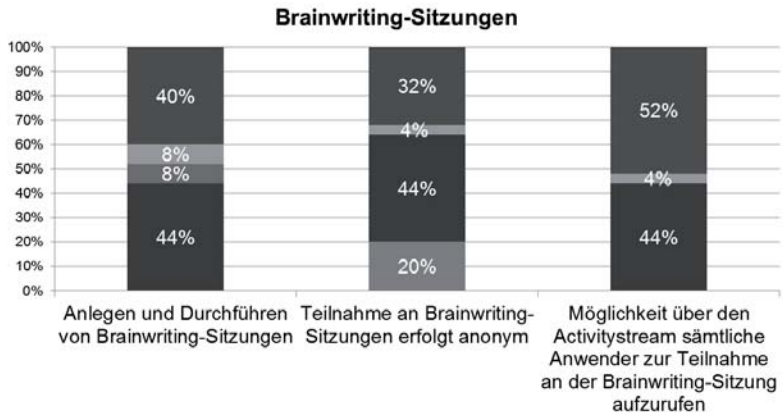


Abbildung B. 10: Kano-Ergebnisse zu Aspekten der Brainwriting-Komponente

B.3 Differenzierte Ergebnisanalyse

Diese Betrachtung differenziert die Antworten zusätzlich nach Unternehmensgröße in Mitarbeitern, der Berufserfahrung und der Zuordnung zum Management. Sie ist in den folgenden Tabellen dargestellt.

Tabelle B. 1: Differenzierte Ergebnisanalyse (1/3)

Unterteilung	Teilnehmer	Antwort-Klassifizierung	Projektmanagement				Activitystream		
			2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3
Mitarbeiteranzahl im Unternehmen	51 - 250 MA	A Begeisterung	27%	36%	18%	45%	9%	0%	18%
		O Leistung	45%	18%	27%	0%	45%	9%	0%
		M Basis	18%	36%	45%	36%	36%	55%	36%
		I Irrelevant	9%	9%	9%	18%	9%	36%	45%
		R Gegenteilig	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		Q Falsch	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	251 - 500 MA	A Begeisterung	0%	40%	40%	40%	20%	20%	20%
		O Leistung	0%	20%	20%	20%	60%	20%	40%
		M Basis	100%	20%	20%	40%	0%	40%	20%
		I Irrelevant	0%	20%	20%	0%	20%	20%	20%
		R Gegenteilig	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		Q Falsch	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	min. 1001 MA	A Begeisterung	0%	67%	50%	0%	17%	17%	17%
		O Leistung	17%	0%	33%	83%	50%	33%	50%
		M Basis	50%	17%	17%	17%	33%	50%	33%
		I Irrelevant	33%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		R Gegenteilig	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		Q Falsch	0%	17%	0%	0%	0%	0%	0%
Berufserfahrung	<= 13,6a (Mittelwert)	A Begeisterung	8%	58%	33%	58%	8%	8%	25%
		O Leistung	25%	25%	33%	25%	67%	0%	33%
		M Basis	58%	17%	17%	0%	25%	67%	8%
		I Irrelevant	8%	0%	17%	17%	0%	25%	33%
		R Gegenteilig	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		Q Falsch	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	> 13,6a (Mittelwert)	A Begeisterung	15%	31%	38%	8%	15%	15%	15%
		O Leistung	23%	8%	15%	38%	38%	31%	23%
		M Basis	46%	31%	38%	54%	31%	31%	46%
		I Irrelevant	15%	15%	8%	0%	15%	23%	15%
		R Gegenteilig	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		Q Falsch	0%	15%	0%	0%	0%	0%	0%
Management / Angestellter	Management	A Begeisterung	8%	33%	17%	17%	0%	8%	0%
		O Leistung	25%	8%	25%	25%	58%	17%	42%
		M Basis	58%	25%	42%	58%	25%	50%	42%
		I Irrelevant	8%	17%	17%	0%	17%	25%	17%
		R Gegenteilig	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		Q Falsch	0%	17%	0%	0%	0%	0%	0%
	Angestellter	A Begeisterung	15%	54%	54%	46%	23%	15%	38%
		O Leistung	23%	23%	23%	38%	46%	15%	15%
		M Basis	46%	23%	15%	0%	31%	46%	15%
		I Irrelevant	15%	0%	8%	15%	0%	23%	31%
		R Gegenteilig	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		Q Falsch	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Fallunterscheidung: >= 30% und > 50%

Tabelle B. 2: Differenzierte Ergebnisanalyse (2/3)

		Checklisten		Anforderungslisten	FMEA				Morphologischer Kasten									
		4.1	4.2	5.1	6.1	6.2	6.3	6.4	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	
Mitarbeiteranzahl im Unternehmen	A	64%	18%		55%	18%	27%	64%	55%	27%	27%	27%	36%	55%	36%	18%	27%	
	O	0%	9%		18%	9%	0%	27%	18%	18%	18%	18%	27%	9%	18%	18%	18%	
	M	36%	18%		18%	9%	27%	27%	9%	0%	18%	55%	9%	0%	36%	45%	45%	
	I	0%	27%		9%	27%	55%	18%	9%	27%	36%	0%	45%	36%	27%	9%	18%	9%
	R	0%	18%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Q	0%	9%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	9%	0%	0%	0%
	A	40%	0%		60%	60%	0%	60%	60%	60%	20%	0%	40%	20%	20%	0%	20%	20%
	O	20%	20%		20%	20%	0%	20%	0%	20%	20%	0%	20%	0%	20%	20%	0%	40%
	M	20%	20%		20%	0%	20%	0%	0%	0%	80%	0%	0%	0%	0%	0%	40%	0%
	I	20%	60%		0%	20%	60%	40%	20%	40%	60%	0%	60%	80%	60%	80%	40%	40%
	R	0%	0%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Q	0%	0%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
A	33%	17%		33%	50%	17%	17%	67%	50%	50%	0%	50%	0%	50%	67%	17%	33%	
O	67%	50%		33%	33%	17%	17%	0%	33%	50%	17%	33%	0%	17%	0%	33%	33%	
M	0%	0%		33%	0%	33%	50%	33%	17%	0%	67%	0%	0%	0%	17%	50%	17%	
I	0%	33%		0%	17%	17%	17%	0%	0%	0%	17%	17%	###	33%	17%	0%	17%	
R	0%	0%		0%	0%	17%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Q	0%	0%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Berufsefahrung	A	75%	17%		33%	67%	8%	33%	83%	58%	25%	17%	33%	25%	50%	42%	8%	42%
	O	8%	17%		17%	8%	8%	25%	8%	17%	25%	8%	8%	17%	17%	8%	0%	33%
	M	0%	8%		33%	0%	25%	17%	0%	8%	25%	67%	8%	0%	0%	25%	75%	17%
	I	17%	33%		17%	25%	50%	25%	8%	17%	25%	8%	50%	58%	25%	25%	17%	8%
	R	0%	25%		0%	0%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Q	0%	0%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8%	0%	0%	0%
	A	31%	8%		54%	46%	23%	23%	38%	46%	31%	15%	38%	23%	46%	31%	23%	23%
	O	31%	31%		31%	23%	15%	8%	23%	31%	31%	31%	31%	15%	15%	23%	38%	23%
	M	38%	15%		15%	8%	23%	38%	23%	0%	8%	46%	0%	0%	0%	23%	23%	31%
	I	0%	38%		0%	23%	38%	31%	15%	23%	31%	8%	31%	62%	38%	23%	15%	23%
	R	0%	0%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Q	0%	8%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Management / Angestellter	A	17%	8%		33%	58%	33%	42%	58%	58%	25%	8%	25%	42%	50%	25%	25%	33%
	O	25%	42%		33%	8%	25%	8%	17%	25%	33%	33%	33%	8%	25%	25%	17%	25%
	M	42%	8%		33%	8%	17%	33%	17%	0%	17%	50%	0%	0%	0%	25%	50%	33%
	I	17%	25%		0%	25%	25%	17%	8%	17%	25%	8%	42%	50%	25%	25%	8%	8%
	R	0%	8%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Q	0%	8%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	A	85%	15%		54%	54%	0%	15%	62%	46%	31%	23%	46%	8%	46%	46%	8%	31%
	O	15%	8%		15%	23%	0%	23%	15%	23%	23%	8%	8%	23%	8%	8%	23%	31%
	M	0%	15%		15%	0%	31%	23%	8%	8%	15%	62%	8%	0%	0%	23%	46%	15%
	I	0%	46%		15%	23%	62%	38%	15%	23%	31%	8%	38%	69%	38%	23%	23%	23%
	R	0%	15%		0%	0%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Q	0%	0%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8%	0%	0%	0%

Fallunterscheidung: >= 30% und > 50%

Tabelle B. 3: Differenzierte Ergebnisanalyse (3/3)

	Konstruktionskatalog			Wiki		Paarweiser-Vergleich			Nutzwertanalyse		Blog	Brainwriting				
	8.1	8.2	8.3	9.1	9.2	10.1	10.2	10.3	11.1	11.2	12.1	13.1	13.2	13.3	13.4	13.5
Mitarbeiterzahl im Unternehmen	A	27%	9%	45%	18%	27%	27%	36%	27%	18%	45%	36%	27%	18%	36%	36%
	O	27%	18%	9%	9%	0%	0%	9%	9%	18%	0%	0%	0%	0%	0%	9%
	M	27%	55%	36%	18%	36%	36%	45%	18%	45%	36%	0%	9%	0%	9%	0%
	I	18%	18%	0%	27%	45%	36%	9%	36%	18%	27%	55%	55%	55%	45%	55%
	R	0%	0%	0%	0%	0%	0%	9%	9%	0%	0%	18%	27%	9%	9%	0%
	Q	0%	0%	9%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	A	60%	0%	20%	40%	40%	40%	40%	20%	20%	20%	20%	40%	40%	40%	20%
	O	0%	40%	20%	20%	40%	0%	0%	20%	20%	20%	0%	0%	0%	0%	0%
	M	0%	0%	20%	0%	0%	20%	20%	0%	20%	20%	0%	20%	0%	0%	0%
I	40%	60%	40%	40%	20%	40%	40%	60%	40%	40%	80%	40%	60%	60%	80%	
R	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Q	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Berufserfahrung	A	50%	8%	75%	58%	33%	50%	50%	50%	17%	25%	25%	50%	42%	33%	33%
	O	25%	33%	8%	0%	8%	8%	8%	25%	25%	17%	0%	0%	8%	8%	0%
	M	8%	25%	0%	8%	8%	17%	25%	0%	33%	33%	0%	0%	8%	8%	0%
	I	17%	33%	8%	33%	50%	25%	8%	25%	25%	25%	75%	50%	33%	25%	58%
	R	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	25%	0%
	Q	0%	0%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	A	46%	23%	23%	46%	38%	38%	38%	31%	31%	23%	38%	31%	23%	15%	23%
	O	23%	15%	23%	23%	15%	15%	8%	23%	23%	31%	0%	15%	0%	0%	8%
	M	15%	38%	38%	8%	23%	23%	38%	15%	23%	23%	0%	15%	0%	0%	0%
I	15%	15%	15%	23%	23%	23%	15%	31%	23%	23%	54%	38%	54%	77%	69%	
R	0%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8%	0%	23%	8%	8%	
Q	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Management / Angestellter	A	42%	8%	25%	50%	42%	33%	42%	25%	25%	33%	33%	42%	17%	17%	8%
	O	17%	25%	25%	17%	25%	25%	8%	33%	25%	25%	0%	17%	0%	0%	8%
	M	17%	33%	42%	8%	17%	25%	42%	17%	42%	33%	0%	8%	0%	0%	8%
	I	25%	25%	8%	25%	17%	17%	8%	25%	8%	8%	58%	33%	58%	67%	75%
	R	0%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8%	0%	25%	17%	8%
	Q	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	A	54%	23%	69%	54%	31%	54%	46%	54%	23%	15%	31%	38%	46%	31%	46%
	O	31%	23%	8%	8%	0%	0%	8%	15%	23%	23%	0%	0%	8%	8%	0%
	M	8%	31%	0%	8%	15%	15%	23%	0%	15%	23%	0%	8%	0%	8%	0%
I	8%	23%	15%	31%	54%	31%	15%	31%	38%	38%	69%	54%	31%	38%	54%	
R	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	15%	15%	0%	
Q	0%	0%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	

Fallunterscheidung: >= 30% und > 50%

B.4 Ergebniszusammenfassung und Interpretation

Die bei der Onlineumfrage gewonnenen Ergebnisse sind in Anhang B.1 aufgeführt. In Anhang B.2 ist ein Ergebnisauszug zusätzlich in Diagrammform dargestellt und in Anhang B.3 sind die Ergebnisse zusätzlich differenziert betrachtet worden.

Die Ergebnisinterpretation erfolgt mittels Häufigkeiten nach [Höl07]. Andere mögliche Interpretationsverfahren werden aufgrund der inhomogenen Teilnehmerzusammensetzung (bedingt durch Unternehmensgröße, Branche, Berufserfahrung, etc.) als nicht besser angesehen. Zusätzlich wurden die Ergebnisse jedoch separat nach Unternehmensgröße, Berufserfahrung und Zuordnung zum Management unterteilt und ausgewertet (s.a. Anhang B.3). Die zugehörige Interpretation erfolgt ebenfalls in diesem Abschnitt.

Die Teilnehmeranzahl von 25 Ingenieuren bei 332 Personen im VDI-Emailverteiler entspricht einer Quote von 7,5%³⁶.

Da sich 50% der Teilnehmer dem Management zuordneten, sind die Ergebnisse diesbezüglich ausgewogen verteilt. Die Umfrageteilnehmer arbeiten in unterschiedlich großen Unternehmen, wobei die Unternehmensgröße mit 51 bis 250 Mitarbeitern deutlich dominierte. Aggregiert betrachtet, arbeiten die meisten Teilnehmer in kleinen- und mittelständischen Unternehmen (KMUs³⁷), so dass die Ergebnisse nicht unbedingt auf Großunternehmen übertragen werden können. Bei einer durchschnittlichen Berufserfahrung von 13,6 Jahren kann darüber hinaus davon ausgegangen werden, dass die Praxiserfahrung für eine qualifizierte Umfrageteilnahme ausreicht.

Aufgrund der unterschiedlichen Teilnehmer hinsichtlich Berufserfahrung, Unternehmensgröße, Managementzuordnung und Branchenzugehörigkeit, werden die Ergebnisse als repräsentativ angesehen.

Der Großteil der Teilnehmer hat die Konstruktionsmethodik bereits im Studium kennengelernt, wobei nicht nach deren Anwendungshäufigkeit gefragt wurde.

Die in Abbildung B. 3 (s. Anhang B.2) dargestellten Ergebnisse zur Unternehmenssoftware verdeutlichen, dass es in den wenigsten Unternehmen Software im konstruktionsmethodischen Umfeld gibt.

³⁶ Durchschnitts-Quotenwerte für Online-Befragungen, insbesondere Kano-Befragungen, konnten nicht ermittelt werden. Die Teilnehmeranzahl von 25 ist augenscheinlich gering. Allerdings zeigt die Auswertung eine ausgewogene Verteilung bezüglich Berufserfahrung, Managementzuordnung und Branche, so dass die Ergebnisse als hinreichend aussagekräftig angesehen werden.

³⁷ Die obere Grenze wurde hierbei mit 500 Mitarbeitern angesetzt.

Im Folgenden wird zuerst auf die Ergebnisse in einer Gesamtbetrachtung eingegangen, danach folgt eine differenziertere Betrachtung, bevor abschließend die Zusammenfassung folgt.

Die Ergebnisse sind weitgehend sehr differenziert, was unter anderem auf das Kano-Frageprinzip zurückzuführen ist. Dieses Prinzip bietet jedoch gerade für die Interpretation den Vorteil, dass jede Aussage bereits klassifiziert wurde und nicht unbedingt weiterer Interpretation bedarf. Sämtliche Aspekte werden von jeweils mindestens 12% der Umfrageteilnehmer als Begeisterungsfaktor eingeordnet. Allerdings betrachten einige andere Teilnehmer dieselben Aspekte als irrelevant. Zusätzlich wurden auch fast alle Aspekte zum Teil als Basis- oder Leistungsfaktor angesehen. Dies ist jedoch verständlich, da die Teilnehmer in unterschiedlichen Unternehmen, wahrscheinlich unterschiedlichen Branchen oder zumindest Tätigkeitsfeldern, aktiv sind. Somit erfolgte die individuelle Einschätzung immer vor einem anderen Hintergrund.

Da die irrelevant-Klassifikation weder für noch gegen einen Aspekt spricht, können diese Zuordnungen bei der Interpretation weitgehend vernachlässigt werden.

Gesamtbetrachtung

Nachfolgend werden die einzelnen, klassifizierten Umfrageaspekte präsentiert. Dies erfolgt in der Reihenfolge Begeisterungs-, Leistungs- und Basisfaktoren. Diese zusätzliche Ergebnisdarstellung wurde gewählt, um die Reihenfolge in den einzelnen Kano-Klassifizierungsklassen herauszustellen. Die nicht klassifizierbaren Aspekte werden im Anschluss dargestellt.

Die als Begeisterungsfaktor identifizierten Aspekte sind in den folgenden drei Tabellen dargestellt und nach dem Begeisterungsprozentsatz geordnet. In der Tabelle B. 4 konnte die Zuordnung ziemlich eindeutig getroffen werden. Die Aspekte in Tabelle B. 5 wurden im Verhältnis zusätzlich recht hoch als irrelevant eingestuft. Es gibt also einige Umfrageteilnehmer, die diesen Umfrageaspekt als begeisternd empfinden, während es für andere irrelevant ist. Der Aspekt in Tabelle B. 6 wurde von einigen Teilnehmern zusätzlich als gegenteilig klassifiziert. Das heißt einige Umfrageteilnehmer würden gerne auf diesen Aspekt/ diese Funktionalität verzichten, in diesem Fall die Anonymität bei Brainwriting-Sitzungen.

Tabelle B. 4: Begeisterungsfaktoren des Demonstrators

Anteil	Umfrageaspekt
60%	'Anheften' von Verbesserungsvorschlägen an FMEA-Punkte
56%	Erstellen und Verwenden von FMEAs
52%	Erstellen und Bearbeiten von Morphologischen Kästen
52%	Erstellen und Verwenden von Checklisten
52%	Integriertes Wiki
48%	Erstellen und Bearbeiten von Konstruktionskatalogen
48%	Bei der Eingabe von Lösungsideen automatisch nach bisherigen, ähnlich lautenden Lösungen suchen und diese anbieten
48%	Möglichkeit alle Anwender über den Activitystream um Unterstützung bei der Lösungssuche zu bitten
44%	Erstellen und Verwenden von Anforderungslisten
44%	Vorlagenbasierte Projekterzeugung
44%	Durchführen von Paarweisen-Vergleichen
44%	Die Kriterien für den Paarweisen-Vergleich können aus bereits eingegebenen Daten übernommen werden, bspw. Anforderungslisten oder Checklisten
40%	Rechnerbasierte Unterstützung beim Paarweisen-Vergleich und dadurch beschleunigte Durchführung durch reduzierte Entscheidungsanzahl
36%	Phasenunterteilung von Projekten und phasenbezogene Tool-Zuordnung
36%	Während des Betrachtens des aktuellen Morphologischen Kastens erfolgt eine Prüfung auf Updates (durch andere User) und weist auf solche hin
36%	Verweis-Möglichkeit von Komponenten auf Wiki-Seiten

Tabelle B. 5: Begeisterungsfaktoren des Demonstrators (hohe Irrelevant-Quote)

Anteil	Umfrageaspekt
52%	Möglichkeit alle Anwender über den Activitystream zur Teilnahme an der Brainwriting-Sitzung aufzurufen
40%	Anlegen und Durchführen von Brainwriting-Sitzungen
36%	Ableitbare Konstruktionskataloge anhand Funktion und Teillösung eines Morphologischen Kastens
32%	Möglichkeit Blogs anzulegen
28%	Konfigurierbare Blogs und Brainwritings, so dass nur in definierbaren Zeitfenstern damit gearbeitet werden kann
24%	Erzeugen von Wiki-Seiten auf Basis einer Teillösung
24%	Brainwritings können durch eine Automoderation unterstützt werden (in zufälligem Zeitabstand werden vorab definierte Anmerkungen/ Hinweise eingeworfen)

Tabelle B. 6: Begeisterungsfaktoren des Demonstrators (hohe Gegenteilig-Quote)

Anteil	Umfrageaspekt
32%	Anonyme Teilnahme an Brainwriting-Sitzungen

Analog zu den Begeisterungsfaktoren werden in der folgenden Tabelle die identifizierten Leistungsfaktoren aufgeführt. Für den unteren Leistungsfaktor sei angemerkt, dass die Irrelevant-Quote mit 36% recht hoch war.

Tabelle B. 7: Leistungsfaktoren des Demonstrators

Anteil	Umfrageaspekt
52%	Sämtliche Aktivitäten innerhalb des Systems werden erfasst und können gruppiert, chronologisch ausgegeben werden
24%	Die Checklisten basieren auf Vorlagen und nur die Vorlagen können verändert werden (KVP = kontinuierlicher Verbesserungsprozess)

In Tabelle B. 8 sind die ermittelten Basisfaktoren aufgeführt.

Tabelle B. 8: Basisfaktoren des Demonstrators

Anteil	Umfrageaspekt
56%	Zu Lösungen können zusätzlich Abbildung und Kurzbeschreibung hinzugefügt werden
52%	Neue Daten werden dem aktuellen Projekt zugeordnet
48%	Auf Basis des Morphologischen Kastens ist es möglich Lösungsvarianten zu erstellen
48%	Erfasste Aktivitäten geben Rückschlüsse darüber wann und von wem etwas gemacht wurde.
32%	Zu einem Konstruktionskatalog können zusätzliche Merkmalspalten hinzugefügt werden, die je Lösung ausfüllbar sind.
24%	Die FMEAs und Anforderungslisten basieren auf Vorlagen und nur die Vorlagen können verändert werden (KVP)

Abschließend enthält Tabelle B. 9 die in dieser Betrachtung nicht klassifizierbaren Aspekte. Bei diesen ist die Zuordnung in Begeisterungs-, Leistungs- und Basisfaktoren einigermaßen ausgewogen, so dass diese in dieser Betrachtung nicht weiter differenziert werden konnten.

Tabelle B. 9: Nicht klassifizierte Aspekte des Demonstrators

Umfrageaspekt
Einzelnen Projektphasen lassen sich Checklisten (ToDo-Listen) zuordnen
Anlegen und durchführen von Nutzwertanalysen
Kriterien, Gewichtungen und Lösungsvarianten können in Nutzwertanalysen weiterverwendet werden
Einzelnen Lösungen können Kommentare für Zusatzinformationen angeheftet werden
Einzelnen FMEA- und Anforderungslisten-Punkten können Kommentare für Zusatzinformationen angeheftet werden
Jede aufgelistete Aktivität erlaubt per Link den Zugriff auf das Objekt/ die Daten

Differenzierte Betrachtung

Im Folgenden wird nun auf die differenzierten Ergebnisse aus Anhang B.3 eingegangen. Der Vollständigkeit halber werden sämtliche Ergebnisse aus dem Kano-Teil aufgeführt. Die Differenzierung in Anhang B.3 unterteilt sich in drei Gruppen. Der Unternehmensgröße in Mitarbeitern, der Berufserfahrung und der Zuordnung zum Management. Bei der Unternehmensgröße wurden die Gruppen ausgewählt, die mindestens 5 Umfrageteilnehmer aufwiesen. Dies wurde für diese Unterteilung als statistisch gering, aber ausreichend angesehen. Die Unterteilung nach der Berufserfahrung erfolgte in

zwei Gruppen und orientierte sich am Durchschnitt der Teilnehmer. 12 Teilnehmer hatten weniger oder gleich viel Berufserfahrung als der Durchschnitt von 13,6 Jahren und 13 Teilnehmer hatten mehr. Die letzte Unterteilung erfolgte ebenfalls in zwei Gruppen. Die erste umfasste die Teilnehmer die sich dem Management zugeordnet haben (12 Personen) und denen, die sich als Angestellte einordneten (13 Personen).

Projektmanagement

(2.1) Das Daten dem aktuellen Projekt zugeordnet werden, scheint besonders in Unternehmen mit 51 bis 250 Mitarbeitern (im Folgenden als U1 bezeichnet) relevant zu sein. Die Teilnehmer klassifizierten diesen Punkt primär als Leistungs- oder Begeisterungsfaktor. Die Teilnehmer aus Unternehmen mit 251 bis 500 Mitarbeitern (im Folgenden als U2 bezeichnet) und auch die Teilnehmer aus Unternehmen mit mehr als 1000 Mitarbeitern (im Folgenden als U3 bezeichnet) ordneten dies weitgehend als Basisfaktor beziehungsweise irrelevant ein. Unabhängig von der Berufserfahrung oder der Zuordnung zum Management wurde dieser Aspekt am meisten als Basisfaktor angesehen.

Gerade bei den kleineren Unternehmen U1 scheint keine oder nicht ausreichende Softwareunterstützung vorzuliegen, da ansonsten die Leistungs- und Begeisterungsfaktor-Quoten geringer wären.

(2.2) Dass Projekte von Vorlagen abgeleitet werden können und zugeordnete Checklisten übernommen werden, ist besonders für Teilnehmer der Unternehmen U3 ein Begeisterungsfaktor. Die Teilnehmer der Unternehmen U2 und U1 haben hier keine so hohe Zuordnung. Dafür waren die Klassifikationen als Leistungs- und Basisfaktor höher. Für Teilnehmer mit wenig³⁸ Berufserfahrung und Angestellte³⁹ war dieser Aspekt sehr relevant. Für diese Umfrageteilnehmer stellt das zum Großteil einen Begeisterungsfaktor dar, während erfahrenere Teilnehmer und Personen aus dem Management dies als weniger relevant eingeordnet haben.

Dies lässt sich damit begründen, dass Angestellte im Vergleich zu Personen aus dem Management wahrscheinlich häufiger mit diesem Punkt konfrontiert sind und sich für die Angestellten der Arbeitsaufwand reduzieren würde. Gerade für weniger erfahrene Mitarbeiter könnten solche Vorlagen und Checklisten die Arbeit erleichtern und standardisieren. Dass besonders die Teilnehmer der Unternehmen U3 dies als Begeisterungsfaktor einstufen, könnte auf den im größeren Unternehmen wahrscheinlich komplexeren/ erhöhten Koordinationsaufwand zurückzuführen sein.

³⁸ wenig = weniger als der Durchschnitt (13,6 Jahre); mehr/ viel = mehr als der Durchschnitt

³⁹ Mitarbeiter, die nicht dem Management zugeordnet sind.

(2.3) Dass für die aktuelle Projektphase ausgewählte Methoden zur Schnellauswahl zur Verfügung stehen, bewerteten die Teilnehmer der Unternehmen U1 primär als Basisfaktor. Die Teilnehmer der Unternehmen U2 und U3 sahen hierin hauptsächlich einen Begeisterungsfaktor, bei den Teilnehmern der Unternehmen U3 dicht gefolgt von der Quote als Leistungsfaktor. Besonders angestellte Mitarbeiter betrachten diesen Aspekt als begeisternd, während dies für die Teilnehmer aus dem Management hauptsächlich einen Basisfaktor darstellt. Bezüglich der Berufserfahrung lässt sich keine eindeutige Aussage treffen.

Da hauptsächlich Angestellte mit einer solchen Web-Umgebung arbeiten würden, ist es nachvollziehbar, dass diese auch arbeitserleichternde Elemente begeisternder wahrnehmen. Die höhere Begeisterungsquote bei den Teilnehmern der Unternehmen U2 und U3 ist eventuell darauf zurückzuführen, dass in den größeren Unternehmen, aufgrund höherer Komplexität, jede arbeitserleichternde, beziehungsweise komplexitätsreduzierende Funktionalität gerne angenommen wird.

(2.4) Dass einzelnen Projektphasen Checklisten in Form von ToDo-Listen zugeordnet werden können, ist besonders für Mitarbeiter aus Unternehmen U1 begeisternd. Teilnehmer aus den Unternehmen U3 beurteilen dies primär als Leistungsfaktor. Dieser Punkt ist des Weiteren gerade für Personen mit wenig Berufserfahrung sehr begeisternd, während die Teilnehmer mit mehr Erfahrung dies hauptsächlich als Basisfaktor ansehen. Ähnlich sehen das auch die Angestellten, für die dieser Aspekt primär ein Begeisterungs- beziehungsweise Leistungsfaktor ist. Das Management hingegen beurteilt diesen Punkt hauptsächlich als Basisfaktor.

Die Begründung ist analog zu (2.2).

Activitystream

(3.1) Das sämtliche Aktivitäten erfasst, gruppiert und chronologisch ausgegeben werden können, sehen sämtliche Teilnehmer unabhängig von der Gruppeneinteilung primär als Leistungsfaktor.

Aufgrund dieser gruppenübergreifenden, ähnlichen Beurteilung ist anzunehmen, dass dieser Punkt sehr hilfreich ist und er bei bisherigen Anwendungen noch nicht zum Standard gehört.

(3.2) Dass die Aktivitäten darüber Rückschlüsse zu lassen, wann von wem etwas gemacht wurde, betrachten die Teilnehmer ebenfalls gruppenübergreifend einheitlich, jedoch diesmal als Basisfaktor.

Diese Klassifizierung ist nachvollziehbar, wenn berücksichtigt wird, dass bereits Dokumentenmanagementsysteme oder auch Standardserver zum Teil Zugriff auf solche Informationen ermöglichen.

(3.3) Der Aspekt, dass jede aufgelistete Aktivität per Link den Zugriff auf das zugehörige Objekt beziehungsweise die Daten erlaubt, wird von den Teilnehmern der Unter-

nehmen U2 und U3 hauptsächlich als Leistungsfaktor klassifiziert. Die Teilnehmer der Unternehmen U1 sehen diesen Aspekt primär als irrelevant oder als Basisfaktor an. Für die weniger erfahrenen Teilnehmer ist dieser Punkt eher ein Leistungsfaktor und für die Erfahreneren ein Basisfaktor. Die Angestellten haben den Aspekt primär als Begeisterungsfaktor wahrgenommen und die Personen aus dem Management sehen hierin primär einen Basis- beziehungsweise Leistungsfaktor.

Dies begründet sich wieder mit der unterschiedlichen Arbeitsweise. Angestellte würden wahrscheinlich häufiger auf die Dateien/ Objekte zugreifen als Manager. Und weniger erfahrene Mitarbeiter sind an die Dokumentenstruktur noch nicht so gewöhnt, wie Erfahrene. Bei kleineren Unternehmen ist der Dateizugriff beziehungsweise die Server- und Ordnerstruktur wahrscheinlich auch übersichtlicher, als bei größeren Unternehmen.

Checklisten

(4.1) Integrierte Checklisten wirken besonders für Teilnehmer aus Unternehmen U1 begeisternd. Mitarbeiter aus Unternehmen U2 sehen das etwas differenzierter und Mitarbeiter aus Unternehmen U3 sehen das hauptsächlich als Leistungsfaktor. Besonders Teilnehmer mit wenig Erfahrung sehen dies als Begeisterungsfaktor, während Teilnehmer mit mehr Erfahrung dies nahezu homogen als Begeisterungs-, Leistungs- und Basisfaktor klassifiziert haben. Angestellte sehen dies wiederum als Begeisterungsfaktor an und Personen aus dem Management hauptsächlich als Basisfaktor.

Diese Klassifizierungen lassen sich wieder mit der unterschiedlichen Arbeitsweise begründen.

(4.2) Dass Checklisten auf Vorlagen basieren, bewerteten Teilnehmer der Unternehmen U3 hauptsächlich als Leistungsfaktor. Für die Teilnehmer der Unternehmen U2 war dies eher irrelevant und bei den Teilnehmern der Unternehmen U1 lässt sich keine klare Tendenz erkennen. Bei dieser Gruppe wünschten sogar einige das Gegenteil. Unabhängig von der Berufserfahrung war dieser Aspekt primär irrelevant. Diejenigen, die das Gegenteil wünschten, lassen sich wiederum den weniger erfahrenen Teilnehmern zuordnen. Angestellte klassifizieren diesen Punkt primär als irrelevant, während die Teilnehmer aus dem Management dies hauptsächlich als Leistungsfaktor beurteilten.

Das die Teilnehmer aus dem Management hier Vorzüge gegenüber den Angestellten sehen, ist wahrscheinlich auf Standardisierungsgedanken zurückzuführen. Die gegenteiligen Meinungen, drücken bereits aus, dass einige Teilnehmer auf den Vorlagenzwang gerne verzichten würden. Da die integrierten Checklisten zuvor jedoch als begeisternd beurteilt wurden, ist anzunehmen, dass diese Teilnehmer lediglich auf den Zwang verzichten möchten, vielleicht aber die Vorlagen dennoch als hilfreich ansehen.

Anforderungslisten

(5.1) Integrierte Anforderungslisten stellen für Teilnehmer der Unternehmen U1 und U2 hauptsächlich einen Begeisterungsfaktor dar. Teilnehmer der Unternehmen U3 sehen das gleichmäßig als Begeisterungs-, Leistungs- und Basisfaktor. Besonders für Mitarbeiter mit Berufserfahrung stellt dieser Punkt einen Begeisterungsfaktor dar. Die Teilnehmer mit weniger Berufserfahrung waren hier nicht so eindeutig. Dieser Aspekt wurde auch von Angestellten als primär begeisternd eingestuft, während die Teilnehmer aus dem Management hier nicht so eindeutig waren und gleichmäßig als Begeisterungs-, Leistungs- und Basisfaktor einstufen.

Da erfahrene Teilnehmer in diesem Aspekt einen Begeisterungsfaktor sehen, hängt dies wahrscheinlich mit vorherigen schlechten und eventuell wiederholten Erfahrungen zusammen. Bei den Teilnehmern der Unternehmen U1 und U2 ist anzunehmen, dass bisherige Softwarelösungen nicht vorhanden oder nicht ausreichend sind.

FMEA

(6.1) Integrierte FMEAs wurden von sämtlichen Gruppen primär als Begeisterungsfaktor eingestuft.

Anscheinend gibt es bisher in diesem Umfeld sehr wenig Softwareunterstützung. Zumindest findet diese in den Unternehmen kaum Einsatz, wird aber gewünscht.

(6.2) Dass FMEAs auf Vorlagen basieren müssen, war nach Unternehmensgröße und Berufserfahrung betrachtet irrelevant. Allerdings sehen Angestellte dies als primär irrelevant an, während Teilnehmer aus dem Management hierin eher einen Begeisterungs- oder Leistungsfaktor sehen.

Die Teilnehmer des Managements sehen in diesem Punkt wahrscheinlich ähnliche Vorzüge aufgrund der Standardisierung, wie bei den Checklisten in (4.2).

(6.3) Auch die Möglichkeit, einzelnen FMEA- oder Anforderungslisten-Punkten Kommentare hinzuzufügen, wurde von den Angestellten als weitgehend irrelevant eingestuft, während Manager hier zum großen Teil einen Begeisterungsfaktor sehen. Die weniger Erfahrenen Teilnehmer sahen diesen Aspekt eher als Begeisterungsfaktor als die Erfahreneren. Für diese war es wiederum eher ein Basisfaktor. Bezüglich der Unternehmensgröße ist das Bild uneins. Bei den Teilnehmern der Unternehmen U1 ist keine Tendenz erkennbar, bei den Teilnehmern der Unternehmen U2 ist es hauptsächlich begeisternd, allerdings bewerten die übrigen Teilnehmer dieser Gruppe den Aspekt als irrelevant. Bei den Teilnehmern der Unternehmen U3 hingegen ist der Aspekt primär ein Basisfaktor.

Dies liegt eventuell daran, dass die Anwender also primär die Angestellten, hier keine häufig benötigte Funktion sehen. Aus Sicht des Managements erscheint dies jedoch eine sinnvolle Funktion zu sein, eventuell als Unterstützung des Wissensmanagements.

(6.4) An einzelnen FMEA-Punkten Verbesserungsvorschläge zu platzieren, wurde besonders von Teilnehmern mit wenig Berufserfahrung als Begeisterungsfaktor klassifiziert. Teilnehmer mit mehr Erfahrung waren hier weniger eindeutig. Die Klassifizierung als Begeisterungsfaktor war unabhängig von der Unternehmensgröße und ebenfalls unabhängig, ob die Teilnehmer im Management tätig waren.

Dieser Aspekt scheint somit äußerst hilfreich und noch nicht vorhanden zu sein.

Morphologischer Kasten

(7.1) Das Morphologische Kästen erstellt und bearbeitet werden können, wird von allen Gruppen ungefähr gleich bewertet und primär als Begeisterungsfaktor gesehen.

Analog zu FMEAs in (6.1) scheint eine solche oder ähnliche Software noch nicht vorhanden zu sein oder ist in den befragten Unternehmen zumindest nicht im Einsatz. Aufgrund der Klassifizierung wird eine entsprechende Unterstützung jedoch gewünscht.

(7.2) Das sich Funktionen im Morphologischen Kasten hierarchisch gliedern lassen, wird von Teilnehmern aus Unternehmen U1 unterschiedlich gesehen. Mitarbeiter aus Unternehmen U2 sehen das primär als irrelevant, aber auch als Begeisterungs- und Leistungsfaktor an. Teilnehmer aus Unternehmen U3 sehen dies wiederum hauptsächlich als Begeisterungs- und Leistungsfaktor. Diese Unterteilung in Begeisterungs-, Leistungs- und Basisfaktoren ist unabhängig von der Berufserfahrung. Auch die Zuordnung zum Management, lässt hier keine klare Tendenz erkennen.

Diese differenzierten Beurteilungen deuten darauf hin, dass dieser Aspekt nicht erforderlich aber ‚nice-to-have‘ ist. Allerdings sehen die Teilnehmer der Unternehmen U3 dies als Begeisterungs- und Leistungsfaktor, so dass bei größeren Unternehmen die hierarchische Darstellung anscheinend relevanter wird.

(7.3) Die Möglichkeit auch Abbildung und Kurzbeschreibung zu Teillösungen hinzuzufügen, wird gruppenübergreifend weitgehend als Basisfaktor betrachtet.

Damit handelt es sich um eine erforderliche Grundfunktionalität.

(7.4) Erste Konstruktionskatalog-Versionen automatisiert abzuleiten, wird von Teilnehmern der Unternehmen U1 und U2 primär als irrelevant angesehen. Teilnehmer aus Unternehmen U3 sehen hierin jedoch primär einen Begeisterungsfaktor. Teilnehmer mit wenig Berufserfahrung sehen dies weitgehend als irrelevant oder als Begeisterungsfaktor, während Teilnehmer mit mehr Erfahrung diesen Aspekt eher als Begeisterungsfaktor und als Leistungsfaktor beurteilen. Angestellte sehen diesen Punkt ebenfalls weitgehend als Begeisterungsfaktor oder als irrelevant, während Teilnehmer aus dem Management dies primär als irrelevant oder Leistungsfaktor klassifizieren.

Da die erfahreneren Teilnehmer im Vergleich zu den weniger Erfahrenen diesen Aspekt eher als Leistungs- oder Begeisterungsfaktor einordnen ist anzunehmen, dass sich diese Personen den Erstellungsaufwand besser vorstellen können oder sich sogar

an diesen erinnern. Ebenfalls ist anzunehmen, dass in den Unternehmen U3 häufiger Konstruktionskataloge zum Einsatz kommen, als in den anderen Unternehmensgruppen.

(7.5) Die Möglichkeit von einer Teillösung automatisiert eine Wiki-Seite zu erzeugen, wird von allen Teilnehmern aus Unternehmen U3 und fast allen Teilnehmern aus Unternehmen U2 als irrelevant angesehen. Teilnehmer aus Unternehmen U1 klassifizieren diesen Aspekt auch als Begeisterungs- und Leistungsfaktor. Hierbei ist die Einordnung unabhängig von der Berufserfahrung. Allerdings klassifizierten primär Teilnehmer aus dem Management diesen Punkt als Leistungsfaktor. Angestellte sahen diesen Aspekt hauptsächlich als irrelevant.

Dass die Teilnehmer des Managements diesen Aspekt im Gegensatz zu den Angestellten mehr als Begeisterungsfaktor sehen, ist wahrscheinlich ebenfalls auf den Bezug zum Wissensmanagement zurückzuführen und nachvollziehbar.

(7.6) Die in-house Open Innovation-Funktionalität alle Anwender zur Unterstützung bei der Lösungssuche aufzurufen, wurde unabhängig von der Zuordnung zum Management und der Berufserfahrung weitgehend als Begeisterungsfaktor eingeordnet. Allerdings war auch die irrelevant-Quote recht hoch. Besonders Angestellte und Teilnehmer mit viel Berufserfahrung klassifizierten den Punkt als irrelevant. Als Begeisterungsfaktor wurde dieser Aspekt besonders von Teilnehmern der Unternehmen U1 und U3 gesehen. Teilnehmer der Unternehmen U2 sahen dies hauptsächlich als irrelevant an.

Dieser Punkt wird somit vom Großteil der befragten als hilfreich empfunden und kommt anscheinend noch in keiner ähnlichen Form in den Unternehmen vor. Dass besonders erfahrene Mitarbeiter diesen Punkt als eher irrelevant ansehen, ist auf die erhöhte Erfahrung zurückzuführen. Wahrscheinlich beurteilen diese Mitarbeiter, aufgrund Ihrer Erfahrung, die Suche nach einer Lösung häufig als einfach und selten als Problem. Dieser Personenkreis nimmt anscheinend an, dass für die Lösungssuche keine große Gruppe eingebunden werden muss. Mitarbeiter mit weniger Erfahrung müssen jedoch mehr Aufwand betreiben um zu einer Lösungsidee zu gelangen, weshalb Sie Unterstützung gerne annehmen (vgl. [Kah11]). Warum die irrelevant-Klassifizierung bei den Angestellten verhältnismäßig hoch ist, bleibt offen.

(7.7) Die Überprüfung auf und Mitteilung über Updates wird besonders von Teilnehmern aus Unternehmen U3 als begeistert empfunden. Teilnehmer aus Unternehmen U2 sehen dies primär als irrelevant an. Diese Klassifizierung ist relativ unabhängig von der Berufserfahrung. Allerdings bewerten Angestellte diesen Punkt prinzipiell mehr als Begeisterungsfaktor, als Teilnehmer aus dem Management.

Die erhöhte Klassifizierung als Begeisterungsfaktor bei den Angestellten im Vergleich zu den Managern ist wahrscheinlich wieder auf die Arbeitsweise zurückzuführen. Da ein Angestellter mit einer solchen Umgebung häufiger arbeiten würde, wäre auch die Wahrscheinlichkeit eines Update-Konflikts höher. Besonders in größeren Unternehmen

könnte es zu einem solchen Fall kommen. Teilnehmer aus dem Management, die nur gelegentlich einen Morphologischen Kasten einsehen wollen würden, wären entsprechend selten von solchen Schwierigkeiten betroffen.

(7.8) Auf Basis des Morphologischen Kastens Lösungsvarianten zu erstellen, ist besonders für wenig erfahrene Teilnehmer ein Basisfaktor. Teilnehmer mit mehr Erfahrung sehen dies eher als Leistungs- oder als Begeisterungsfaktor. Die Teilnehmer, die diesen Punkt zum großen Teil als irrelevant einstufen, lassen sich weitgehend den Unternehmen U2 zuordnen.

Bei den weniger erfahrenen Teilnehmern ist dies eventuell auf das noch nicht allzu lange zurück liegende Studium zurückzuführen. Morphologischer Kasten und Erarbeiten von Lösungsvarianten gehören daher für diesen Personenkreis eher zusammen, als für die Erfahreneren.

Da es aber weitgehend als Basisfaktor eingestuft wurde, sollte diese Funktionalität zum Grundumfang einer entsprechenden Softwareunterstützung gehören.

(7.9) Die Möglichkeit, einzelnen Teillösungen Kommentare hinzuzufügen, bewerten im Verhältnis besonders Teilnehmer aus Unternehmen U3 als Begeisterungs- und Leistungsfaktor. Nach der Berufserfahrung sehen hauptsächlich die weniger erfahrenen Teilnehmer diesen Aspekt als Begeisterungs- und Leistungsfaktor. Bei den Angestellten und Managern ist die Tendenz nicht eindeutig erkennbar.

Da besonders die Teilnehmer der Unternehmen U3 diesen Aspekt als Begeisterungs- oder Leistungsfaktor klassifiziert haben, könnte dieser Aspekt wieder mit der wahrscheinlich höheren Komplexität in größeren Unternehmen zusammenhängen. In diesem Fall sehen die Teilnehmer anscheinend selber einen Vorteil darin, während bei den Kommentaren an FMEA-Punkten dieser Vorteil primär von den Managern gesehen wurde.

Konstruktionskataloge

(8.1) Integrierte Konstruktionskataloge sehen Teilnehmer der Unternehmen U2 und U3 primär als Begeisterungsfaktor. Teilnehmer aus Unternehmen U1 haben hier keine eindeutige Tendenz. Diese Klassifizierung ist unabhängig von der Berufserfahrung. Allerdings beurteilten primär Angestellte diesen Punkt als Begeisterungs- oder Leistungsfaktor. Bei den Teilnehmern aus dem Managementbereich ist die Tendenz ähnlich, allerdings ist auch die irrelevant-Quote verhältnismäßig hoch.

Die hohe Einstufung als Begeisterungsfaktor lässt ebenfalls den Schluss zu, dass diese Methode softwareseitig unterstützt werden sollte und noch nicht in der Form in den Unternehmen eingesetzt wird.

(8.2) Das einem Konstruktionskatalog zusätzliche Merkmalsspalten hinzugefügt werden können, sehen Teilnehmer der Unternehmen U1 hauptsächlich als Basisfaktor. Umfrageteilnehmer der Unternehmen U2 sehen dies als irrelevant oder Leistungsfaktor

an und für Teilnehmer der Unternehmen U3 stellt dieser Aspekt wiederum primär einen Begeisterungs- beziehungsweise Leistungsfaktor dar. Je größer das Unternehmen, desto mehr scheint dieser Aspekt an Relevanz zu gewinnen. Bezüglich der Berufserfahrung ist keine eindeutige Tendenz erkennbar. Angestellte klassifizieren diesen Punkt mehr als Begeisterungsfaktor als Teilnehmer aus dem Management. Dies ist verständlich wenn wieder berücksichtigt wird, dass wahrscheinlich besonders die Angestellten mit dem Katalog arbeiten würden.

(8.3) Dass bei der Eingabe von Lösungsideen nach ähnlich lautenden Lösungen gesucht und diese angeboten werden, wird besonders von Umfrageteilnehmern aus Unternehmen U3 als Begeisterungsfaktor gesehen. Auch Teilnehmer der Unternehmen U1 sehen das zum großen Teil als Begeisterungsfaktor. Allerdings bewerten diese Teilnehmer das ebenfalls recht hoch als Basisfaktor. Die Teilnehmer der Unternehmen U2 legen sich hierbei nicht eindeutig fest. Gerade berufsunerfahrene Teilnehmer sehen in diesem Aspekt einen Begeisterungsfaktor. Erfahrenere Teilnehmer betrachten das eher als Basisfaktor. Ebenso sehen die Angestellten hierin einen Begeisterungsfaktor, während die Teilnehmer aus dem Management hierin primär einen Basisfaktor sehen.

Dass die weniger berufserfahrenen Teilnehmer diesen Punkt als Begeisterungsfaktor ansehen, ist auf die Möglichkeit zurückzuführen, hierdurch auf Wissen anderer Arbeitskollegen zurückzugreifen. Die dadurch wahrscheinlich beschleunigte Lösungssuche könnte auch begründen, warum dieser Aspekt für Angestellte deutlich begeisternder ist als für die Teilnehmer aus dem Management.

Wiki

(9.1) Das ein Wiki integriert ist, bewerten die Teilnehmer der Unternehmen U1 bis U3 zu großen Teilen als Begeisterungsfaktor. Besonders die Teilnehmer der Unternehmen U3 sehen dies so. Unabhängig von der Berufserfahrung sehen viele Teilnehmer in diesem Punkt einen Begeisterungsfaktor. Allerdings sehen relativ viele weniger erfahrene Teilnehmer dies auch als irrelevant an, während Erfahrenere dies auch zu großen Teilen als Leistungs- oder Basisfaktor ansehen. Die Klassifizierung scheint des Weiteren unabhängig von der Position im Unternehmen zu sein.

Aufgrund der hohen Einordnung als Begeisterungsfaktor ist davon auszugehen, dass viele Teilnehmer ein integriertes Wiki wünschen.

(9.2) Verweismöglichkeiten auf Wiki-Seiten von anderen Komponenten sehen besonders Teilnehmer der Unternehmen U3 als Begeisterungsfaktor. Teilnehmer der Unternehmen U2 sehen dies sowohl als Begeisterungs- als auch als Leistungsfaktor und Teilnehmer der Unternehmen U1 sehen dies primär als irrelevant und als Basisfaktor an. Dieser Aspekt wird ebenfalls unabhängig von der Berufserfahrung eher als Begeisterungsfaktor gesehen. Bei den weniger erfahrenen Teilnehmern überwiegt jedoch sogar die irrelevant Quote. Für den Großteil der Angestellten ist dieser Punkt irrelevant. Die übrigen sehen dies hauptsächlich als Begeisterungsfaktor und zum Teil als Basis-

faktor. Bei den Teilnehmern aus dem Management wird dieser Punkt hingegen primär als Begeisterungsfaktor angesehen.

Dass die Klassifizierung als Begeisterungsfaktor mit steigender Unternehmensgröße zunimmt, ist eventuell auf die wahrscheinlich höhere Komplexität bei größeren Unternehmen zurückzuführen. Ebenso ist der Zusammenhang zwischen längerer Berufserfahrung damit zu erklären, da diese Personen sich im Verlauf ihres Berufslebens immer mehr unterschiedliche Dinge merken mussten und entsprechende Verweismöglichkeiten hier unterstützend/ erleichternd wirken könnten.

Paarweiser-Vergleich

(10.1) Das Paarweise-Vergleiche über eine integrierte Komponente unterstützt werden, klassifizieren besonders Teilnehmer der Unternehmen U3 als Begeisterungsfaktor. Die Teilnehmer der Unternehmen U1 und U2 sehen dies zwar tendenziell ähnlich, allerdings nimmt die Quote mit der geringeren Mitarbeiterzahl ab. Dafür steigen bei diesen beiden Gruppen der Basisfaktor- und der irrelevant-Anteil. Die Einschätzung ist von der Berufserfahrung nahezu unabhängig und wird zum großen Teil als Begeisterungsfaktor angesehen. Hierbei ist diese Zuordnung bei den weniger erfahrenen Teilnehmern größer als bei den anderen. Besonders Angestellte sehen in diesem Aspekt einen Begeisterungsfaktor, während Manager dies nicht so eindeutig angeben. Zwar überwiegt auch bei Managern die Zuordnung als Begeisterungsfaktor, aber die Zuordnung als Leistungs- oder Basisfaktor ist ebenfalls recht hoch.

Dies legt nahe, dass wiederum Angestellte aufgrund des mit Bewertungsmethoden verbundenen Arbeitsaufwandes dies als Begeisterungsfaktor ansehen. Ebenso ist anzunehmen, dass Bewertungsmethoden mit wachsender Unternehmensgröße immer relevanter werden und daher auch diese Zuordnung erfolgt. Aufgrund der Einstufung als Begeisterungsfaktor ist darüber hinaus wiederum anzunehmen, dass es bisher wenige oder keine Softwareunterstützung in den betreffenden Unternehmen gibt.

(10.2) Das Kriterien für einen Paarweisen-Vergleich aus bereits bestehenden Elementen wie beispielsweise Anforderungslisten oder Checklisten übernommen werden können, wird besonders von Teilnehmern der Unternehmen U3 als Begeisterungsfaktor angesehen. Analog zum letzten Aspekt nimmt die Quote mit sinkender Mitarbeiterzahl ab. Bei den Teilnehmern der Unternehmen U1 überwiegt hierbei die Zuordnung als Basisfaktor. Besonders weniger erfahrene Teilnehmer sehen diesen Aspekt als Begeisterungsfaktor. Bei Erfahreneren ist die Quote sowohl als Begeisterungsfaktor als auch als Basisfaktor recht hoch. Sowohl für Angestellte, als auch für Manager ist dieser Aspekt zum großen Teil ein Begeisterungsfaktor. Bei den Managern nimmt die Klassifikation als Basisfaktor jedoch einen genauso hohen Wert ein.

Ähnlich zum vorherigen Punkt, scheint dieser Aspekt besonders für die betroffenen Personen relevant zu sein. Dies bestätigt damit die Einschätzung, dass größere Unternehmen häufiger Bewertungsmethoden einsetzen. Da der Erstellungsaufwand primär

bei den Angestellten liegen dürfte, ist auch nachvollziehbar, dass diese den Aspekt entsprechend bewerten. Da auch Manager hier eine hohe Zuordnung als Begeisterungsfaktor getroffen haben, ist außerdem anzunehmen, dass der reduzierte Arbeitsaufwand mit einhergehenden frei werdenden Kapazitäten ebenfalls erkannt wurde.

(10.3) Das der Durchführungsaufwand bei Paarweisen-Vergleichen rechnerunterstützt reduziert wird, sehen ebenfalls die Umfrageteilnehmer der Unternehmen U3 primär als Begeisterungsfaktor an. Bei den Teilnehmern der Unternehmen U2 überwiegt die irrelevant-Quote. Bei den Teilnehmern der Unternehmen U1 ist dies wiederum hauptsächlich sowohl Begeisterungsfaktor als auch irrelevant. Die weniger erfahrenen Teilnehmer sehen in diesem Punkt mehr einen Begeisterungsfaktor als die Erfahreneren. Besonders die Angestellten sehen in diesem Punkt einen Begeisterungsfaktor während bei den Teilnehmern aus dem Management die Zuordnung als Leistungsfaktor dominiert.

Die hohe Begeisterungsquote bei den Angestellten lässt wieder darauf schließen, dass diese den sonst üblichen Aufwand bei Paarweisen-Vergleichen kennen und daher Unterstützungsmöglichkeiten als sehr hilfreich ansehen. Außerdem deutet diese Klassifizierung darauf hin, dass bisher noch keine ausreichende Unterstützung vorhanden ist. Manager sind von der Durchführung wahrscheinlich weniger betroffen, außerdem sind Ihnen der Aufwand und die geringe beziehungsweise fehlende Softwareunterstützung eventuell nicht bewusst oder nicht bekannt. Dies könnte begründen, warum die Einstufung zu Leistungsfaktor tendiert.

Nutzwertanalyse

(11.1) Dass Nutzwertanalysen unterstützt werden, wird von den Teilnehmern der Unternehmen U1 primär als Basisfaktor angesehen. Für die Teilnehmer der Unternehmen U2 ist das eher irrelevant und für Teilnehmer der Unternehmen U3 ist dieser Punkt primär ein Leistungsfaktor oder sogar ein Begeisterungsfaktor. Die Klassifikation ist bei Betrachtung der Berufserfahrung relativ ausgewogen, wobei dies bei den weniger erfahrenen Teilnehmern eher ein Basisfaktor und bei den erfahreneren Teilnehmern eher ein Begeisterungsfaktor ist. Für die Teilnehmer aus dem Management stellt dieser Punkt primär einen Basisfaktor dar, wobei die Quoten als Begeisterungs- beziehungsweise Leistungsfaktor ebenfalls nicht unerheblich sind. Für die Angestellten ist dieser Aspekt primär irrelevant. Jedoch gibt es auch hier Personen, die diesen Punkt als Begeisterungs-, Leistungs- oder Basisfaktor sehen.

Das dieser Punkt für die Teilnehmer des Managements relevanter ist als für die Angestellten, lässt sich damit erklären, dass Nutzwertanalysen als Entscheidungsgrundlage verwendet werden (können) und solche vorbereiteten Entscheidungen wahrscheinlich eher auf der Führungsebene getroffen werden.

(11.2) Die Möglichkeit, die Bezeichnungen von Kriterien und Lösungsvarianten von anderen Komponenten beim Anlegen einer neuen Nutzwertanalyse weiter zu verwen-

den, wird ähnlich bewertet, wie der letzte Punkt. Auch hier sehen besonders die Teilnehmer der Unternehmen U3 dies als Begeisterungs- oder Leistungsfaktor an. Bei den Teilnehmern der Unternehmen U2 überwiegt wieder der irrelevant-Anteil und bei den Teilnehmern der Unternehmen U1 die Zuordnung als Basisfaktor. Bezüglich der Berufserfahrung sind die Zuordnungen recht ausgeglichen. Wobei es für weniger erfahrene Teilnehmer eher ein Basisfaktor und für erfahrenere Teilnehmer eher ein Leistungsfaktor ist. Bei den Angestellten dominiert jedoch die irrelevant-Quote, während Manager diesen Aspekt eher als Begeisterungs- oder Basisfaktor sehen.

Diese Bewertung ist sehr ähnlich zu der von Punkt (11.1). Die höhere Quote des Managements lässt sich dieses Mal ebenfalls mit der Arbeitsweise begründen. Da in diesem Fall (eventuell) eher das Management die erforderlichen Daten zusammentragen muss und den Aufwand hat, werden hier aufwandsreduzierende Funktionalitäten als entsprechend hilfreich angesehen.

Blog

(12.1) Integrierte Blogs werden von allen Gruppen hauptsächlich als irrelevant angesehen, wobei es immer auch Zuordnungen als Begeisterungsfaktor gibt. Besonders die Teilnehmer aus den Unternehmen U1 sehen hierin ebenfalls einen Begeisterungsfaktor. Die Quote ist ebenfalls bei den Teilnehmern der Unternehmen U3 etwas höher. Bezogen auf die Berufserfahrung, sehen die erfahreneren Teilnehmer diesen Punkt eher als Begeisterungsfaktor als die weniger Erfahrenen. Bezüglich der Unterteilung in Angestellte und Manager lässt sich keine zusätzliche Aussage treffen.

Obwohl die meisten Umfrageteilnehmer diese Komponente als irrelevant ansehen, sehen in jeder Gruppe auch einige Teilnehmer diesen Punkt als Begeisterungsfaktor. Daher liegt die Vermutung nahe, dass einige Teilnehmer mit Blogs noch nicht oder wenig gearbeitet haben. Außerdem wurden Blogs nur minimal als gegenteilig bewertet, so dass es nur einen kleinen Teil an Teilnehmern gab, die definitiv keine Blogs integrieren möchten.

Brainwriting

(13.1) Die Unterstützung beim Durchführen von Brainwriting-Sitzungen wird von allen Teilnehmergruppen hauptsächlich als irrelevant angesehen. Allerdings sind die Klassifikationen als Begeisterungsfaktor ebenfalls recht hoch. Diese Aufteilung erfolgte bei den weniger erfahrenen Teilnehmern sogar mit jeweils 50%.

Diese Komponente wurde tendenziell ähnlich zu den Blogs in (12.1) bewertet, wobei die Zustimmung durch die Klassifizierung als Begeisterungs-, Leistungs- oder Basisfaktor höher ausfiel. Anscheinend können sich die Teilnehmer hierdurch bessere Unterstützung als von Blogs vorstellen.

(13.2) Das Brainwriting-Sitzungen anonym stattfinden, klassifizieren besonders die Teilnehmer der Unternehmen U1 und U2 als irrelevant. Allerdings sehen von beiden

Gruppen auch einige Teilnehmer dies als Begeisterungsfaktor an. Bei den Teilnehmern der Unternehmen U3 ist die Quote als irrelevant beziehungsweise begeistert gleich hoch. Hervorzuheben ist, dass es auch Teilnehmer der Unternehmen U1 und U3 gibt, die das Gegenteil wünschen, also auf die Anonymität verzichten wollen. Die weniger erfahrenen Teilnehmer sehen in diesem Punkt hauptsächlich einen Begeisterungsfaktor und für die Erfahreneren ist der Aspekt hauptsächlich irrelevant. Besonders die Manager sehen dies als irrelevant an, während die Angestellten hier hauptsächlich einen Begeisterungsfaktor sehen. Auch die Quote, die das Gegenteil möchte, ist bei den Managern höher als bei den Angestellten.

Anzunehmen ist daher, dass die Angestellten sich eher kontrolliert fühlen und zumindest einige Teilnehmer des Managements auch gerne diese Kontrollmöglichkeit hätten. Anzumerken sei an dieser Stelle, dass beim Demonstrator konfiguriert werden kann, ob die jeweilige Brainwriting-Sitzung anonym stattfinden soll. Allerdings wurde diese Konfigurationsmöglichkeit bei der Onlineumfrage nicht erwähnt.

(13.3) Die Möglichkeit, Brainwriting-Sitzungen auf definierte Zeitfenster einzuschränken, wird von den Teilnehmern aller drei Unternehmen hauptsächlich als irrelevant eingestuft. Allerdings sieht ebenfalls ein größerer Teil dies auch als Begeisterungsfaktor an. Lediglich von den Teilnehmern der Unternehmen U1 wird dies zu einem noch größeren Teil als gegenteilig angesehen. Diese wünschen somit keine zeitlichen Restriktionen. Weniger erfahrene Teilnehmer sehen diesen Aspekt eher als Begeisterungsfaktor, wobei die Hälfte der Teilnehmer dies als irrelevant oder gegenteilig klassifiziert. Für erfahrenere Teilnehmer ist dieser Punkt weitgehend irrelevant. Nur einige sehen dies als Begeisterungsfaktor oder wünschen ebenfalls das Gegenteil. Besonders für Teilnehmer aus dem Management ist dieser Punkt irrelevant, während bei den Angestellten auch die Klassifikation als Begeisterungsfaktor recht hoch ist.

Gründe für diese differenzierte Beurteilung sind nicht ersichtlich. Aufgrund der sowohl begeisternden als auch gegenteiligen Klassifizierung sollte dieser Aspekt optional integriert werden/ bleiben. Es wurde zwar bereits als ‚Möglichkeit‘ beschrieben, allerdings könnten einige Umfrageteilnehmer dieses Wort nicht berücksichtigt haben.

(13.4) Die Automoderations-Funktionalität für Brainwriting-Sitzungen wird unabhängig von der Unternehmensgröße, der Berufserfahrung oder der Hierarchieebene als weitgehend irrelevant angesehen. Ansonsten gab es fast nur Zuordnungen als Begeisterungsfaktor, wobei diese Zuordnung ebenfalls unabhängig von der Unternehmensgröße und der Berufserfahrung war. Lediglich bei der Differenzierung in Angestellte und Teilnehmer aus dem Management weichen die Ergebnisse stark voneinander ab. Manager sehen diesen Aspekt nur geringfügig als Begeisterungsfaktor, Basisfaktor oder gegenteilig an, während Angestellte dies zum großen Teil als Begeisterungsfaktor betrachteten.

Die geringe Begeisterungsfaktor-Quote bei den Managern ist eventuell damit begründbar, dass diese vielleicht selten Kreativitätstechnik-Sitzungen moderieren und den damit verbundenen Moderationsaufwand weniger einschätzen können. Da dies bei Angestellten wahrscheinlich häufiger der Fall ist, würde das auch die höhere Quote erklären.

(13.5) Die Open Innovation-Funktionalität, bei denen sämtliche Anwender um Unterstützung/ Teilnahme gebeten werden können, sehen die Teilnehmer der Unternehmen U1 und U2 hauptsächlich als irrelevant an, wobei die Zuordnung als Begeisterungsfaktor ebenfalls sehr hoch ist. Die Teilnehmer der Unternehmen U3 sehen dies wiederum primär als Begeisterungsfaktor. Besonders weniger erfahrene Teilnehmer betrachten diesen Aspekt als begeisternd. Bei den Teilnehmern aus dem Management ist das Verhältnis Begeisterungsfaktor- und irrelevant-Quote nahezu gleich. Bei den Angestellten dominiert hierbei die Zuordnung als Begeisterungsfaktor.

Die Klassifizierung als Begeisterungsfaktor ist bei diesem Aspekt höher als bei den anderen Aspekten der Brainwriting-Sitzungen. Daher ist vergleichend anzunehmen, dass ein größerer Teil der Umfrageteilnehmer diesen Punkt besonders hilfreich empfindet. Warum die Irrelevant-Quote dennoch so hoch ist, ist nicht ergründbar. Eventuell ist dies auf eine geringere Vorstellungskraft zurückzuführen. Dies würde eventuell erklären, warum die Teilnehmergruppe mit weniger Berufserfahrung, aber wahrscheinlich mehr Affinität zu heutigen Online-Möglichkeiten, eine geringere Irrelevant-Quote hat, als die Erfahrenere.

Zusammenfassung

Zusammengefasst zeigt sich, dass viele der in der Umfrage präsentierten Ansätze und Ideen die Bedürfnisse der Ingenieure aus der Praxis treffen. Besonders die herausgestellten Begeisterungsfaktoren unterstreichen, dass es im Bereich der Softwareunterstützung für den Konstruktionsmethodik-Bereich zurzeit noch Defizite gibt. Die Erwartung, dass die dem Demonstrator zugrunde liegenden Überlegungen aus dem Konzept richtig sind, kann damit weitgehend bestätigt werden. Dass einzelne Umfrageaspekte differenziert gesehen werden, ist verständlich und normal. Besonders unter der Berücksichtigung, dass die Umfrageteilnehmer mit unterschiedlicher Erfahrung teilgenommen haben und in unterschiedlichen Unternehmen arbeiten, sich also der jeweilige Blickwinkel unterscheidet. Soweit möglich wurden die Umfragedaten daher hinsichtlich der Unternehmensgröße, der Berufserfahrung und der Zuordnung zum Management differenziert betrachtet, wodurch weitere Erkenntnisse gewonnen wurden.

C Auswertung der Fragebogen-Umfrage

Im Folgenden wird zuerst der Fragebogen dargestellt. Anschließend folgen die Ergebnisse und abschließend deren Interpretation.

C.1 Fragebogen

Der Fragebogen gliederte sich in die folgenden fünf Abschnitte:

Allgemeine Informationen

- 1.1. Studiengang
- 1.2. Über wieviel Berufserfahrung verfügen Sie? (im technischen Bereich)
- 1.3. Wie viel Zeit haben Sie mit der Web-Umgebung ungefähr insgesamt gearbeitet?

Bewertung

(jeweils auf einer Skala von sehr (5) bis gar nicht (1))

- 2.1. Ist die Arbeit mit der Web-Umgebung aus Ihrer Sicht allgemein hilfreich?
- 2.2. Halten Sie die Konstruktionsmethodik für sinnvoll?
- 2.3. Fördert die Web-Umgebung die Zusammenarbeit?
- 2.4. Fördert die Web-Umgebung die Effizienz?
- 2.5. Fördert die Web-Umgebung das Wissensmanagement?

Vorteile

(Bitte listen Sie alle Vorteile am System auf, die Ihnen einfallen)

Nachteile

(Bitte listen Sie alle Nachteile am System auf, die Ihnen einfallen)

Allgemeines Feedback und Verbesserungsvorschläge

(Bitte geben Sie zusätzlich ein allgemeines Feedback und oder Verbesserungsvorschläge)

C.2 Ergebnisse

Alle 18 ausgeteilten Umfragebögen wurden wieder abgegeben⁴⁰. Von diesen haben jedoch sechs Studenten angegeben, dass sie mit der Web-Umgebung 0 Stunden gearbeitet haben. Diese bleiben in der Auswertung daher weitgehend unberücksichtigt. Die Ergebnisse werden entsprechend des Fragebenaufbaus aufgeführt:

Allgemeine Informationen

1.1. Studiengang

Auf die Angabe des Studienganges wird aufgrund der geringen Teilnahme und aus Anonymitätsgründen verzichtet.

1.2. Berufserfahrung

Vier von zwölf Studenten verfügten über vorherige Berufserfahrung von insgesamt 8 Jahren.

1.3. Zeit

In Summe haben die Studenten 45 Stunden mit dem Demonstrator gearbeitet, was im Durchschnitt 3,8 Stunden pro Student entspricht. In Abbildung C. 1 ist dargestellt, wie viel Zeit die einzelnen Studenten mit dem Demonstrator gearbeitet haben. Diese Zeitangabe wurde abgefragt um sie bei der Interpretation der Aussagen (Vorteile, Nachteile, Feedback) zu berücksichtigen.

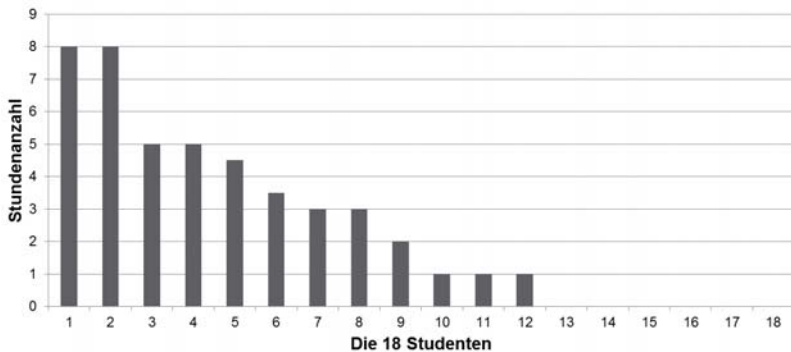


Abbildung C. 1: Gearbeitete Stunden mit dem Demonstrator je Student

Die Abbildung zeigt, dass sich ca. 1/3 der Studenten relativ viel (5 – 8 Stunden) und ca. 1/3 wenig (1 – 2 Stunden) beteiligt hat. Die sechs Studenten die null Bearbeitungsstunden angegeben haben wurden aus Vollständigkeitsgründen mit aufgeführt.

⁴⁰ An diesem Übungstag, waren nur 18 Studenten anwesend.

Bewertung

Die Ergebnisse der fünf Bewertungsfragen, auf einer Skala von 1 (gar nicht) bis 5 (sehr), sind in Tabelle C. 1 dargestellt. In Spalte A ist der arithmetische Mittelwert eingetragen. In Spalte B wurde zusätzlich die Stundenanzahl berücksichtigt, die die Studenten mit der Umgebung gearbeitet haben. Die Berücksichtigung erfolgte durch Multiplikation der Stundenanzahl mit den einzelnen Bewertungswerten.

Tabelle C. 1: Bewertung der Web-Umgebung durch die Studenten

Nr.	Aspekt	A	B
2.1	Allgemein hilfreich	4,17	4,42
2.2	Konstruktionsmethodik sinnvoll	3,33	3,44
2.3	Fördert Zusammenarbeit	3,08	3,03
2.4	Fördert Effizienz	2,92	3,02
2.5	Fördert Wissensmanagement	3,67	3,77

Vorteile, Nachteile und allgemeines Feedback

Die zusammengetragenen Ergebnisse sind in den folgenden drei Tabellen aufgeführt und jeweils nach der Nennhäufigkeit sortiert. Angaben, die nicht den Demonstrator betreffen (sondern beispielsweise die vorlesungsbegleitende Übung), sind nicht aufgeführt.

Tabelle C. 2: Angegebene Vorteile der Web-Umgebung

Nr.	Vorteile	Nennungen
1	Einfache Projektarbeit, da örtlich und zeitlich ungebunden; Daten online immer verfügbar	6
2	Gemeinsames Arbeiten in Echtzeit	2
3	gute Übersichtlichkeit	1
4	vorgefertigte Masken sparen Vorbereitungszeit	1
5	klare Gliederung kann als Leitfaden genutzt werden	1
6	Meilensteine sind klar definiert	1
7	schnell	1
8	einfach	1
9	Arbeiten im Team wird geübt	1
10	sehr schönes Design	1
11	man beschäftigt sich mit der Thematik	1
12	Vorschläge anderer Gruppenmitglieder schaffen evtl. neue Sichtweisen u. Ideen	1

Tabelle C. 3: Angegebene Nachteile der Web-Umgebung

Nr.	Nachteile	Nennungen
1	Navigation und Übersichtlichkeit schlecht	7
2	Bedienung nicht immer ersichtlich; man muss sich erst einfinden (dauert aber nicht lange)	4
3	persönliche Zusammenarbeit mit Gruppenmitgliedern effektiver	1
4	Keine wirkliche Gruppenarbeit	1
6	keine Kommunikation mit anderen Mitwirkenden möglich	1
7	Es fehlt die Anleitung, wie genau das System zu nutzen ist	1

Tabelle C. 4: Feedback und Verbesserungsvorschläge der Studenten

Nr.	Allgemeines Feedback	Nennungen
1	Ich empfinde das System als sehr sinnvoll	2
2	Die Usability ist verbesserungswürdig	2
3	Anzeige, wer aktuell im System online ist, fehlt	2
4	Echtzeit-Kommunikation mit anderen Mitgliedern wünschenswert	2
5	Einheitliche Navigation wäre wünschenswert	1

C.3 Interpretation

Da die Arbeit mit dem Demonstrator freiwillig erfolgte, wird davon ausgegangen, dass die Fragebögen wahrheitsgemäß ausgefüllt wurden. Dies wird auch durch die Angabe von sechs Studenten unterstützt, nie mit dem Demonstrator gearbeitet zu haben.

Die Berufserfahrung erscheint zu gering, als dass diese bei der Interpretation berücksichtigt werden muss beziehungsweise kann.

Die Nutzungsdauer betrug im Durchschnitt 3,8 Stunden pro Student und erfolgte während der präsenzfreien Zeit. Im Verhältnis zur Summe der Präsenzzeit von 9 Stunden (sechs Übungstermine von jeweils 2 Semesterwochenstunden, also 1,5 Zeitstunden) entspricht das über 40%, die die Studenten zusätzlich und freiwillig aufgebracht haben, was als hoch eingeschätzt wird.

Allgemein wird der Demonstrator als sinnvoll und hilfreich angesehen. Besonders die zeit- und ortsunabhängige Projektarbeit sowie das gemeinsame echtzeitnahe Bearbeiten von Projekthalten werden als Vorteil gesehen.

Eine quantifizierte Bewertung erfolgte in Tabelle C. 1. Signifikante Abweichungen zwischen den beiden Spalten A und B gibt es lediglich beim Punkt 2.1 („Allgemein hilfreich“). Diejenigen Studenten, die mehr Zeit mit der Umgebung gearbeitet haben, sehen diese auch als hilfreicher an. Dieser Punkt liegt mit 4,42 beziehungsweise 4,17 auch bereits nahe am Maximum. Die anderen Punkte (2.2 – 2.5) liegen alle über dem Mittelwert 3, was ebenfalls als positiv gesehen werden kann. Von diesen Punkten wird

besonders das Wissensmanagement als fördernd bewertet, wobei diese Aussage nicht weiter überprüft und der Begriff Wissensmanagement nicht spezifiziert wurde.

Das der Demonstrator die Zusammenarbeit und Effizienz fördert, wurde mit ca. 3 bewertet, was dem Skalenmittelwert entspricht und als neutrale Bewertung verstanden wird. Aus Studentensicht wirkt der Demonstrator anscheinend weder fördernd noch behindernd. Diese Einschätzung lässt sich unter anderem darauf zurückführen, dass die Studenten im Studium weitgehend Einzelleistungen erbringen und die Zusammenarbeit daher nicht in den Fokus rückt. Hinzu kommt die geringe Projekterfahrung der Studenten, so dass von wenigen Vergleichsmöglichkeiten ausgegangen werden kann.

Als Nachteile wurden primär die schlechte Übersichtlichkeit und Navigation angegeben. Die Arbeit mit dem Demonstrator ist somit nicht selbsterklärend. Zwar nannte ein Student, dass er sich schnell einarbeiten konnte, aber dennoch wirkten diese Punkte negativ. Die expliziten Gründe sollten daher hierfür noch erhoben werden. Als weiterer Kritikpunkt wurde angegeben, dass Möglichkeiten zur Kommunikation untereinander fehlen. Ein integriertes Nachrichtensystem würde sich daher wohl positiv auswirken.

Der Punkt 2.2 deutet im Zusammenhang mit einigen genannten Vorteilen und keinen diesbezüglich geäußerten Nachteilen darauf hin, dass das Methodenverständnis bei den Anwendern vorhanden war. Somit ist davon auszugehen, dass auch die Unterstützung durch den Demonstrator nachvollzogen und angenommen wurde.

Die bemängelten Punkte bei der Übersichtlichkeit und Navigation deuten darauf hin, dass die Studenten über Vergleichsmöglichkeiten verfügten. Dies legt wiederum nahe, dass ihnen Web-Umgebungen, wie angenommen, bekannt sind.

Zusammengefasst konnten die Studenten mit dem Demonstrator arbeiten. Die webbasierte Unterstützung der Konstruktionsmethoden ist somit gegeben. Des Weiteren haben die Untersuchungen gezeigt, dass der Demonstrator, über den Demonstrator-Status hinaus, bereits eingeschränkt bei der Konstruktionsmethoden-Anwendung unterstützen kann.