

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN
Lehrstuhl für Produktentwicklung

Krisen in der Produktentwicklung und ihre operative Bewältigung

Christopher Horst Wolfgang Münzberg

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

Doktor-Ingenieurs

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender:

Prof. Dr.-Ing. Karsten Stahl

Prüfer der Dissertation:

1. Prof. Dr.-Ing. Udo Lindemann (i.R.)

2. Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh

3. Prof. Dr.-Ing. Herbert Birkhofer, TU Darmstadt

Die Dissertation wurde am 27.06.2017 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Maschinenwesen am 28.11.2017 angenommen.

VORWORT DES HERAUSGEBERS

Problemstellung

Ob kleine und mittlere Unternehmen oder Zulieferer und Originalausrüstungshersteller, jedes Unternehmen kann branchenunabhängig von einer technischen Krise betroffen sein. Reagieren die Unternehmen nicht schnell und zielorientiert auf diese Ausnahmesituation, können die Folgen schwerwiegend sein: Vom Imageverlust, der Gefahr für Menschenleben und die Umwelt bis hin zur Insolvenz. Um diese abzuwenden, benötigen Unternehmen strukturierte Prozesse, die sowohl das Problemlöseverfahren als auch das Verhalten ihrer Mitarbeiter in dieser Stresssituation unterstützen.

Aus der akademischen Forschung der Produktentwicklung fehlen bisher eine systematische Einordnung und Beschreibung des Begriffs der technischen Krise sowie die Bereitstellung von Unterstützungsinstrumenten für Entwickler. Diesem Forschungsdefizit stehen Forschungsergebnisse anderer Fachbereiche sowie die Erfahrungen von Entwicklern und Unternehmen gegenüber. So wurden teilweise hochentwickelte Vorgehensweisen und Mechanismen entwickelt, um auf Krisen zielorientiert und systematisch zu reagieren und diese zu bewältigen.

Zielsetzung

Die vorliegende Forschungsarbeit nimmt sich des beschriebenen Spannungsfeldes zwischen vorhandenem Wissen in der Industrie sowie anderen Fachbereichen und der fehlenden Wissensbasis in der Forschung der Produktentwicklung an. Im Mittelpunkt der Arbeit stehen zwei Zielstellungen: Auf der einen Seite der systematische Verständnisaufbau über technische Krisen, auf der anderen Seite die Entwicklung von Unterstützungen zum methodischen Problemlösen und zum Verhalten in Krisen für Entwickler und Entwicklungsteams.

Ergebnisse

In der Arbeit werden technische Krisen mithilfe einer Literaturrecherche und empirischer Studien systematisch aufbereitet. Das entwickelte Krisenmodell, die Kontextfaktoren und die erarbeitete Definition von technischen Krisen machen diese beschreibbar und schaffen erstmalig einen geeigneten Definitionsrahmen für die Produktentwicklung.

Aufbauend auf den theoretischen Betrachtungen stellt der Lösungsansatz dieser Arbeit ein Vorgehensmodell und Prinzipien zur Krisenbewältigung bereit. Diese unterstützen das methodische Problemlösen und das Verhalten von Entwicklern in Krisen. Das dreistufige Vorgehensmodell unterstützt die Problemanalyse, Ideengenerierung und Konzeptbewertung. Es besitzt drei Komponenten, die die zielorientierte Anwendung fokussieren. Erstens unterstützen die Heuristiken Entwickler zu identifizieren, ob eine spezifische Situation tatsächlich eine Krise ist. Dabei werden Heuristiken aus dem Bereich der begrenzten Rationalität der Psychologie auf die Produktentwicklung übertragen. Weiterhin helfen 15 Fragestellungen den Anwendern, den geeigneten Vorgehensschritt zu identifizieren. Die Fragestellungen ermöglichen es Entwicklern

zu ermitteln, ob das Problem hinreichend analysiert, genügend Ideen generiert und die Konzepte begründbar bewertet wurden, um eine Lösung für die Problemstellung zu erarbeiten. Zum Dritten unterstützen über 30 schnell erlernbare und einfach anzuwendende Methoden die Hauptschritte des Vorgehensmodells, wenn noch nicht eine hinreichende Menge an Informationen oder Ideen vorliegen.

Neben der systematischen Problemlösung unterstützen 16 Prinzipien das Verhalten von Entwicklern in Krisen. Sie beschreiben allgemeine Strategien für Krisen, die unternehmensabhängig angepasst werden können. Ziel der Prinzipien ist es, Fehler durch menschliches Fehlverhalten zu reduzieren und die Leistungsfähigkeit der Beteiligten zu steigern. Die Prinzipien wurden in Zusammenarbeit mit krisenerfahrenen Unternehmen, wie der Berufsfeuerwehr München, erarbeitet. Sie betrachten einerseits die Arbeit unter Zeitdruck sowie die Zusammenarbeit und die Kommunikation von Teams, andererseits werden Teamleitern Hilfestellungen zur Führung von Krisenbewältigungsteams bereitgestellt.

Folgerungen für die industrielle Praxis

Unternehmen müssen Krisen schnell bewältigen, um Schäden abzuwenden. Der erarbeitete Lösungsansatz zur Krisenbewältigung ermöglicht es, effektiv auf technische Krisen zu reagieren. Das Vorgehensmodell und die dazugehörigen Methoden sind schnell zu erlernen und anzuwenden. Die Heuristiken, Fragestellungen und Prinzipien können individuell an die Situation der Anwender angepasst werden. Des Weiteren werden in den empirischen Untersuchungen wesentliche Einfluss- und Erfolgsfaktoren der Krisenbewältigung ermittelt. Diese gesammelten Erfahrungen unterstützen Unternehmen sowohl beim Training zum Umgang mit technischen Krisen als auch bei der effektiven Krisenbewältigung.

Folgerungen für Forschung und Wissenschaft

In der vorliegenden Arbeit wird eine Wissensbasis über technische Krisen und ihre Bewältigung erarbeitet. Das Krisenmodell, die Kontextfaktoren und die Definition schaffen einen Beschreibungsrahmen der Entwicklungssituation Krise für die Produktentwicklung. Ein weiterer wesentlicher Beitrag ist die Dokumentation von Krisenerfahrungen aus der industriellen Praxis. Für zukünftige Forschungsprojekte sind die Ergebnisse ein wertvoller Ausgangspunkt. So ist beispielsweise das Krisenmodell nicht nur ein Beschreibungswerkzeug, sondern zusätzlich ein Beobachtungs- und Analysewerkzeug für Krisen in der industriellen Praxis.

Die erarbeitete Unterstützung zeigt, dass neben dem rein methodischen Vorgehen das menschliche Verhalten ein wesentlicher Aspekt zur erfolgreichen Methodenanwendung in Krisen ist. Sie hebt die Notwendigkeit der situativ ausgeprägten Unterstützung hervor und zeigt die Bedeutung grundlegender Elemente der Konstruktionsmethodik für die industrielle Praxis auch in Krisensituationen auf.

DANKSAGUNG

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Produktentwicklung der Technischen Universität München (TUM) in der Zeit von September 2012 bis September 2017.

Meinem Doktorvater Prof. Dr.-Ing. Udo Lindemann gilt mein besonderer Dank für die Unterstützung und das in mich gesetzte Vertrauen. Die von ihm gegebenen Freiräume bildeten nicht nur die wesentliche Grundlage zum Gelingen meiner Dissertation, sondern ermöglichten mir die Weiterentwicklung in einer Vielzahl von Bereichen über die Produktentwicklung hinaus.

Prof. Dr.-Ing. Herbert Birkhofer vom Fachgebiet Produktentwicklung und Maschinenelemente (TU Darmstadt) danke ich für die Übernahme der Betreuung. Seine Unterstützung und der Austausch in Darmstadt haben nicht nur sehr viel Spaß gemacht, sondern waren auch ein entscheidender Erfolgsfaktor meiner Dissertation.

Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh vom Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften der (TUM) danke ich für die Übernahme der Betreuung. Für die Übernahme des Vorsitzes der Prüfungskommission und die organisatorische Abwicklung des Promotionsverfahrens danke ich Prof. Dr.-Ing. Karsten Stahl vom Lehrstuhl für Maschinenelemente (TUM).

Prof. Dr.-Ing. Klaus Ehrlenspiel danke ich für die Unterstützung bei meiner Arbeit und die zahlreichen Treffen, die mir neue Denkweisen eröffnet haben. Meinem Mentor Dr.-Ing. Josef Ponn danke ich für das hilfreiche Feedback. Stellvertretend für alle Industriepartner möchte ich Prof. Dr.-Ing. Oliver Mayer, Dr.-Ing. Robert Adunka und Dr.-Ing. Burkhard Wolf für die Zusammenarbeit danken.

Ganz besonders möchte ich mich bei all meinen Kolleginnen und Kollegen am Lehrstuhl für die gute Zusammenarbeit bedanken. Stellvertretend möchte ich mich bei Dr.-Ing. Markus Mörtl und Katja Zajicek, den beiden guten Seelen des Lehrstuhls, Dr.-Ing. Matthias Gürtler, dem besten Lehrstuhlpaten, Dr.-Ing. Daniel Kammerl für den langjährigen, inhaltlichen Austausch, Dr.-Ing. Martina Wickel, Dr.-Ing. Katharina Helms, Dr.-Ing. Danilo Marcello Schmidt, Dr.-Ing. Michael Roth, und Dr.-Ing. Sebastian Gürtler für die Durchsicht meiner Dissertation sowie Dr.-Ing. Ioanna Michailidou, Dr.-Ing. Constantin von Saucken, Dr.-Ing. Stefan Langer, Kristin Gövert, Sebastian Maisenbacher, Christoph Hollauer, Julian Wilberg und besonders meinem Cousin Robert Pietsch für das Feedback zu meinem Dissertationsvortrag danken. Stellvertretend für alle Studierenden danke ich meinem langjährigen Hiwi Lucas van den Bosch für seine tatkräftige Unterstützung.

Für die Unterstützung und den Rückhalt danke ich meiner Familie und besonders meiner Oma Ursula Münzberg. Der größte Dank geht an meine Eltern Christine Münzberg und Peter Pietsch ohne ihr immerwährendes Vertrauen und ihre hingebungsvolle Förderung während meiner gesamten Ausbildung wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

München, im Februar 2018

Christopher Münzberg

VORVERÖFFENTLICHUNGEN (CHRONOLOGISCH)

- Münzberg, C.; Bennour, E.; Venktaraman, S. & Lindemann, U. (2015a). Crisis situations in engineering product development - An understanding from literature. In: Binz, H.; Bertsche, B.; Bauer, W. & Roth, D. (Hrsg.), Stuttgarter Symposiums für Produktentwicklung 2015, S. 1–8.
- Münzberg, C.; Venkataraman, S.; Hertrich, N.; Frühling, C. & Lindemann, U. (2015b). Crisis Situations in Engineering Product Development - A Method to Identify Crisis. In: Weber, C.; Husung, S.; Cantamessa, M.; Cascini, G.; Marjanovic, D. & Montagna, J. (Hrsg.), Tagungsband ICED 15, the 20th International Conference on Engineering Design, Mailand (Italien).
- Münzberg, C.; Hammer, J.; Brem, A. & Lindemann, U. (2016b). Crisis Situations in Engineering Product Development: A TRIZ Based Approach. In: Procedia CIRP 39, S. 144–149.
- Münzberg, C.; Gericke, K.; Oehmen, J. & Lindemann, U. (2016a). An Exploratory Study of Crises in Product Development. In: Marjanović, D.; Štorga, M.; Pavković, N.; Bojčetić, N. & Škec, S. (Hrsg.), Tagungsband DESIGN 2016, the 14th International Design Conference, Dubrovnik (Kroatien), S. 1533–1542.
- Abram, L.; Münzberg, C. & Lindemann, U. (2016). Crisis Situations in Engineering Product Development: Elaboration of Principles for effective Crisis Solving. In: Boks, C.; Sigurjonsson, J.; Steinert, M.; Vis, C. & Wulvik, A. (Hrsg.), Tagungsband NordDesign 2016, Bd. 2, Trondheim (Norwegen), S. 93–102.
- Münzberg, C.; Stingl, V.; Gerdali, I. & Oehmen, J. (2017). Identifying Product Development Crises: The Potential of Adaptive Heuristics. In: Maier, A.; Škec, S.; McKesson, C. & van der Loos, M. (Hrsg.), ICED 17: 21th International Conference on Engineering Design, Bd. 2, University of British Columbia, Vancouver, British Columbia, Canada, 189–198.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation und Ausgangssituation	1
1.2	Forschungslücken als Grundlage für diese Arbeit	3
1.3	Forschungsfragen und forschungsmethodisches Vorgehen	4
1.4	Abgrenzung und Aufbau der Forschungsarbeit	6
2	Grundlagen zur methodischen Problemlösung und zum Verhalten unter Zeitdruck	11
2.1	Begriffsklärung zur methodischen Problemlösung	12
2.2	Vorgehensmodelle zur Problemlösung	14
2.2.1	Vorgehenszyklus für die Systemsynthese	15
2.2.2	Münchener Vorgehensmodell	16
2.2.3	Allgemeiner Lösungsprozess nach Pahl/Beitz	17
2.2.4	VDI-Richtlinie 2221	18
2.2.5	SPALTEN-Methodik	18
2.3	Produktentwicklungsmethoden	19
2.4	<i>Reflexive Dialoge</i>	22
2.5	Heuristiken in der Konstruktionswissenschaft und zur Entscheidungsfindung	24
2.6	<i>Crew Resource Management</i>	27
2.7	Schlussfolgerungen aus den Grundlagen	30
3	Stand der Forschung: Krisen in der Produktentwicklung	33
3.1	Grundlagen zur Krisenforschung	34
3.1.1	Identifikation relevanter Literatur zu Krisen in der Produktentwicklung	34
3.1.2	Dimensionen von Unternehmenskrisen und Krisen in Projekten	38
3.1.3	Definitionen des Begriffs <i>Krise</i>	40
3.2	Modellierung von Entwicklungssituationen und Herleitung des Krisenmodells	42
3.2.1	Grundlagen zur Modellierung von Entwicklungssituationen	42
3.2.2	Modelle von Entwicklungssituationen	44

3.2.3	Bewertende Zusammenfassung und Ableitung des Krisenmodells	47
3.3	Beschreibung von Krisen anhand des Krisenmodells	50
3.3.1	Krisenursachen	50
3.3.2	Krisenprozesse	56
3.3.3	Krisenauswirkungen	62
3.4	Schlussfolgerungen aus dem Stand der Forschung	64
3.4.1	Krisenprozess für die Produktentwicklung	65
3.4.2	Kontextfaktoren von Krisen	66
3.4.3	Krisendefinition für die Produktentwicklung	68
4	Empirische Untersuchungen zur Krisenbewältigung	71
4.1	Interviewstudie zur Krisenbewältigung in der industriellen Praxis	72
4.1.1	Forschungsdesign der Interviewstudie	72
4.1.2	Beschreibung von Krisen in der Industrie	75
4.1.3	Erfolgsfaktoren einer Krisenbewältigung	77
4.2	Untersuchung von krisenerfahrenen Organisationen	78
4.2.1	Forschungsdesign der Untersuchungen bei krisenerfahrenen Organisationen	79
4.2.2	Krisen bei der Berufsfeuerwehr München	80
4.2.3	Krisen bei einem Unternehmen aus der Luftfahrt	82
4.3	Schlussfolgerungen der empirischen Untersuchungen	83
5	Anforderungsanalyse an den Lösungsansatz	85
5.1	Literaturbasierte Anforderungsidentifikation	86
5.2	Anforderungsidentifikation aus Empirie und Analyse	89
5.2.1	Auswertung der Erfolgsfaktoren	89
5.2.2	Auswertung der Definition und Kontextfaktoren von Krisen	91
5.3	Anforderungen an den Lösungsansatz	92
6	Herleitung und Struktur des Lösungsansatzes	95
6.1	Krisenbewältigungsprozess für die Produktentwicklung	96
6.2	Herleitung der Lösungskomponenten	99
6.2.1	Herleitung des <i>Vorgehensmodells zur Krisenbewältigung</i>	99
6.2.2	Herleitung der <i>Prinzipien zur Krisenbewältigung</i>	106

6.3	Struktur des Lösungsansatzes	107
7	Lösungsansatz: Unterstützung zur operativen Krisenbewältigung	109
7.1	<i>Vorgehensmodell zur Krisenbewältigung</i>	110
7.1.1	Lösungskomponente 1: <i>Heuristiken zur Identifikation einer Krise</i>	112
7.1.2	Lösungskomponente 2: <i>Fragestellungen zur Identifikation des passenden Vorgehensschritts</i>	114
7.1.3	Lösungskomponente 3: <i>Methoden zur Krisenbewältigung</i>	116
7.2	<i>Prinzipien zur Krisenbewältigung</i>	119
7.2.1	Anwendung und Kategorisierung der Prinzipien	120
7.2.2	Prinzipien zum Arbeiten unter Druck	121
7.2.3	Prinzipien zur Führung	122
7.2.4	Prinzipien zur Kommunikation	123
7.2.5	Prinzipien zur Zusammenarbeit	124
7.3	Zusammenfassung des Lösungsansatzes	125
7.4	Implementierungsmöglichkeiten des Lösungsansatzes in der Praxis	126
8	Evaluation des Lösungsansatzes	129
8.1	Grundlagen zur Evaluation	129
8.2	Überblick über die Evaluationsstudien	132
8.3	Studie 1: Magazino GmbH	134
8.3.1	Ziele und Vorgehen von Studie 1	134
8.3.2	Ergebnisse von Studie 1	136
8.4	Studie 2: Hilti AG	140
8.4.1	Ziele und Vorgehen von Studie 2	141
8.4.2	Ergebnisse von Studie 2	143
8.5	Studie 3: Think.Make.Start.	145
8.5.1	Ziele und Vorgehen von Studie 3	146
8.5.2	Ergebnisse von Studie 3	147
8.6	Studie 4: Literaturbasierte Evaluation	151
8.6.1	Ziele und Vorgehen von Studie 4	152
8.6.2	Ergebnisse von Studie 4	155
8.7	Diskussion und Zusammenfassung der Evaluationsergebnisse	156

9	Zusammenfassung und Ausblick	167
9.1	Zusammenfassung	167
9.2	Reflexion des Forschungsvorgehens und der Forschungsergebnisse	169
9.3	Mehrwert für die Forschung und Industrie	176
9.3.1	Mehrwert für die akademische Forschung	176
9.3.2	Mehrwert für die industrielle Praxis	177
9.4	Ausblick	178
10	Verzeichnisse	181
10.1	Literaturverzeichnis	181
10.2	Abkürzungs- und Symbolverzeichnis	197
10.3	Studienarbeitenverzeichnis	199
	Anhang	201
	Dissertationsverzeichnis des Lehrstuhls für Produktentwicklung	343

1 Einleitung

BANG! Eine schwere Explosion erschütterte das Servicemodul des Raumschiffs „Odyssey“, als Kapselpilot John Swigert 56 Stunden nach dem Start der Apollo-13-Raumfahrtmission routinemäßig den Schalter zum Starten des Ventilators in einem der Sauerstofftanks umlegte. Keiner der drei Astronauten ahnte, welche gravierenden Folgen dieser vermeintlich kleine Handgriff für die Mission hatte, als Swigert den berühmten Funkspruch „We’ve got a problem here.“ sendete. (Lovell & Kluger, 1994, S. 92 ff.)

1.1 Motivation und Ausgangssituation

Was war die Ursache für die Fehlfunktion? Welche Lösungsalternativen gibt es? Welche ist die Geeignetste? Und wie sollen sich alle Beteiligten verhalten, um die Situation durch Fehler oder Stress nicht weiter zu eskalieren? Diese und viele weitere Fragen mussten die Astronauten zusammen mit den Tausende Kilometer entfernten Ingenieuren¹ im Missionskontrollzentrum in Texas in wenigen Stunden beantworten, um die Krise zu bewältigen und die nahende Katastrophe, den Tod der drei Astronauten und das Scheitern der prestigeträchtigen Mission, abzuwenden. Unvorhergesehen wurde aus der Raumfahrtmission eine Rettungsmission.

Selten wird eine Krise so dramatisch ausgelöst und ist am Ende filmreif. Dieses Beispiel zeigt einerseits anschaulich, wie unerwartet und überraschend Krisen auftreten können, andererseits, welche Folgen Krisen haben können, z. B. Gefahr für Menschenleben und den Projekterfolg. Ebenso hebt das Beispiel mit den aufgezeigten Fragen hervor, dass im Mittelpunkt einer Krisenbewältigung nicht nur die technische Lösung des Problems steht, sondern auch das Verhalten der Beteiligten für den Erfolg ausschlaggebend ist.

Krisen treten jedoch nicht nur bei operativen Missionen auf, sondern konfrontieren den Menschen auch in Alltags- und Berufssituationen. **Diese Forschungsarbeit betrachtet speziell Krisen während der Entwicklung und Nutzung technischer Produkte.** Diese werden im Folgenden *technische Krisen* oder kurz *Krisen* genannt. Technische Krisen, verursacht durch Defekte oder Fehlfunktionen und ihre erfolgreiche Bewältigung, waren und sind in der produzierenden Industrie keine Seltenheit. Dies zeigen die Beispiele von Krisen verschiedener Industriezweige der jüngeren Vergangenheit in Tabelle 1-1.

¹ Im Interesse einer besseren Lesbarkeit werden geschlechtsspezifische Personenbezeichnungen ausdrücklich nicht differenziert. Die gewählte männliche Form (generisches Maskulinum) schließt eine adäquate weibliche Form gleichberechtigt ein.

Tabelle 1-1: Beispiele technischer Krisen und ihrer Auswirkungen²

Branche	Krise	Ausgewählte Auswirkungen
Luftfahrt	Batterieprobleme des Boeing 787 Dreamliner	<ul style="list-style-type: none"> • Gefahr für Menschenleben durch Rauchentwicklung • Flugverbot mit Kosten > 25 Millionen Euro
Automobil	Elchtest-Probleme der Mercedes A-Klasse	<ul style="list-style-type: none"> • Imageschaden • Erhöhter Entwicklungsaufwand
Hightech	Akkuprobleme des Samsung Galaxy Note7	<ul style="list-style-type: none"> • Brennende Geräte • Produktionsstopp und weltweiter Rückruf

Obwohl sich die obige Auflistung beliebig fortführen lässt und Entwickler sowie Unternehmen eine Vielzahl von Erfahrungen und teilweise auch Bewältigungsstrategien haben, wurden Krisen im Fachbereich der Produktentwicklung kaum untersucht. Thießen (2014) unterstreicht das Fehlen der Forschungsergebnisse mit folgender Aussage:

„Weder gibt es einen klaren Definitionsrahmen, noch hilft die Differenz oder Gegenüberstellung der verschiedenen Konzepte, Krisen eindeutig zu klären“ (Thießen, 2014, S. 2).

Dieser Mangel zeigt sich zudem durch fehlende Literatur zu Krisen in der Produktentwicklung. Eine Suche nach dem Begriff *Krise* in der Universitätsbibliothek der Technischen Universität München führt gerade einmal zu 28 Treffern, die Suche nach dem englischen Begriff *crisis* auf der *Design-Society*-Publikationsplattform³ ergibt sogar nur zehn Treffer⁴. **Eine starke Diskrepanz zwischen vorhandenem, implizitem Wissen in der Industrie und nichtvorhandenem, explizitem Wissen in der akademischen Forschung der Produktentwicklung wird offensichtlich.** Und das, obwohl eine große Wissensbasis über Krisen und ihre Bewältigung in anderen Fachbereichen vorliegt, wie in den späteren Kapiteln dieser Arbeit gezeigt wird.

Ausgangspunkt ist die Definition von Lindemann (2009), die eine Krise in der Produktentwicklung als eine „Situation [beschreibt], die durch unerwünschte und unerwartete Ereignisse in Verbindung mit einem sehr hohen Zeit- und Ergebnisdruck hervorgerufen wird“ (Lindemann, 2009, S. 338). Darauf aufbauend steht die Bewältigung der Diskrepanz zwischen Wissen über Krisen in der Industrie und der akademischen Forschung im Mittelpunkt dieser Forschungsarbeit. Um technische Krisen zu verstehen, werden eine Wissensbasis und ein Definitionsrahmen zu Krisen in der Produktentwicklung erarbeitet. Die oben herausgestellte Diskrepanz führt letztendlich zu fehlender methodischer Unterstützung zur Krisenbewältigung seitens der akademischen Forschung. Krisenbewältigung in der Produktentwicklung ist größtenteils „Feuerwehrmanagement“. Um die Krisenbewältigung zu strukturieren, werden aufbauend auf der Wissensbasis geeignete Unterstützungen für die methodische Problemlösung als auch für das menschliche Verhalten in technischen Krisen bereitgestellt. Dadurch sollen Unternehmen Krisen besser bewältigen, da die Entwickler befähigt werden, in Krisen zu agieren, anstatt nur auf sie und die Ereignisse zu reagieren.

² Quellen: Mouawad (2014), Töpfer (1999) und Kremp (2017).

³ www.designsociety.org/publications/5/papers .

⁴ Details zur Literaturrecherche siehe Unterkapitel 3.1.1.

1.2 Forschungslücken als Grundlage für diese Arbeit

Aus Motivation und Ausgangssituation lassen sich für diese Arbeit vier Forschungslücken ableiten. Diese sind sowohl auf das fehlende Verständnis von Krisen in der Produktentwicklung als auch auf den fehlenden Transfer von Fachwissen anderer Bereiche in die Produktentwicklung zurückzuführen. Nachfolgend werden diese näher erläutert.

1. Forschungslücke: Fehlendes Verständnis von Krisen in der Produktentwicklung und ihrer Bewältigung.

Untersuchungen von Krisen in der Industrie zeigen (siehe Unterkapitel 4.1), dass Krisenbewältigung vergleichbar zur Apollo-13-Mission „Feuerwehrmanagement“ ist. Dies bedeutet, dass improvisierte Maßnahmen hektisch und unüberlegt durchgeführt werden. Diese Handlungen haben Fehlentscheidungen und letztendlich eine Verschlechterung der Krise zur Folge. (Müller, 1986, S. 1 f.)

Die Aufbereitung des Wissens über Krisen bietet daher nicht nur für die akademische Forschung einen Mehrwert, sondern trägt auch zur Entwicklung von krisenrobusten Unternehmen bei.

Birkhofer et al. (2005) stellen in ihren Betrachtungen zum Transfer von Methoden in die Praxis zehn Gebote auf. Ihr erstes Gebot lautet: „Design is Not Design – Meet the Design Situation!“ Mit diesem Gebot fordern sie, das vorhandene Wissen der Konstruktionsmethodik für bestimmte Branchen, Unternehmen, Entwicklungsaufgaben oder -situationen aufzubrechen und damit nutzbar zu machen. Zwar gibt es unterschiedliche Arbeiten von Badke-Schaub & Frankenberger (2004), Albers et al. (2005), Lindemann (2009), Kreimeyer et al. (2007) oder Saak (2006), die Facetten erfolgreicher Krisenbewältigung betrachten, jedoch bleiben eine klare Definition und die Darstellung von Krisen in der Produktentwicklung aus, ebenso fehlt situative, methodische Unterstützung.

2. Forschungslücke: Fehlende Dokumentation und Aufbereitung des impliziten Wissens über Krisen aus der industriellen Praxis.

Wie Tabelle 1-1 zeigt, werden Unternehmen mit Krisen konfrontiert. Sie besitzen vielfältige Erfahrungen zur erfolgreichen Krisenbewältigung und teilweise auch ausgereifte Krisenbewältigungsprozesse. Der systematische Transfer dieser Erfahrungen in die akademische Forschung der Produktentwicklung ist bis jetzt ausgeblieben, wodurch das implizite Wissen der Praxis nicht in explizites Wissen überführt wurde.

3. Forschungslücke: Fehlender Wissenstransfer zu Krisen aus anderen Fachbereichen in die Produktentwicklung.

Dem fehlenden Krisenverständnis in der Forschung der Produktentwicklung steht eine breite Wissensbasis in anderen Fachbereichen gegenüber, auf die aufgebaut werden kann. Hilfsorganisationen, wie z. B. die Berufsfeuerwehr oder der Katastrophenschutz, arbeiten in vergleichbaren Situationen, in denen schnell Lösungen erarbeitet und Entscheidungen getroffen werden müssen. Zusätzlich verzeichnen sie bei ihrer Arbeit unter schwierigsten Bedingungen einen vergleichbar geringen Anteil an Unfällen (Weick & Sutcliffe, 2010, S. 21). Dies wird über standardisierte Vorgehen erreicht, die Fehler vermeiden und die Leistungsfähigkeit erhöhen (Helmreich et al., 1999; International Association of Fire Chiefs, 2002; Kleisny, 2017). Bislang

wurden diese Vorgehen in der Forschung der Produktentwicklung nicht berücksichtigt. Der Transfer dieser Forschungsergebnisse anderer Fachbereiche in die Konstruktionsmethodik blieb aus.

Ergänzt wird das Wissen zur operativen Krisenbewältigung durch Wissen in anderen akademischen Forschungsbereichen, wie der Psychologie oder den Wirtschaftswissenschaften. Diese fokussieren zwar nicht die Entwickler, die eigentlichen Problemlöser von Krisen, stellen aber eine umfangreiche Wissensbasis zu Ursachen, Krisenprozessen und Auswirkungen bereit, die bis jetzt in der Produktentwicklung nicht genutzt wurde.

4. Forschungslücke: Fehlende situative Unterstützung der Entwickler in Krisen.

Wie hätten die Ingenieure bei der Problemlösung der Apollo-13-Mission vorgehen sollen? Es existiert eine Vielzahl von weit entwickelten Vorgehensmodellen, Methodiken und Methoden zur Unterstützung des technischen Entwicklungs- und Problemlöseprozesses, wie z. B. Albers et al. (2005), Lindemann (2009), Ehrlenspiel & Meerkamm (2013), Ulrich & Eppinger (2016), Pahl et al. (2007), Pugh (1991) oder VDI 2221 (1993). Diese unterstützen die Analyse von Problemen, die Generierung von Lösungsideen und die Bewertung von Lösungskonzepten (Lindemann, 2009, S. 46). Die Anwendung dieser Methoden zeigt, dass Entwicklungsprojekte erfolgreicher abgeschlossen werden können als Projekte ohne methodische Unterstützung (Graner, 2013). Jedoch ist der erfolgreiche Transfer von Methoden und den damit verbundenen Prozessen in die industrielle Praxis bei Weitem noch nicht vollständig geschehen (Pahl, 1994; Jänsch, 2006; Chakrabarti & Lindemann, 2016; Birkhofer et al., 2005). Deshalb sind die meisten Vorgehen zur Krisenbewältigung in der Industrie erfahrungsbasiert und werden nicht durch geeignete methodische Unterstützungen begleitet.

Schlussendlich führen diese vier Lücken dazu, dass es keine auf einer fundierten Wissensbasis beruhende Unterstützung zur Krisenbewältigung für Entwickler seitens der Konstruktionsmethodik gibt. Um sie zu schließen, werden die Lücken in Forschungsfragen zusammengefasst und ein forschungsmethodisches Vorgehen gewählt. Die Forschungsfragen und dazugehörigen Ziele werden im nächsten Unterkapitel vorgestellt.

1.3 Forschungsfragen und forschungsmethodisches Vorgehen

Durch die vier Forschungslücken ergeben sich zwei Ziele für diese Arbeit. Auf der einen Seite der systematische Verständnisaufbau von Krisen. Auf der anderen Seite die Entwicklung von Unterstützung zur methodischen Problemlösung und zum Verhalten in Krisen. Die Forschungsfragen fokussieren die zwei Ziele:

1. Forschungsfrage: **Welche wesentlichen Charakteristika haben Krisen in der Produktentwicklung und wie können diese strukturiert dargestellt werden?**
2. Forschungsfrage: **Welche Vorgehen und Methoden können Entwickler bei der Bewältigung von technischen Krisen unterstützen?**

Zur Beantwortung der beiden Forschungsfragen folgt das forschungsmethodische Vorgehen dieser Arbeit der *Design Research Methodology* von Blessing & Chakrabarti (2009). Dieses Vorgehen gliedert ein Forschungsprojekt in vier Phasen:

- Phase 1: Klärung des Forschungsziels (engl. Research Clarification)
- Phase 2: Deskriptive Studie I (engl. Descriptive Study I)
- Phase 3: Präskriptive Studie (engl. Prescriptive Study)
- Phase 4: Deskriptive Studie II (engl. Descriptive Study II)

In jeder Phase werden spezifische Ergebnisse erarbeitet, auf die die folgenden Phasen aufbauen. Ergebnis von Phase 1 sind die Forschungsziele. In Phase 2 wird das grundlegende Verständnis des Forschungsthemas geschaffen. In Phase 3 wird der Lösungsansatz formuliert. Dieser wird in Phase 4 evaluiert. Für jede Phase empfehlen Blessing & Chakrabarti (2009, S. 15) unterschiedliche Vorgehen, wie Literaturrecherchen, empirische Studien oder Datenanalysen. Das Vorgehen der *Design Research Methodology* ist dabei nicht streng sequentiell, sondern iterativ und abhängig von den erzielten Forschungsergebnissen. Zur Bearbeitung eines Forschungsprojekts beschreiben Blessing & Chakrabarti (2009, S. 18) acht verschiedene Typen von Forschungsvorgehen. Abhängig vom Typ werden die vier Phasen initial (engl. initial), literaturbasiert (engl. review-based) oder umfassend (engl. comprehensive) bearbeitet. Für diese Arbeit wurde Typ 5 ausgewählt. Dabei werden Phase 2 und 3 umfassend bearbeitet. In Phase 1 wird literaturbasiert vorgegangen und in Phase 4 wird eine initiale Evaluation durchgeführt. Im Folgenden wird das konkrete Vorgehen für diese Arbeit mit den dazugehörigen Methoden und erzielten Ergebnissen vorgestellt.

In der **Klärung des Forschungsziels** werden Erkenntnisse zum Verständnis von Krisen und vorhandene Krisenbewältigungsvorgehen in der Produktentwicklung erarbeitet. Es wird eine initiale Literaturrecherche durchgeführt und Erfahrungen mit Entwicklern aus der Industrie ausgetauscht. Ergebnis dieser Phase sind die zu Beginn dieses Kapitels vorgestellten Forschungslücken und Forschungsfragen sowie die Abgrenzung des Forschungsbereichs und Lösungsansatzes (siehe Unterkapitel 1.4).

In der **Deskriptiven Studie I** wird eine detaillierte Wissensbasis über Krisen in der Produktentwicklung sowie in anderen Fachbereichen herausgearbeitet. Dazu wird auf der einen Seite eine umfangreiche Literaturrecherche zu Krisen durchgeführt, die sich an den Vorgehen von Jalali & Wohlin (2012) und Brettle & Gambling (2003) orientiert. Ergänzend zu dieser Recherche werden auf der anderen Seite Interview- und Beobachtungsstudien sowie Workshops mit Partnern aus der Industrie und anderen Fachbereichen, wie z. B. Berufsfeuerwehr München, durchgeführt. Diese orientieren sich an Vorgehen für die Interviewgestaltung und der Fallstudienforschung von Bogner et al. (2014), Gläser & Laudel (2010), Roulston (2010) und Yin (2014).

Ist das grundlegende Verständnis von Krisen aufgebaut, wird in der **Präskriptiven Studie** der Lösungsansatz erarbeitet. In Zusammenarbeit mit Partnern aus der Industrie wird ein Krisenbewältigungsprozess für die Produktentwicklung entwickelt. Dieser Prozess besteht aus den drei Phasen *Voranalyse*, *Krisenbewältigung* und *Nachbereitung*. Dieser Lösungsansatz unterstützt konkret die Phase der Krisenbewältigung mit den zwei Lösungselementen *Vorgehensmodell* und *Prinzipien zur Krisenbewältigung*. Neben der Erarbeitung des Lösungsansatzes wird gleichzeitig mit dessen Evaluation in dieser Phase begonnen. Nach der *Design Research Methodology* gliedert sich die Evaluation in drei Typen: Lösungsansatz- (engl. support evaluation), Anwendungs- (engl. application evaluation) und Erfolgsevaluation (engl.

success evaluation) (Blessing & Chakrabarti, 2009, 184 ff.). Mit der Lösungsansatzevaluation in der präskriptiven Studie wird sichergestellt, dass der Ansatz in der folgenden Phase, der *Deskriptiven Studie II*, bewertet werden kann und anwendbar ist.

In der **Deskriptiven Studie II** wird eine initiale Anwendungsevaluation in vier Studien durchgeführt. In diesen Studien wird mit der Magazino GmbH und Hilti AG zusammengearbeitet, um einerseits die Anwendbarkeit des Lösungsansatzes in der Industrie sicherzustellen und andererseits Erfahrungen aus der Industrie weiterhin mit in den Ansatz einfließen zu lassen. Ziele sind die Überprüfung und Bewertung der Anwendbarkeit des Vorgehensmodells mit den dazugehörigen Lösungskomponenten sowie die Gültigkeit der Prinzipien zur Krisenbewältigung. Die Evaluation orientiert sich dabei an Vorgehen aus der Psychologie und den Sozialwissenschaften von Beywl et al. (2007), Field & Hole (2003) und Stockmann (2007).

Abbildung 1-1 fasst das gewählte forschungsmethodische Vorgehen zusammen. Die angewendeten Methoden sind den entsprechenden Phasen der *Design Research Methodology* zugeordnet. Die vier Phasen mit ihrem Durchführungsgrad sind über dem Verlauf der Forschungsarbeit dargestellt. Hervorzuheben ist, dass die Bearbeitung der vier Phasen nicht trennscharf ist und diese zeitlich überlappend bearbeitet wurden.

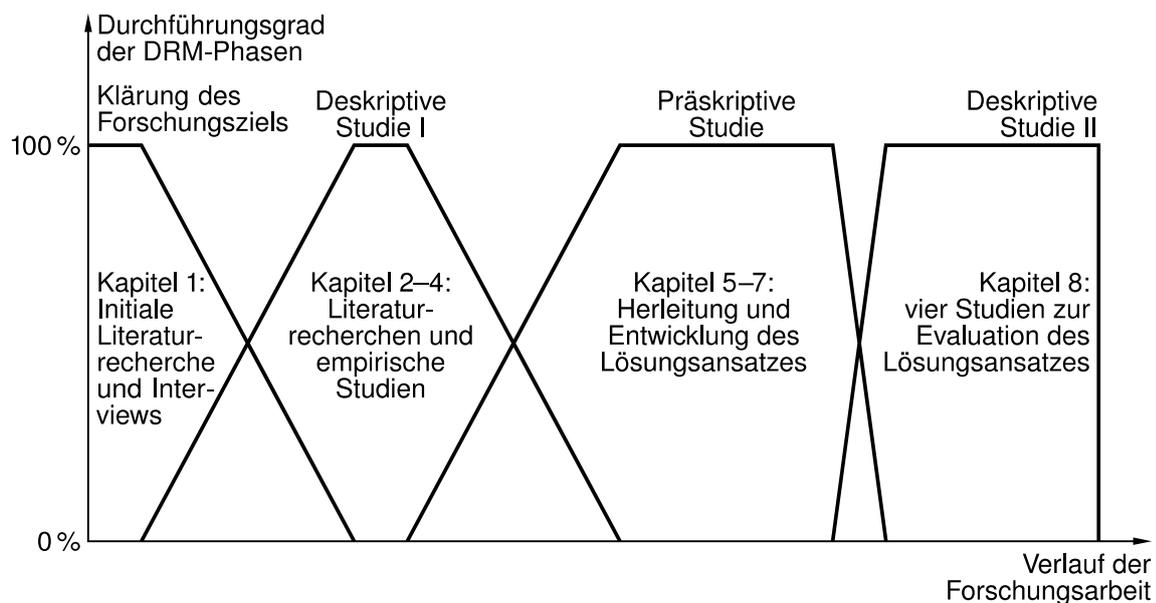


Abbildung 1-1: Übersicht des forschungsmethodischen Vorgehens der Forschungsarbeit

1.4 Abgrenzung und Aufbau der Forschungsarbeit

In diesem Unterkapitel werden die relevanten Themenbereiche zur Beantwortung der Forschungsfragen sowie der Betrachtungsgegenstand des Lösungsansatzes vorgestellt. Um die beiden Ziele, die durch die Forschungsfragen dieser Arbeit verfolgt werden, zu erreichen, sind unterschiedliche Themenbereiche relevant. Die Themenbereiche werden in diesem Unterkapitel vorgestellt. Die Inhalte werden, angelehnt an die Systemabgrenzung von Züst & Troxler (2006, S. 51), zusätzlich grafisch in Abbildung 1-2 dargestellt. In ihr werden die Elemente der Arbeit (Ziele, Themenbereiche, Grundlagen und Ergebnisse) miteinander verknüpft. Die

Pfeilverbindungen zeigen die Verknüpfung der Ziele und Ergebnisse. Anschließend wird der Aufbau der Arbeit beschrieben und ebenfalls in der Abbildung dargestellt.

In der Arbeit werden die drei Themenbereiche *Beschreibung von Krisen*, *menschliches Verhalten unter Zeitdruck* und *methodisches Vorgehen* betrachtet. Krisen werden in einer Vielzahl von Fachbereichen untersucht. Es ergeben sich drei Grundlagen für den ersten Bereich. Die erste Grundlage ist die *Modellierung von Entwicklungssituationen*, um die Ergebnisse der Literaturrecherche systematisch aufzubereiten. Die zweite Grundlage stellen die Ergebnisse der *Literaturrecherche zu Krisen* im Bereich Wirtschaftswissenschaften und hier speziell zu Unternehmenskrisen und Krisen in Projekten dar. Die dritte Grundlage ist eine *empirische Studie*, die die theoretische Sichtweise von Krisen ergänzt um die Sichtweise aus der Industrie und anderen Fachbereichen. Der zweite und dritte Themenbereich sind der zweiten Forschungsfrage der Arbeit zugeordnet. Insgesamt werden fünf Grundlagen betrachtet, die sich aus den Forschungslücken ergeben. Die ersten beiden Grundlagen sind *Vorgehensmodelle* und *Produktentwicklungsmethoden*. Sie adressieren das methodische Vorgehen und gewährleisten, dass die Erkenntnisse zur systematischen Problemlösung der Konstruktionsmethodik in den Lösungsansatz miteinfließen. Die weiteren drei Grundlagen, *Crew Resource Management*, *reflexiver Dialog* und *Heuristiken*, beschreiben Unterstützungen zum Verhalten unter Zeitdruck und ergaben sich während der Untersuchungen zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage.

Neben der thematischen Abgrenzung wird auch der Betrachtungsgegenstand des Lösungsansatzes eingegrenzt. In dieser Arbeit werden Krisen betrachtet, die durch technische Probleme während des gesamten Produktlebenszyklus ausgelöst wurden. Von diesen technischen Problemen sind unterschiedliche interne Abteilungen und externe Organisationen betroffen. Dabei wird in dieser Arbeit nur die Entwicklungsabteilung eines Unternehmens betrachtet. Die Entwicklungsabteilung wird dabei als ein (Problemlöse-)Team angesehen. Dieses Team hat die Aufgabe, eine Lösung für das technische Problem zu erarbeiten. Konkret werden drei Phasen der Problemlösung betrachtet: *Problemanalyse*, *Ideengenerierung* und *Konzeptbewertung*. Die Implementierung der vom Team erarbeiteten Lösungskonzepte wird in dieser Arbeit nicht betrachtet. Zusammengefasst ergibt sich folgender Betrachtungsgegenstand:

Die betrachteten Krisen werden durch ein oder mehrere technische Probleme ausgelöst. Für diese muss von einem Problemlöseteam ein geeignetes Lösungskonzept entwickelt werden. Die Arbeit betrachtet und unterstützt dabei den Prozess, in dem das technische Problem analysiert wird und Ideen entwickelt und Konzepte bewertet werden.

Aus den Themenbereichen und der Verknüpfung der Elemente folgt die Struktur der Arbeit. Zur Veranschaulichung des Aufbaus der Arbeit werden die Elemente in Abbildung 1-2 den jeweiligen Kapiteln zugeordnet.

In **Kapitel 1** werden neben den genannten Betrachtungsbereichen die Motivation und Ausgangssituation und die sich daraus ergebenden Forschungslücken, -fragen und -ziele vorgestellt. In **Kapitel 2** werden die Grundlagen zur Problemlösung sowie zum menschlichen Verhalten unter Zeitdruck vorgestellt. Im späteren Verlauf der Arbeit werden diese Grundlagen selektiert und adaptiert, um den Lösungsansatz zu erarbeiten.

Um die Grundlagen für den Lösungsansatz verwenden zu können, wird in **Kapitel 3** eine Wissensbasis zu Krisen in der Produktentwicklung aufgebaut. Zur Entwicklung dieser Wissensbasis werden die Ergebnisse einer Literaturrecherche zu Krisen im Bereich von Unternehmenskrisen und Krisen in Projekten herangezogen. Aus ihnen wird das Krisenmodell für die Produktentwicklung abgeleitet, das auf der Modelltheorie von Stachowiak (1973) und der Betrachtung von fünf Entwicklungssituationsmodellen basiert. Weitere Ergebnisse sind eine Krisendefinition, ein Krisenprozess sowie Kontextfaktoren.

Aufbauend auf den theoretischen Betrachtungen von Krisen werden in **Kapitel 4** die Ergebnisse aus zwei empirischen Studien vorgestellt. Auf der einen Seite werden die Ergebnisse einer Interviewstudie zu Krisen in der industriellen Produktentwicklung gezeigt. Auf der anderen Seite werden Interviews und Workshops zu Krisen und ihrer Bewältigung bei fachfremden Unternehmen, der Berufsfeuerwehr München und einem Unternehmen aus der Luftfahrt, vorgestellt.

Nachdem die Wissensbasis über Krisen aufgebaut und die erste Forschungsfrage beantwortet wurde, werden in **Kapitel 5** die Anforderungen an den Lösungsansatz und dessen Evaluation entwickelt. In **Kapitel 6** werden anschließend die Struktur des Lösungsansatzes sowie die Komponenten des Lösungsansatzes hergeleitet.

In **Kapitel 7** wird der Lösungsansatz zur operativen Krisenbewältigung präsentiert. Der Ansatz besteht aus einem *Vorgehensmodell* und *Prinzipien zur Krisenbewältigung*. Dem Vorgehensmodell sind die drei Lösungskomponenten zugeordnet: *Heuristiken zur Identifikation von Krisen*, *Fragestellungen zur Identifikation des passenden Vorgehensschritts* und *Methoden zur Krisenbewältigung*. Insgesamt wurden 16 Prinzipien erarbeitet, die den vier Kategorien *Arbeiten unter Druck*, *Führung*, *Kommunikation* und *Zusammenarbeit* zugeordnet sind. Abschließend werden Implementierungsmöglichkeiten des Lösungsansatzes in der Industrie beschrieben. In diesem Kapitel wird die zweite Forschungsfrage beantwortet.

In **Kapitel 8** wird der Lösungsansatz in vier Studien in Zusammenarbeit mit Partnern aus der Industrie, im Rahmen eines Hochschulpraktikums sowie literaturbasiert evaluiert. Das Kapitel schließt mit einer Diskussion der Evaluationsergebnisse.

Zu Beginn von **Kapitel 9** wird die Arbeit zusammengefasst. Danach werden das forschungsmethodische Vorgehen und die ausgewählten Ergebnisse reflektiert. Die Arbeit schließt mit der Betrachtung des erarbeiteten Mehrwerts für die akademische Forschung und die industrielle Praxis. Im Ausblick werden weiterführende Handlungsfelder und Maßnahmen aufgeführt.

Zu Beginn jeden Kapitels werden die relevanten Elemente von Abbildung 1-2 dargestellt.

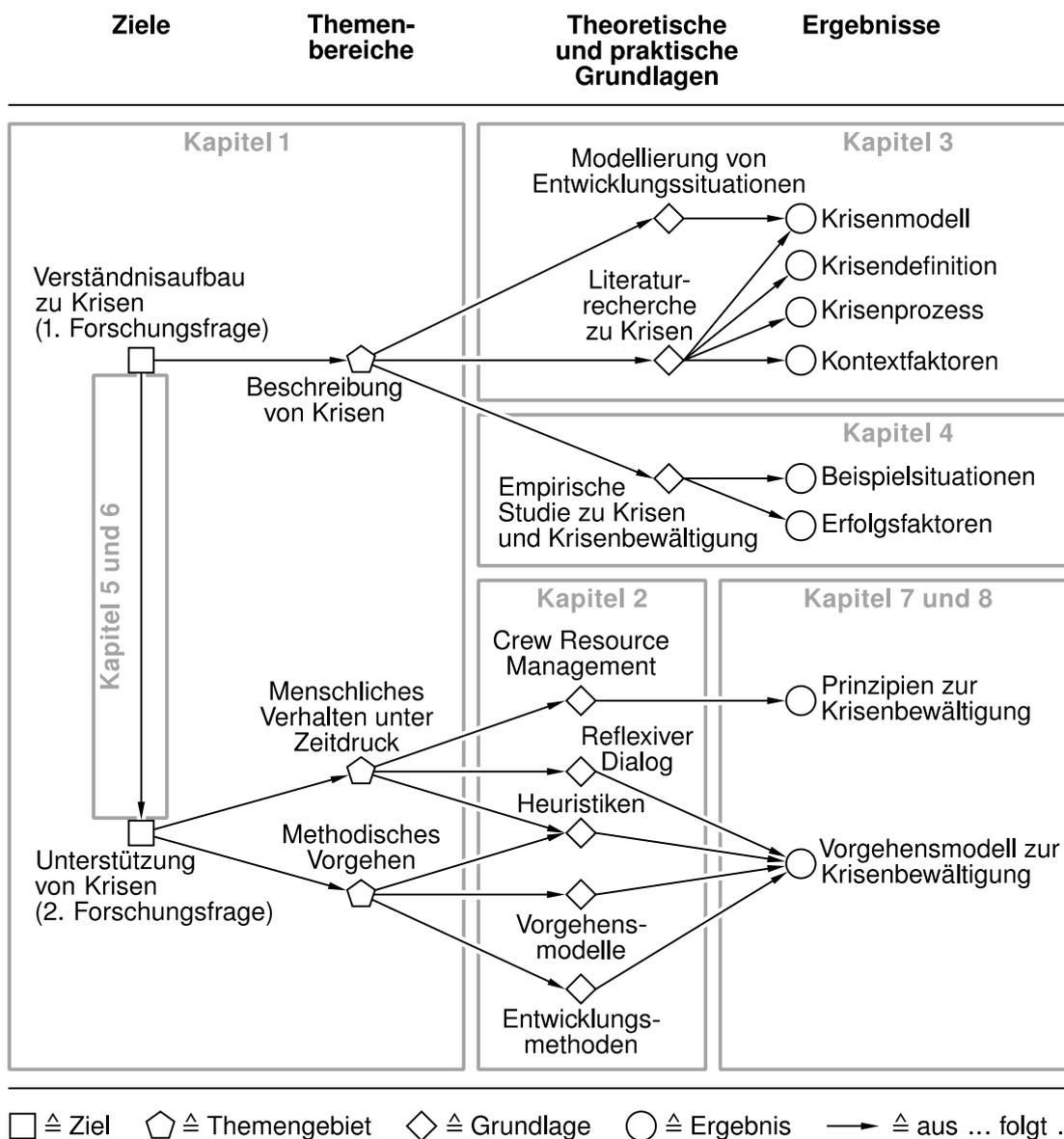


Abbildung 1-2: Betrachtungsbereiche der Forschungsarbeit und deren Einordnung in die Kapitelstruktur der Arbeit

2 Grundlagen zur methodischen Problemlösung und zum Verhalten unter Zeitdruck

In diesem Kapitel werden die ersten Elemente der theoretischen Basis der Forschungsarbeit vorgestellt (siehe Abbildung 2-1). Wie die Einleitung gezeigt hat, sind Krisen Ausnahmesituationen und stellen besondere Anforderungen an die Problemlösung und das menschliche Verhalten dar. Die Forschung des methodischen Problemlösens kann mittlerweile auf langjährige Forschungsergebnisse zurückgreifen. Um herauszuarbeiten, welche Unterstützungen für die methodische Krisenbewältigung vorhanden sind und auf welche Grundlagen für den Lösungsansatz zurückgegriffen wird, werden in diesem Kapitel Grundlagen zur methodischen Problemlösung vorgestellt. Dafür werden sowohl relevante Begriffe als auch Vorgehensmodelle und Produktentwicklungsmethoden betrachtet. Weitere Elemente der Grundlagen sind der reflexive Dialog und Heuristiken, die die methodische Problemlösung und das menschliche Verhalten unterstützen. Ergänzt werden die Grundlagen zum menschlichen Verhalten durch das Crew Resource Management. Dies ist ein Vorgehen zum Vermeiden von Fehlern und zur Verbesserung der Sicherheit und Leistungsfähigkeit in Krisen. Abschließend werden die Grundlagen reflektiert und Schlussfolgerungen für die weitere Arbeit gezogen.

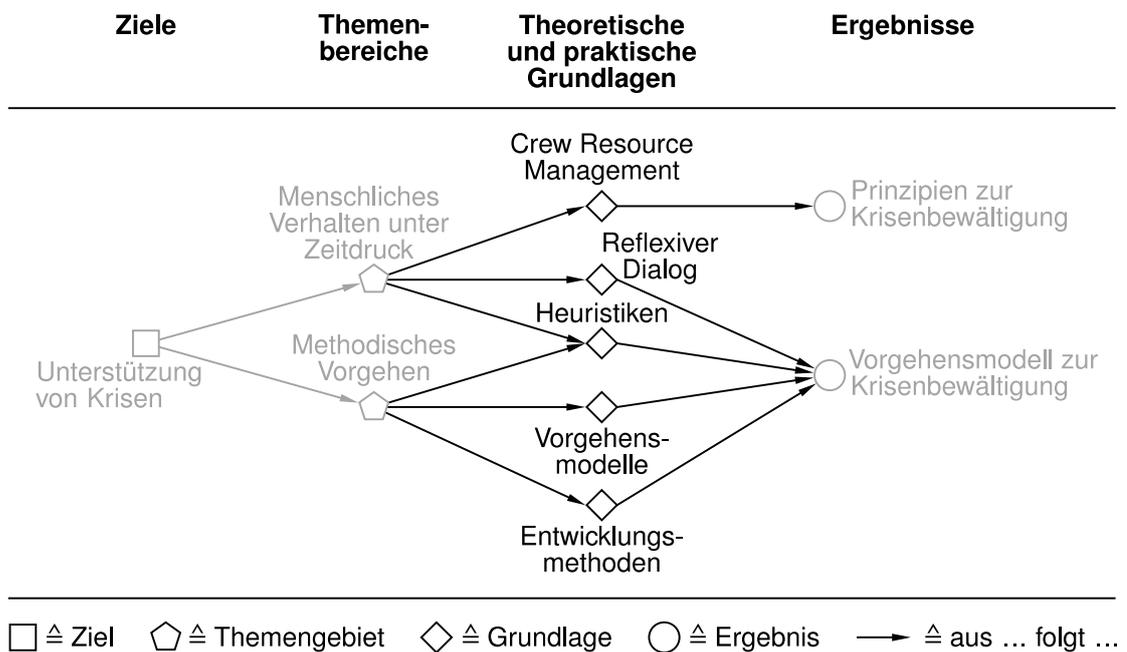


Abbildung 2-1: Betrachtungsgegenstände von Kapitel 2

2.1 Begriffsklärung zur methodischen Problemlösung

Im Kontext der methodischen Produktentwicklung gibt es eine Vielzahl von relevanten Begriffen: Strategie, Vorgehensmodell, Methodik, Methode, Werkzeug und Grundprinzip. Im Allgemeinen gibt es ein gemeinsames Grundverständnis dieser Begriffe. Im Detail werden diese aber von verschiedenen Autoren unterschiedlich definiert. Diese Arbeit fokussiert die Begriffsdefinitionen der Münchener Methodenschule. Um diese zu ordnen und festzulegen, werden die in dieser Arbeit verwendeten Definitionen in Tabelle 2-1 aufgelistet und im Anschluss geordnet und vorgestellt.

Tabelle 2-1: Definition von relevanten Begriffen im Kontext von Produktentwicklungsmethoden nach Lindemann (2009, S. 239 ff.)

Begriff	Definition
Strategie	Zielorientiertes Vorgehen, langfristiger Plan.
Vorgehensmodell	Abbildung wichtiger Elemente einer Handlungsfolge, die als Hilfsmittel zum Planen und Kontrollieren von Prozessen dienen können; entweder allgemein oder für spezifische Zielsetzungen formuliert; Beschreibung wiederkehrender Muster im Vorgehen (deskriptiv) oder als Handlungsvorschrift anzuwenden (präskriptiv).
Methodik	Zusammenwirken verschiedener Einzelmethoden.
Methode	Planmäßiges, regelbasiertes Vorgehen, nach dessen Vorgabe bestimmte Tätigkeiten auszuführen sind, um ein gewisses Ziel zu erreichen.
Werkzeug	Hilfsmittel, das die Anwendung von Methoden und die Generierung von Produktmodellen unterstützt.
Grundprinzip	Allgemeine Strategien oder Grundsätze, die das Handeln im Entwicklungsprozess prägen. Präskriptive Verhaltensweisen, die als elementare Gestaltungselemente des Vorgehens dienen, finden sich in vielen Methoden wieder und prägen dadurch ihre Wirkungsweise. Unabhängig von der konkreten Problemstellung kann die Beachtung von Grundprinzipien den Entwickler bei seiner Tätigkeit unterstützen.

Die oben genannten Begriffe können auf einer strategisch-operativen Ebene hierarchisch angeordnet werden (siehe Abbildung 2-2). Während Strategien für eine langfristige Planung verwendet werden (strategische Ebene), beschreiben Werkzeuge und Grundprinzipien konkrete Hilfsmittel und Verhaltensweisen, die unmittelbar bei der Problemlösung verwendet werden können (operative Ebene).

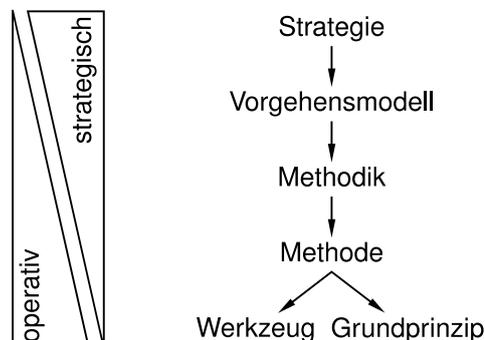


Abbildung 2-2: Begriffseinordnung folgend Lindemann (2009) und Ehrlenspiel & Meerkamm (2013)

Zur Verdeutlichung werden die verschiedenen Begriffe beschrieben sowie prägnante Beispiele vorgestellt. Ehrlenspiel & Meerkamm (2013, S. 103 ff.) beschreiben unterschiedliche Strate-

gien, die während der Produktentwicklung angewendet werden können. So gibt es Produktstrategien, z. B. Ansoff (1988), Lindemann et al. (2006) oder Gausemeier (2014), Schutzrechtstrategien, z. B. Lindemann et al. (2012), oder Strategien zur Lösungssuche. Im Rahmen dieser Arbeit sind vor allem Strategien zur Lösungssuche relevant. Ehrlenspiel & Meerkamm (2013, S. 430) beschreiben folgende drei Strategien:

- Zuerst vorhandene, bekannte Lösungen: „Zuerst ist zu prüfen und zu überlegen, ob das Problem nicht durch Übernehmen von bekannten Lösungen oder durch Korrekturen gelöst werden kann.“
- Vom Vorläufigen zum Endgültigen: „(...) das Konzept oder die Gestalt eines Produkts zuerst grob (...) bestimmen (...).“
- Zuerst das Wirkungsvollste: „(...) die Gesamtfunktion jedes etwas komplexeren Systems in mehr oder weniger wichtige Teilfunktionen aufspalten (...).“

In der Hierarchie folgen auf Strategien Vorgehensmodelle. Nach Lindemann beschreiben Vorgehensmodelle eine „Abbildung wichtiger Elemente einer Handlungsfolge, die als Hilfsmittel zum Planen und Kontrollieren von Prozessen dienen können (...).“ Diese haben entweder eine allgemeine oder spezifische Zielsetzung und beschreiben wiederkehrende Muster. Diese können deskriptive Vorgehen oder präskriptive Handlungsvorschriften sein. (Lindemann, 2009, S. 337)

Auf Vorgehensmodelle folgen Methodiken. Bei einer Methodik wirken einzelne Methoden zusammen, beschreiben aber noch keine Handlungsfolgen. Eine weit ausgearbeitete Methodik zum Problemlösen beschreibt die *Theorie des erfinderischen Problemlösens* (TRIZ⁵) (Altshuller et al., 1997; Altshuller et al., 1996; Altshuller et al., 1999; Koltze & Souchkov, 2011). Während eine Methodik noch strategischen Charakter hat, werden Methoden auf operativer Ebene eingesetzt. Eine Methode ist nach Lindemann (2009, S. 333) als „planmäßiges, regelbasiertes Vorgehen, nach dessen Vorgabe bestimmte Tätigkeiten auszuführen sind, um ein gewisses Ziel zu erreichen“ definiert. Auf operativer Ebene werden Werkzeuge und Grundprinzipien angewendet. Werkzeuge können unter anderem Tabellenkalkulations- und Textverarbeitungsprogramme, CAD- oder Simulationssoftwares, Internet, Fachliteratur, Whiteboards und Tafeln, Fragebögen oder Datenbanken sein. Lindemann (2009, S. 59) beschreibt verschiedene Grundprinzipien des Handelns. Sie „verkörpern präskriptive Verhaltensweisen und dienen als elementare Gestaltungselemente des Vorgehens“. Lindemann (2009, S. 55) und Müller (1990, S. 144) beschreiben unterschiedliche (Grund-) Prinzipien, die von ihnen oder anderen Autoren ermittelt wurden (siehe Tabelle 2-2).

Wie in der Einleitung dieses Unterkapitels angesprochen, werden einige Begriffe unterschiedlich verwendet. Lindemann (2009, S. 59) merkt an, dass Grundprinzipien auch als Strategien in der Literatur bezeichnet werden. Das übergeordnete Ziel dieser Arbeit ist die operative Unterstützung von Krisen. Dies erfolgt unter anderem durch Prinzipien (siehe Unterkapitel 2.6 und 7.2). Deshalb orientiert sich diese Arbeit an der oben dargestellten Hierarchie.

Von besonderer Relevanz für diese Arbeit sind vor allem Vorgehensmodelle, Methoden und Grundprinzipien. Wie Abbildung 2-2 zeigt, unterstützen diese sowohl die strategische als

⁵ Russisches Akronym für „теория решения изобретательских задач“.

auch die operative Problemlösung. Ausgehend von Vorgehensmodellen und Methoden aus der Literatur wird im Lösungsansatz in Kapitel 7 ein Vorgehen zur Krisenbewältigung mit ausgewählten Methoden erarbeitet. Zur weiteren Unterstützung der operativen Krisenbewältigung neben den Methoden werden basierend auf der Literatur und im Austausch mit krisenerfahrenen Organisationen Prinzipien zur Krisenbewältigung erarbeitet.

Tabelle 2-2: Übersicht verschiedener (Grund-)Prinzipien mit Autoren

(Grund-)Prinzip	Autor(en)
Grundprinzip des Systemdenkens	Haberfellner & Daenzer (2002)
Grundprinzip der Problemzerlegung	Dörner (2011)
Grundprinzip „Vom Ganzen zum Detail“	Haberfellner & Daenzer (2002)
Grundprinzip „Vom Abstrakten zum Konkreten“	Pahl et al. (2005)
Grundprinzip des diskursiven Vorgehens	Wulf (2002)
Grundprinzip der wiederkehrenden Reflexion	Badke-Schaub & Frankenberger (2004), Dörner (2003)
Grundprinzip „Denken in Alternativen“	Haberfellner & Daenzer (2002)
Grundprinzip des Modalitätenwechsels	Lindemann (1999)
Prinzip der Eigenverantwortlichkeit	
Effektivitätsprinzip	
Prinzip des Vorrangs methodischer Überlegungen	
Prinzip der Selbstoptimierung	
Prinzip der schöpferischen Anwendung	Müller (1990)
Ingenieurprinzip	
Prinzip des wohlverstandenen Bewegungsraums	
Prinzip der sukzessiven Bestimmung	
Prinzip der Wiederverwendung	

2.2 Vorgehensmodelle zur Problemlösung

In diesem Unterkapitel werden fünf Vorgehensmodelle zur methodischen Problemlösung vorgestellt: der Vorgehenszyklus für die Systemsynthese, das Münchener Vorgehensmodell, die Pahl/Beitz Konstruktionsmethodik, die VDI-Richtlinie 222 sowie die SPALTEN-Methodik. Diese sind einerseits bewährte Vorgehensmodelle in der akademischen Forschung und industriellen Praxis, andererseits sind sie die Ausgangsbasis für die Entwicklung der methodischen Unterstützung zur Krisenbewältigung (siehe Kapitel 6.2.1).

Eines der einfachsten und am häufigsten angewendeten Problemlöseverfahren ist das Test-Operate-Test-Exit-Schema (TOTE-Schema)⁶ nach Miller et al. (1973), dargestellt in Abbildung 2-3. Bei diesem Schema setzt sich das Problemlösen aus Prüfschritten (engl. test) sowie Generierungs- und Veränderungsschritten (engl. operate) zusammen (Ehrlenspiel & Meerkamm, 2013, S. 85 f.). Daraus ergibt sich ein Regelkreis, der so lange durchlaufen wird, bis entweder der gewünschte Zielzustand erreicht oder der Regelkreis aufgrund von Zeitmangel abgebrochen (engl. exit) wird. Diese Mikrologik zeigt einen elementaren Handlungsablauf bei der Lösung technischer Problemstellungen auf (Lindemann, 2009, S. 38) und ist damit Grundlage für eine Vielzahl von Vorgehensmodellen in der Produktentwicklung.

⁶ Das Vorgehen wird auch als Versuchs-Irrtums-Prozess bzw. „Trial and Error“-Prozess beschrieben (Ehrlenspiel & Meerkamm, 2013, S. 86; Miller et al., 1973).

Nach Lindemann (2009) sind Vorgehensmodelle eine „Abbildung wichtiger Elemente einer Handlungsfolge, die als Hilfsmittel zum Planen und Kontrollieren von Prozessen dienen können (...)“. Diese haben entweder allgemeine oder spezifische Zielsetzungen und beschreiben wiederkehrende Muster. Diese können deskriptive Vorgehen oder präskriptive Handlungsvorschriften sein. (Lindemann, 2009, S. 337)

Vorgehensmodelle in der Produktentwicklung fokussieren dabei den Problemlöseprozess. Bei diesem Prozess wird ein unerwünschter Ausgangszustand in einen Zielzustand überführt. Um den Zielzustand zu erreichen, müssen Hindernisse, auch (Denk-)Barrieren genannt, überwunden werden. (Albers et al., 2005, S. 3 f.; Lindemann, 2009)

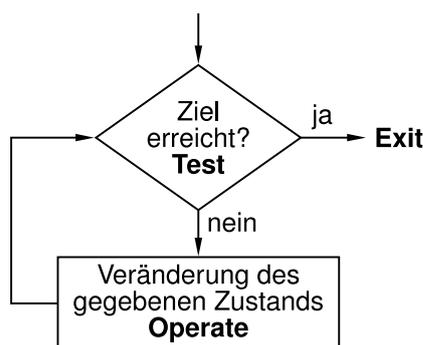


Abbildung 2-3: TOTE-Schema nach Miller et al. (1973)

Neben den in den folgenden Unterkapiteln genannten Vorgehensmodellen, gibt es weitere, die für unterschiedliche Entwicklungssituationen relevant sind. Eine Auswahl zeigt Tabelle 2-3. Ausführliche Beschreibungen geben unter anderem die Dissertationen von Saak (2006, S. 34 ff.), Ponn (2007, S. 70 ff.) und Braun (2005, S. 27 ff.).

Tabelle 2-3: Übersicht weiterer Vorgehensmodelle in der Produktentwicklung

Vorgehensmodell	Autor(en)
Systems Engineering nach Haberfellner & Daenzer	Haberfellner & Daenzer (1999), Züst (1997)
Problemlösungsschema nach Schweizer	Schweizer (1999)
Problemlösungsmethode von Kepner & Tregoe	Kepner & Tregoe (1992)
IDEALS Konzept nach Nadler	Nadler et al. (1969)
REFA-Methode bzw. 6 Stufen Methode	REFA Verband für Arbeitsstudien e. V. (1972)
Angewandtes Problemlösungsverhalten nach Sell	Sell & Schimweg (1998), Sell & Schimweg (2013)
Axiomatic Design	Suh (1990), Suh (2001)
Generic product development process	Ulrich & Eppinger (2016)

2.2.1 Vorgehenszyklus für die Systemsynthese

Ausgehend vom Problemlösezyklus der Systemtechnik (Haberfellner et al., 2015) entwickelten Ehrlenspiel & Meerkamm (2013) den Vorgehenszyklus für die Systemsynthese (Lösungssuche). Das Vorgehen ist in drei Arbeitsschritte gegliedert (siehe Anhang A1, Abbildung 10-1): Aufgabe klären, Lösungen suchen und Lösung auswählen. Dieses Vorgehen setzt sich aus einer sequentiellen Zusammensetzung des TOTE-Schemas zusammen. Die drei Hauptarbeitsschritte unterteilen sich in acht einzelne Arbeitsschritte: (1) Aufgabe analysieren, (2) Aufgabe formulieren, (3) Aufgabe strukturieren, (4) vorhandene Lösungen suchen und neue Lösungen

generieren, (5) Lösungen systematisieren und ergänzen, (6) Lösungen analysieren, (7) Lösungen bewerten und (8) Lösungen festlegen.

Die ersten beiden Hauptschritte mit den dazugehörigen Arbeitsschritten 1 bis 5 sollen dabei den Lösungsraum erweitern. Im dritten Hauptschritt wird der Lösungsraum in den Arbeitsschritten 6 bis 8 eingeschränkt. Durch die Erzeugung der Lösungsvielfalt und ihrer darauffolgenden Einschränkung soll die geeignetste Lösung für die jeweilige Problemstellung erarbeitet werden. Durch die Orientierung am TOTE-Schema und die einfach anzuwendenden Schritte eignet sich dieses Vorgehensmodell besonders für Methoden-Anfänger.

2.2.2 Münchener Vorgehensmodell

Ein weiteres Vorgehensmodell der Münchener Schule ist das Münchener Vorgehensmodell (MVM) (Lindemann, 2009). Das Modell versucht, die Grundgedanken bestehender Vorgehensmodelle zu vereinen. Es verfolgt drei Zwecke bei der technischen Problemlösung (Lindemann, 2009, S. 46):

1. Hilfsmittel zur Planung von Entwicklungsprozessen
2. Orientierungshilfe innerhalb von Prozessen zur Problemlösung
3. Analyse und Reflexion des Vorgehens (auch im Nachhinein)

Um diese zu erreichen, wurde das Vorgehensmodell basierend auf anderen Vorgehensmodellen in Zusammenarbeit mit Psychologen und dem Wissen aus Forschungsprojekten entwickelt. Dieses gliedert den Problemlöseprozess in die drei Hauptschritte:

1. Ziel beziehungsweise Problem klären
2. Lösungsalternativen generieren
3. Entscheidung herbeiführen

Diese Schritte können in sieben Unterschritte, die Elemente des Münchener Vorgehensmodells, unterteilt werden (siehe Anhang A1, Abbildung 10-2). Das Münchener Vorgehensmodell wird als Netzwerk bzw. Landkarte dargestellt, um das sonst starr dargestellte Problemlöseverfahren aufzubrechen und Iterationen, die während des Problemlöseprozesses auftreten, besser zu verdeutlichen. Abhängig von der Problemstellung und Situation kann mit jedem Element des Münchener Vorgehensmodells begonnen und zu jedem Element gesprungen werden.

Für ungeübte Anwender wird ein Standardvorgehen vorgeschlagen. Bei diesem werden die sieben Elemente in folgender Reihenfolge durchlaufen:

1. Ziel planen
2. Ziel analysieren
3. Problem strukturieren
4. Lösungsideen ermitteln
5. Eigenschaften ermitteln
6. Entscheidung herbeiführen
7. Zielerreichung absichern

Für Krisen schlägt Lindemann (2009, S. 213 ff.) ein stark lineares Vorgehen entlang des Standardvorgehens des Münchener Vorgehensmodells vor. Er unterscheidet bei seinem Vorgehen in ein strategisches und ein operatives Vorgehen. Zu Beginn sollen Sofortmaßnahmen identifiziert und durchgeführt werden. Beim strategischen Vorgehen sollen die Auswirkungen und deren Wahrscheinlichkeiten ermittelt werden. Aufbauend auf diesen sollen Lösungsstrategien erarbeitet und ausgewählt werden. Beim operativen Vorgehen werden die ersten drei Elemente des Münchener Vorgehensmodells zusammengefasst, um nach einer kurzen Planung und Zielformulierung mit der Lösungsentwicklung zu beginnen. Diese durchläuft die Elemente 4 bis 7 in serieller Folge. Als Methoden schlägt Lindemann *Szenariotechnik* (Lindemann, 2009, S. 312), *Checkliste* (Haberfellner & Daenzer, 2002; Lindemann, 2009, S. 254), *Failure Mode and Effects Analysis* (Reinhart et al., 1996; Lindemann 2009, S. 263), *Einflussmatrizen* (Lindemann, 2009, S. 259) oder das *Handlungsplanungsblatt* (Jokele & Fuchs, 2003; Lindemann, 2009, S. 272) vor. (Lindemann, 2009, S. 216 ff.)

Mit diesem Vorgehen bieten das Münchener Vorgehensmodell und die Methodenvorschläge eine gute Ausgangsbasis für die Entwicklung des Lösungsansatzes. Ebenso unterstützt es die Reflexion des gewählten Vorgehens durch gezielte Fragestellungen. Diese werden im Folgenden in Unterkapitel 2.4 vorgestellt.

2.2.3 Allgemeiner Lösungsprozess nach Pahl/Beitz

Die Konstruktionslehre von Pahl/Beitz ist in der akademischen Forschung eines der bekanntesten Vorgehen zur Entwicklung von technischen Produkten und zur Problemlösung. Pahl et al. (2003, S. 164) beschreiben einen allgemeinen Lösungsprozess, der Basis für weitere Vorgehensmodelle ist. Dieser beschreibt Vorgehensweisen und -pläne, die entweder als verbindlich oder für die konkreteren Konstruktionsphasen als Vorgehenshilfen anzusehen sind. Nach Saak (2006, S. 44) kann dieser Lösungsprozess aber nicht als eigenständiges Vorgehen angewendet werden, „da weder konkrete Handlungsempfehlungen noch Methoden zur Problembearbeitung eingebunden sind“. Das Grundschema zur Lösung einer Aufgabe gliedert sich in die sechs Schritte (siehe Anhang A1, Abbildung 10-3): (1) Konfrontation, (2) Information, (3) Definition, (4) Kreation, (5) Beurteilung und (6) Entscheidung.

Zu Beginn des Lösungsprozesses wird der Konstrukteur/Entwickler mit dem Problem und den Realisierungsmöglichkeiten *konfrontiert*. Es werden *Informationen* gesammelt, um das wesentliche Problem zu *definieren*. Anschließend beginnt die Entwicklung von Lösungsideen (*Kreation*). Die erarbeiteten Ideen werden beurteilt und es wird entschieden, welche Variante die Aufgabe am besten löst. (Pahl et al., 2003, S. 166 f.)

Aufbauend auf diesem allgemeinen Lösungsprozess von Pahl et al. (2003) soll der Arbeitsfluss der VDI-Richtlinie 2221 (VDI 2221, 1993) folgen. Diese wird im folgenden Unterkapitel beschrieben.

2.2.4 VDI-Richtlinie 2221⁷

Die VDI-Richtlinie 2221 *Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte* ist eine allgemeingültige Grundlage des methodischen Entwickelns und Konstruierens. Sie beschreibt ein allgemein anwendbares Vorgehen. Die Richtlinie kann bei der Problemlösung branchenunabhängig zum Einsatz kommen, hat aber einen starken Bezug zum Maschinenbau. Sie konkretisiert den allgemeinen Lösungsprozess von Pahl et al. (2003) und wird in der Industrie genutzt.

Die Richtlinie unterteilt das Entwickeln und Konstruieren von Produkten in die vier Phasen Definition, Entwurf, Realisierung und Dokumentation (VDI 2221, 1993, S. 31). Das vorgeschlagene Vorgehen der Richtlinie startet mit einer Aufgabe und endet mit einem dokumentierten Gesamtentwurf des Produkts. Anschließend folgen die Arbeitsschritte der weiteren Realisierung. Das Vorgehen ist in sieben generelle Arbeitsschritte unterteilt, die das Vorgehen beim Entwickeln und Konstruieren überschaubar, rationell und branchenunabhängig machen:

1. Klären und Präzisieren der Aufgabenstellung
2. Ermitteln von Funktionen und deren Strukturen
3. Suchen nach Lösungsprinzipien und deren Strukturen
4. Gliedern in realisierbare Module
5. Gestalten der maßgebenden Module
6. Gestalten des gesamten Produkts
7. Ausarbeiten der Ausführungs- und Nutzungsangaben

Die Arbeitsschritte können abhängig von der Aufgabenstellung vollständig, teilweise oder mehrmals iterativ durchlaufen werden (siehe Anhang A1, Abbildung 10-4). Jedem Arbeitsschritt folgt ein Arbeitsergebnis, wie z. B. die Anforderungsliste nach dem ersten Schritt. Bei jedem Arbeitsschritt bzw. nach jedem Arbeitsergebnis folgen Auswahl- und Entscheidungsschritte. Mit ihnen wird entschieden, ob ein iteratives Vor- oder Zurückspringen zu einem anderen Arbeitsschritt notwendig ist, ob die Anforderungen erfüllt werden oder angepasst werden müssen. Die Auswahl- und Entscheidungsschritte sind nicht explizit im Vorgehen dargestellt. Die Richtlinie betont aber, dass diese ein wichtiges Merkmal von konstruktionsmethodischem Vorgehen sind.

2.2.5 SPALTEN-Methodik

Die SPALTEN-Methodik⁸ nach Albers et al. (2005) stellt ein universales Vorgehensmodell zur Bewältigung von technischen Problemstellungen dar. Dabei soll das Vorgehensmodell den kompletten Produktentwicklungsprozess von der Idee bis zum marktreifen Produkt unterstützen. SPALTEN baut dabei auf dem Problemlöseverfahren der VDI 2221 (1993) auf und

⁷ Für 2017 ist eine Neuauflage der Richtlinie geplant, die zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der Arbeit noch nicht erschienen war.

⁸ Der Name des Vorgehensmodells setzt sich aus den Anfangsbuchstaben der sieben Module zusammen.

erweitert dieses um die Schritte *Entscheiden/Umsetzen* und *Nacharbeiten/Lernen*. Das Grundschema der SPALTEN-Methodik umfasst folgende sieben Module, die sequenziell, einzeln situationsabhängig oder iterativ durchlaufen werden können:

- Situationsanalyse
- Problemeingrenzung
- Alternative Lösungssuche
- Lösungsauswahl
- Tragweitenanalyse
- Entscheiden/Umsetzen
- Nacharbeiten/Lernen

Der Lösungsraum wird dabei abhängig vom Modul konvergiert (fokussiert) oder divergiert (variiert). Das Fokussieren und Variieren wird durch die Honigwabenstruktur dargestellt (siehe Anhang A1, Abbildung 10-5). Um ein angemessenes Aufwand-Nutzen-Verhältnis bei der Problemlösung zu erhalten, wurde ein regelmäßiger Informationscheck in das Vorgehen integriert. Bei diesem Check überprüft das Problemlöseteam den Detaillierungsgrad der Problemlösung. Anschließend wird entschieden, ob ausreichend Informationen vorhanden sind, um im Vorgehen voranzuschreiten oder ob weitere Detaillierungen notwendig sind.

Dieses Vorgehen ist für diese Arbeit relevant, da es durch den Informationscheck die Reflexion des gewählten Vorgehens aktiv unterstützt. Ebenso ermöglicht die Struktur der SPALTEN-Methodik eine situations- und unternehmensspezifische Anpassung, die bei der Herleitung des Lösungsansatzes weiterverwendet wird (siehe Unterkapitel 6.2.1).

2.3 Produktentwicklungsmethoden

Im vorangegangenen Unterkapitel 2.2 wurden Vorgehensmodelle der Produktentwicklung vorgestellt. Vorgehensmodelle beschreiben, *WAS* zu tun ist, d. h. welche Schritte bei der Problemlösung durchzuführen sind. Produktentwicklungsmethoden⁹ konkretisieren dies und beschreiben die operative Problemlösung. Lindemann (2009, S. 57) verweist darauf, dass Methoden in einer Vielzahl von Bereichen eingesetzt werden. In dieser Arbeit werden nur Methoden aus der Produktentwicklung zur technischen Problemlösung betrachtet. Eine Methode in der Produktentwicklung beschreibt, *WIE* etwas zu tun ist, d. h. auf welche Art und Weise und mit welchem Ergebnis die Schritte durchzuführen sind. (Braun, 2005, S. 32) Lindemann (2009, S. 333) definiert eine Methode als „planmäßiges, regelbasiertes Vorgehen, nach dessen Vorgabe bestimmte Tätigkeiten auszuführen sind, um ein gewisses Ziel zu erreichen“. Produktentwicklungsmethoden beschreiben die dritte Lösungskomponente des methodischen Lösungsansatzes zur Krisenbewältigung.

⁹ Synonyme für *Produktentwicklungsmethode*, die in dieser Arbeit verwendet werden, sind *Entwicklungsmethode*, *Konstruktionsmethode* oder *Methode*. Lindemann (2009, S. 57) verweist darauf, dass Methoden in einer Vielzahl von Bereichen eingesetzt werden. In dieser Arbeit werden nur Methoden aus der Produktentwicklung zur technischen Problemlösung betrachtet.

Der Einsatz von Produktentwicklungsmethoden in der akademischen Forschung und industriellen Praxis variiert. Trotz steigender Tendenzen ist der Methodeneinsatz in der Industrie noch nicht so weit verbreitet, wie es die Möglichkeiten der akademischen Forschung erlauben. Ihr Einsatz wird in der Industrie durch die Unterstützung von Beratern und Kooperationen mit Universitäten und Hochschulen oder durch die Vorgabe von Methoden in Vorschriften und Standards forciert.

Unterschiedliche Autoren betonen die hohe Relevanz von Methoden während der Problemlösung, trotz des benötigten Einarbeitungs- und Anwendungsaufwands (Graner, 2013; Jänsch, 2006; Lindemann, 2009; Ponn, 2007; Ehrlenspiel & Meerkamm, 2013; Saak, 2006; Bavendiek et al., 2016). Hauptargument ist, dass die kognitiven Fähigkeiten eines Menschen begrenzt sind. So besitzt das Kurzzeitgedächtnis eines Menschen 7 ± 2 Denkeinheiten (engl. chunks), die als Arbeitsspeicher verwendet werden können (siehe auch Hubka & Eder (1992, S. 29)). Werden Methoden bei der Entwicklung von technischen Produkten verwendet, können komplexe Probleme in überschaubare Teilprobleme zerteilt werden (Ehrlenspiel & Meerkamm, 2013, S. 147; Lindemann, 2009, S. 58), wodurch die kognitiven Fähigkeiten unterstützt werden. Weitere Vorteile von Methoden sind, dass sie die Kooperation zwischen den Beteiligten verbessern, sie dienen als Hilfsmittel zur Kommunikation, fördern eine nachvollziehbare Dokumentation, unterstützen Entscheidungsprozesse und dienen als Möglichkeit zum abteilungs- und projektübergreifenden Wissenstransfer. Ihr Einsatz kann das Risiko innerhalb der Produktentwicklung reduzieren und die Zielerreichung absichern. (Lindemann, 2009, S. 58) Jänsch (2006, S. 16 ff.) beschreibt drei Ziele von Produktentwicklungsmethoden. Sie verfolgen produktbezogene Ziele: Dabei soll der Einsatz von Methoden den Entwicklungsprozess und das Produkt verbessern. Der Entwicklungsprozess soll durch den Methodeneinsatz effizienter, rationeller und systematischer werden. Dies geschieht dadurch, dass der Lösungsraum vollständig erfasst wird und so eine optimale Lösung gefunden wird. Ebenso verfolgen Methoden lehrorientierte Ziele. Es soll ein systematischer Zusammenhang geschaffen werden. Hierfür werden Erfahrungen, Erkenntnisse und Voraussetzungen für erfolgreichen Konstruieren geordnet und systematisiert. Auf diesem Weg sollen Erfahrungszeiten verkürzt, Fähigkeiten verbessert und die Motivation gesteigert werden. Letztendlich soll eine schnellere und bessere Lösungsfindung unterstützt werden. Dabei sollen Methoden nicht nur die Ausbildung von Studierenden, sondern auch die Ausbildung von Konstrukteuren und Konstruktionsleitern in der Industrie unterstützen. Abschließend verfolgen Methoden denökonomische Ziele. Wie oben angesprochen, sollen Methoden ein effizientes, objektives und vollständiges Denken unterstützen und das Denken rationalisieren. (Jänsch, 2006, S. 16 ff.)

In seiner Arbeit weist Hutterer (2005, S. 15 ff.) aber auf mangelnde Leistungsfähigkeit und subjektiv fehlende Verfügbarkeit von Methoden, fehlende Möglichkeiten zur Einschätzung der Methodenleistung sowie eine ungenügende Adaption der ausgewählten Methoden auf das jeweilige Problem als Ursachen für eine fehlende Methodenanwendung in der Industrie hin. Um die Akzeptanz und Anwendung von Methoden zu erhöhen, ist die akademische Forschung bemüht, Methoden zielorientiert zu beschreiben. Eine Möglichkeit, den Methodeneinsatz zu ordnen, eröffnet das Münchener Methodenmodell von Braun (2005, S. 33 ff.). Das Münchener Methodenmodell unterteilt den Methodeneinsatz in vier Schritte: Methodeneinsatz klären, Methode auswählen, Methode anpassen und Methode anwenden. Ausgehend von den

Ausgangsbedingungen für die Methodenanwendung und der Notwendigkeit eines Methodeneinsatzes wird das Ziel des Methodeneinsatzes festgelegt. Abhängig von den erforderlichen Inputinformationen und dem zu erreichenden Output wird eine geeignete Methode ausgewählt. Es folgt eine Anpassung der Methode, da oftmals Methoden an die Entwicklungssituation angepasst werden müssen. Dies geschieht durch den Abgleich von vorhandenem und benötigtem Input und Output. Anschließend wird die Methode angewendet und aus dem Input der gewünschte Output generiert.

Unter der Vielzahl von Produktentwicklungsmethoden liefern unter anderem Lindemann (2009, S. 241 ff.), Ehrlenspiel & Meerkamm (2013, S. 359 ff.) oder Feldhusen et al. (2013, S. 319 ff.) ausführliche Methodenbeschreibungen. Neben der Dokumentation von Methoden in Büchern, Präsentationen und Vorlesungsunterlagen gibt es mittlerweile mehrere internetbasierte Methodenportale¹⁰. Methodenportale sollen sowohl Studierende als auch Entwickler aus der Industrie beim Lernen und Verstehen von Methoden, bei der Auswahl der geeigneten Methoden als auch bei der Methodenanwendung unterstützen (Berger et al., 2003; Elspass et al., 2003; Ponn, 2007). Eine aktuelle Übersicht über internet- und papierbasierte Methodendokumentationen nach unterschiedlichen Beschreibungs- und Auswahlkriterien bieten Bavendiek et al. (2016) (siehe Abbildung 2-4). Die Bewertung zeigt das weite Spektrum an vorhanden Portalen und Methodenaufbereitungen, die Studierenden aber auch Entwicklern zur Verfügung stehen.

		Formalitäten			Inhalt der Methodenbeschreibung										
		Filterkriterien	Chat oder Forum	Suchoptionen	Stärken und Schwächen	Ähnliche Methoden	Bilder	Hinweise zur Realisierung	Kommentare und Bewertung	Literatur	Allgemeine Beschreibung	Praxisbeispiele	Schritt-für-Schritt-Ablauf	Übersicht über Werkzeuge	Videoanleitungen
Papierbasiert	IPH-Methoden	○	○	◐	●	○	◐	●	○	●	◐	◐	●	◐	○
	Breiter (Stanford)	○	○	◐	○	○	◐	◐	○	○	◐	◐	◐	◐	○
	Lindemann	○	○	○	◐	○	◐	●	○	●	◐	◐	●	●	○
Internetbasiert	Methodos (GINA)	◐	○	●	●	◐	○	●	○	●	●	●	●	●	○
	CiDaD	◐	○	●	○	○	○	○	◐	◐	○	○	●	●	○
	MEPORT	◐	○	●	●	◐	●	●	○	●	◐	◐	●	●	○
	WiPro	●	◐	●	●	●	○	◐	◐	●	●	○	◐	○	○

Abbildung 2-4: Bewertung von internet- und papierbasierten Methodendokumentationen nach Bavendiek et al. (2016, S. 2051)

Da Methoden sowohl die kognitiven Fähigkeiten von Entwicklern als auch die Kooperation in Entwicklungsteams verbessern, werden sie als relevante Unterstützung zur operativen Bewältigung von Krisen in dieser Arbeit angesehen. Dabei ist aber nicht jede Methode für den Einsatz in Krisen geeignet. Eine umfassende, situationspezifische Auswahl von Methoden,

¹⁰ Z. B.: www.innovationsmethoden.info/methoden, www.cidad.de/portal oder www.meport.net.

speziell für Krisen, ist bis jetzt ausgeblieben. In der Ausarbeitung des Lösungsansatzes werden geeignete Methoden für den Einsatz in Krisen ermittelt (siehe Unterkapitel 7.1.3).

2.4 Reflexive Dialoge

Um technische Probleme zielorientiert zu lösen, ist neben einem situativ passenden Vorgehen und entsprechenden Methoden auch das menschliche Verhalten ein wesentlicher Einflussfaktor. Menschen reagieren auf Situationen mit unterschiedlichen Anpassungsmechanismen. In der Psychologie sind unter Zeitdruck unterschiedliche Anpassungsmechanismen bekannt (Lindemann, 2009, S. 221):

- Akzeleration
- Filtration
- Vermeidung

Sind Entwicklern diese Mechanismen und ihre (negativen) Wirkungen bekannt, kann ihnen gezielt entgegengewirkt werden, um sie zu überwinden. Eine Möglichkeit ist die Reflexion des gewählten Vorgehens. Es gibt verschiedene Arten von Reflexion. In den Konstruktionswissenschaften und für die Anwendung in Vorgehensmodellen haben einige Autoren *reflexive Dialoge* in die methodische Problemlösung eingebunden. Diese Vorarbeiten werden in dieser Forschungsarbeit aufgegriffen und an den Einsatz in Krisen angepasst (siehe Unterkapitel 6.2.1 und 7.1.2). In den folgenden Beschreibungen werden der *reflexive Dialog* und seine Anwendung vorgestellt.

Der *reflexive Dialog* ist eine besondere Form der Reflexion. Nach dem Dudenverlag (2017e) beschreibt Reflexion das Nachdenken, eine Überlegung oder prüfende Betrachtung. Reymen (2001) definiert¹¹ in ihrer Arbeit Reflexion als selbstbeobachtende Betrachtung des Inhalts und der Qualität der eigenen Gedanken und Erfahrungen. Sie beschreibt aufbauend auf Roozenburg & Eekels (1995) und Schön (1983) drei Aktivitäten der Reflexion: Vorbereitung (engl. preparation), Meinungsbildung (engl. image forming) und Schlussfolgerung (engl. conclusion drawing). Die Vorbereitung besteht aus zwei Schritten. Die zu erörternde Frage wird aufgestellt (1) und die nötigen Fakten zu ihrer Analyse werden gesammelt (2). Bewertungskriterien für die Analyse können sein: Kohärenz, Vollständigkeit, Konsistenz, Reliabilität und Validität der Fakten. Die Meinungsbildung hat das Ziel, ein Bild der Situation zu generieren. Dafür werden die Fakten ausgewählt und zusammengefasst. Abschließend werden in der Schlussfolgerung das Bild der Situation analysiert und die weiteren Handlungen festgelegt. (Reymen, 2001, S. 18)

Reflexive Dialoge sollen Entwickler bei der Bedarfserkennung von methodischen Vorgehensweisen unterstützen. Hutterer (2005, S. 78) beschreibt drei Arten der Selbstreflexion:

- Hinweisende, passive Anregungen

¹¹ Die genannte Definition ist eine Übersetzung aus dem Englischen: „Reflection is seen in this thesis as an introspective contemplation of the contents or qualities of one’s own thoughts or remembered experiences” (Reymen, 2001, S. 18).

- Abzuarbeitende Schemata
- Intervenierendes Vorgehen

Hinweisende, passive Anregungen mit geringer Handlungsanweisung können Hinweisschilder sein. Abzuarbeitende Schemata können Checklisten oder Fragebögen sein. Intervenierende Vorgehen geschehen im Dialog mit einer weiteren Person. (Hutterer, 2005, S. 78 ff.)

In seiner Arbeit fokussiert sich Hutterer auf ein intervenierendes Vorgehen und schlägt einen regelmäßigen Dialog zwischen Entwicklern vor, um das konstruktionsmethodische Vorgehen zu reflektieren und die Methodenanwendung in die Arbeit von Entwicklern zu integrieren. Hierfür erarbeitete er einen Fragenkatalog für die sieben Elemente des Münchener Vorgehensmodells (siehe Unterkapitel 2.2.2). Tabelle 2-4 listet die Fragen entsprechend den Elementen des Münchener Vorgehensmodells auf.

Tabelle 2-4: Fragenkatalog nach Hutterer (2005, S. 84)

Elemente im MVM	Leit- und Beispielfragen
Ziel planen	Habe ich das Ziel ausreichend geplant? Habe ich meine Situation analysiert? Habe ich Analyseergebnisse verdichtet und strukturiert? Habe ich zukünftige Veränderungen abgeschätzt? Habe ich alternative Zukunftsmodelle aufgestellt? Habe ich konkrete Maßnahmen abgeleitet?
Ziel analysieren	Habe ich das Ziel ausreichend analysiert? Habe ich die Anforderungen ermittelt? Habe ich Zusammenhänge zwischen Anforderungen festgestellt? Habe ich Anforderungen gewichtet? Habe ich die Anforderungen dokumentiert?
Ziel strukturieren	Habe ich das Ziel ausreichend strukturiert? Habe ich Zusammenhänge zwischen Anforderungen erkannt? Habe ich das Problem beschrieben? Habe ich Stärken/Schwächen bestehender Lösungen ermittelt? Habe ich Freiheitsgrade für die weitere Entwicklung erkannt? Habe ich Problemformulierungen festgehalten?
Lösungsalternativen suchen	Habe ich ausreichend viele Lösungsalternativen gesucht? Habe ich bestehende Lösungen gefunden? Habe ich neue Lösungen generiert? Habe ich vorhandene Lösungsideen erweitert? Habe ich die Lösungsalternativen geordnet und kombiniert? Habe ich Lösungsalternativen vorausgewählt?
Eigenschaften ermitteln	Habe ich die Eigenschaften ausreichend ermittelt? Habe ich die Eigenschaftsanalyse geplant? Habe ich die Analyseergebnisse ausgewertet?
Entscheidung herbeiführen	Habe ich eine Entscheidung herbeigeführt? Habe ich Lösungsideen vorausgewählt? Habe ich die Bewertung vorbereitet? Habe ich die Alternativen bewertet? Habe ich die Bewertungsergebnisse interpretiert?

Fortsetzung nächste Seite

Fragenkatalog nach Hutterer (2005, S. 84) (Fortsetzung Tabelle 2-4)

Element im MVM	Leit- und Beispielfragen
Ziel absichern	Habe ich das Ziel abgesichert?
	Habe ich mögliche kritische Zielabweichungen identifiziert?
	Habe ich die Ursachen hinterfragt?
	Habe ich das Risiko bewertet?
	Habe ich das Risiko reduziert?

Hutterers Fragenkatalog ist einer der ausführlichsten Fragenkataloge bezogen auf deutschsprachige Vorgehensmodelle zur Problemlösung. Weitere Autoren haben in ihren Arbeiten Fragen formuliert, die zur Reflexion verwendet werden können. In den Recherchen wurde in folgenden Quellen Fragen identifiziert: Blessing & Chakrabarti (2009), Bohinc (2014), Demers (2000), Gregor et al. (2013), Hacker (2002), Hammer & Reymen (2003), Hutterer (2005), Linde & Hill (1993), Lindemann (2009), Pahl (1994), Reymen (2001), Schön (1983), Tisdale (1998), Wallmeier (2001) und Wulf (2002). Die zu diesen Quellen gehörenden Fragen zeigt Anhang A2.

Die Einbindung und Anwendung des *reflexiven Dialogs* in den Lösungsansatz wird in Unterkapitel 6.2.1 im Rahmen der Herleitung der Lösungskomponenten wieder aufgegriffen.

2.5 Heuristiken in der Konstruktionswissenschaft und zur Entscheidungsfindung

Neben der Reflexion des Vorgehens und Vermeidung von unnötigen Iterationen ist eine zielorientierte Entscheidungsfindung im Entwicklungsprozess relevant. In diesem Unterkapitel werden Heuristiken in der Konstruktionswissenschaft sowie aus dem Fachbereich Psychologie betrachtet. Begonnen wird mit einer kurzen Beschreibung des Verständnisses von Heuristiken in den Konstruktionswissenschaften und ihre zeitliche Entwicklung. Der Fokus liegt dabei auf der Entwicklung von heuristischen Algorithmen der Konstruktionswissenschaft der Deutschen Demokratischen Republik (DDR). Aufbauend auf diesem Verständnis werden adaptive Heuristiken der begrenzten Rationalität zur Entscheidungsfindung betrachtet. Diese werden im späteren Verlauf der Forschungsarbeit zu Identifikation von Krisen verwendet (siehe Unterkapitel 7.1.1).

„Als Eigenschaftswort gebraucht, bezieht sich das Wort *heuristisch* auf eine Anleitung, die nicht unbedingt auf Wissenschaft beruht. In diesem Sinne ist eine *Heuristik* einfach eine Faustregel, von Erfahrung oder Mythos abgeleitet, die mit guter Wahrscheinlichkeit zu einem annehmbaren Resultat führen kann“ (Hubka & Eder, 1992, S. 31). Dieses Zitat zeigt, dass Heuristiken Vorgehensweisen sind, die einerseits Vorgaben zum Handeln aufweisen (Faustregeln), andererseits der Intuition entspringen (Erfahrungen), die nicht logisch erklärbar sind. Nach Johannes Müller lässt sich dieser Konflikt zwischen Logik und Intuition mithilfe von heuristischen Algorithmen auflösen (Heymann, 2005, S. 299). Um sich dem Begriff und der Anwendung von Heuristiken in dieser Arbeit zu nähern, werden im Folgenden kurz die Entwicklung und die Ziele von Heuristiken dargestellt. Dabei betrachtet diese Arbeit vor allem das Verständnis von Heuristiken nach Johannes Müller, dessen Arbeiten in Verbindung mit den Arbeiten von Hans Lohmann und Georg Pólya stehen.

Ein wesentliches Problem, das in der Forschung der Konstruktionssystematik in den sechziger und siebziger Jahren des 20. Jahrhunderts beforscht wurde, bestand darin, dass die Methodenanwender (damals bezeichnet als Akteure) nicht willens oder fähig waren, diese anzuwenden. Um dieses Problem zu lösen, war aus Lohmanns Sicht notwendig, den Menschen und seine Psychologie in die Entwicklung von Methodiken mit einzubeziehen. Ebenso entwickelte sich die Computertechnologie in diesen Jahrzehnten rasant und eröffnete weitere Möglichkeiten, das Problemlöseverhalten nach logischen Gesichtspunkten zu ordnen. (Heymann, 2005, 187 f.)

Um das konstruktive Problemlöseverfahren darzustellen und anwendbar zu machen, verfolgte die damalige Konstruktionswissenschaft den Ansatz von Algorithmen. Algorithmen sollten dabei notwendige Operationen nennen, die für die Lösung von Problemen notwendig sind. Es wurden zwei Arten von Algorithmen unterschieden: Determinierte Algorithmen geben von vornherein endgültig, festgelegte Schritte vor, welche nacheinander abgearbeitet werden. Bei heuristischen Algorithmen dagegen ist der Operator einer Operationsfolge nicht vollständig formuliert und auch nicht allein mit Mitteln aus der technischen Wissenschaft, der Mathematik oder formalen Logik zu bewältigen. (Hansen, 1974, S. 107)

Dies bedeutet, dass heuristische Algorithmen im Gegensatz zu den deterministischen nicht ausschließlich von einem Computer ausgeführt werden können. Die heuristischen Algorithmen erforschte Johannes Müller im Rahmen seiner Forschung zur systematischen Heuristik. Nach Hubka & Eder (1992, S. 32) hat die „systematische Heuristik (...) drei grundlegende Bausteine:

- Vorgänge, Systeme von Tätigkeiten, welche in einer vorgegeben Reihenfolge durchgeführt werden sollen;
- Eine Programmbibliothek, eine geordnete Sammlung heuristischer Programme, welche für verschiedene innovative Konstruktionszwecke entwickelt wurden;
- Eine Sammlung zusätzlicher Anleitungen, welche alle jene heuristischen Anleitungen enthält, die nicht in den Programmen eingebaut wurden, aber sie ergänzen.“

Mit diesen Vorgaben baute Müller auf den Arbeiten von Lohmann auf. Ein mögliches heuristisches Arbeitsschema formulierte Pólya, der mit seiner Forschung im Bereich des mathematischen Problemlösens mit Heuristiken sowohl Lohmann als auch Müller beeinflusste. Er formulierte für die Suche nach mathematischen Lösungen folgende vier Fragen und Anregungen mit weiteren Angliederungen, die in diesem Zusammenhang nicht dargestellt werden (Pólya, 1995; Hubka & Eder, 1992, S. 33):

1. Verstehe die Aufgabe.
2. Denke einen Plan zu Lösung aus.
3. Führe den Plan aus.
4. Prüfe die erhaltene Lösung.

Müller trieb die Entwicklung und Anwendung der systematischen Heuristik in unterschiedlichen Forschungsvorhaben in der DDR voran, da diese von der Staatsführung als eine erfolgsversprechende, wissenschaftliche Methode zur Plangestaltung angesehen wurde

(Heymann, 2005, S. 307). Allerdings führte diese Forschung zu keinen nennenswerten Erfolgen, wodurch die systematische Heuristik letztendlich scheiterte. Müller nannte dafür unter anderem folgende Gründe (Heymann, 2005, S. 310):

- Intransparente und damit unpraktische Ablaufpläne
- Umfangreiche Listen mit subjektiver Färbung
- Zufälligkeit des konkreten Ablaufs
- Hoher Aufwand für eine Generalisierung der umfangreichen Problemklasse

Trotz des Scheiterns der systematischen Heuristik wird die Forschung im Bereich von Heuristiken in geringem Rahmen mit sehr breiter Auslegung des Begriffs Heuristik in der Konstruktionswissenschaft weiterverfolgt. Die Suche nach dem Begriff *heuristic* in der *Design-Society*-Publikationsdatenbank führt zu 44 Treffern (Münzberg et al., 2017). Dabei werden auf der einen Seite *design heuristics* betrachtet oder Heuristiken für die Lehre vorgeschlagen (Hillen & Banerjee, 2009; Sarnes & Kloberdanz, 2015; Voss et al., 2014; Yilmaz, 2010; Yilmaz et al., 2010).

In den folgenden Betrachtungen werden adaptive Heuristiken (engl. *adaptive heuristics*) der begrenzten Rationalität (engl. *bounded rationality*) aus der Psychologie vorgestellt. Diese beschreiben einen lohnenswerten Ansatz, um die Entscheidungsfindung in Zeitdrucksituationen zu unterstützen und werden im Lösungsansatz zur Identifikation von Krisen verwendet. Im Gegensatz zu traditionellen und zeitaufwendigen Entscheidungsfindungsmethoden, wie z. B. in der multikriteriellen Entscheidungsanalyse, basieren *adaptive Heuristiken* auf Abkürzungen im menschlichen Denken (engl. *human cognitive shortcuts in reasoning*). Dadurch können mit diesen Heuristiken sehr schnell Entscheidungen getroffen werden. Hierfür werden bestimmte Informationen nicht beachtet und nur eine kleine Anzahl von Hinweisen verwendet. (Gigerenzer et al., 1999; Gigerenzer & Gaissmaier, 2011)

Diese Heuristiken werden von Anwendern sowohl bewusst als auch unbewusst eingesetzt. Die adaptiven Heuristiken werden dabei in einer Sammlung von Entscheidungsstrategien, der sogenannten *adaptive toolbox*, zusammengefasst. Heuristiken in der *adaptive toolbox* besitzen dabei drei Elemente (Gigerenzer & Selten, 2002):

1. Suchregel (engl. *search rule*): Diese gibt vor, in welcher Reihenfolge Informationen gesammelt werden sollen.
2. Stoppregel (engl. *stopping rule*): Diese gibt vor, wann mit der Suche nach Informationen aufgehört werden soll.
3. Entscheidungsregel (engl. *decision rule*): Diese gibt vor, wie die gesammelten Informationen ausgewertet werden sollen.

Basierend auf diesen Grundlagen werden in der Herleitung des Lösungsansatzes in Unterkapitel 6.2.1 unterschiedliche *adaptive Heuristiken* betrachtet und geeignete für den Einsatz in Krisen ausgewählt.

2.6 Crew Resource Management

Als letzte Grundlage wird das *Crew Resource Management* vorgestellt. Dies ist neben dem *reflexiven Dialog* (siehe Unterkapitel 2.4) und den Heuristiken (siehe Unterkapitel 2.5) die dritte wesentliche Grundlage zur Unterstützung des menschlichen Verhaltens in Krisen. In unterschiedlichen Unternehmen außerhalb des Maschinenbaus und der Produktentwicklung, wie z. B. bei Hilfsorganisationen, wurden Vorgehen zum Umgang mit Krisen entwickelt. Ein in der Praxis angewendetes und in der Literatur dokumentiertes Vorgehen ist das *Crew Resource Management*. Dabei handelt es sich um ein Training aus der Luftfahrt zur Vermeidung von Fehlern und zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit. Während der Forschungsarbeit hat sich gezeigt, dass dieses Vorgehen für den Einsatz in der Produktentwicklung geeignet ist. Um dieses Vorgehen bei der Erarbeitung des Lösungsansatzes analysieren und anpassen zu können (siehe Unterkapitel 6.2.2 und 7.2), werden im Folgenden kurz die Entstehung, Einsatzbereiche sowie der Einsatz des *Crew Resource Managements* beschrieben.

„Das grundlegende Ziel des *Crew-Resource-Management*-Trainings war und ist es, die Einstellung der Cockpitbesatzungen zu ihren Teamkollegen zu formen oder zu korrigieren“ (Hagen, 2013, S. 10). Ausgangspunkt für die Entwicklung des *Crew Resource Managements* war ein von der amerikanischen Raumfahrtbehörde NASA (engl. National Aeronautics and Space Administration) veranstalteter Workshop im Jahr 1979. In dieser Zeit wurden Flugunfälle hauptsächlich durch menschliches und nicht durch technisches Versagen verursacht. So ereigneten sich viele Unfälle durch schlechte zwischenmenschliche Kommunikation, ungeklärte Führungsautoritäten und entscheidungsschwache Piloten. Seit dem Workshop und der Entwicklung des ersten *Crew-Resource-Management*-Trainings im Jahr 1981 wurde das Training kontinuierlich weiterentwickelt. Helmreich et al. (1999) und Hagen (2013) beschreiben fünf Generationen von *Crew Resource Management*.

Tabelle 2-5: Übersicht der Generationen des *Crew Resource Managements* nach Helmreich et al. (1999)

Generation/Jahr	Titel: Ziel	Inhalt
1. Generation ab 1981	<i>Cockpit Resource Management</i> : Individueller Ansatz	Verbesserung des individuellen Verhaltens des Piloten bzgl. Führungsaufgaben und Verhalten im Team, Zusammenarbeit des Teams während <i>Line Oriented Flight Training</i> (LOFT) im Flugsimulator
2. Generation ab 1986	<i>Crew Resource Management</i> : Team-Ansatz	Ausweitung des Trainings auf die gesamte Flugzeug Crew, <i>Crew Resource Management</i> als fester Bestandteil bei der Ausbildung der Verkehrspiloten, Erlernen von Teamrollen
3. und 4. Generation seit Anfang der 1990er-Jahre	<i>Crew Resource Management</i> : Integrativer Ansatz	Ausweitung des Trainings auf die Bereiche Flight Operations, Planung und Betreuung eines Flugs auf dem Boden
5. Generation seit 1997	<i>Crew Resource Management</i> : Fehlermanagement	Konzentration auf den Umgang mit Fehlern in Krisensituationen: Fehler vermeiden, Fehler erkennen, Fehler ansprechen <i>Aviation Safety Reporting System</i> (ASRS): System für anonyme Fehlermeldungen

Zu Beginn der 1. Generation des *Crew Resource Managements* fokussiert sich dieses auf die Ausbildung von Piloten. Daher stammt der ursprüngliche Name *Cockpit Resource Management*. Ab der 2. Generation wurde das Vorgehen auf die gesamte Flugzeugbesatzung ausgeweitet und in *Crew Resource Management* umbenannt. Ziel der 3. und 4. Generationen war es nicht nur, die Piloten, sondern das gesamte Kabinenpersonal bzw. auch die Bereiche, die mit der Flugzeugbesatzung zusammenarbeiten, zu integrieren. Heute ist die 5. Generation des *Crew Resource Managements* in der Anwendung. Diese konzentriert sich auf das Vermeiden, Erkennen und Ansprechen von Fehlern. Insgesamt umfasst das *Crew Resource Management* folgende fünf Handlungsfelder (Hagen, 2013): Entscheidungsfindung, Führung/Folgsamkeit, Kommunikation, Situationsbewusstsein, Arbeitsbelastung sowie Fehlermanagement und Standardisierung.

Über die Jahre wurde die Wirksamkeit des *Crew Resource Managements* in unterschiedlichen Studien überprüft. Es gibt kein einheitliches Ergebnis über die Wirksamkeit des *Crew Resource Managements*. Dies liegt nach Helmreich et al. (1999, S. 4) daran, dass die Unfallrate pro eine Million Flüge zu niedrig ist, um eine Aussage treffen zu können. Stattdessen kann der Erfolg am Verhalten im Cockpit und an der Akzeptanz und Einstellung gegenüber dem Training gemessen werden. Das Verhalten von Piloten im Training zeigt, dass sie das Vorgehen des *Crew Resource Managements* anwenden. Ob sie das Vorgehen in kritischen Situationen während des Flugbetriebs einsetzen, kann dadurch aber nicht überprüft werden. Auch wenn das *Crew Resource Management* nie alle Piloten erreichen wird, zeigt sich ebenso, dass *Crew Resource Management* positiv von den Piloten wahrgenommen wird. (Helmreich et al., 1999)

Salas et al. (2006) greifen die genannten Aspekte auf und können ebenfalls kein einheitlich positives oder negatives Fazit ziehen. Generell sehen sie aber einen Erfolg des Trainings und fassen diesen in den folgenden drei Punkten zusammen (Salas et al., 2006, S. 17):

1. Positive Reaktionen
2. Verbessertes Lernen (gemessen durch einen Wandel in der Einstellung sowie Wissenstests und Wissensstrukturen)
3. Erwünschte Änderung des Verhaltens in Cockpit sowohl im Simulator als auch in der Realität

Das Vorgehen des *Crew Resource Managements* wird mittlerweile nicht nur in der gewerblichen und militärischen Luftfahrt und Flugsicherung eingesetzt, sondern auch in anderen Bereichen. So wird das *Crew Resource Management* auch in den folgenden Bereichen genutzt (Moecke et al., 2013, S. 153):

- Kernkraftwerke
- Ölbohrinseln
- Feuerwehr
- Medizin
- Bergführung

Die Ausbildung im Rahmen des *Crew Resource Managements* erfolgt anhand von ein- oder mehrtägigen Schulungen, vor allem in der Luftfahrt muss das Training regelmäßig wiederholt werden (Lufthansa, 2014). Die Trainingsinhalte werden meistens in Prinzipien dokumentiert.

In den Recherchen zum *Crew Resource Management* konnte keine einheitliche Liste von Prinzipien ermittelt werden. Stattdessen konnte eine Liste von Prinzipien aus den unterschiedlichen Beschreibungen herausgearbeitet (siehe Tabelle 2-6).

Tabelle 2-6: Übersicht der Crew-Resource-Management-Prinzipien mit entsprechenden Quellen

Prinzip	Quelle(n)
Anwendung von Teamwork	Lufthansa (2014)
Verringerung des Hierarchiegefälles	Edwards (1975), Hagen (2013)
Führung einer offenen Kommunikation und Verteilung von Informationen	Helmreich et al. 2003
Fehlermanagement	Hagen (2013, S. 192), Moecke et al. (2013), Helmreich et al. (1999)
Einführung von Sanktionsfreiheit	Hagen (2013)
Checklisten, genaue Vorgehensweisen	Helmreich et al. (1999), Hagen (2013)
Standardisierte Ansagen	Hagen (2013, S. 116)
(De-)Briefing	Hagen (2013)
FORDEC ¹²	Hagen (2013, S. 116)
Planung und Verteilung der Aufmerksamkeit/der Aufgaben	Lufthansa (2014), Moecke et al. (2013, S. 8)
Anforderung von Hilfe und Ressourcen	Moecke et al. (2013)
Lernen aus vergangenen Krisen	Hagen (2013)
Stetiges Training	HEAT Flight Support (2016)

Während die oben gezeigte Aufführung sich hauptsächlich auf die Luftfahrt bezieht, haben Rall & Lackner (2010) 15 Prinzipien des *Crew Resource Managements* für die Akutmedizin aufgelistet:

1. Kenne Deine Arbeitsumgebung.
2. Antizipiere und plane voraus.
3. Hilfe anfordern, lieber früh als spät.
4. Übernimm die Führungsrolle oder sei ein gutes Teammitglied mit Beharrlichkeit.
5. Verteile die Arbeitsbelastung (10 Sekunden für 10 Minuten).
6. Mobilisiere alle verfügbaren Ressourcen (Personen und Technik).
7. Kommuniziere sicher und effektiv – Sag, was Dich bewegt.
8. Beachte und verwende alle vorhandenen Informationen.
9. Verhindere und erkenne Fixierungsfehler.
10. Habe Zweifel und überprüfe genau („double check“, nie etwas annehmen).
11. Verwende Merkhilfen und schlage nach.
12. Reevaluiere die Situation immer wieder (wende das 10-Sekunden-für-10-Minuten-Prinzip an).
13. Achte auf gute Teamarbeit – andere unterstützen und sich koordinieren.
14. Lenke Deine Aufmerksamkeit bewusst.
15. Setze Prioritäten dynamisch.

¹² FORDEC: Akronym für eine Entscheidungsfindungsmethode. Die Buchstaben des Akronyms beschreiben die sechs Vorgehensschritte: Facts, Options, Risks & Benefits, Decision, Execution und Check.

Zusammenfassend ist das Hauptziel des *Crew Resource Managements* die effektive Nutzung von allen Ressourcen in den unterschiedlichen Bereichen, um Fehler zu vermeiden und die Sicherheit und Leistungsfähigkeit zu verbessern (International Association of Fire Chiefs, 2002). Zur Unterstützung von Entwicklern in Krisen wird dieser Ansatz analysiert und in Form von angepassten Prinzipien in die Produktentwicklung übertragen.

2.7 Schlussfolgerungen aus den Grundlagen

In den vorherigen Unterkapiteln wurden die Grundlagen zum methodischen Problemlösen sowie zum Verhalten unter Zeitdruck vorgestellt. Die fünf präsentierten Vorgehensmodelle und Grundlagen zu Produktentwicklungsmethoden sind dabei eine Basis zur Entwicklung methodischer Unterstützungen zur Krisenbewältigung. Der *reflexive Dialog* und die *adaptiven Heuristiken* unterstützen sowohl die methodische Problemlösung als auch das menschliche Verhalten. Durch dieses Vorgehen können Entwickler ihren Projektfortschritt überprüfen, weitere Vorgehensschritte identifizieren oder werden bei der Entscheidungsfindung unterstützt. Das *Crew Resource Management* komplettiert die Grundlagen zum menschlichen Verhalten unter Zeitdruck. Diese Vorgehensweise zeigt konkrete Vorgehensweisen für Krisen auf.

Es können drei Schlussfolgerungen aus den Betrachtungen gezogen werden. Erstens liegt eine große Wissensbasis in Form von Vorgehensmodellen und Produktentwicklungsmethoden zum methodischen Problemlösen vor. In unterschiedlichen Forschungsarbeiten wurden diese bewertet und situativ angepasst, z. B. in Gericke (2011), Ponn (2007) oder Zanker (1999). Eine umfassende situative Anpassung von Vorgehensmodellen und Methodenauswahl für Krisen ist bis jetzt ausgeblieben. Die Betrachtung zeigt aber, dass die Vorgehen und Methoden von Lindemann (2009, S. 212) eine gute Ausgangsbasis für die methodische Krisenbewältigung sind. Zusammen mit den Eigenschaften der anderen Vorgehensmodelle können Anforderungen an die zu erarbeitende Unterstützung abgeleitet und ein situationsspezifisches Vorgehen gefunden werden.

Zweitens gibt es eine Vielzahl von Unterstützungen zur Bewältigung von Krisen außerhalb der Produktentwicklung. Diese basieren auf langjährigen Forschungen, wie z. B. die adaptiven Heuristiken, oder Erfahrungen aus der Praxis, wie z. B. das *Crew Resource Management*. Diese Vorgehen werden in folgenden Betrachtungen weiter analysiert und für den Einsatz in der Produktentwicklung angepasst.

Drittens wurde bei der Erarbeitung der Grundlagen festgestellt, dass Hilfsorganisationen und die Luftfahrtbranche neben dem *Crew Resource Management* weitere Vorgehensweisen (teilweise intuitiv) entwickelt haben, um Krisen in bewältigbare Situationen zu überführen. Um diese Vorgehen zu ermitteln und zu analysieren, werden in Kapitel 4 empirische Untersuchungen bei der Berufsfeuerwehr München und einem Unternehmen aus der Luftfahrt durchgeführt, um die vorgestellten Grundlagen zu erweitern.

Nach der Vorstellung der Grundlagen wird im folgenden Kapitel 3 und 4 eine detaillierte Wissensbasis aus der Literatur und in empirischen Studien über Krisen ausgearbeitet, um die theoretische Basis für diese Arbeit weiter aufzubauen. Auf dieser Grundlage werden anschließend in Kapitel 5 die Anforderungen an den Lösungsansatz zur Bewältigung von Krisen formuliert und in Kapitel 6 die Struktur des Lösungsansatzes entwickelt. Anschließend

werden die vorgestellten Ansätze in Kapitel 7 bei der Entwicklung eines Lösungsansatzes für den Einsatz in Krisen angepasst.

3 Stand der Forschung: Krisen in der Produktentwicklung

In diesem Kapitel wird die theoretische Basis zu Krisen in der Produktentwicklung erarbeitet. Im vorherigen Kapitel wurden die Grundlagen zur methodischen Problemlösung und zum Verhalten unter Zeitdruck vorgestellt, die für die Entwicklung des Lösungsansatzes relevant sind. Im Mittelpunkt dieses Kapitels steht die Entwicklungssituation Krise. Im Gegensatz zu den vorherigen Grundlagen sind die Vorarbeiten zu Krisen im Bereich der Produktentwicklung begrenzt. Um diese Lücke zu schließen (siehe Unterkapitel 1.2), wird eine systematische Literaturrecherche durchgeführt. Ziel der Recherche ist die Ermittlung relevanter Betrachtungsbereiche von Krisen für die Produktentwicklung und die Beschreibung von Krisen. Um die Ergebnisse der Literaturrecherche strukturiert vorzustellen, wird ein Modell zur Beschreibung von Krisen, das Krisenmodell, entwickelt. Dafür werden fünf Entwicklungssituationsmodelle vorgestellt und analysiert. Entsprechend den drei Elementen dieses Krisenmodells – Krisenursachen, Krisenprozess und Krisenauswirkungen – werden Krisen beschrieben. Das Kapitel schließt mit einer Schlussfolgerung, in der die Erkenntnisse der Literaturrecherche analysiert werden. Die Ergebnisse sind ein Krisenprozess für die Produktentwicklung, Kontextfaktoren zur Beschreibung von Krisen in der Produktentwicklung sowie eine Definition für Krisen in der Produktentwicklung. Abbildung 3-1 zeigt die Betrachtungsbereiche von Kapitel 3 und die Verknüpfung der dazugehörigen Elemente.

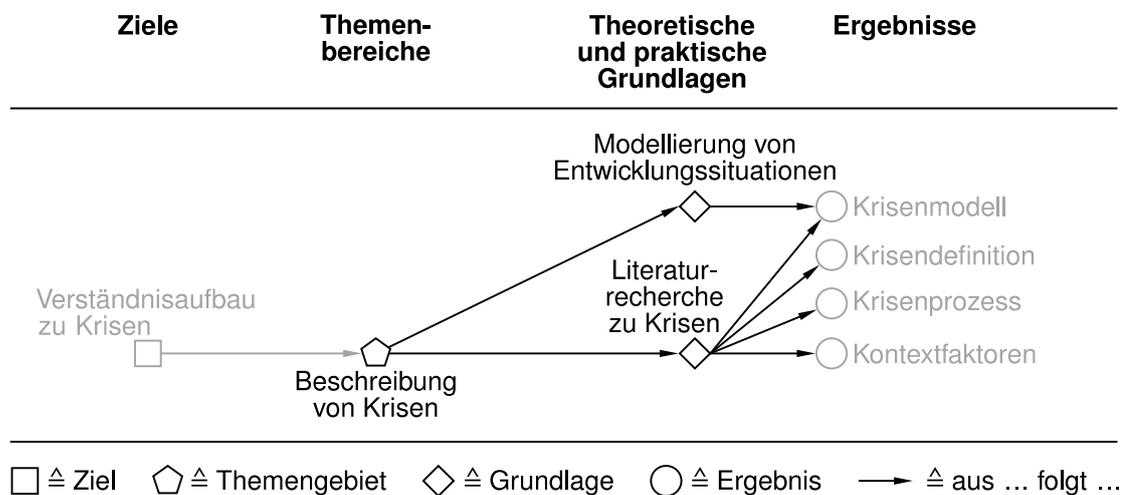


Abbildung 3-1: Betrachtungsgegenstände von Kapitel 3

3.1 Grundlagen zur Krisenforschung

In diesem Unterkapitel wird zunächst das Vorgehen der Literaturrecherche vorgestellt. Es werden die daraus resultierenden Bereiche für die detaillierte Betrachtung von Krisen festgelegt. Anschließend werden zum Einstieg in die Beschreibung von Krisen die Dimensionen von Krisen vorgestellt. Diese geben einen Überblick über die Wirkbereiche von Krisen. Abschließend werden in diesem Unterkapitel Krisendefinitionen vorgestellt und die Ausgangsdefinition von Lindemann (2009, S. 332) um weitere Merkmale ergänzt. Im folgenden Unterkapitel 3.2 wird das Krisenmodell zur strukturierten Beschreibung von Krisen hergeleitet und vorgestellt. Anhand dieses Modells und den Ausführungen dieses Unterkapitels werden in Unterkapitel 3.3 Krisen beschrieben.

3.1.1 Identifikation relevanter Literatur zu Krisen in der Produktentwicklung

Um ein Verständnis von Krisen aufzubauen, wurde eine Literaturrecherche durchgeführt. Diese hatte die folgenden zwei Ziele:

1. Überblick über das Themengebiet der Krisenforschung
2. Identifikation von Literatur zu Krisen in der Produktentwicklung, um Krisen zu charakterisieren

Für die Literaturrecherche wurden die Suchbegriffe *Krise* bzw. *crisis* sowie *Krisenbewältigung* und *Krisenmanagement* bzw. *crisis management* verwendet. Bei der Recherche wurden die Datenbanken folgender Medien und Einrichtungen verwendet: *Journal Research in Engineering Design*^{*}, *Design Society*^{*}, *MIT Sloan Management review*^{*}, Technische Informationsbibliothek^{**} und Bibliothek der Technischen Universität München^{*}.¹³

Die Ergebnisse dieser Recherche fasst Tabelle 3-1 zusammen. Sie zeigt, dass sowohl im *Journal Research in Engineering Design* als auch der *Design Society* wenige Veröffentlichungen (neun bzw. zehn Treffer) zu den Suchbegriffen gefunden wurden. Die Veröffentlichungen der Treffer adressieren das Risikomanagement (Oehmen et al., 2006; Kloss-Grote & Moss, 2008; Marle & Vidal, 2011), die Designtheorie (Le Masson et al., 2016; Le Masson & Weil, 2013), das Änderungsmanagement (Storbjerg et al., 2013) oder die Finanzkrise (Ringen & Holtskog, 2009). Die Trefferzahl beim *MIT Sloan Management review* ist mit 286 Treffern deutlich höher. Zwar ist das Spektrum der Veröffentlichungen zu Krisen sehr breit, wie beim *Journal Research in Engineering Design* und der *Design Society*, dennoch konnten relevante Veröffentlichungen für den Bereich der Produktentwicklung identifiziert werden. Es wurden Veröffentlichungen aus den Wirtschaftswissenschaften, z. B. Cossin & Metayer (2014), dem Risikomanagement, z. B. Fiksel et al. (2015) oder Borison & Hamm (2010), und der Entscheidungsfindung, z. B. Carroll (1994), identifiziert. Die geeignetste Quelle für die Charakterisierung von Krisen ist Mitroff et al. (1987). Diese Quelle beschreibt grundlegende Elemente von Krisen und der Krisenbewältigung.

¹³ Recherchedaten: ^{*} durchgeführt am 16.06.2016, ^{**} durchgeführt am 18.08.2016; diese Daten gelten auch für Tabelle 3-2 und Tabelle 3-3.

Tabelle 3-1: Ergebnisse der Literaturrecherche zu Krisen

Datenbank	Suchbegriff	Treffer
<i>Research in Engineering Design</i>	crisis management	9
<i>Design Society</i>	crisis	10
<i>MIT Sloan management review</i>	crisis	286
<i>MIT Sloan management review</i>	crisis management	286
Technische Informationsbibliothek	Krise	12.145
	Krisenbewältigung	290
	crisis	133.313
	crisis management	20.716
Universitätsbibliothek TUM (gesamt)	Krise	3.419
Universitätsbibliothek TUM (Stammgelände)	Krise	1.401
Universitätsbibliothek TUM (Maschinenwesen)	Krise	28

Aufgrund der hohen Treffer in der Datenbank der Technischen Informationsbibliothek (z. B. mehr als 100.000 beim Suchbegriff *crisis*) und bei der Universitätsbibliothek der Technischen Universität München (3.419 Treffer) wurden die Treffer detaillierter untersucht. In der Datenbank der Technischen Informationsbibliothek wurden die Treffer nach Fach und Medientyp unterteilt (siehe Tabelle 3-2).

Tabelle 3-2: Eingrenzung der Suche bei der Technischen Informationsbibliothek

Suchbegriff	Fach	Medientyp	Treffer
Krise	Technik	–	2.627
	Wirtschaftswissenschaften	–	897
	Sozialwissenschaften	–	751
	–	Buch	2.578
	Technik	Buch	124
	Technik	Hochschulschrift	39
Krisenbewältigung	Technik	–	48
	Wirtschaftswissenschaften	–	39
	Sozialwissenschaften	–	29
	–	Buch	64
	Technik	Buch	2
	Technik	Hochschulschrift	4
crisis	Technik	–	18.967
	Wirtschaftswissenschaften	–	4.050
	Sozialwissenschaften	–	4.136
	–	Buch	14.062
	Technik	Buch	801
	Technik	Hochschulschrift	33
crisis management	Technik	–	4.477
	Wirtschaftswissenschaften	–	465
	Sozialwissenschaften	–	416
	–	Buch	963
	Technik	Buch	62
	Technik	Hochschulschrift	2

Legende: – ≙ bei der Suche nicht ausgewählt

Durch die Detailbetrachtung konnte die Trefferanzahl bei der Technischen Informationsbibliothek stark reduziert werden. Da mit dieser Suche Primärliteratur bzw. deutschsprachige Forschungsliteratur ermittelt werden sollte, wurden im Detail jeweils die Treffer der Suchpaarung *Technik & Buch/Hochschulschrift* betrachtet. Dadurch konnten die Treffer von mehr als 10.000 auf wenige Hundert Treffer eingegrenzt werden. Beim Medientyp *Buch* wurden zwischen zwei (Suchbegriff *Krisenbewältigung*) und 801 Treffer (Suchbegriff *crisis*) identifiziert, während es beim Medientyp *Hochschulschrift* zwischen zwei (Suchbegriff *crisis management*) und 39 Treffer (Suchbegriff *Krise*) waren.

Die Treffer bei der Universitätsbibliothek der Technischen Universität München wurden getrennt nach der Hauptbibliothek auf dem Stammgelände und Nebenbibliothek der Fakultät Maschinenwesen durchgeführt (siehe Tabelle 3-3). In der Hauptbibliothek wurden 1.401 Treffer und in der Nebenbibliothek 28 Treffer mit dem Suchbegriff *Krise* erzielt (siehe Tabelle 3-1). Die Trefferanzahl zeigt die begrenzt verfügbare Literatur über Krisen im Maschinenwesen (MW). Um das Suchfeld anzupassen, wurden im Weiteren die Suchbegriffe *Krisenbewältigung* und *Krisenmanagement* verwendet. In der gesamten Universitätsbibliothek wurden mit diesen Begriffen weniger Treffer (103 bzw. 388) erzielt. Ebenso in der Hauptbibliothek (0 bzw. 139). In der Nebenbibliothek führt der Suchbegriff *Krisenbewältigung* zu mehr Treffern (34), der Suchbegriff *Krisenmanagement* dagegen zu weniger Treffern (13).

Tabelle 3-3: Eingrenzung der Suche bei der Universitätsbibliothek der Technischen Universität München

Datenbank	Suchbegriff	Treffer
Universitätsbibliothek TUM (gesamt)	Krisenbewältigung	103
Universitätsbibliothek TUM (Stammgelände)	Krisenbewältigung	0
Universitätsbibliothek TUM (MW)	Krisenbewältigung	34
Universitätsbibliothek TUM (gesamt)	Krisenmanagement	388
Universitätsbibliothek TUM (Stammgelände)	Krisenmanagement	139
Universitätsbibliothek TUM (MW)	Krisenmanagement	13

Die Recherche zeigt, dass ein weites Spektrum an Literatur über Krisen existiert. Um diese Vielfalt darzustellen, wurden die verschiedenen Themengebiete mit den aus der Recherche gesammelten Erfahrungen des Autors in Abbildung 3-2 zusammengefasst. In diesen Gebieten werden Krisen beschrieben und beforscht. Um das zu veranschaulichen, werden die Themengebiete in die drei Bereiche Psychologie, Naturkatastrophen und Wirtschaft eingeteilt und Beispiele zugeordnet.

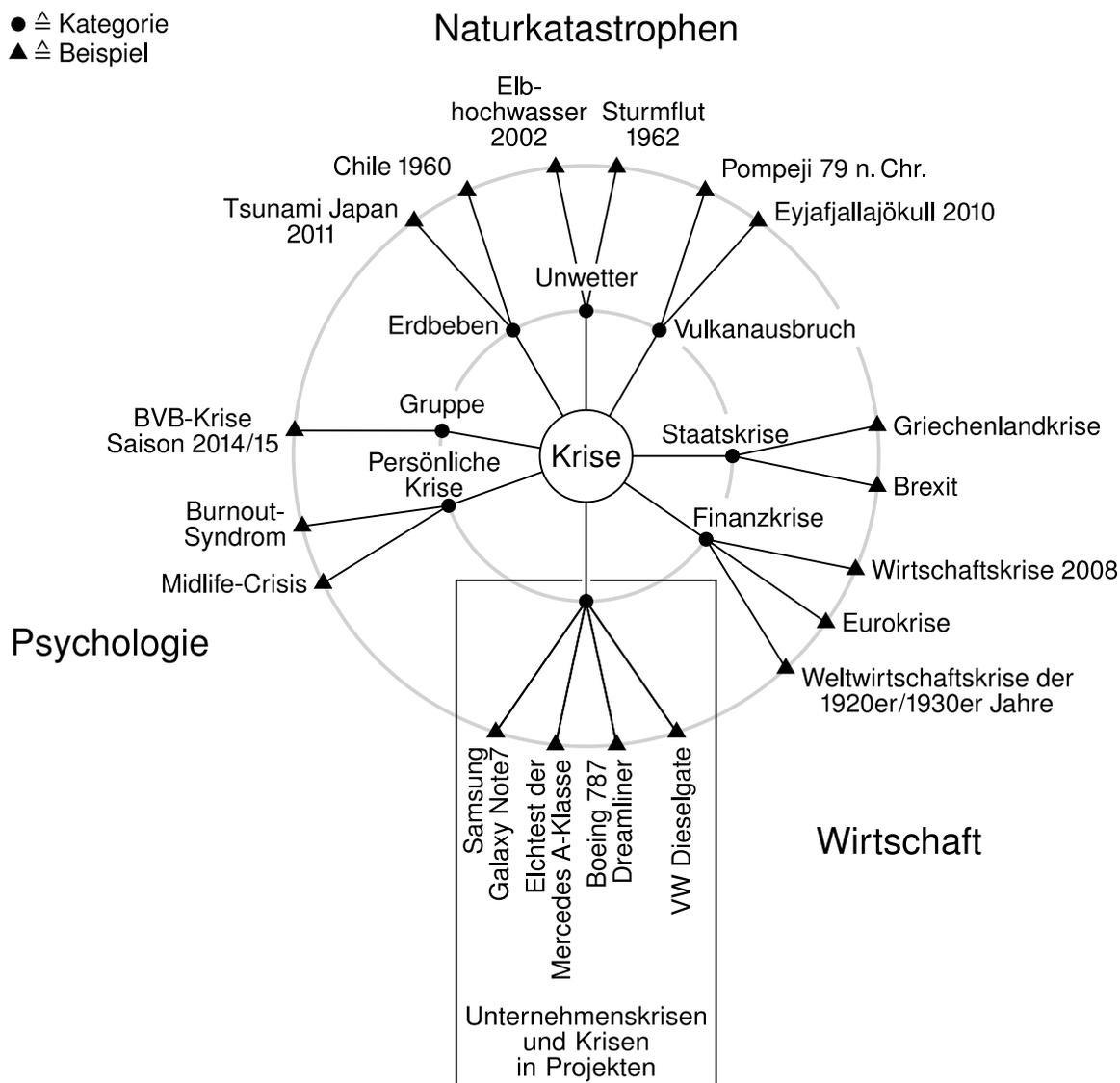


Abbildung 3-2: Überblick über Themengebiete zu Krisen

In den Bereich Psychologie werden *persönliche Krisen* und *Krisen von Gruppen* eingeordnet. Die Forschung in diesem Bereich ist sehr umfangreich mit langer Tradition. Beispielhafte Literatur zu diesem Bereich stammt von Münch (2016), Payk (2013) oder Schreiber (1977). Da in dieser Arbeit nicht die psychischen Zustände von Menschen in unterschiedlichen Lebensphasen betrachtet werden, wird dieses Gebiet nicht weiter betrachtet.

Dem zweiten Bereich sind alle Arten von Naturkatastrophen zugeordnet, die zu Krisen führten. In den letzten Jahren waren Naturkatastrophen medienwirksame Krisen, wie der Tsunami von 2011 mit anschließender Reaktorkatastrophe in Fukushima oder der Ausbruch des Vulkans Eyjafjallajökull im Jahr 2010. Beispielhafte Literatur zu diesem Bereich stammt von Schenk (2009), Schwanke et al. (2009) oder Sonnabend (1999).

Für den weiteren Fortgang dieser Arbeit wird die Wirtschaft als relevanter Bereich ausgewählt. In diesen Bereich ordnen sich der Maschinenbau (Maschinenwesen) und damit auch die Produktentwicklung ein. Neubauer (2010, S. 19) unterteilt diese Krisen in *Staats-*,

Wirtschafts-, Unternehmenskrisen sowie *Krisen in Projekten*. Neubauer (2010) beschreibt diese wie folgt:

- „Staatskrisen: Hierunter werden Konflikte verstanden, die ganze Staaten oder Teile eines Staates betreffen und z. B. in ihrer letzten Eskalationsstufe zu kriegerischen Auseinandersetzungen führen können.
- Wirtschaftskrisen: Die Eskalation von wirtschaftlichen Problemen, die eine volkswirtschaftliche Dimension haben.
- Unternehmens- oder Finanzkrisen: Für ein Unternehmen insgesamt bedrohliche Situationen, die z. B. in ihrer letzten Konsequenz eine starke wirtschaftliche Schwächung oder einen Konkurs zur Folge haben können.
- Krisen in Projekten: Krise ist eine Eskalation von Problemen innerhalb eines Projekts, deren Lösung unter den gegebenen Rahmenbedingungen unmöglich ist oder als unmöglich erscheint.“ (Neubauer, 2010, S. 19)

In Unterkapitel 3.3 wird der Zweig der Unternehmenskrisen und Krisen in Projekten aus Abbildung 3-2 weiterverfolgt und detailliert erläutert. Anhand dieser Betrachtungen werden Krisen für die Produktentwicklung in der Schlussfolgerung in Unterkapitel 3.4 charakterisiert. Als Einstieg werden im Folgenden vorab die Dimensionen von Krisen vorgestellt, die die Wirkbereiche einer Krise beschreiben, sowie Krisendefinitionen betrachtet, um grundsätzliches Wissen über Krisen zu erlangen.

3.1.2 Dimensionen von Unternehmenskrisen und Krisen in Projekten

Um einen Überblick über die verschiedenen Dimensionen von Unternehmenskrisen und Krisen in Projekten zu erhalten, werden diese kurz vorgestellt. Dimensionen beschreiben dabei die Wirkbereiche von Krisen und deren Reichweite. Als Ausgangspunkt der Betrachtung der Dimension wird die Unterteilung von Unternehmenskrisen von Bickhoff et al. (2004, S. 224) verwendet:

- Strategische Krise, bei der ein Verlust von Erfolgspotenzial zu beobachten ist
- Erfolgskrise, bei der Gewinn- und Rentabilitätsziele nicht erreicht werden
- Liquiditätskrise, die durch die akute Gefahr der Zahlungsunfähigkeit gekennzeichnet ist

Diese Unterteilung der Krisendimensionen fokussiert betriebswirtschaftliche Aspekte, wie Gewinnziele oder die Zahlungsfähigkeit eines Unternehmens.

Eine weitere Betrachtungsweise von Krisen führen Mitroff et al. (1987, S. 287) ein (siehe Abbildung 3-3). Sie betrachten Krisen in unterschiedlichen Dimensionen. Auf der einen Seite stehen die interne und die externe Dimension. Sie unterscheiden hierbei Krisen, die innerhalb oder außerhalb eines Unternehmens auftreten können. Auf der anderen Seite wird die technisch/ökonomische Dimension der menschlichen/sozialen/organisationsbezogenen Dimension gegenübergestellt. Aus diesen vier Dimensionen ergeben sich vier Arten von Krisen. Die erste Art stellen *interne, technisch/ökonomische* Krisen dar, wie Produktdefekte, Fabrikstörungen oder Bankrott. Die zweite Art sind *externe, technisch/ökonomische* Krisen, wie Naturkatastrophen oder feindliche Übernahmen. Die dritte Art sind *interne, menschliche/*

soziale/organisationsbezogenen Krisen, wie Sabotage oder sexuelle Belästigung. Zur vierten Art zählen externe, menschliche/soziale/organisationsbezogenen Krisen, wie Sabotage, Terrorismus oder Streik.



Abbildung 3-3: Dimensionen von Unternehmenskrisen nach Mitroff et al. (1987)

Eine weitere, ergänzende Unterteilung führt Hess (2012, S. 56) ein. Wie die vorhergenannten Autoren, unterteilt er Unternehmenskrisen in die Dimensionen *Krisenherde*, darunter *interne (endogene)* und *externe (exogene) Krisen*, sowie *Krisenarten*, darunter *strategische, Erfolgs- und Liquiditätskrise*. Die Betrachtung wird jedoch um das Kriterium *Krisenstadium* erweitert. Krisen werden in *existenzbedrohende* und *existenzvernichtende Krisen* unterteilt. Damit ergeben sich bei Hess die drei Dimensionen *Krisenart*, *Krisenherd* und *Krisenstadium*, dargestellt in Abbildung 3-4.

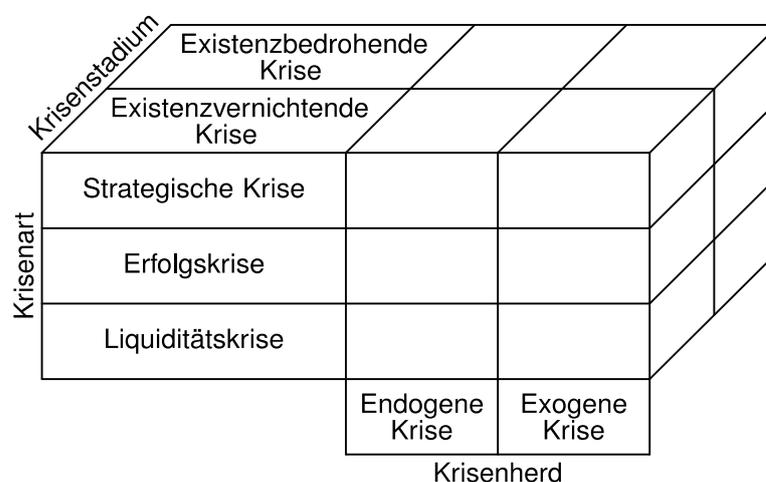


Abbildung 3-4: Unterteilung von Unternehmenskrisen nach Hess (2012, S. 56)

Zusammenfassend besitzen Krisen unterschiedliche Dimensionen. Da die Warnsignale für interne und externe Krisen unterschiedlich sind (Mitroff et al., 1987, S. 286) als auch die Beeinflussbarkeit von Krisen stark von dieser Dimension abhängt, werden die interne und externe Dimension in den folgenden Betrachtungen besonders hervorgehoben, z. B. in Unterkapitel 3.3.1 und 3.3.3.

3.1.3 Definitionen des Begriffs *Krise*

Nachdem der Betrachtungsbereich zu Krisen eingegrenzt wurde, wird abschließend auf die Definition des Begriffs *Krise* für den weiteren Verlauf dieser Arbeit eingegangen. Fachbereiche haben eigene Definition für Krisen. Horst (2000, S. 7) stellt in diesem Zusammenhang fest, dass nicht von einer einheitlichen Theorie zu Krisen in Unternehmen gesprochen werden kann. Ebenso wurde keine fachbereichsübergreifende Definition identifiziert. Thießen (2014) untermauert dies: „Weder gibt es einen klaren Definitionsrahmen, noch hilft die Differenz oder Gegenüberstellung der verschiedenen Konzepte, Krisen eindeutig zu klären“ (Thießen, 2014, S. 7).

Wie in der Einleitung in Kapitel 1 beschrieben, ist die Krisendefinition von Lindemann (2009, S. 332) die Ausgangsdefinition dieser Arbeit. Diese und weitere Krisendefinitionen, die bei der Literaturrecherche identifiziert wurden, fasst Tabelle 3-4 zusammen. Diese Definitionen beschreiben Krisen aus unterschiedlichen Fachbereichen. Dabei werden jeweils unterschiedliche Hauptmerkmale hervorgehoben, die ebenfalls für technische Krisen relevant sind.

Tabelle 3-4: Übersicht von Krisendefinitionen

Autor(en): Definition	Hauptmerkmale
Lindemann (2009, S. 332) (Produktentwicklung; Ausgangsdefinition der Dissertation): „Situation, die durch unerwünschte und unerwartete Ereignisse in Verbindung mit sehr hohem Zeit- und Ergebnisdruck hervorgerufen wird“	<ul style="list-style-type: none"> • Unerwünscht und unerwartet • Zeit- und Ergebnisdruck
Dudenverlag (2017d) (Wörterbuch): „schwierige Lage, Situation, Zeit (die den Höhe- und Wendepunkt einer gefährlichen Entwicklung darstellt); Schwierigkeit, kritische Situation; Zeit der Gefährdung, des Gefährdeseins“	<ul style="list-style-type: none"> • Schwierige Zeit • Kritische Situation • Gefährdung
Seeger et al. (1998) (Wirtschaftswissenschaft): „Specific, unexpected, and non-routine events or series of events that [create, Anm. d. Verf.] high levels of uncertainty and threat or perceived threat to an organization's high priority goals“	<ul style="list-style-type: none"> • Unerwartet • Nichtroutine • Hohe Unsicherheit • Gefährdung von wichtigen Unternehmenszielen
Milburn et al. (1983) (Wirtschaftswissenschaften – zwischenmenschliche Beziehungen): „(a) opportunity for the organization to attain its current goals; or (b) demand or threat on the organization which either prevents the organization from attaining its goals or actually removes or reduces an organization's ability to attain its goals, that the organization seeks to resolve because the outcomes at stake are important and the resolution strategy is uncertain.“	<ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeit • Gefahr • Zielerreichung gefährdet • Unsicherheit

Fortsetzung nächste Seite

Übersicht von Krisendefinitionen (Fortsetzung Tabelle 3-4)

Autor(en): Definition	Hauptmerkmale
Venette (2003, S. 43) (Wirtschaftswissenschaft): „process of transformation where the old system can no longer be maintained“	<ul style="list-style-type: none"> • Änderungsprozess, in dessen Folge das alte System nicht weiter bestehen kann
Burnett (1998) (Wirtschaftswissenschaften – Öffentlichkeitsarbeit): „A disruption that physically affects a system as a whole and threatens its basic assumptions, its subjective sense of self, its existential core.“ Zusätzliche Charakteristiken: time pressure, control issue, threat-level concerns, response-option constraints, individual perception, short time frame, limited control, implications for all other elements	<ul style="list-style-type: none"> • Störung • Gefährdung der Grundfesten eines Unternehmens • Subjektiv • Individuelle Wahrnehmung • Zeitdruck • Begrenzte Kontrolle • Weitreichende Auswirkungen
Thießen (2014, S. 33) (Wirtschaftswissenschaft): „Danach können Unternehmenskrisen als ungeplante und ungewollte Prozesse von begrenzter Dauer und Beeinflussbarkeit sowie mit ambivalentem Ausgang bezeichnet werden. Sie sind in der Lage, den Fortbestand des gesamten Unternehmens substanziell und nachhaltig zu gefährden oder sogar unmöglich zu machen. Dies geschieht durch die Beeinträchtigung dominanter Ziele, deren Gefährdung oder gar Nichterreichung gleichbedeutend ist mit einer nachhaltigen Existenzgefährdung oder Existenzvernichtung des betroffenen Unternehmens.“	<ul style="list-style-type: none"> • Ungeplant und gewollt • Begrenzte Dauer • Ambivalenter Ausgang • Gefährdung eines Unternehmens • Beeinträchtigung dominanter Ziele • Existenzgefährdung
Saak (2006, S. 14) (Produktentwicklung): „Die Notsituation stellt eine Differenz zwischen IST und SOLL dar, die sich bereits in der Gegenwart auswirkt.“	<ul style="list-style-type: none"> • Differenz zwischen IST und SOLL • In der Gegenwart
Gareis (1994, S. 49) (Wirtschaftswissenschaft): „zeitlich begrenzt, nicht intendierte (gewollte, ungewünschte), den Fortstand des Unternehmens/Projekts substanziell gefährdende Prozesse“	<ul style="list-style-type: none"> • Zeitlich begrenzt • Ungewollt • Gefährdung
Hess (2012, S. 4) (Wirtschaftswissenschaft): „(...) das Endstadium eines von dem betroffenen Unternehmen ungewollten Prozesses, in dessen Verlauf sich die Erfolgspotenziale, das Reinvermögen und/oder die Liquidität des Unternehmens so ungünstig entwickelt haben, dass die Existenz des Unternehmens akut bedroht ist.“	<ul style="list-style-type: none"> • Ungewollt • Existenzbedrohung

Die Übersicht zeigt, dass Krisen als *ungewollte* oder *ungeplante Prozesse* mit *weitreichenden Auswirkungen* und hoher *Unsicherheit* verstanden werden. Diese Unsicherheit stellt einerseits eine *Gefahr* für das Unternehmen dar, andererseits kann sie aber auch eine *Chance* für das Unternehmen bedeuten (Milburn et al., 1983). Dies bezeichnet Thießen (2014) als *ambivalenten Ausgang*. Thießen (2014) beschreibt weiter, dass in Krisen dominante Ziele nicht erreicht werden können. Dies gefährdet ein Unternehmen (siehe auch Hess, 2012). Der wichtigste Faktor bei Krisen ist *Zeit*. Da Krisen unerwartet auftreten und eine *starke Zielabweichung* vorliegt, muss die Situation schnellstmöglich bewältigt werden. Ansonsten führt dies zu hohen Schäden. Die identifizierten Merkmale ergänzen die Ausgangsdefinition dieser Arbeit nach Lindemann (2009, S. 332). Aufbauend auf diesen Erkenntnissen und den

Ergebnissen der folgenden Unterkapitel wird in der Schlussfolgerung (siehe Unterkapitel 3.4) eine erweiterte Definition von Krisen für die Produktentwicklung aufgestellt.

3.2 Modellierung von Entwicklungssituationen und Herleitung des Krisenmodells

Im Mittelpunkt dieses Unterkapitels stehen Modelle von Entwicklungssituationen. Es wird einleitend auf relevante Begriffe der Modellierung eingegangen. Danach werden fünf Modelle von Entwicklungssituationen betrachtet, um Erkenntnisse zur Modellierung von Entwicklungssituationen zu erlangen. Mit diesen wird das Krisenmodell erarbeitet. Ziel dieses Modells ist einerseits, die Ergebnisse der Literaturrecherche (siehe Unterkapitel 3.1) zu strukturieren, und andererseits, die Charakteristika einer Krise zu sammeln, zu gliedern und die Situation im Rahmen der Forschung in der Produktentwicklung beschreibbar zu machen.

3.2.1 Grundlagen zur Modellierung von Entwicklungssituationen

In diesem Unterkapitel werden die Grundlagen von Modellen vorgestellt. Zu Beginn wird geklärt, was ein Modell einer Entwicklungssituation ist. Anschließend werden die Elemente der Modelldefinition nach Kohn (2013) in Anlehnung an Stachowiak (1973, S. 157) und Ponn (2007) vorgestellt.

Eine Entwicklungssituation ist ein „Zeitpunkt im Entwicklungsprozess, der angepasste Handlungen/Entscheidungen des Entwicklers erfordert; beeinflusst durch eine Vielzahl an Faktoren (...)“ (Lindemann, 2009, S. 336). Nach Kohn (2013, S. 27) ist ein Modell „(...) eine Abbildung eines Originals. Es repräsentiert die für jemanden in einem Zeitraum hinsichtlich eines bestimmten Zwecks relevanten Attribute des Originals“. Somit ist ein Modell einer Entwicklungssituation ein Modell eines Entwicklungsprozesses zu einem bestimmten Zeitpunkt. Dieses Modell stellt die verschiedenen Faktoren dieses Zeitpunkts dar.

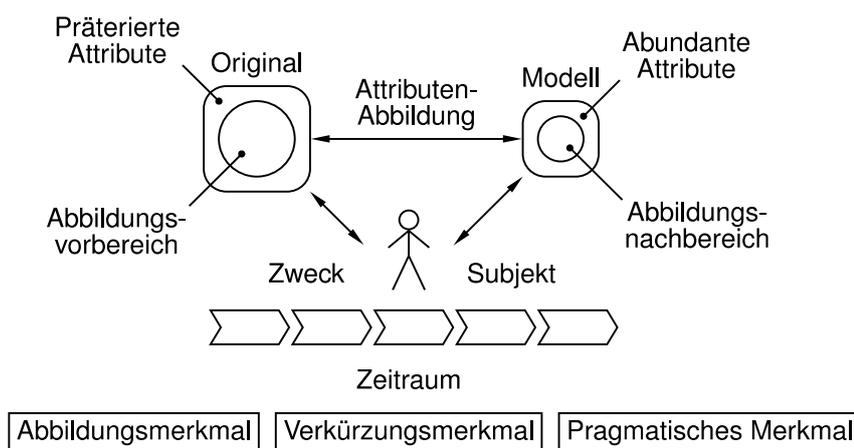


Abbildung 3-5 Modelldefinition nach der allgemeinen Modelltheorie nach Kohn (2013, S. 26) in Anlehnung an Stachowiak (1973)

Nach dieser Begriffsklärung wird die Modelldefinition nach Kohn (2013) angelehnt an Stachowiak (1973, S. 157) vorgestellt (siehe Abbildung 3-5). Wesentliche Elemente dieser Definition sind das *Original* und das *Modell*. Das Original besteht dabei aus einem Abbildungsvorbereich und präterierten Attributen¹⁴. Das Modell setzt sich zusammen aus einem Abbildungsnachbereich und abundanten Attributen¹⁵. Über diese Attributendarstellung stellt das Modell das Original für einen gewissen Zweck und ein bestimmtes Subjekt zu einem bestimmten Zeitpunkt dar. Ergänzt werden diese durch drei Merkmale: *Abbildungs-*, *Verkürzungs-* und *pragmatisches Merkmal* (Kohn, 2013, S. 25).

Das *Abbildungsmerkmal* sagt aus, dass Modelle stets Modelle von etwas sind, nämlich Abbildungen oder Repräsentationen natürlicher oder künstlicher Originale, die selbst wieder Modelle sein können. Das *Verkürzungsmerkmal* bezieht sich auf den Umfang der Abbildung des Originals. Modelle erfassen im Allgemeinen nicht alle Attribute des durch sie repräsentierten Originals, sondern nur solche, die den jeweiligen Modellerschaffern und/oder Modellbenutzern relevant scheinen. Das *pragmatische Merkmal* besagt, dass Modelle ihren Originalen nicht per se eindeutig zugeordnet sind. Sie erfüllen ihre Ersetzungsfunktion (Stachowiak, 1973, S. 132; Kohn, 2013, S. 26)

- für bestimmte – erkennende und/oder handelnde, modellbenutzende – Subjekte,
- innerhalb bestimmter Zeitintervalle und
- unter Einschränkung auf bestimmte gedankliche oder tatsächliche Operationen.

Ein weiteres Modellmerkmal ist nach Ponn (2007, S. 49) die Spezifität. Die Spezifität beschreibt den betrachteten Abstraktionsgrad eines Modells. Dieser kann *allgemeingültig*, *spezifisch* und *hochgradig spezifisch* sein (siehe Abbildung 3-6). Diese beschreiben den Gültigkeitsbereich einer Situationsbeschreibung. Wie bei Stachowiak (1973), muss bei der Modellierung immer modellspezifisch – also abhängig von Zweck, Subjekt und Zeitraum – unterschieden werden, welche Spezifität geeignet ist.

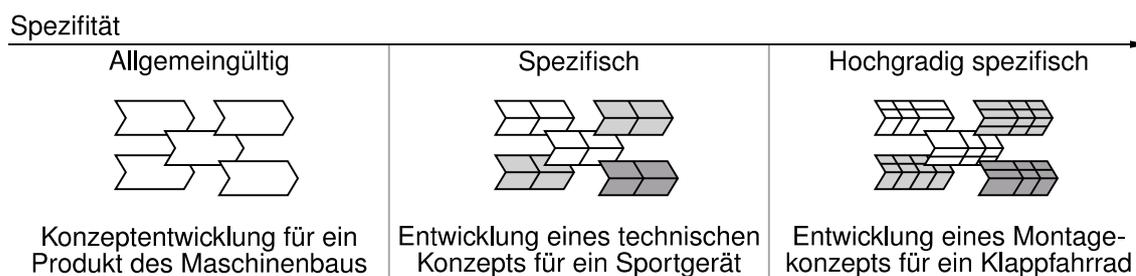


Abbildung 3-6: Unterteilung der Spezifität von Modellen nach Ponn (2007, S. 49)

Nach dieser Einführung in die Modelltheorie und in die relevanten Merkmale von Modellen werden im Folgenden fünf Entwicklungssituationsmodelle aus der Literatur vorgestellt und anschließend analysiert, um das Krisenmodell herzuleiten.

¹⁴ Präteriertes Attribut: bestimmte Attribute des Originals werden nicht abgebildet (Kohn, 2013, S. 26).

¹⁵ Abundantes Attribut: zusätzliche, beschreibende Merkmale, die dem Modell hinzugefügt werden, auch wenn diese kein Äquivalent im Original aufweisen, z. B. Koordinatensystem (Kohn, 2013, S. 26).

3.2.2 Modelle von Entwicklungssituationen

In den folgenden Abschnitten werden die fünf Modelle von Entwicklungssituationen von Reymen (2001), Badke-Schaub & Frankenberger (2004), Demers (2000), Gero (1990) und Gero & Kannengiesser (2004) sowie Gericke (2011) vorgestellt. Aufbauend auf diesen wird das Krisenmodell basierend auf der Systembetrachtung des *Systems Engineering* nach Haberfellner et al. (2015) hergeleitet.

Entwicklungssituationsmodell nach Reymen (2001)

Das Ziel der Dissertation *Improving Design Processes through Structured Reflection* von Reymen (2001) war die Entwicklung von domänenunabhängigem Wissen, um die strukturierte Reflexion des Entwicklungsprozesses zu unterstützen. Hierfür entwickelte sie auf der Grundlage von Zustandsübergangssystemen (engl. state-transition systems) ein Modell einer Entwicklungssituation (siehe Anhang A3, Abbildung 10-6). Dieses stellt eine domänenunabhängige Nomenklatur zur Beschreibung des Entwicklungsprozesses und der dazugehörigen Situationen bereit.

Das Modell zeigt eine Entwicklungssituation zu einem bestimmten Zeitpunkt, der durch eine oder mehrere Aktivitäten (engl. activities) in einen anderen Zustand überführt werden kann. Dabei wechseln sich beim Entwicklungsprozess Entwicklungssituationen und Aktivitäten ab. Im Detail beschreibt Reymen eine Entwicklungssituation als Kombination des Zustands des Design-Kontexts (engl. state of the design process), des Zustands des entworfenen Produkts (engl. state of the product being designed) und des Zustands des Design-Prozesses (engl. state of the design context), abhängig vom jeweiligen Zeitpunkt.

Der *Zustand der Entwicklung* ist ein Wertesatz von Eigenschaften, die ein Produkt zu einem bestimmten Zeitpunkt beschreiben. Der *Zustand des Entwicklungsprozesses* ist definiert als Wertesatz von Eigenschaften, die den Entwicklungsprozess zu einem bestimmten Zeitpunkt beschreiben. Der *Zustand des Designkontexts schließlich* wird als Wertesatz von allen Faktoren, die die Eigenschaften des zu entwickelnden Produkts und Entwicklungsprozesses während eines bestimmten Zeitpunkts beeinflussen können. (Reymen, 2001, S. 46 ff. und S. 149 ff.)

Modell der Konstruktionspraxis nach Badke-Schaub & Frankenberger (2004)

Badke-Schaub & Frankenberger (2004) entwickelten bei ihrer Forschung zu Gruppenarbeiten in Konstruktionsprojekten ein Modell der Konstruktionspraxis (Ponn, 2007, S. 47). Diese Forschungsarbeit war eine Zusammenarbeit zwischen Psychologen und Maschinenbauingenieuren. In dieser wurde die tägliche Arbeit von Entwicklern und deren Arbeitsweisen untersucht. Bei dieser Arbeit wurden die Zusammenhänge des Konstruktionsprozesses, d. h. Aufgabenstellung, Konstruktionsprozess und Ergebnisse, sowie die Einflüsse des Individuums und der Gruppe auf diesen Prozess und die dazugehörigen Rahmenbedingungen untersucht. Im Fokus der Untersuchungen waren kritische Situationen. Als *kritisch* werden in diesem Zusammenhang Situationen bezeichnet, in denen der Konstruktionsprozess entscheidend geprägt wird, in positiver wie negativer Weise (Frankenberger, 1997, S. 83, Ponn, 2007, S. 47). Eine kritische Situation hat vier Dimensionen (Badke-Schaub & Frankenberger, 2004, S. 4):

- Auswirkung
- Situationsbewusstsein
- Wirksamkeit
- Planbarkeit

Mit dem *Modell der Konstruktionspraxis* werden die Zusammenhänge der einzelnen Einflussfaktoren der Modellelemente als Wirkgefüge dargestellt (siehe Anhang A3, Abbildung 10-7). Die Einflussfaktoren werden dem Konstruktionsprozess, den Einflüssen des Individuums und der Gruppe und den Rahmenbedingungen zugeordnet. Im Wirkgefüge wird der Zusammenhang der Einflussfaktoren durch Relationen dargestellt. Pfeile symbolisieren diese Relationen. Die Ausprägungen der Relationen werden mit „+“ (je mehr bzw. desto mehr) und „-“ (je weniger bzw. desto weniger) gekennzeichnet.

Mit diesem Modell haben Badke-Schaub & Frankenberger (2004) kritische Situationen dokumentiert, analysiert und kategorisiert. Dadurch konnten Ursachen für Erfolge und Misserfolge von kritischen Situationen identifiziert werden. „Diese bilden das Fundament der Definition von Maßnahmen für das Management Kritischer Situationen“ (Ponn, 2007, S. 47).

Modell zur Darstellung von Entwicklungsprozessen nach Demers (2000)

Demers (2000, S. 77 ff.) entwickelte eine Methode zur dynamischen Planung und Steuerung von Produktentwicklungsprozessen, die auf dem *3-Ebenen-Modell* von Giapoulis (1998) und der Methode *Problemformulierung* aus TRIZ basiert. Ziel des Modells ist es, die ganzheitliche Analyse von Entwicklungssituationen auf Führungs-, Team- und Bearbeiterenebene zu ermöglichen. Des Weiteren ist sie an die *Structured Analysis and Design Technique* (SADT) und die *Architecture of Integrated Information Systems* (ARIS) angelehnt (Scheer, 1999; Ross, 1977). Ein wesentlicher Bestandteil dieser Methode ist ein Modell zur Darstellung von Entwicklungsprozessen. Das Modell stellt Entwicklungsprozesse als Kausalketten dar. Mithilfe dieser Ketten sollen Entscheidungen an wichtigen und kritischen Punkten systematisch vorbereitet und die operative und strategische Planung unterstützt werden. Bei diesem Modell werden ebenso die Zeitpunkte *Vergangenheit*, *Gegenwart* und *Zukunft* betrachtet.

Das Modell besteht aus *Aktivitäten*, *Ein-/Ausgangsgrößen*, *Steuergrößen*, *Ressourcen* und *Verknüpfungen*. *Aktivitäten* stellen dabei die Handlungen von Menschen, z. B. des Entwicklers, dar. *Ein-/Ausgangsgrößen* sind Umsatzprodukte von Aktivitäten. Aktivitäten benötigen Eingangsgrößen und erzeugen Ausgangsgrößen. *Steuergrößen* lösen Aktivitäten aus oder koordinieren diese. *Ressourcen* fassen Personal- und Sachmittel sowie Hilfsmittel und Methoden zusammen und werden von Aktivitäten benötigt. Die kausalen Zusammenhänge der Modellelemente entstehen durch vier Arten von *Verknüpfungen*: *wird benötigt für*, *löst aus*, *verursacht* und *verhindert/behindert*. Ein Modell nach Demers (2000) ist in Abbildung 10-8 im Anhang A3 dargestellt. Diese zeigt ein Modell zur Planung und Einordnung eines Berechnungsprozesses (Demers, 2000, S. 161).

Function-Behaviour-Structure-Rahmenwerk nach Gero (1990)

Das *Function-Behaviour-Structure* (FBS) *Rahmenwerk* nach Gero (1990) ist ein Modell des Entwicklungsprozesses. Dieses stellt den Entwicklungsprozess als die Verknüpfung von Zuständen dar. Im Mittelpunkt dieses Modells stehen drei Variablen. *Funktionsvariablen* (engl. function variables) beschreiben die Teleologie¹⁶ des Objekts. *Verhaltensvariablen*¹⁷ (engl. behaviour variables) beschreiben die Merkmale, die von der Struktur abgeleitet oder erwartet werden. *Strukturvariablen* (engl. structure variables) beschreiben die Komponenten und ihre Beziehungen zueinander. Bezogen auf das zu entwickelnde Objekt beantworten diese Variablen die Fragen:

- Wofür ist es? (Funktionsvariablen)
- Was macht es? (Verhaltensvariablen)
- Was ist es? (Strukturvariablen)

Das FBS-Rahmenwerk verknüpft diese drei Variablen über Veränderungsprozesse. Diese Prozesse überführen die geplante Funktion in eine Beschreibung des Designs (engl. design description). Abbildung 10-9 im Anhang A3 zeigt das Rahmenwerk mit den acht Prozessschritten: Formulierung (Prozessschritt 1), Synthese (Prozessschritt 2), Analyse (Prozessschritt 3), Evaluation (Prozessschritt 4), Dokumentation (Prozessschritt 5) sowie Änderungen der Struktur (Prozessschritt 6), des Verhaltens (Prozessschritt 7) und der Funktion (Prozessschritt 8).

Aufbauend auf dem FBS-Rahmenwerk leiten Gero & Kannengiesser (2004) das *situative FBS-Rahmenwerk* (engl. situated FBS framework) ab. Mit diesem Modell stellen sie den dynamischen Kontext des Entwicklungsprozesses dar. Diese Dynamik (engl. situatedness) beschreiben sie als das Zusammenspiel zwischen externer, interpretierter und erwarteter Welt. In diesen drei Welten wird der Entwicklungsprozess als Zusammenspiel der Variablen *Funktion*, *Verhalten* und *Struktur* um Anforderungen ergänzt dargestellt (siehe Anhang A3, Abbildung 10-10).

Kausalmodell für Projektfehler nach Gericke (2011)

In seiner Dissertation *Enhancing Project Robustness: A Risk Management Perspective* erforschte Gericke (2011) Produktentwicklungsprojekte. Ziel der Arbeit war der Verständnis- und Aufbau von robusten Projekten. Im Mittelpunkt der Betrachtungen standen Projektrisiken und die Annahme, dass „Unternehmen, die Risiken präventiv oder proaktiv behandeln, mit größerer Wahrscheinlichkeit ihre Projekte erfolgreich beenden (...)“ (Gericke, 2011, S. V). Um Projektfehler (engl. project failure) und Risikobehandlungsstrategien (engl. risk treatment strategies) zu verknüpfen, modelliert Gericke Projektfehler und deren Konsequenzen als

¹⁶ Auffassung, nach der Ereignisse oder Entwicklungen durch bestimmte Zwecke oder ideale Endzustände im Voraus bestimmt sind und sich darauf zubewegen (Dudenverlag, 2017f).

¹⁷ Es werden zwei Arten von Verhalten unterschieden: Das erwartete Verhalten (engl. expected behaviour, Be) und das wirkliche Verhalten (engl. actual behaviour, Bs).

Kausalketten (siehe Anhang A3, Abbildung 10-11). In diesem Modell verursacht ein Projektfehler eine oder mehrere Konsequenzen für das Projekt. Das Projektrisiko (engl. project risk) beschreibt die Wahrscheinlichkeit eines Projektfehlers. Dabei besteht ein Projektrisiko aus Ursache (engl. cause) und Effekt (engl. effect). Die Ursachen können im Produkt, im Projekt oder dem Stakeholder begründet sein. Der Effekt ist untergliedert in ein Ereignis (engl. event), das eine Auswirkung zu einem bestimmten Zeitpunkt (engl. impact(*t*)) verursacht. Dabei kann es mehrere Kausalketten geben, die einen oder mehrere Projektfehler bewirken. Ziel dieses Modells ist es, präventive, proaktive und reaktive Risikobehandlungsstrategien den Ursachen, dem Ereignis und der Auswirkung zuzuordnen.

3.2.3 Bewertende Zusammenfassung und Ableitung des Krisenmodells

Das folgende Fazit fasst die Literatur- (Unterkapitel 3.1.1) und Modellrecherche (Unterkapitel 3.2) zusammen, um in den folgenden Unterkapiteln die Entwicklungssituation *Krise* detailliert zu beschreiben.

Bei der Recherche von Entwicklungssituationsmodellen konnte kein Modell zur Beschreibung der Entwicklungssituation *Krise* ermittelt werden. Um die Literatur zu Krisen aus anderen Forschungsbereichen für die Produktentwicklung nutzbar zu machen, wird deshalb ein Beschreibungsmodell der Entwicklungssituation *Krise* benötigt. Dieses wird im Folgenden durch eine Analyse der fünf vorgestellten Entwicklungssituationsmodelle entwickelt. Ergebnis ist das Krisenmodell für die Produktentwicklung. Die Gegenüberstellung der fünf Modelle von Reymen (2001), Badke-Schaub & Frankenberger (2004), Demers (2000), Gero & Kannengiesser (2004) und Gericke (2011) zeigt **zwei wesentliche Unterschiede** der Modelle auf.

Erstens beschreiben die betrachteten Modelle unterschiedliche Originale. Auf der einen Seite werden allgemeine Entwicklungssituationen und Entwicklungsprozesse betrachtet, auf der anderen Seite detaillierte Situationen, wie kritische Situationen oder Projektfehler. Einher mit den unterschiedlichen Originalen gehen unterschiedliche Spezifitätsebenen. Dabei reicht das Spektrum von der Beschreibung allgemeiner Entwicklungssituationen, wie bei Reymen (2001), bis hin zur detaillierten Beschreibung von konkreten Situationen oder Ergebnissen, wie kritischen Situationen (Badke-Schaub & Frankenberger, 2004) oder Projektfehlern (Gericke, 2011).

Tabelle 3-5: Übersicht und Gegenüberstellung der identifizierten Entwicklungssituationsmodelle

Autor(en)	Original	Modellierungselemente	Spezifität
Reymen (2001)	allgemeine Entwicklungssituation	Zustand, Aktivität, Eigenschaften, Relationen	allgemeingültig
Badke-Schaub & Frankenberger (2004)	kritische Situationen	Modellelemente, Einflussfaktoren, Relationen	hochgradig spezifisch
Demers (2000)	Entwicklungsprozess	aus Aktivitäten, Ein-/ Ausgangsgrößen, Steuergrößen, Ressourcen, Verknüpfungen	spezifisch
Gero & Kannengiesser (2004)	Entwicklungsprozess	Variablen, Relationen	allgemeingültig
Gericke (2011)	Projektfehler	Kausalketten: Ursache, Wirkung, Relation	hochgradig spezifisch

Zweitens verwenden die Modelle unterschiedliche Modellierungselemente, wie Zustand, Aktivität, Einflussfaktoren, Verknüpfungen oder Relationen. Tabelle 3-5 fasst die Unterschiede der Modelle zusammen und listet die Modellierungselemente sowie die Spezifität der einzelnen Modelle auf.

Die Analyse zeigt aber auch **zwei zentrale Gemeinsamkeiten** der Modelle auf: Dreiteilung und graphenbasierte Ansätze. Da diese sich bei den vorgestellten Modellierungen bewährt haben, sollen diese die Grundlage für das Krisenmodell sein.

Erstens haben die betrachteten Modelle eine Dreiteilung. Es gibt einen *Ausgangszustand*, eine *Änderung des Zustands* und einen *Endzustand*. Bei Reymen (2001, S. 56) geschieht diese Dreiteilung auf zeitlicher Ebene in *Designsituation bei $t(i)$* (engl. design situation at $t(i)$), *Designaktivitäten der Designaufgabe* (engl. design activities of a design task) und *Design Situation bei $t(i + 1)$* (engl. design situation at $t(i + 1)$). Bei Badke-Schaub & Frankenberger (2004) gliedert sich das Modell auf Prozessebene in *Aufgabenstellung*, *Konstruktionsprozess* und *Ergebnis*. Bei Demers (2000) auf Aktivitätenebene *Eingangsgröße*, *Aktivität* und *Ausgangsgröße*. Bei Gero & Kannengiesser (2004) ergibt sich diese Dreiteilung des Entwicklungsprozesses durch die drei Designobjekte *Funktion* (engl. function), *Verhalten* (engl. behaviour) und *Struktur* (engl. structure). Bei Gericke (2011) wird die Situation auf der Ereignissebene in *Ursache* (engl. cause), *Effekt* (engl. effect) und *Konsequenz* (engl. consequence) unterteilt.

Diese Dreiteilung entspricht der wirkungsorientierten Systembetrachtung des *Systems Engineering* von Ursache-Wirkungs-Beziehungen bzw. Input-Output-Beziehungen nach Haberfellner et al. (2015, S. 38) und Haberfellner & Daenzer (2002, S. 10). **Deshalb wird in dieser Arbeit eine Entwicklungssituation als System von Eingangs- und Ausgangsgrößen, die über eine Übergangsfunktion verknüpft sind, verstanden.** Es ergeben sich die drei Krisenmodellelemente:

- Input → (Krisen-)Ursachen
- Übergangsfunktion → (Krisen-)Prozess
- Output → (Krisen-)Auswirkungen

Die Krisenursachen beschreiben die Auslöser einer Krise. Dabei können eine oder mehrere Ursachen eine Krise verursachen. Können die Ursachen nicht eingedämmt bzw. gelöst werden, startet der Krisenprozess. Gemäß der *Systems-Engineering-Philosophie* beschreibt der Krisenprozess eine Übergangsfunktion von den Inputs zu den Outputs. Dieser Prozess beschreibt den Ablauf einer Krise und entscheidet dabei, ob eine Krise erfolgreich bewältigt wird. Am Ende dieser Wirkkette stehen die Krisenauswirkungen, die den Ausgang der Entwicklungssituation beschreiben.

Zweitens verwenden die Autoren graphenbasierte Ansätze¹⁸, um die Elemente von Entwicklungssituationen darzustellen. Dies bedeutet die grafische Darstellung einer Situation mithilfe von *Elementen* (Knoten) und *Relationen* (Kanten). In den jeweiligen Modellen werden die Relationen weiter spezifiziert, wie bei Badke-Schaub & Frankenberger (2004) durch

¹⁸ Entsprechend Haberfellner et al. (2015, S. 42).

Kennzeichnung der In- und Outputs. Bei anderen Autoren werden die Elemente durch Merkmale spezifiziert, wie bei Gero (1990) oder Demers (2000). Auch diese Gemeinsamkeit wird für das Krisenmodell verwendet. Dementsprechend werden die Krisenursachen und -auswirkungen als Knoten dargestellt, der Krisenprozess dagegen als Kante. Daraus ergibt sich das graphische Krisenmodell für die Produktentwicklung in Abbildung 3-7.

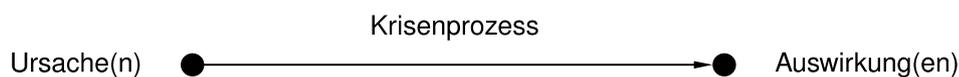


Abbildung 3-7: Krisenmodell zur Beschreibung von Krisen in der Produktentwicklung

Das Krisenmodell vereinfacht die komplexen Zusammenhänge von Krisen und erlaubt dadurch die strukturierte Beschreibung der Situation. Die einzelnen Elemente des Modells können aber auch miteinander verknüpft werden, um die multikausalen Zusammenhänge von Krisen darzustellen. Diese Verknüpfung wird in der Reflexion in Unterkapitel 9.2 weiter ausgeführt.

Mit dem entwickelten Krisenmodell für die Produktentwicklung wird im folgenden Unterkapitel die Entwicklungssituation Krise detailliert erläutert. Entsprechend der Zusammenfassung der Literaturrecherche (siehe Abbildung 3-2 in Unterkapitel 3.1.1) werden Krisen anhand der Literatur über Krisen in Unternehmen und Projekten beschrieben.

3.3 Beschreibung von Krisen anhand des Krisenmodells

Mit den Grundlagen aus den vorherigen Unterkapiteln 3.1 und 3.2 wird die Entwicklungssituation *Krise* in den folgenden Unterkapiteln detailliert beschrieben. Die Beschreibung folgt dem Krisenmodell. Entsprechend dessen Aufbau werden nacheinander die drei Elemente *Krisenursachen*, *Krisenprozess* und *Krisenauswirkungen* vorgestellt.

3.3.1 Krisenursachen

Das erste Element des Krisenmodells, die *Krisenursachen*, beschreibt grundsätzlich Vorgänge und Geschehnisse, die eine Situation bewirken.¹⁹ Ursachen stehen am Anfang der Wirkungskette von Krisen und sind deren Auslöser.

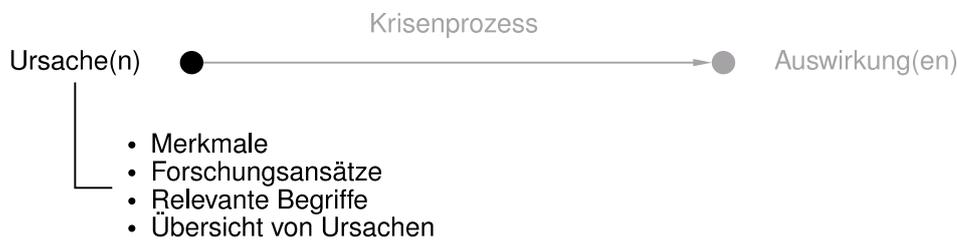


Abbildung 3-8: Themen von Krisenursachen, die in diesem Abschnitt beschrieben werden

Abbildung 3-8 listet die Themen dieses Unterkapitels auf. Einleitend werden die Merkmale von Krisenursachen sowie Forschungsansätze zur Ermittlung von Krisenursachen dargestellt. Aufbauend auf diesen werden die Begriffe *Risiko*, *Störung* und *Konflikt* eingeführt, die bei Nichtbewältigung der Situation zu Krisen und schließlich zu Katastrophen führen können. Nach diesen allgemeinen Beschreibungen von Krisenursachen wird speziell auf Krisenursachen in Unternehmen eingegangen. Aus diesen Ursachen leiten sich die Ursachen für Krisen in der Produktentwicklung ab. Abschließend werden Indikatoren für Unternehmenskrisen dargestellt.

Merkmale und Ursachenforschung

Krisenursachen sind komplex. Dies zeigt sich vor allem an ihren drei wesentlichen Merkmalen, die Federowski (2009, S. 58) ermittelt hat:

- Multikausalität: Es wirken mehrere Krisenursachen zusammen.
- Mehrstufigkeit: Es gibt mehrere Stufen von Ursachen-Wirkungs-Konstellationen.
- Multilokalität: An mehreren Entstehungsorten wirken Einflussfaktoren innerhalb und außerhalb des Unternehmens.

Die genannten Merkmale führen dazu, dass die Ursachen nur schwer identifizierbar sind. Ebenso führt diese Komplexität dazu, dass „(...) es bis heute keinem Forschungsansatz gelungen ist, eine allgemeingültige Theorie zu den Ursachen von Unternehmenskrisen zu entwickeln“ (Liebig, 2010, S. 23). Um Krisen zu identifizieren, gibt es zwei Forschungsansätze:

¹⁹ Diese Beschreibung ist angelehnt an die Definition der Begriffe *Ursache* und *Zustand* von Dudenverlag (2017g, 2017b).

Quantitative und qualitative Krisenursachenforschung. In der quantitativen Krisenursachenforschung werden statistisch leicht erfassbare Daten insolventer Unternehmen untersucht, wie z. B. Branchenzugehörigkeit, Rechtsform und Unternehmensgröße oder -alter. Die qualitative Krisenursachenforschung wertet zum einen Umfragen unter Insolvenzverwaltern und Unternehmensberatern aus und verwendet zum anderen unternehmensspezifische Krisenberichte. Dadurch wird in der qualitativen Krisenursachenforschung versucht, generell gültige Hinweise auf Krisenursachen abzuleiten. (Krystek, 2007, S. 41)

Wegen der höheren Aussagekraft gegenüber der quantitativen Krisenursachenforschung wird die qualitative Krisenursachenforschung bevorzugt (Grethe, 2010, S. 24). Neben diesen beiden Ansätzen beschreibt Richter (2007, S. 15) weitere bedeutende theoretische Ansätze für die Krisenforschung:

- (Sozial-)Psychologische Konzepte, die Krisen vordergründig mit persönlichen Defiziten des Managers begründen.
- Lebenszykluskonzepte, die den falschen Umgang der Unternehmensleitung mit Schlüsselereignissen im Lebenszyklus eines Unternehmens als Krisenursache betrachten.
- Situative Konzepte des (organisatorischen) Wandels, bei denen die Unternehmensleitung auf externe Ereignisse unfähig reagiert oder richtige organisatorische Anpassungen nicht vornimmt.
- Chaostheoretische Konzepte, die Krisen durch das Zusammentreffen mehrerer Einzelursachen und das Unvermögen, diese rechtzeitig zu erkennen und zu durchbrechen, erklären.

Risiko, Störung und Konflikt

Die Begriffe *Risiko*, *Störung* und *Konflikt* sind bei der Behandlung von Krisenursachen relevant. Sie beschreiben die Herkunft von Krisen auf Aufgaben- (*Risiko*) und Systemebene (*Störung*) sowie menschlicher Ebene (*Konflikt*).

Risiken können allgemein als Wahrscheinlichkeit oder Gefahr der Zielverfehlung bzw. der Nichterreicherung von gesetzten Zielen bezeichnet werden. Daraus ergibt sich eine besonders enge Verbindung zwischen Unternehmenskrisen und Risiken. Bestandsgefährdende Risiken, die bei ihrem Eintritt eine drohende Überschuldung oder Illiquidität verursachen, führen dabei zwingend zu Unternehmenskrisen. Diese Risiken können mit den wesentlichen Risiken gleichgesetzt werden, die sich durch einen großen negativen Einfluss auf die Vermögens-, Finanz-, und Ertragslage des Unternehmens auszeichnen. Daneben gibt es relevante Risiken, sogenannte Schwerpunktrisiken, die sich zu wesentlichen oder bestandsgefährdenden Risiken weiterentwickeln können. Davon werden die unwesentlichen Risiken abgegrenzt, die im Sinne von Detailrisiken als krisenfreie Risiken betrachtet werden. (Krystek, 2007, S. 30)

Im Gegensatz zum *Risiko* ist in einer *Krise* die Gefahr real vorhanden und negativ auffällig (Thießen, 2014, S. 159).

*Störungen*²⁰ sind Dysfunktionalitäten im Bereich des Sachpotenzials von Unternehmen, wie z. B. bei Maschinen, Gebäuden und Informationssystemen. Sie beeinträchtigen die Funktionalität von Systemen, sind aber im Geschäftsbetrieb unvermeidbar. Betreffen Störungen wichtige Systeme des Unternehmens oder haben sie schwerwiegende Folgen für das Unternehmen, können Störungen krisenträchtige Prozesse auslösen. (Krystek, 2007, S. 29)

Konflikte sind in diesem Zusammenhang latente oder manifeste Gegensätzlichkeiten in den Beziehungen zwischen Personen. Ein Konfliktpotenzial kann zwischen allen Personen und Gruppen bestehen, die direkt oder indirekt mit dem Unternehmen in Verbindung stehen und deren Gegensätzlichkeiten in ihren Wirkungen das Unternehmen betreffen. Unternehmenskrisen sind mögliche Folgen von Konflikten, vorausgesetzt diese Konflikte sind nicht vermeidbar, können nicht durch einen Interessensausgleich gelöst werden und betreffen überlebensrelevante Ziele. (Krystek, 2007, 28 f.)

Nach Krystek (2007) können *Störungen* und *Konflikte* bei Nichtbewältigung direkt zu Katastrophen führen. Die Zusammenhänge der drei Dimensionen, *Störung*, *Risiko* und *Konflikt*, sind in Abbildung 3-9 dargestellt.

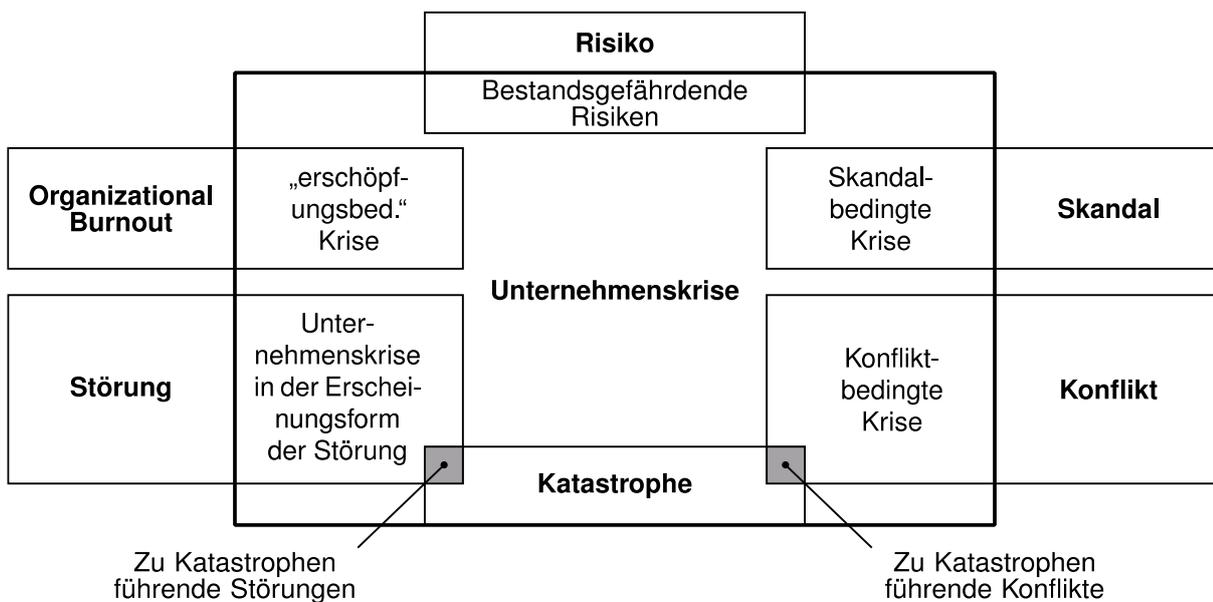


Abbildung 3-9: Zusammenhang von Störung, Risiko und Konflikt bei Unternehmenskrisen nach Krystek (2007, S. 28)

²⁰ Zu beachten ist die abweichende Definition des Begriffs *Störung* von Badke-Schaub & Frankenberger (2004): „Eine Störung können wir allgemein als ein nicht selbst verursachtes Ereignis verstehen, das eine Handlung behindert, unterbricht oder in irgendeiner Weise das Handeln gegen die aktuelle Zielorientierung des Handelnden beeinflusst“ (Badke-Schaub & Frankenberger 2004, S. 226).

Übersicht von Krisenursachen

Aufbauend auf der Begriffsklärung sowie den Forschungsansätzen werden in diesem Abschnitt die ermittelten Krisenursachen vorgestellt. Dabei werden zwei Kategorien von Krisenursachen betrachtet:

- (unternehmens-)externe (exogene) Ursachen
- (unternehmens-)interne (endogene) Ursachen

Diese Kategorien unterteilen Krisenursachen aus der Sicht eines Unternehmens. Unternehmensinterne Ursachen können vom Unternehmen selbst beeinflusst oder ausgelöst werden, wohingegen unternehmensexterne Ursachen vom Unternehmen nicht beeinflussbar sind. Die folgenden Tabellen (Tabelle 3-6 bis Tabelle 3-8) listen die in der Literatur identifizierten Ursachen auf.

Tabelle 3-6 gibt einen Überblick über Krisenursachen, die von Töpfer (1999) und Horst (2000) identifiziert wurden. Im Gegensatz zu anderen Autoren unterteilen sie Krisenursachen nicht weiter. Die aufgelisteten Ursachen reichen von internen Ursachen, wie Managementfehlern, bis hin zu externen Ursachen, wie Nichtverfügbarkeit von Ressourcen.

Tabelle 3-6: Nichtkategorisierte Krisenursachen nach Töpfer (1999) und Horst (2000)

Ursache	Quelle
<ul style="list-style-type: none"> • Managementfehler • Produktfehler • Fehler in der Wertschöpfungskette • Kriminelle/bewusste Anschläge auf das Unternehmen bzw. seine Produkte • Verkettung unglücklicher Umstände 	Töpfer (1999, S. 17)
<ul style="list-style-type: none"> • Führungs- und Managementfehler • Absatzprobleme • Allgemeine Branchenkrise bzw. negative konjunkturelle Entwicklung • Diskontinuitäten im Unternehmensumfeld: strukturelle/politische Veränderungen • Finanzierungsprobleme, zu geringe Eigenkapitalausstattung, Konkurs (auch von Entwicklungspartnern) • Technische Probleme, Mängel oder Unfälle • Unmöglichkeit einer Aufgabenstellung • Fehlende Problemlösungskompetenz • Nichtverfügbarkeit dringend erforderlicher Ressourcen, Lieferantenausfall, Ausscheiden von Mitarbeitern 	Horst (2000, S. 11)

Eine genauere Unterteilung von internen Krisenursachen führt Neubauer (2010) ein. Er identifiziert drei Arten von internen Ursachen: *Organisatorische Probleme*, *Probleme mit der Aufgabendefinition* und *Handlungsdefizite*. Diese sind mit Beispielen in Tabelle 3-7 aufgelistet.

Tabelle 3-7: Interne Krisenursachen nach Neubauer (2010, S. 32 f.)

Art	Ursache
Organisatorische Probleme	• fehlerhafte Projektkalkulation
	• unlösbare Aufgabenstellung aufgrund mangelnden Know-hows
	• Terminverzögerungen aufgrund zu komplexer Lösungen
	• Nichteinhalten zugesagter Leistungen
Probleme mit der Aufgabendefinition	• übersteigerte Leistungsanforderungen des Kunden
	• sich ändernde Aufgabenstellung aufgrund von Kundenwünschen
	• unklare Definition des Leistungsumfanges
Handlungsdefizite	• fehlende fachliche Kompetenz
	• mangelnde Erfahrung des Mitarbeiters/des Projektmanagers
	• fehlende Beratung

Weiter unterscheidet Neubauer (2010), wie auch Krystek (1981), unternehmensexterne Ursachen. Diese lassen sich allgemein in umweltbedingte und politische Ursachen unterteilen. Externe Ursachen lassen sich dabei von Unternehmen nicht beeinflussen. Tabelle 3-8 listet die identifizierten externen Krisenursachen auf.

Tabelle 3-8: Externe Krisenursachen nach Neubauer (2010) und Krystek (1981)

Externe Ursachen	Quelle
• sich ändernde Gesetze, Standards oder Technologien während der Projektlaufzeit	Neubauer (2010, S. 32)
• Verknappung von Rohstoffen	
• soziopolitische Umbrüche	
• Katastrophen, Kriege, ...	Krystek (1981, S. 23)

Eine weitere Untersuchung zu Krisenursachen führten Hauschildt et al. (2006) durch. In einer Studie von 53 kritischen Unternehmensreportagen im *Manager Magazin* haben sie die zehn häufigsten Krisenursachen identifiziert. Diese sind in Tabelle 3-9 aufgeführt (Thießen, 2014, S. 38 f.). Sie identifizierten vier Gruppen von Ursachen: *personengeprägte*, *institutionelle*, *operative* und *weitere Krisenursachen*. Mit 27,5 % ist Führungsmangel die häufigste Krisenursache. Auf diese Ursache folgen der Absatzbereich (12,2 %) und strategische Probleme (9,9 %).

Tabelle 3-9: Die zehn häufigste Krisenursachen nach Hauschildt et al. (2006, S. 6)

Krisenursachen	Relative Häufigkeit des Auftretens in %
Personengeprägte Ursachen	
• Führungsmangel	27,5
• Unfähigkeit/Unerfahrenheit	5,0
Institutionelle Krisenursachen	
• Strategische Probleme	9,9
• Organisation	6,9
• Beziehung zu den Arbeitnehmern	5,7

Fortsetzung nächste Seite

Zehn häufigste Krisenursachen nach Hauschildt et al. (2006, S. 6) (Fortsetzung Tabelle 3-9)

Krisenursachen	Relative Häufigkeit des Auftretens in %
Operative Ursachen	
• Absatzbereich	12,2
• Investitions- und F&E-Bereich	3,9
• Produktion und Logistik	3,9
Weitere Ursachen	
• Marktbedingungen	4,1
• Marktentwicklung	3,3

Indikatoren von Krisen

Wie die vorangegangenen Beschreibungen zeigen, sind die Ursachen für Krisen vielfältig. Diese Vielfältigkeit macht es für Unternehmen schwer, Krisen hervorzusehen. Es gibt aber Indikatoren, die den Beteiligten ermöglichen, Krisen frühzeitig zu identifizieren. Ein Indikator ist „etwas (Umstand, Merkmal), was als (statistisch verwertbares) Anzeichen für eine bestimmte Entwicklung, einen eingetretenen Zustand o. Ä. dient“ (Dudenverlag, 2017c). In der Literaturrecherche konnten 16 Indikatoren identifiziert werden. Diese wurden in die Gruppen *objektive*, *subjektive*, *fachspezifische* und *soziologische* Indikatoren eingeteilt. Tabelle 3-10 zeigt diese Indikatoren mit den dazugehörigen Quellen. Im anschließenden Unterkapitel folgt die Beschreibung von Krisenprozessen.

Tabelle 3-10: Indikatoren für Krisen

Cluster	Indikator	Quelle
Objektiv	• Meilensteine werden nicht eingehalten	Espich (2004, S. 48)
	• Budgetvorgaben werden überschritten	
	• Projektlaufzeit muss verlängert werden	
	• Aktivitäten verharren auf einem Fertigstellungsgrad von 90 %	
Subjektiv	• Vorgänge müssen während der Projektlaufzeit hinzugefügt werden	Lindemann (2009, S. 225)
	• Überraschend unerwartete oder unerwünschte Ergebnisse	
	• Es gibt keine Erfahrungen/Lösungsalgorithmen für das Problem	Töpfer (1999, S. 17)
	• Bewährte Strategien und Mechanismen reichen nicht mehr aus	Espich (2004, S. 6)
Fachspezifisch	• Situation erscheint Beteiligten unlösbar	Espich (2004, S. 6)
	• Entscheidende Ziele können nicht erreicht werden	
	• Komplexe Probleme mit hohem Handlungsdruck liegen vor	Töpfer (1999, S. 17)
	• Es herrscht Überforderung auf allen Ebenen	

Fortsetzung nächste Seite

Indikatoren für Krisen (Fortsetzung Tabelle 3-10)

Cluster	Indikator	Quelle
Soziologisch	• Innen- und Außenbeziehungen sind gestört	Espich (2004, S. 6)
	• Bewältigungsstrategien mit innerer Umstrukturierung gefordert	
	• Es gibt Orientierungsdefizite auf allen Ebenen	Töpfer (1999, S. 17)
	• Es herrscht ein Lähmungszustand	

3.3.2 Krisenprozesse

Können die Ursachen von Krisen nicht rechtzeitig identifiziert und eingedämmt werden, startet der *Krisenprozess*. In diesem Unterkapitel werden unterschiedliche Krisenprozesse aus der Literatur betrachtet (siehe Abbildung 3-10).

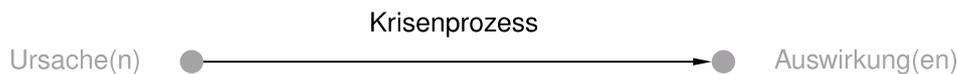


Abbildung 3-10: Thema des Unterkapitels Krisenprozesse

Verschiedene Autoren betrachten den Krisenprozess aus unterschiedlichen Perspektiven. In den folgenden Beschreibungen werden typische Krisenprozesse vorgestellt. Bei den identifizierten Krisenprozessen werden hauptsächlich unterschiedliche Parameter über den zeitlichen Verlauf der Krise betrachtet. Zu beachten ist: Krisenprozesse verlaufen zeitlich unterschiedlich lang. In extremen Situationen weisen langandauernde Krisen eine sehr langsame Beschleunigung des Krisenprozesses auf. Krisenprozesse können aber auch schlagartig eintreten. (Berg & Treffert, 1979, S. 460)

Einleitend werden zwei Betrachtungsperspektiven nach Hutzschenreuter & Griess-Nega (2006, S. 24) präsentiert. Sie unterteilen den Krisenprozess in die *finanz- und erfolgswirtschaftliche Perspektive* sowie die *Wahrnehmungsperspektive*. Der finanz- und erfolgswirtschaftliche Krisenprozess unterteilt sich in strategische Krise, operative Krise und Finanz-/Illiquiditätskrise. Bei dieser Perspektive steht die Verschuldung eines Unternehmens im Mittelpunkt. In der strategischen Krise ist ein Unternehmen noch zahlungsfähig. Während des Verlaufes einer Krise steigt die Verschuldung des Unternehmens bis zur Überschuldung und Zahlungsunfähigkeit (Katastrophe). Die Wahrnehmungsperspektive unterteilen Hutzschenreuter & Griess-Nega in *latente* und *manifeste Krise*. In dieser Perspektive wird die Wahrnehmung der Krise von den Mitarbeitern eines Unternehmens und Außenstehenden betrachtet. In der latenten Krise nehmen die Mitarbeiter eines Unternehmens die Krise selbst noch nicht wahr. Während des Krisenprozesses ändert sich die Perspektive hin zu einer manifesten Krise, diese ist auch für Außenstehende präsent (Hutzschenreuter & Griess-Nega, 2006, S. 24). Diese beiden Perspektiven zeigen, dass Krisen immer aus der Unternehmenssicht, aber auch aus der Sicht der Betroffenen bzw. Beteiligten betrachtet werden sollten. In den folgenden Abschnitten wird die Unternehmensperspektive fokussiert. Diese erlaubt eine generelle Beschreibung der Entwicklungssituation *Krise*, wohingegen die personenbezogene Sichtweise stark subjektiv ist.

Die weiteren Betrachtungsperspektiven sind: *positive* und *negative Situation* (Britt, 1973), *Überlebenschancen* (Pohl, 1977), *Auswirkungen* (Töpfer, 1999), *Image* (Apitz, 1987), *Handlungsdruck* und *-spielraum* (Müller, 1986), *Früherkennungsanforderung*, *Krisenvermeidungsanforderung*, *Intensität der destruktiven Wirkung*, *Krisenbewältigungsanforderungen*, *Krisenvermeidungs-/Krisenbewältigungspotenzial* und *Identifikationspotenzial* (Krystek, 1981; Hutzschenreuter & Griess-Nega, 2006) sowie *Unternehmenszustand* (Gareis, 1994).

Krisenprozess nach Britt (1973)

Britt (1973) unterteilt den Krisenprozess in drei Phasen (siehe Abbildung 3-11): *Phase der Fehlentwicklung* (Phase 1), *Krisenphase* (Phase 2) und *Bewältigungsphase* (Phase 3). Die Wahrnehmung der Situation wird über dem zeitlichen Verlauf der Krise dargestellt. Dabei kann eine Krise positiv oder negativ wahrgenommen werden. Britt beschreibt drei Krisenprozesse: *leichte* und *schwere Krise* sowie die *Katastrophe*.

In Phase 1 wird die Situation als positiv wahrgenommen, fällt jedoch ab in Richtung negativer Wahrnehmung. In Phase 2 ist die Wahrnehmung der Situation negativ. Im Worst-Case-Szenario, der Katastrophe, scheitert die Krisenbewältigung mit einer stark negativen Wahrnehmung und der Verlauf endet in der Krisenphase. Kann die Krise jedoch bewältigt werden, beginnt Phase 3, in der die Wahrnehmung der Situation wieder positiv ist. Zum Verlauf der Krisenprozesse nach Britt (1973) ist festzustellen, dass schwere Krisen bzw. Katastrophen eine größere Amplitude im Bereich der Wahrnehmung der Situation besitzen als leichte Krisen.

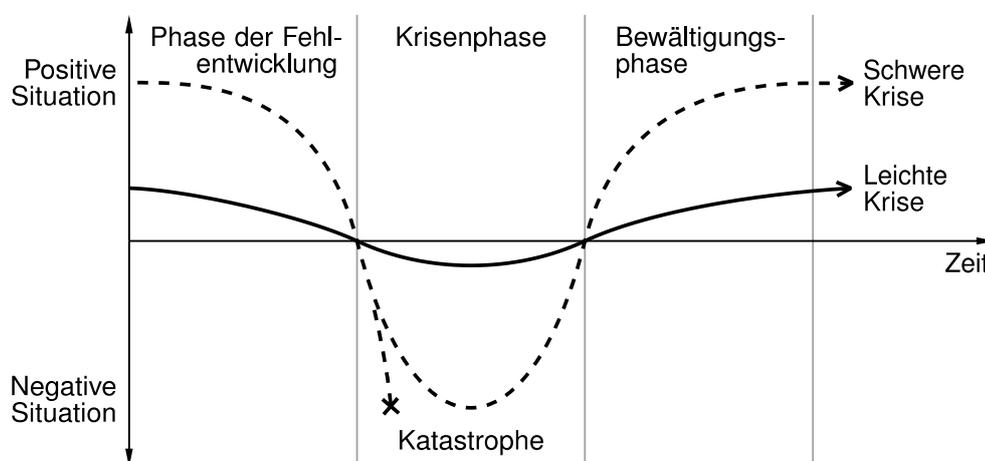


Abbildung 3-11: Krisenprozess nach Britt (1973)

Krisenprozess nach Töpfer (1999)

Töpfer (1999) differenziert drei Krisenprozesse (siehe Abbildung 3-12): *eruptive*, *schleichende* und *periodische Krise*. In diesen Prozessen betrachtet er die unerwünschte Abweichung vom Zielzustand über der Zeit²¹. Die Abweichung des Zielzustands unterteilt sich dabei in die drei Phasen der *tolerierbaren*, *nicht tolerierbaren* und *gravierenden Auswirkungen*.

²¹ Die horizontale Achse wird von Töpfer (1999) nicht explizit mit „Zeit“ beschriftet und wurde vom Autor ergänzt.

In einer eruptiven Krise werden die Phasen sehr schnell durchlaufen. Ist die Krise bewältigt, wird auch sehr schnell zu einer tolerierbaren Abweichung zurückgekehrt. Die schleichende Krise beginnt langsam, der Prozess verläuft abhängig von der Zeit exponentiell. Der Krisenprozess einer periodischen Krise ist geprägt von wechselnden Phasen der Abweichung und Beruhigung. Die Abweichung vom Zielzustand nimmt jedoch über die Zeit zu.

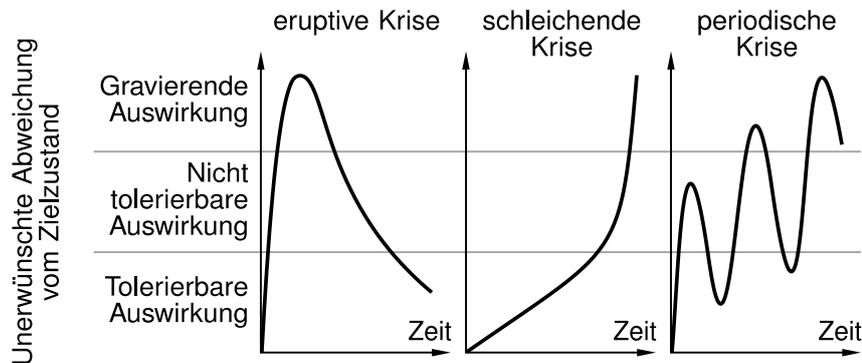


Abbildung 3-12: Krisenarten nach Töpfer (1999)²²

Krisenprozess nach Pohl (1977)

Pohl (1977) betrachtet drei Zustände im Krisenprozess (siehe Abbildung 3-13): *Anfang*, *Wendepunkt* und *Ende*. In diesem Krisenprozess werden die Überlebenschancen eines Unternehmens über die Zeit betrachtet. Der Krisenprozess startet mit hohen Überlebenschancen, die mit zunehmender Zeit abnehmen. Dieser Verlauf kennzeichnet den Anfang einer Unternehmenskrise. Im Verlauf der Krise nimmt der Gradient des Krisenverlaufs ab. Am Wendepunkt entscheidet sich der endgültige Verlauf der Krise. Es gibt zwei Möglichkeiten für das Ende des Krisenprozesses. Auf der einen Seite nehmen bei positiver Krisenbewältigung die Überlebenschancen des Unternehmens wieder zu und der Krisenverlauf kehrt zum Ausgangszustand zurück; die Krise wird erfolgreich bewältigt. Auf der anderen Seite nehmen die Überlebenschancen des Unternehmens weiter ab und es folgt die Katastrophe. Beide Zustände markieren das Ende des Krisenprozesses.

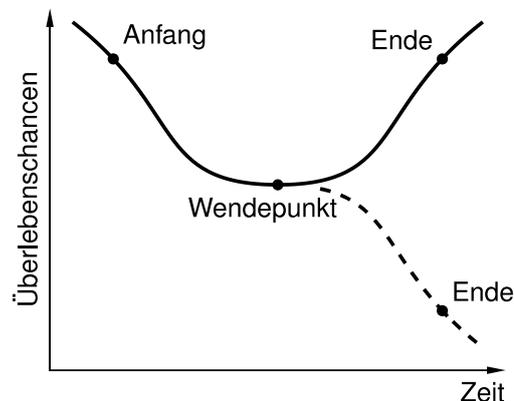


Abbildung 3-13: Krisenverlauf nach Pohl (1977)

²² Die horizontale Achse wird von Töpfer (1999) nicht explizit mit „Zeit“ beschriftet und wurde vom Autor ergänzt.

Krisenprozess nach Apitz (1987)

Apitz (1987) beschreibt zwei Arten von Krisenprozessen (siehe Abbildung 3-14): *Überraschungskrise* und *entwickelnde Krise*. Er betrachtet das Unternehmensimage über der Zeit. Das Unternehmensimage kann bei dieser Betrachtung positiv (+), neutral (0) oder negativ (-) sein.

Unabhängig von der Art startet der Prozess mit einem positiven Unternehmensimage. In der Krise nimmt das Image über die Zeit ab und wird sogar negativ wahrgenommen. Bei einer Überraschungskrise fällt das Unternehmensimage sehr schnell ab und wird negativ registriert. Bei einer sich entwickelnden Krise ist dieser Verlauf langsamer. Bei einer Überraschungskrise wird der Tiefpunkt der Wahrnehmung schneller als bei der sich entwickelnden Krise erreicht. Nach dem Tiefpunkt erholt sich das Image und kehrt in den positiven Bereich zurück. Eine Katastrophe wird bei Apitz (1987) nicht dargestellt.

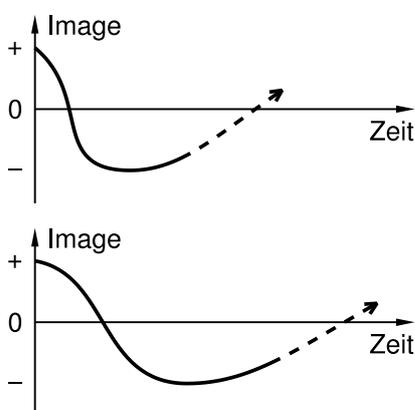
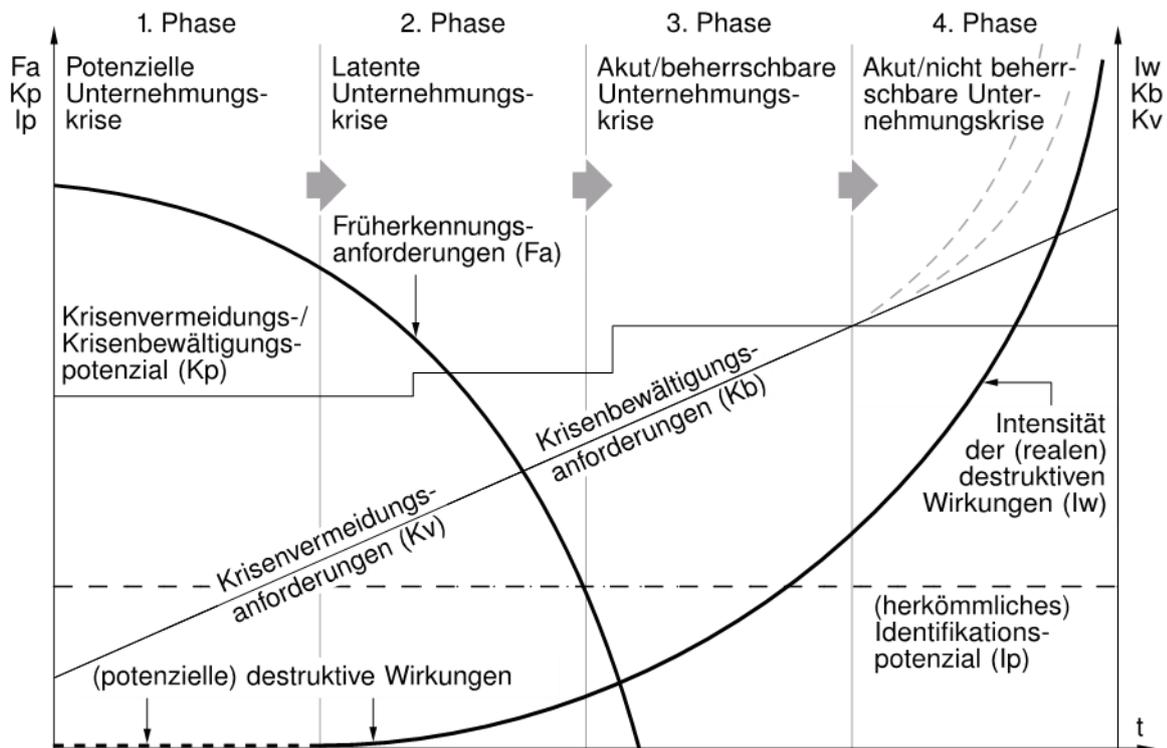


Abbildung 3-14: Verlauf des Imageschadens in einer Überraschungskrise (oben) und einer sich entwickelnden Krise (unten) nach Apitz (1987)

Krisenprozess nach Krystek in Hutzschenreuter & Griess-Nega (2006)

Der Krisenprozess nach Krystek (1981) und Hutzschenreuter & Griess-Nega (2006) ist in vier Phasen unterteilt (siehe Abbildung 3-15): *potentielle*, *latente*, *akut/beherrschbare* und *akut/nicht beherrschbare Krise*. In diesem Prozess werden unterschiedliche Kenngrößen über der Zeit betrachtet. Diese sind: *Früherkennungsanforderung*, *Krisenvermeidungsanforderung*, *Intensität der destruktiven Wirkung*, *Krisenbewältigungsanforderungen*, *Krisenvermeidungs-/Krisenbewältigungspotenzial* und *Identifikationspotenzial*. Aufgrund dieser verschiedenen Kenngrößen, die in den vier Phasen betrachtet werden, ist dieser Krisenprozess der komplizierteste und schwer zu überblicken. Er eignet sich damit als theoretische Beschreibung. Zur Vermittlung von Wissen über Krisen müssen die Verläufe aber einzeln betrachtet werden.



Fa \triangleq Früherkennungsanforderungen
 Kp \triangleq Krisenvermeidungs-/Krisenbewältigungspotenzial
 Ip \triangleq Identifikationspotenzial

Iw \triangleq Intensität der destruktiven Wirkungen
 Kb \triangleq Krisenbewältigungsanforderungen
 Kv \triangleq Krisenvermeidungsanforderungen

Abbildung 3-15: Krisenprozess als Denkmodell nach Krystek (1981) und Hutzschenreuter & Griess-Nega (2006)

Die vier Phasen verlaufen zeitlich nacheinander. Der Übergang von der ersten zur zweiten Phase markiert dabei eine (potenzielle) destruktive Wirkung. Die *Früherkennungsanforderung* ist in der ersten Phase sehr hoch, nimmt mit Eintritt der destruktiven Wirkungen über die zweite Phase ab und ist ab der dritten Phase nicht mehr vorhanden. Die *Krisenvermeidungsanforderungen*, die die Möglichkeiten zur aktiven Beeinflussung der Krise darstellen, nehmen über die erste und zweite Phase zu. Ab der dritten Phase werden sie zu *Krisenbewältigungsanforderungen*, diese steigen bis zum Ende der vierten Phase weiter an. Die *Intensität* der destruktiven Auswirkungen verläuft in der ersten Phase konstant auf einem niedrigen Niveau. Mit Eintritt der destruktiven Wirkungen nimmt die Intensität zu und steigt quasi exponentiell an. Das *Krisenvermeidungs-/Krisenbewältigungspotenzial* verstärkt sich über die vier Phasen stufenweise. Es startet auf einem mittleren Niveau. Der erste Anstieg geschieht in der zweiten Phase. Kurz nach Eintritt in die dritte Phase erhöht sich das Potenzial schlagartig und verweilt dann bis zum Ende der vierten Phase auf einem konstanten hohen Niveau. Das *Identifikationspotenzial* verläuft über alle vier Phasen konstant auf einem niedrigen Niveau. Eine genaue Definition der Kenngrößen oder eine Skala zum Messen dieser wurde in der Recherche nicht identifiziert.

Krisenprozess nach Müller (1986)

In Müllers (1986) Krisenprozess werden, wie bei Hutzschenreuter & Griess-Nega (2006), vier Arten von Krisen betrachtet (siehe Abbildung 3-16): *strategische*, *Erfolgs-* und *Liquiditätskrisen* sowie die *Insolvenz*. Im Gegensatz zu den anderen Autoren betrachtet Müller den Krisenprozess nicht über die Zeit. Stattdessen untersucht Müller insgesamt vier Dimensionen bei Krisenprozessen. Auf der einen Seite stellt er den *kurz-, mittel- und langfristigen Wirkungshorizont von Gegenmaßnahmen* in Krisen dem *Handlungsspielraum* gegenüber. Auf der anderen Seite betrachtet er die *Ausprägung von Krisensymptomen* (schwach, mittel, stark) über dem *Handlungsdruck*. In diesen Dimensionen wird der Verlauf der Krisenarten von strategische Krisen über Erfolgskrise und Liquiditätskrisen bis hin zur Insolvenz dargestellt. Dabei nimmt der Handlungsdruck über den Verlauf von der strategischen Krise zur Liquiditätskrise zu. Den gleichen ansteigenden Verlauf zeigt die Ausprägung der Krisensymptome. Im Gegensatz dazu nimmt der Handlungsspielraum ab. Der Wirkungshorizont von Gegenmaßnahmen verkürzt sich von der strategischen Krise hin zur Insolvenz.

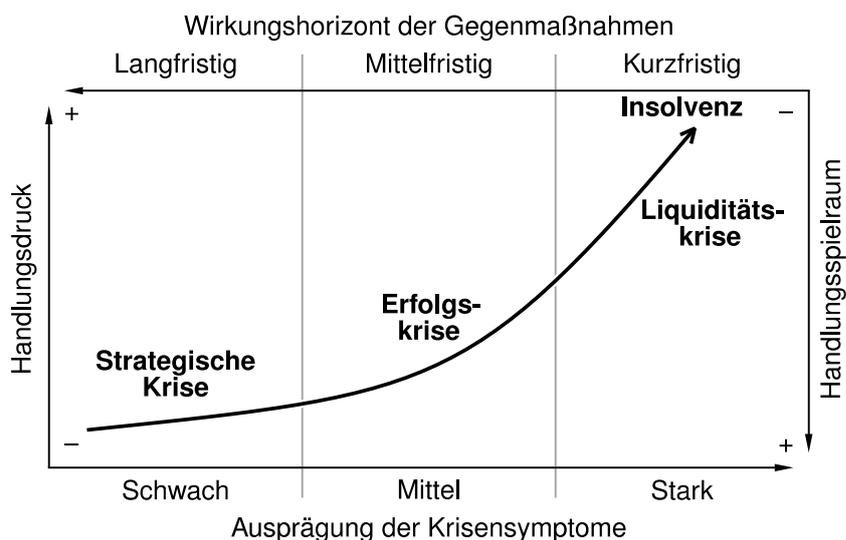


Abbildung 3-16: Phasen des Krisenprozesses nach Müller (1986)

Krisenprozess nach Gareis (1994)

Ausgehend von biologisch-evolutionären Betrachtungen werden Krisen bei Gareis (1994, S. 55 f.) als Evolution zweiter Ordnung beschrieben. Dies bedeutet: Große Fortschritte vollziehen sich in einer Umgebung von Ungleichgewicht mit kurzer Wirkungsdauer. Erst unter solchen Bedingungen spricht er von einer Krise. Dabei wird eine Krise zur Weggabelung für Chancen, aber auch für Risiken.

Der Krisenprozess unterteilt sich in die drei Phasen (siehe Abbildung 3-17): *Risikomaßnahmen*, *Krise* und *Erfolg oder Gefahr*. Es wird der Unternehmenszustand über der Zeit betrachtet. Bei diesem kann sich eine *Krise* ausgehend von *Risikomaßnahmen* hin zu einer *Chance* mit *Gewinn* (Höherordnung in der Evolution) für das Unternehmen oder zu einem *Risiko* mit *Verlust* bis hin zur *Katastrophe* entwickeln.

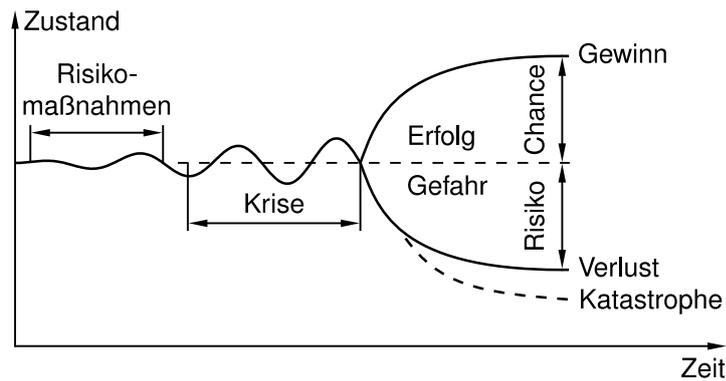


Abbildung 3-17: Krisenprozess nach Saynisch in Gareis (1994, S. 58)

Nach Betrachtung und Entwicklung ausgewählter Krisenprozesse werden im folgenden Unterkapitel die Auswirkungen von Krisen betrachtet. Diese werden am Ende des Krisenprozesses für die Beteiligten positiv oder negativ spürbar.

3.3.3 Krisenauswirkungen

Dieses Unterkapitel beschreibt das letzte Element des Krisenmodells, die *Krisenauswirkungen*. Sie beschreiben das Ergebnis des Krisenprozesses, der durch eine oder mehrere Ursachen ausgelöst wurde. Die Auswirkungen einer Krise sind ambivalent: Sie können entweder konstruktiv oder destruktiv sein. Gareis (1994) und Drösser (2003) verweisen auf ein kulturkreisübergreifendes Verständnis von Krisen mit positiver und negativer Konnotation, die sich erst in den letzten Jahrzehnten in eine reine negative Wahrnehmung verändert hat. Dieses ambivalente Verständnis veranschaulicht beispielsweise das chinesische Schriftzeichen für *Krise*. Das Schriftzeichen setzt sich aus dem Zeichen für *Gefahr* und dem Zeichen für *Gelegenheit* zusammen (Abbildung 3-18). Ebenso ist die Bedeutung von *krísis*, dem griechischen Wort für Krise, ein Höhepunkt oder Wendepunkt einer gefährlichen Lage (Drösser, 2003).

危机

Abbildung 3-18: Chinesisches Schriftzeichen für Krise (linkes Zeichen: Gefahr, rechtes Zeichen: Gelegenheit)

Dieses Unterkapitel stellt die destruktiven und konstruktiven Auswirkungen von Krisen dar. Die behandelten Themen sind in Abbildung 3-19 zusammengefasst.

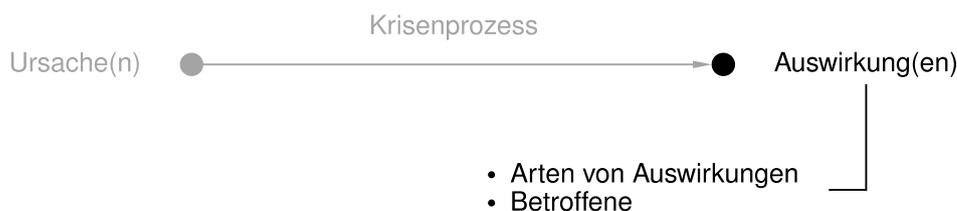


Abbildung 3-19: Themen von Krisenauswirkungen, die in diesem Unterkapitel beschrieben werden

Durch Krisen entstehen für Unternehmen sowohl positive (konstruktive) als auch *negative (destruktive)* Auswirkungen (Krystek, 2007, S. 52). Weiterhin können Auswirkungen in *endogene (unternehmensintern)* und *exogene (unternehmensextern)* Auswirkungen kategorisiert werden (Krystek, 2007, S. 52).

Destruktive Auswirkungen

Krystek (1981, S. 44 f.) beschreibt endogene destruktive Auswirkungen als „Gefährdung oder Nichterreicherung überlebensrelevanter Ziele“. Die Auswirkungen können aus Arbeitnehmer- und Arbeitgeber- bzw. Eigenkapitalgebersicht betrachtet werden (Krystek, 1981, S. 44 f.):

- Für Arbeitnehmer besteht im einen Fall die Gefahr, die Beschäftigung zu verlieren. Im anderen Fall sind sie gezwungen, Kurzarbeit oder Überstunden zu verrichten. Zu den weiteren destruktiven Wirkungen für Arbeitnehmer zählen der Abbau freiwilliger sozialer Leistungen und das Verhindern des beruflichen Vorwärtkommens. Eine weitere verheerende Wirkung wird durch die von Stress verursachten Erkrankungen manifest.
- Für Eigenkapitalgeber kann ein Verlust des eingesetzten Kapitals und in manchen Fällen durch die unbeschränkte Haftung ein Verlust des Privatvermögens entstehen.
- Sowohl der Kapitalgeber als auch der Arbeitnehmer sind für psychische Erkrankungen anfällig.

Exogene destruktive Auswirkungen unterteilt Krystek (1981, S. 47 f.) nach den Faktoren Fremdkapitalgeber, Lieferanten, Branche und Staat:

- Für Fremdkapitalgeber reichen die Wirkungen von der nicht fristgerechten Zahlung der vereinbarten Zinsen bis hin zum völligen Ausfall des Kredits.
- Lieferanten können in Krisen mit verzögerten Zahlungen oder gar dem Verlust des Abnehmers rechnen. Wenn der Lieferant stark vom krisenbefallenen Abnehmer abhängig ist, kann dies eine Krise bei ihm induzieren.
- Die Kreditwürdigkeit einer gesamten Branche kann durch den Untergang eines Branchenriesen in Frage gestellt werden. Die Konkurrenten bekommen dies in Form einer Investitionsverknappung zu spüren.
- Der Staat wird in Krisen miteinbezogen. Er muss oftmals für Arbeitslosenunterstützung und Umschulungsprogramme zahlen und auf Steuereinnahmen verzichten. Die Wettbewerbsziele des Staates können hier auch gefährdet werden.

Unabhängig von den Kategorien beschreibt Töpfer (1999, S. 17) vier Auswirkungen:

- Kundenbeeinträchtigung
- Umweltschädigung
- Gefährdung von Menschenleben
- Unternehmensbeeinträchtigung

Die fatalste Auswirkung sind Katastrophen: „Sie sind unvermeidbare Singularitäten und verhindern den Fortbestand des betroffenen Unternehmens ohne Chance auf Rettung“ (Thießen, 2014, 34 f.).

Konstruktive Auswirkungen

Den destruktiven Auswirkungen stehen die konstruktiven Folgen gegenüber. Zur Sicherung des Überlebens mobilisiert ein Unternehmen alle verfügbaren Ressourcen. Daraus können sich endogene konstruktive Auswirkungen ergeben, wie eine sehr hohe Dichte innovativer Lösungen und fortschrittlicher Ideen auf allen Ebenen. (Doujak & Doujak, 1994, S. 342 f.) Des Weiteren kann der Überlebenskampf zu Chancen führen. Neue Strukturen, Methoden und Instrumente können im Unternehmen etabliert werden. Zementierte Vorgänge, Prozessabläufe und Organisationsstrukturen werden in Frage gestellt und es wird zum kritischen Nachdenken angeregt. Somit können Krisen Innovation und Kreativität fördern und die Akzeptanz von Veränderungen erhöhen (Krystek, 2007, S. 52 f.). In Krisen ist das Management eher bereit, risikoreiche Entscheidungen zu treffen als im Betriebsalltag. Daraus können kreative und innovative Ideen für Produkte und Prozesse entstehen.

Es können sich auch exogene konstruktive Auswirkungen ergeben. Für die Eigenkapitalgeber können ausschüttungsfähige Gewinne, die sie als Gegenwert für ihr eingesetztes Kapital erhalten, positive Krisenwirkungen darstellen. Ebenso kann das Unternehmensumfeld von einer Krise profitieren: Das Image der gesamten Branche kann sich verbessern, nachdem das Unternehmen die Krise erfolgreich bewältigt hat. Weiterhin können die Lieferanten mit einer Stabilisierung, im besten Fall mit einer Erweiterung der Zusammenarbeit rechnen. (Krystek, 2007)

3.4 Schlussfolgerungen aus dem Stand der Forschung

In diesem Unterkapitel werden die Ergebnisse der vorgestellten Literaturrecherche (siehe Unterkapitel 3.3) zusammengefasst und reflektiert. Im Mittelpunkt der Analyse steht die Übertragbarkeit der vorgestellten Ergebnisse in die Produktentwicklung. Ziel ist es, die erste Forschungsfrage der Arbeit zu beantworten:

Welche wesentlichen Charakteristika haben Krisen in der Produktentwicklung und wie können diese strukturiert dargestellt werden?

Zur Strukturierung der Ergebnisse wurde das Krisenmodell für die Produktentwicklung hergeleitet. Dieses Modell fasst die drei Komponenten einer Krise – *Krisenursachen*, *Krisenprozess* und *Krisenauswirkungen* – zusammen und setzt diese in einen kausalen Zusammenhang. In der Schlussfolgerung wird ein Krisenprozess für die Produktentwicklung sowie eine Definition für die Entwicklungssituation *Krise* erarbeitet. Zusätzlich werden neun Kontextfaktoren der Entwicklungssituation *Krise* identifiziert. Diese Faktoren beschreiben den Unterschied zwischen einer Krise und anderen Entwicklungssituationen.

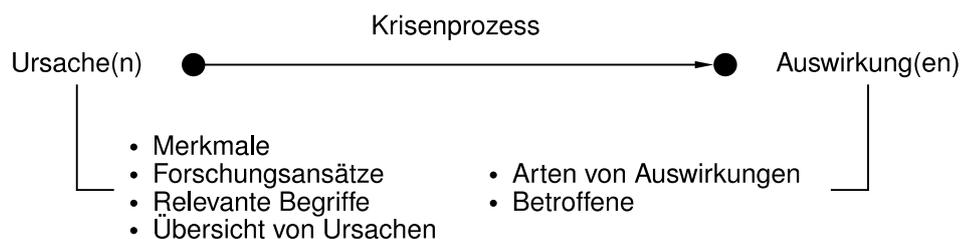


Abbildung 3-20: Krisenmodell mit den betrachteten Themen in Unterkapitel 3.3

3.4.1 Krisenprozess für die Produktentwicklung

Erstes Ergebnis ist ein Krisenprozess für die Produktentwicklung, dargestellt in Abbildung 3-21. Dieser fasst die Erkenntnisse der verschiedenen Krisen aus Unterkapitel 3.3.2 zusammen. Ziel des Prozesses ist es, den typischen Verlauf einer Krise bei der Entwicklung und Nutzung technischer Produkte zu beschreiben. Damit kann der Verlauf von Krisen einerseits beschrieben werden. Andererseits kann der Prozess zur Beobachtung und Analyse von Krisen verwendet werden. Konkrete Situationen können in die Phasen eingeordnet und Handlungsmaßnahmen ermittelt werden.

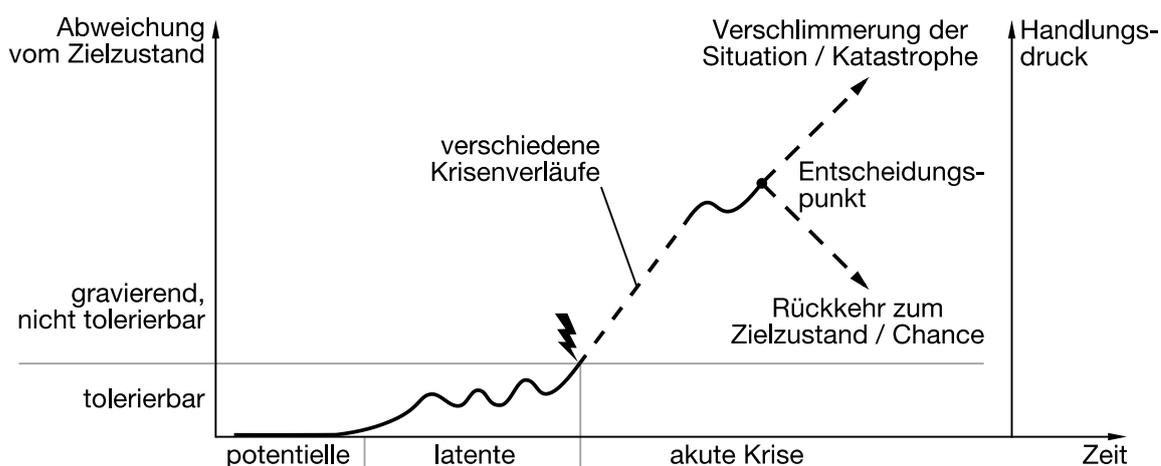


Abbildung 3-21: Krisenprozess für die Produktentwicklung

Wie in den vorgestellten Krisenprozessen, wird der Krisenprozess für die Produktentwicklung über der Zeit betrachtet. Er wird in drei aufeinanderfolgende Phasen unterteilt: *potentielle*, *latente* und *akute Krise*. Potentielle Krisen beschreiben Situationen, in denen die Rahmenbedingungen für eine Krise vorherrschen, aber durch die geeigneten Gegenmaßnahmen das Ausbrechen der Krise verhindert werden kann. Wie bei Krystek (1981), werden latente Krisen von den Beteiligten noch nicht wahrgenommen, obwohl die Krisenindikatoren (siehe Unterkapitel 3.3.1) eine Krise anzeigen. Akute Krisen werden von allen Beteiligten wahrgenommen. Die Krise kann nicht mehr durch Gegenmaßnahmen abgewendet werden, sondern es muss ein Krisenbewältigungsprozess gestartet werden.

Die zeitliche Betrachtung der drei Phasen wird in Abhängigkeit von der Abweichung vom Zielzustand, wie bei Lindemann (2009), und in Abhängigkeit des *Handlungsdrucks*, wie bei Müller

(1986), beschrieben. Die Abweichung des Zielzustands unterteilt sich in die zwei Kategorien: *tolerierbare Auswirkungen* und *ungewollte Auswirkungen*. Sobald es zu ungewollten Auswirkungen kommt, wird aus einer latenten Krise eine akute. Bis zu diesem Zeitpunkt sind die Auswirkungen für die Beteiligten noch tolerierbar. Der Verlauf einer akuten Krise kann, wie bei Töpfer (1999), unterschiedliche Formen haben: *eruptiv*, *schleichend* oder *periodisch*. In Anlehnung an Pohl (1977) kommt es zu einem *Entscheidungspunkt* (bei Pohl: Wendepunkt). An diesem Punkt zeigt sich, ob die Krise bewältigt werden kann oder nicht, und ob es zur Katastrophe kommt. Dieser Punkt ist in der Realität meistens nur retrospektiv zu ermitteln. Der Handlungsdruck verändert sich bei Krisen über die Zeit. Mit zunehmender Zeit steigt dieser ebenso, wie die Abweichung vom Zielzustand.

3.4.2 Kontextfaktoren von Krisen

Die vorherigen Betrachtungen in diesem Kapitel zeigen, dass Krisen Ausnahmesituationen sind. Es stellt sich jedoch die Frage: Was ist der Unterschied zwischen einer Krise und einer anderen Entwicklungssituation? Wie kann eine Unterscheidung getroffen werden? Um diese Fragen zu beantworten, werden im Folgenden mithilfe des erarbeiteten Wissens aus diesem Kapitel neun Kontextfaktoren, die wesentlich für Krisen sind, identifiziert. Diese Identifikation geschieht auf Basis von 239 Kontextfaktoren von Gericke et al. (2013), die allgemeine Entwicklungsaufgaben beschreiben. Diese wurden in einer umfangreichen Literaturrecherche ermittelt, aber keiner konkreten Situation zugeordnet. In ihrer Arbeit haben Gericke et al. (2013) die Faktoren in die Auflösungsebenen von Entwicklungsaufgaben (engl. level of resolution for design tasks) von Hales & Gooch (2004) eingeordnet. Hales & Gooch (2004) betrachten in ihren Untersuchungen fehlerhafte Produkte und deren Entwicklungsprozess. Ausgehend von diesen Untersuchungen leiten sie fünf Auflösungsebenen von Entwicklungsaufgaben ab (siehe Abbildung 3-22): *Makroökonomische*, *mikroökonomische*, *Unternehmens-*, *Projekt-* und *Personalebene*.

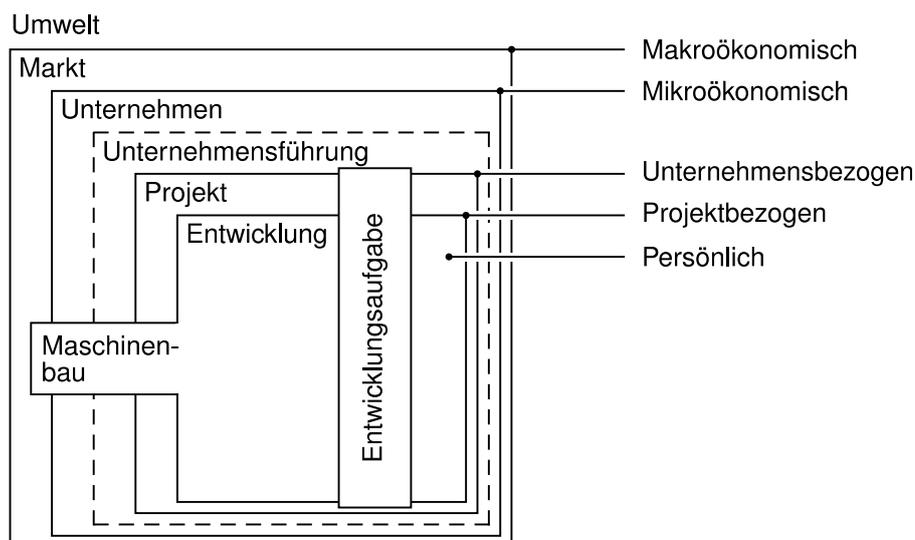


Abbildung 3-22: Fünf Auflösungsebenen von Entwicklungsaufgaben nach Hales & Gooch (2004, S. 30)

Aufbauend auf diesen beiden Betrachtungen wurden die Faktoren der Projektebene analysiert und diejenigen ausgewählt, die während einer Krise wirken (Münzberg et al., 2016a). Es wurden folgende neun Kontextfaktoren mit möglichen Wirkungsketten identifiziert:

- *Erfolgsdruck*
Wirkungskette: Weitreichende Konsequenzen →²³ „Das Krisenprojekt darf nicht scheitern!“ → Hoher Erfolgsdruck
- *Projektrisiko*
Wirkungskette: Hoher Erfolgsdruck; unklare Informationslage → Hohes Projektrisiko
- *Priorität*
Wirkungskette: Weitreichende Konsequenzen; Hoher Erfolgsdruck → hohe (Projekt-) Priorität
- *Managementunterstützung*
Wirkungskette: Weitreichende Konsequenzen → Hohes Projektrisiko und -priorität → Aufmerksamkeit des Managements → Managementunterstützung
- *Grad der Motivation/Moral, Projektmotive, Motivation*
Wirkungskette: Weitreichende Konsequenzen → Hohe Projektpriorität, um Schaden von Unternehmen fernzuhalten → Aufmerksamkeit des Managements → hohe Motivation
- *Belohnung und Anerkennung*
Wirkungskette: Hohes Projektrisiko und -priorität → Hohe interne und externe Aufmerksamkeit → Belohnung für Krisenbewältigung
- *Individueller Zeitdruck*
Wirkungskette: Hoher Erfolgsdruck → Hohe Arbeitsbelastung und Mehrarbeit → Hoher individueller Zeitdruck
- *Koordination und Arbeitsverteilung*
Wirkungskette: Hohes Projektrisiko und -priorität → Entkopplung vom Tagesgeschäft, Bedarf an speziellen Kompetenzen → Besondere Koordination und Arbeitsverteilung
- *Art der Projektsteuerung*
Wirkungskette: Aufmerksamkeit des Managements und Managementunterstützung → Hohe Motivation; Entkopplung vom Tagesgeschäft → Direkte Berichterstattung zum Management → besondere Projektsteuerung

Die Wirkungsketten sollen aufzeigen, welche Faktoren auf ein Entwicklungsteam in einer Krise wirken und wie sie sich auf die ermittelten Kontextfaktoren auswirken. Die Wirkketten sind dabei nicht losgelöst voneinander. Abbildung 3-23 zeigt den Zusammenhang der einzelnen Faktoren und wie diese zu den Kontextfaktoren führen.

²³ → ≙ führt zu.

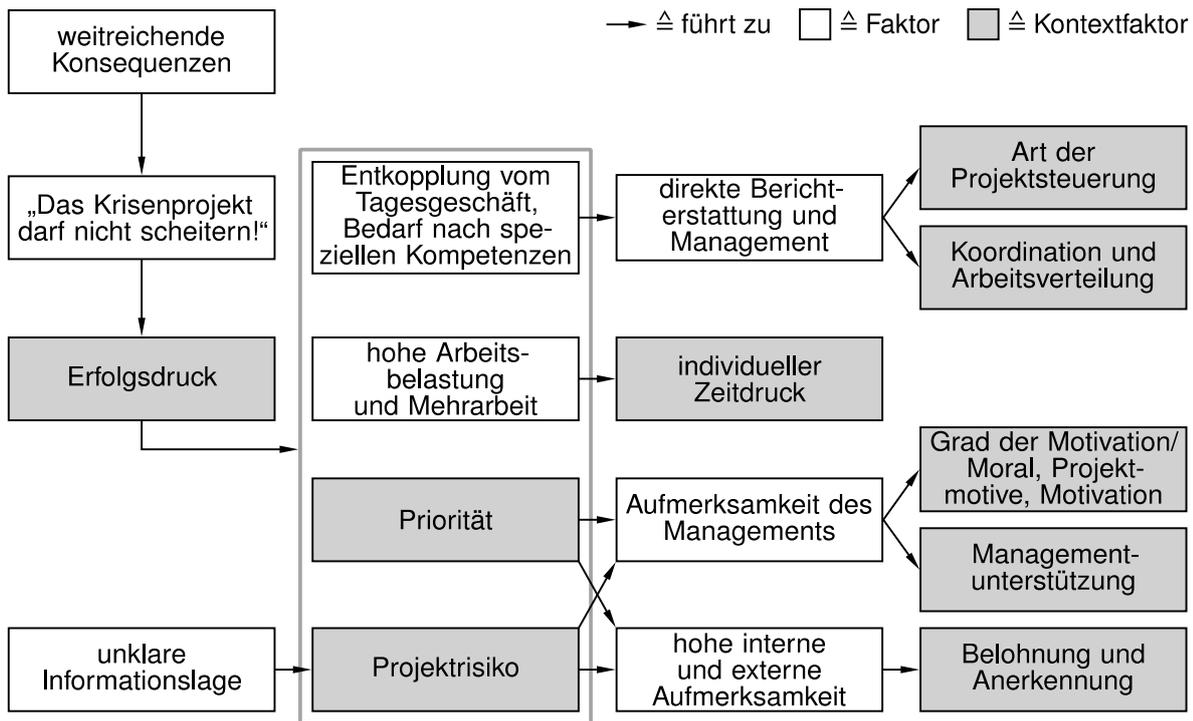


Abbildung 3-23: Wirkungsketten der Kontextfaktoren

Es wird ersichtlich, dass die *weitreichenden Konsequenzen* und die *unklare Informationslage* die anderen Faktoren bedingen. Aus ihnen folgen die drei Kontextfaktoren *Erfolgsdruck*, *Priorität* und *Projektrisiko*. Diese drei Kontextfaktoren sind die Auslöser der anderen sechs Kontextfaktoren: *Individueller Zeitdruck*, *Art der Projektsteuerung*, *Koordination und Arbeitsverteilung*, *Grad der Motivation/Moral, Projektmotive, Motivation*, *Managementunterstützung* sowie *Belohnung und Anerkennung*. Die Kontextfaktoren beeinflussen einerseits die Handlungen und Entscheidungen, die Entwickler während der Krisenbewältigung durchführen und treffen. Andererseits beeinflussen sie abhängig von der individuellen Wahrnehmung der Situation die Krisenbewältigung positiv oder negativ. Im Kontext des Krisenmodells sind die ersten drei Kontextfaktoren eher den Krisenursachen zuzuordnen, während die anderen sechs dem Krisenprozess bzw. den Krisenauswirkungen untergeordnet sind.

3.4.3 Krisendefinition für die Produktentwicklung

Abschließend werden die Erkenntnisse zu den Krisendefinitionen aus Unterkapitel 3.1.3 mit der Wissensbasis über Krisen aus Unterkapitel 3.3 sowie den Kontextfaktoren und ihren Wirkzusammenhängen aus dem vorangegangenen Unterkapitel 3.4.2 zusammengefasst. Es wird eine detaillierte Definition von Krisen in der Produktentwicklung vorgeschlagen. Diese basiert auf der Ausgangsdefinition dieser Arbeit von Lindemann (2009, S. 332).

Krisen werden wie folgt definiert²⁴:

²⁴ Die Definition wurde iterativ während der Forschungsarbeit erarbeitet. In folgenden Veröffentlichungen befinden sich Vorgängerversionen der Definition: Münzberg et al. (2015), Abram et al. (2016), Münzberg et al.

Eine Krise stellt eine Ausnahmesituation dar. Krisen können durch die drei Elemente *Ursachen*, *Krisenprozess* und *Auswirkungen* dargestellt werden. Die Situation wird durch ein unerwünschtes oder unerwartetes Ereignis hervorgerufen. Sie wird von den Beteiligten individuell wahrgenommen und ist zeitlich begrenzt mit ambivalentem Ausgang. Es herrscht Zeit- und Handlungsdruck. Wenn eine Krise nicht gelöst wird, hat dies schwerwiegende Folgen für den Menschen, die Umwelt, das Unternehmen oder das Projekt.

Nach der Beantwortung der ersten Forschungsfrage wird im folgenden Kapitel die erarbeitete Wissensbasis um Wissen über Krisen und ihre Bewältigung aus der Sicht der Industrie erweitert. Hierfür werden zwei empirische Studien durchgeführt.

(2016a) und Münzberg et al. (2016b). Für eine englischsprachige Definition der genannten Definition siehe Anhang A4.

4 Empirische Untersuchungen zur Krisenbewältigung

Im vorangegangenen Kapitel wurde die Literatur zu Krisen aufbereitet und eine Wissensbasis dazu erarbeitet. In diesem Kapitel wird diese Sichtweise um Wissen über Krisen und ihre Krisenbewältigung aus der Sicht der Industrie und anderen Fachbereichen ergänzt (siehe Abbildung 4-1). Um dies zu erreichen, wurden zwei empirische Studien durchgeführt.

Die Untersuchungen verfolgen zwei Zwecke. Einerseits habe sie zum Ziel, das Verständnis von Krisen und das Vorgehen zur Krisenbewältigung in der Industrie zu ermitteln. Dadurch soll die Wissensbasis über Krisen und ihre Bewältigung um Erkenntnisse aus der Industrie erweitert werden. Andererseits sollen Krisenbewältigungsstrategien anderer Fachbereiche ermittelt werden. Mit diesem Best-Practices-Ansatz sollen erfolgreiche Vorgehen identifiziert und in die Produktentwicklung übertragen werden.

Die erste Untersuchung ist eine Interviewstudie. Es wird das Forschungsdesign der Studie vorgestellt. Anschließend werden drei Krisen, die in den Interviews ermittelt wurden, sowie Erfolgsfaktoren für Krisenbewältigungen vorgestellt. Bei der zweiten Untersuchung werden Krisen und die Vorgehen zur Bewältigung von Krisen bei der Berufsfeuerwehr München und einem Unternehmen aus der Luftfahrt ermittelt und vorgestellt. Es wird ebenfalls das Forschungsdesign der Untersuchungen präsentiert und anschließend anhand von Krisen bei den beiden Organisationen skizziert. Das Kapitel schließt mit Schlussfolgerungen, die die Untersuchungen zusammenfassen und in die Ergebnisse in weitere Ausarbeitungen der Forschungsarbeit einordnen.

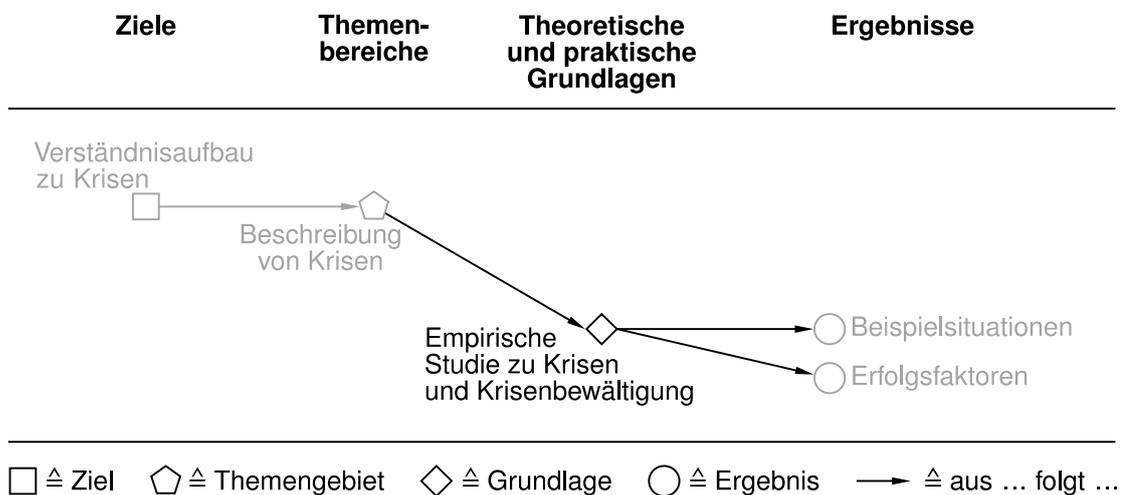


Abbildung 4-1: Betrachtungsgegenstände von Kapitel 4

4.1 Interviewstudie zur Krisenbewältigung in der industriellen Praxis

Dieses Unterkapitel beschreibt das Forschungsdesign der Interviewstudie, die mit Entwicklern aus der industriellen Praxis durchgeführt wurde. Anschließend werden ausgewählte Ergebnisse der Interviewstudie, drei Krisenbeschreibungen sowie Erfolgsfaktoren einer Krisenbewältigung vorgestellt. Die hier vorgestellten Ergebnisse wurden vorab auf der *14th International Design Conference DESIGN* veröffentlicht (Münzberg et al., 2016a).

4.1.1 Forschungsdesign der Interviewstudie

Dieses Unterkapitel beschreibt das Design der Interviewstudie. Beschrieben werden die Ziele der Studie, das gewählte Vorgehen und die Teilnehmer, die Untersuchungsmethode und der Aufbau des Interviewleitfadens. Abschließend wird eine Übersicht über die Ergebnisse gegeben.

Die Interviewstudie verfolgte drei **Ziele**: (1) Verständnis von Krisen in der industriellen Praxis explorativ aufbereiten, (2) Krisenbeispiele in der Industrie identifizieren sowie (3) Vorgehen zur Krisenbewältigung in der Industrie dokumentieren.

Alle Interviews wurden nach dem gleichen prinzipiellen **Vorgehen** durchgeführt: Zu Beginn der Interviews stellten sich die interviewten Personen vor. Ziel war es, den Wissens- und Erfahrungshintergrund, wie z. B. Berufsausbildung, Arbeitserfahrung, Lebensphase und Arbeitsumgebung der Interviewten, zu ermitteln. Anschließend wurde der Begriff *Krise* sowie dessen Definition anhand einer Definition²⁵ diskutiert, die an die Definition von Lindemann (2009, S. 332) angelehnt ist. Mit dieser Diskussion wurde sichergestellt, dass die Befragten und der Interviewer, aber auch die befragten Personen untereinander, ein gemeinsames Situationsverständnis haben. Anschließend beschrieben die Interviewten eine oder zwei Krisensituation(en), in die sie involviert waren. Abschließend wurde nach weiteren Ansprechpartnern zu Krisen und Rückfragen seitens der Interviewten gefragt sowie noch einmal die Definition von Krisen reflektiert.

Jedes Interview dauerte zwischen 60 und 90 Minuten. Die Interviews wurden im direkten Gespräch oder am Telefon durchgeführt. Aus Geheimhaltungsgründen wurden diese nur mit handschriftlichen Notizen dokumentiert, da Video- oder Audioaufnahmen von den Interviewten abgelehnt wurden.

Vor den eigentlichen Interviews wurden zwei Testinterviews mit drei Personen durchgeführt. Testweise wurde ein erfahrener Professor aus dem Forschungsbereich der Produktentwicklung befragt; Teilnehmer des anderen Testinterview waren zwei Entwickler aus der Industrie. Der Interviewleitfaden wurde dem Feedback zum Aufbau des Leitfadens, zur Formulierung der Fragestellungen und zum Ablauf des Interviews der Testpersonen entsprechend angepasst.

²⁵ Definition im Fragebogen (siehe Anhang A5): „(...) Krise als Situation, die durch unerwünschte und unerwartete Ereignisse in Verbindung mit einem sehr hohen Zeit- und Ergebnisdruck (Anforderungsabweichung) hervorgerufen wird, beschrieben. Hierbei herrscht Ressourcenmangel zur Bewältigung und es liegt keine Lösung für die Aufgabenstellung vor.“

Nach der Durchführung wurden die Interviews analysiert. Die handschriftlichen Aufzeichnungen der Antworten wurden digitalisiert. Dabei wurde jedes Interview in einem Tabellenkalkulationsprogramm strukturiert dokumentiert. In diesem wurden die Anmerkungen zur Krisendefinition der einzelnen befragten Personen den einzelnen Krisen (Ausgangssituation, Ursachen, Krisenbewältigung und Auswirkungen) gegenübergestellt. Die Datenkategorisierung orientierte sich dabei an Roulston (2010). Dabei wurden die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Antworten und Beschreibungen herausgearbeitet und zusammengefasst.

An der Interviewstudie nahmen 15 Entwicklern aus der Industrie teil, die während ihrer Projektarbeit in den Bewältigungsprozess einer technischen Krise involviert waren. Die Entwickler arbeiteten in unterschiedlichen nationalen und multinationalen Maschinenbau- und Technologieunternehmen, wie dem Werkzeugmaschinenbau, dem Druckmaschinenbau oder der Automobilzuliefererbranche. Ihre Berufserfahrung reicht von wenigen Jahren (0–5 Jahre) bis hin zu langjähriger Industrieerfahrung (> 15 Jahre). Die **Teilnehmer**²⁶ und ihre Berufserfahrung sowie das Unternehmen bzw. die Branche, in der sie tätig sind, listet Tabelle 4-1 auf.

Tabelle 4-1: Übersicht der Teilnehmer der Interviewstudie

Teilnehmer	Berufserfahrung in Jahren	Unternehmen bzw. Branche
Teilnehmer #1	> 15	multinationales Maschinenbauunternehmen
Teilnehmer #2	0–5	Werkzeugmaschinenbau
Teilnehmer #3	0–5	Fahrzeugbau
Teilnehmer #4	6–10	multinationales Technologieunternehmen
Teilnehmer #5	6–10	Fahrzeugbau
Teilnehmer #6	11–15	Druckmaschinenbau
Teilnehmer #7	11–15	Fahrzeugbau
Teilnehmer #8	> 15	Fahrzeugbau
Teilnehmer #9	11–15	multinationales Technologieunternehmen
Teilnehmer #10	6–10	multinationales Maschinenbauunternehmen
Teilnehmer #11	11–15	Fahrzeugbau
Teilnehmer #12	> 15	Druckmaschinenbau
Teilnehmer #13	> 15	Druckmaschinenbau
Teilnehmer #14	11–15	Druckmaschinenbau
Teilnehmer #15	11–15	Druckmaschinenbau

Um das Vorgehen strukturiert zu verfolgen, wurde die **Methode** des semistrukturierten Interviews anhand eines Interviewleitfadens (siehe Anhang A5) angewendet. Dabei wurde der Leitfaden nicht sequenziell durchgesprochen, sondern die Reihenfolge der Fragen situativ vom Interviewer (Autor dieser Arbeit) angepasst.

Der **Aufbau des Leitfadens** orientiert sich an den forschungsmethodischen Vorgehen von Bogner et al. (2014), Gläser & Laudel (2010) und Yin (2014). Der Interviewleitfaden umfasst Einleitung, Hauptteil und Schluss, die unterschiedliche Themen der Interviewstudie adressieren (siehe Tabelle 4-2). In der Einleitung werden allgemeine Informationen zu den Interviewten gesammelt. Damit soll der Wissens- und Erfahrungshintergrund der Befragten, wie z. B.

²⁶ Aus Geheimhaltungsgründen werden die Namen der Teilnehmer nicht angegeben.

Berufsausbildung, Arbeitserfahrung, Lebensphase und Arbeitsumgebung, ermittelt werden. Ebenso beinhaltet dieser Teil Fragen zur Definition einer Krise und zum Unterschied zwischen dem Tagesgeschäft, Herausforderungen und Krisen. Der Hauptteil adressiert eine oder zwei Krisensituation(en) und ihre Bewältigung, in die die Interviewten involviert waren. Dabei zielen die Fragen ab auf die Ausgangssituation der Krise, ihre Ursachen und Auswirkungen, die Krisenbewältigung, die beteiligten Personen, das Ergebnis der Krisenbewältigung und die Konsequenzen der Krisen. Im Schluss reflektieren die Fragen noch einmal die Definition des Begriffs *Krise*. Dafür wird die in der Einleitung präsentierte Definition mithilfe der Ergänzungen des Interviewten hinterfragt und entschieden, ob diese nach Beschreibung der Situationen ergänzt oder angepasst werden muss. Abschließend wurde nach möglichen weiteren Ansprech- bzw. Interviewpartnern gefragt. Die drei Bereiche mit den dazugehörigen Themen und Zielen zeigt Tabelle 4-2.

Tabelle 4-2: Übersicht über den Aufbau des Interviewleitfadens und der Ziele

Bereich	Thema	Ziel(e)
Einleitung	Allgemeine Informationen zum Interviewten	Ermittlung des Wissens- und Erfahrungshintergrunds Verständnisabgleich über Krisen
	Charakterisierung von Krisen	Charakterisierung von Krisen
Hauptteil	Krisenbewältigungsvorgehen	Verständnisaufbau über Krisen und ihre Bewältigung
	Abschließende Fragen	Reflektion der Definition von Krisen und Identifikation weiterer Ansprechpartner

Insgesamt führte die Interviewstudie zu drei **Ergebnissen**: Erstens konnten 16 Krisen beschrieben werden. Zu jeder Krise wurden die Ausgangssituation und die Ursachen, das Vorgehen und die Auswirkungen der Krise dokumentiert. Zweitens konnten 41 Erfolgsfaktoren bei der Krisenbewältigung ermittelt werden. Diese beschreiben die wichtigsten Gesichtspunkte, die ein Unternehmen oder eine Organisation für eine erfolgreiche Krisenbewältigung beachten sollte (angelehnt an das Cambridge Business English Dictionary (2015)). Drittens konnte der Autor neben diesen beiden dokumentierbaren Ergebnissen durch den Erfahrungsaustausch allgemeine Erkenntnisse über Krisen und ihre Bewältigung in der Industrie erlangen. Diese Erkenntnisse fließen indirekt in die weiteren Ausführungen ein, wie z. B. Herleitung des Lösungsansatzes in Kapitel 6 sowie die Entwicklung des Lösungsansatzes in Kapitel 7.

In den folgenden beiden Unterkapiteln werden Ausschnitte aus den Ergebnissen der Interviewstudie vorgestellt. Zunächst werden drei der 16 Krisenbeschreibungen skizziert²⁷. Anschließend werden die ermittelten Erfolgsfaktoren vorgestellt.

²⁷ Für diese drei Krisenbeschreibungen wurde eine Freigabe von den Interviewpartnern erteilt.

4.1.2 Beschreibung von Krisen in der Industrie²⁸

Dieses Unterkapitel beschreibt drei Krisen, die in der Interviewstudie ermittelt wurden. Die Beispiele zeigen die Vielfalt von Krisen in der Produktentwicklung. Die Beispiele gliedern sich dabei folgendermaßen:

- Unternehmensumgebung und Ursachen der Krise
- Krisensituation
- Auswirkungen der Krise

Im ersten Beispiel wird eine Krise während des Entwicklungsprozesses beschrieben. Dabei kam es zu einer Krise beim Übergang von der Pilotprojektphase in die Serienfertigung, weil die Kritikalität einer Komponente unterschätzt wurde. Im zweiten Beispiel führt ein Mitbewerber eines Technologieunternehmens eine disruptive Technologie ein, die die Marktanteile des betroffenen Unternehmens gefährdet. Im dritten Beispiel kommt es aufgrund von Qualitätsproblemen zu einer Krise bei einem Zulieferer.

Beispielsituation 1: Unterschätze Kritikalität von Komponenten

Diese Krise ereignete sich im Vorentwicklungsprozess eines großen Automobilherstellers. Der Hersteller führt regelmäßig Tests während der Entwicklung seiner Produkte durch. Während eines Tests traten störende Geräusche auf, diese wurden aber als nicht kritisch eingestuft, da die Geräusche in vorherigen Tests nicht aufgetreten waren. Grund dafür waren unterschiedliche Einstellungen von Komponenten während der Testaufläufe. In späteren Tests wurden die Einstellungen der Komponenten final eingestellt. In diesen Tests traten die störenden Geräusche wieder auf. Diesmal wurden sie aber als kritisch eingestuft, da festgestellt wurde, dass die Geräusche vom Kunden nicht akzeptiert werden würden. Dies führte einerseits dazu, dass die Entwicklungsergebnisse aufgrund dieser Einstufung nicht freigegeben wurden. Andererseits rückte jedoch der geplante Freigabetermin näher und entsprechende Änderungen im Rahmen des Zeitplans waren aufgrund des Designfreeze nicht mehr möglich. Es entstand ein enormer Zeitdruck mit nur wenigen Möglichkeiten, die Situation zu bewältigen.

Für solche Situationen hatte das untersuchte Unternehmen einen strukturierten Prozess. Um das Problem zu lösen, wurde ein Krisenteam mit zeitweise bis zu 25 Angestellten und externer Unterstützung, u. a. Zulieferer und akademische Forschungspartner, zusammengestellt. Anfangs folgte das Krisenmanagementteam einem sequentiellen Ansatz, später aber wurden aufgrund des Zeitdrucks die Problemanalyse und der Lösungsprozess parallel durchgeführt. Zum Zeitpunkt der Untersuchung war die Krise noch nicht bewältigt. Mögliche Folgen der Krise sind eine negative Beurteilung der Angestellten, geringerer Profit, aber auch eine mögliche Existenzgefährdung des Unternehmens.

²⁸ Die drei Situationen wurden auf der *14th International Design Conference DESIGN 2016* vorveröffentlicht (siehe Münzberg et al., 2016a). Die englischsprachigen Beschreibungen befinden sich in Anhang A6.

Beispielsituation 2: Eine disruptive Technologie

Das Topmanagement eines großen Elektrik- und Elektronikzulieferers war bei einem Wettbewerber auf die Entwicklung eines zukunftsorientierten Herstellungsprozesses aufmerksam geworden. Bei dem Wettbewerber arbeitete seit drei Jahren ein zehnköpfiges Team an der neuen Technologie. Daraus hatte der Wettbewerber einen ungefähren Entwicklungsvorsprung von 30 Personenjahren. Um die Situation einzuschätzen und geeignete Gegenmaßnahmen zu ergreifen, erwog das Topmanagement vier Szenarien.

Im ersten Szenario war nur der Wettbewerber in der Lage, die Technologie zu entwickeln, das eigene Unternehmen hingegen nicht. Dies wäre der GAU für das Unternehmen. Das Topmanagement rechnete damit, dass mit Eintritt dieses Szenarios der Marktanteil des Unternehmens um 80 % innerhalb der nächsten Jahre zurückgehen würde. Das zweite Szenario sah voraus, dass beide Unternehmen nicht imstande waren, eine neue Technologie zu entwickeln. Dieses Szenario enthielt keine weiteren kritischen Effekte für das Unternehmen. Im dritten Szenario wäre nur das betrachtete Unternehmen in der Lage, die neue Technologie zu entwickeln. Damit würde die Krise zu einer Profitsituation werden. Das vierte Szenario sah voraus, dass beide Wettbewerber die neue Technologie entwickeln. Dieses Szenario würde den Druck auf das Unternehmen erhöhen, aber das Unternehmen hätte eine Antwort auf die Technologie des Wettbewerbers.

Um das Potenzial der neuen Technologie zu beurteilen, stellte das Topmanagement ein eigenes Team zusammen. Anhand der vier entwickelten Szenarien sollte das Krisenteam den Entwicklungsvorteil des Wettbewerbers aufholen und die Möglichkeiten evaluieren, ob die neue Technologie Marktpotenzial hätte. Damit stand das Team sowohl unter einem hohen Zeit- als auch Handlungs- und Ergebnisdruck. Da das Team keine Erfahrung mit der neuen Technologie hatte, sollte unmittelbar mit der Arbeit begonnen werden. Zusätzlich sollte das Team monatlich dem Topmanagement berichten, damit dieses den Erfolg der neuen Technologie einschätzen und über weitere Handlungen entscheiden kann.

Das Krisenteam verfolgte eine simultane Herangehensweise an die Aufgaben. Auf der einen Seite erfolgten eine Überprüfung der Technologie und die Beschaffung von Ausstattung. Auf der anderen Seite wurden Kosten- und Marktfähigkeitseinschätzungen durchgeführt. Insgesamt arbeitete das Team elf Monate. Danach entschied das Topmanagement, dass die neue Technologie nicht erfolgsversprechend sei und keine negativen Folgen für das Unternehmen zu erwarten waren. Diese Einschätzung stellte sich als richtig heraus und die Krise wurde somit erfolgreich bewältigt. Schlussendlich trat das zweite Szenario ein.

Die Auswirkungen der Krise waren vielfältig. Einerseits erhöhte sich der Arbeitsdruck seitens der Angestellten. Andererseits stieg die Bedeutung der Einbezogenen, die sich profilieren konnten. Aufgrund der durchgeführten Handlungen konnten die vorhergesehenen negativen Auswirkungen vermieden werden.

Beispielsituation 3: Zulieferer mit einem unerwarteten Qualitätsproblem

In dieser Krise traten bei einem Automobilzulieferer große Qualitätsprobleme bei einem seiner Massenprodukte auf. Bei diesem Bauteil handelte es sich um ein sicherheitsrelevantes Produkt, wodurch nur sehr geringe Ausfallquoten von den Kunden akzeptiert wurden. Ein belieferter

OEM berichtete über massive Produktausfälle. Nach seinen Angaben fiel das Produkt in mehreren Fällen während der Nutzungsphase aus. Um auf diese Ausfälle zu reagieren, hatte der OEM bereits mit korrigierenden Maßnahmen in Form von Ursachenanalysen und Umsatzkorrekturen begonnen. Der OEM forderte vom Zulieferer, das Problem innerhalb von acht Tagen zu identifizieren und innerhalb von zwei Wochen eine Lösung zu präsentieren.

Der Zulieferer hat seinen Sitz in Deutschland, der OEM in Japan. Der geografische Abstand, kulturelle Unterschiede und Sprachbarrieren stellten neben dem technischen Problem weitere Hindernisse dar. Auch das Verhalten während der Krise unterschied sich. Während die deutschen Entwickler in der Krise Ruhe bewahrten, wurden die japanischen Ingenieure hektisch. Die Distanz wurde dabei zu einer besonderen Herausforderung, da es nicht möglich war, das beschädigte Produkt schnell auszutauschen.

Der Zulieferer setzte ein Krisenteam, bestehend aus drei Entwicklern, in der deutschen Zentrale ein. Unterstützt wurde das Team von drei bis vier Entwicklern seitens des OEM in Japan. Das Krisenteam erhielt Bilder und später per Post ein Exemplar des ausgefallenen Produkts. Durch die Analyse der Produktdokumentation versuchte das Team, die Ursache zu ermitteln. Ergänzt wurde dieses Vorgehen durch Qualitätskontrollen mit Fehlerbäumen und Tests. Auf Grundlage dieser Informationen formulierte das Team Hypothesen und führte Experimente im Labor durch. Die Hypothesen wurden bewertet und wiederum getestet. Parallel zur Problemanalyse und Lösungsentwicklung wurden regelmäßige Telefonkonferenzen zwischen dem Zulieferer und OEM durchgeführt. Durch diesen engen Kontakt sollten dem OEM Vertrauen und Ruhe signalisiert werden. Gleichzeitig wurde der OEM in die Problemanalyse und die Lösungsentwicklung miteinbezogen.

Das Unternehmen konnte die Krise bewältigen. Die Konsequenzen der Krise waren der Verlust von mehreren Tausend Euro pro Monat seitens des Zulieferers, da der OEM während der Krisenbewältigung ein Konkurrenzprodukt einsetzte. Jedoch konnte durch die Krise die Zusammenarbeit zwischen dem Zulieferer und OEM intensiviert werden. Ebenso wurden die wöchentlichen Telefonkonferenzen beibehalten.

4.1.3 Erfolgsfaktoren einer Krisenbewältigung

Neben den drei Beispielsituationen wurden in der Interviewstudie Erfolgsfaktoren zur Bewältigung von Krisen ermittelt. Aufbauend auf dem Cambridge Business English Dictionary (2015) werden Erfolgsfaktoren definiert²⁹ als die wichtigsten Dinge, die ein Unternehmen oder eine Organisation für eine erfolgreiche Krisenbewältigung beachten sollte. In der Interviewstudie konnten 41 Erfolgsfaktoren³⁰ für die Projektarbeit in Krisen ermittelt werden. Die genannten Faktoren sprechen dabei unterschiedliche Bereiche einer Krisenbewältigung an. So adressieren die Erfolgsfaktoren das Verhalten des Teamleiters, der Gruppe und jedes einzelnen Teammitglieds, das Projektmanagement oder die Problemlösung. Ausgewählte

²⁹ Originaldefinition *success factor*: „One of the most important things that a company or organization must do well in order for its business or work to be successful” (Cambridge Business English Dictionary, 2015).

³⁰ Münzberg et al. (2016a) listet noch 45 Erfolgsfaktoren auf. In weiteren Analysen wurden diese auf 41 verdichtet.

Erfolgsfaktoren zeigt Tabelle 4-3. Die gesamte Liste aller 41 Erfolgsfaktoren (z. B. Ehrlichkeit, Vertrauen, Lob oder Flexibilität) ist in Anhang A7 aufgeführt.

Tabelle 4-3: Übersicht der ausgewählten Erfolgsfaktoren

#	Erfolgsfaktor
1	Unter Druck arbeiten können
2	Kommunikation mit den richtigen Personen, frühe Kommunikation einleiten, sogar schon bei Standardprozessen
3	Zentrale Rolle der Führungskraft
4	Führung
5	Authentizität des Teamleiters, erfahrener Projektleiter sowohl Ansprechpartner als auch als Unterstützer: Sicherheit für Mitarbeiter, richtige Signale senden, Herzblut
6	Missverständnisse aufklären
7	Regelmäßige Jours Fixes
8	Heterogenes Team mit unterschiedlichen Hintergründen der Teilnehmer, durchdachte Teamzusammensetzung
9	Lösungswege identifizieren
10	Systematisches, offenes und transparentes Vorgehen
11	Zielgerichtete Arbeit
12	Klare und realistische Vorgaben, am besten schriftlich, klare Vorgaben durch die Führungskraft
13	Begründete Entscheidungen treffen
14	In Alternativen denken
15	Umfassende Analyse, z. B. Aufstellen von Hypothesen, Betrachtung der Wirkmechanismen
16	Rechtzeitig erkennen und eingestehen, dass man Hilfe braucht
17	Reflexion: Was ist passiert? Was ist die aktuelle Situation?
18	Professionelles Projektmanagement

Die weitere Verwendung der beiden vorgestellten Ergebnisse in der Arbeit wird in Unterkapitel 4.3 beschrieben. Davor wird im folgenden Unterkapitel die zweite empirische Studie vorgestellt.

4.2 Untersuchung von krisenerfahrenen Organisationen

Anknüpfend an die erste empirische Studie, die im vorherigen Unterkapitel beschrieben wurde, werden in diesem Unterkapitel zwei Untersuchungen bei krisenerfahrenen Organisationen vorgestellt. Ziel ist es, erfolgreiche Vorgehensweisen der Krisenbewältigung zu ermitteln und diese mit dem Lösungsansatz in die Produktentwicklung zu übertragen.

Es gibt eine Vielzahl von Unternehmen und Berufe, in denen Krisenmerkmale, wie Zeit- und Handlungsdruck, aber auch die Reaktionsfähigkeit auf unerwartete und überraschende Ereignisse zum Alltag gehören. Beispielhafte Berufe sind Ärzte und Krankenschwestern, Soldaten, Polizisten und Sondereinsatzkommandos, Piloten oder Feuerwehrmänner. Die Entscheidungsfindung in diesen Berufen wurde in unterschiedlichen Studien analysiert, wie z. B. bei Endsley (1995), Gigerenzer & Gaissmaier (2011), Klein (1998) oder Weick & Sutcliffe (2015). Ergebnisse dieser Untersuchungen sind beispielsweise Modelle zum Beschreiben des Situationsbewusstseins in dynamischen Situationen (Endsley, 1995) oder das Recognition-Primed-Entscheidungsmodell (Klein, 1998).

In den folgenden Untersuchungen wird auf diesen Ergebnissen aufgebaut und der Forschungsansatz weiterverfolgt. Dazu wird zuerst das Forschungsdesign beschrieben. Anschließend werden Krisen bei den untersuchten Unternehmen – Berufsfeuerwehr München und einem Unternehmen aus der Luftfahrt³¹ – vorgestellt. Aufbauend auf diesen Beschreibungen werden in der Herleitung in Unterkapitel 6.2.2 diese Vorgehen auf die Produktentwicklung übertragen.

4.2.1 Forschungsdesign der Untersuchungen bei krisenerfahrenen Organisationen

Dieses Unterkapitel beschreibt den Aufbau der Untersuchungen bei den beiden krisenerfahrenen Organisationen. Beschrieben werden die Ziele der Studien, das gewählte Vorgehen, die Teilnehmer und die Untersuchungsmethoden. Abschließend werden Krisen bei diesen beiden Organisationen in den folgenden Unterkapiteln skizziert. Diese stellen das erste Ergebnis der Untersuchungen dar. Das zweite Ergebnis, Prinzipien zu Krisenbewältigungen, wird im Lösungsansatz in Unterkapitel 7.2 vorgestellt.

Ziele dieser Untersuchungen der Berufsfeuerwehr München und dem Unternehmen aus der Luftfahrt waren, erstens Krisen bzw. vergleichbare Situationen zu Krisen in der Produktentwicklung zu ermitteln, und zweitens das Vorgehen zur Krisenbewältigung zu beobachten und zu dokumentieren.

Für die Untersuchungen bei den beiden Organisationen wurden zwei verschiedene **Vorgehen** gewählt: Bei der Berufsfeuerwehr München wurden zwei halbtägige Workshops abgehalten, bei dem Unternehmen der Luftfahrt wurde ein Leitfadeninterview durchgeführt. In den Workshops, die vor Ort bei der Berufsfeuerwehr stattfanden, absolvierten die Teilnehmer ein Planspiel, das einen Gefahrgutunfall auf der Autobahn sowie einen Zimmerbrand in einem Mehrfamilienhaus umfasste. Im Planspiel erhält einer der Teilnehmer die Aufgabe, einen Einsatz auf einer Planspielplatte durchzuführen. Zu Beginn bekommt der Teilnehmer vom Spielleiter Informationen zur vorgegebenen Situation. Der Teilnehmer begibt sich dann an eine Spielplatte, auf der die Situation in Miniaturform aufgebaut ist. Auf der Spielplatte können Straßen, Gebäude, Menschen und Fahrzeuge mit vielen Details dargestellt werden. Der Teilnehmer bewältigt die Lage, indem er alle Schritte des Einsatzes abarbeitet. Dabei übernimmt der Spielleiter die Rollen aller Beteiligten. Nach dem Spiel erhält der Teilnehmer Feedback vom Spielleiter. Während des Planspiels werden sowohl Video- als auch Audioaufnahmen gemacht sowie ein Beobachtungsbogen ausgefüllt.

Bei dem Unternehmen aus der Luftfahrt wurde eine Sondersituation (Ausfall eines sicherheitsrelevanten technischen Systems) in einem Leitfadeninterview durchgesprochen. Das Interview wurde vor Ort bei dem Unternehmen durchgeführt. Anhand des Leitfadens wurden die Sondersituationen und das Vorgehen zur Bewältigung besprochen. Um das Vorgehen zu verdeutlichen, wurden bei der Besprechung Dokumente, die während der Bewältigung der Situation verwendet wurden, z. B. Handbücher und Checklisten, bereitgestellt und durchgesprochen. Die Inhalte wurden dabei sowohl handschriftlich als auch per Audiodokumentation

³¹ Aus Geheimhaltungsgründen wird der Name des Unternehmens in dieser Arbeit nicht genannt.

festgehalten. Nach dem Interview wurden die Inhalte mithilfe der Modellierung der ereignisgesteuerten Prozessketten dokumentiert und analysiert.

Nachdem die Untersuchungen bei den beiden Organisationen durchgeführt und ausgewertet wurden, wurden vergleichbare Situationen gleicher Merkmale bei der Berufsfeuerwehr, dem Unternehmen aus der Luftfahrt sowie in der Produktentwicklung ermittelt³². Um die Ergebnisse auf die Produktentwicklung zu übertragen, wurden die Situationen abstrahiert und über einen Merkmalsvergleich analysiert. Die Merkmale von Krisen in der Produktentwicklung (Kontextfaktoren und Definition) werden in Unterkapitel 3.4 beschrieben. Um geeignete Situationen bei der Berufsfeuerwehr und dem Unternehmen aus der Luftfahrt zu identifizieren, wurden folgende ausgewählte Merkmale verwendet: Zeitdruck, Handlungsdruck, Überraschung, Unerwünschtheit, Wahrnehmung und Zielabweichung. Die detaillierte Analyse der Untersuchungen ist in der Masterarbeit Abram et al. (2016, S. 40 ff.) dokumentiert.

Teilnehmer der Untersuchungen waren vier Feuerwehrleute der Berufsfeuerwehr München sowie zwei Mitarbeiter des Unternehmens aus der Luftfahrt.

Bei den beiden Untersuchungen wurden unterschiedliche **Methoden** verwendet. Die Workshops bei der Berufsfeuerwehr wurden aufbauend auf Vorgehen von Ruedel (2008), Sachsenmeier & Lipp (2009) und Blessing & Chakrabarti (2009) durchgeführt. Beim Luftfahrtunternehmen wurden Leitfadeninterviews nach Ahlrichs (2012), Blessing & Chakrabarti (2009) und Bogner et al. (2014) geführt. Diese Interviews wurden mithilfe von ereignisgesteuerten Prozessketten dargestellt und ausgewertet (Abts & Müller, 2009; Kobler, 2010).

Diese Untersuchungen führten zu zwei **Ergebnissen**: Erstens konnten mit den Untersuchungen vergleichbare Krisen zu Krisen in der Produktentwicklung ermittelt werden. Zweitens konnten über diese Situationen Vorgehen zur Krisenbewältigung bei den beiden untersuchten Organisationen ermittelt werden. Diese wurden in Form von Prinzipien dokumentiert und auf die Produktentwicklung übertragen. Die erste Version der Prinzipien, die direkt aus der Analyse des Vorgehens der beiden Organisationen stammt, zeigt Anhang A12. Die finale Version, die Entwickler in der Produktentwicklung unterstützt, wird in Unterkapitel 7.2 vorgestellt. In den folgenden beiden Unterkapiteln werden die Krisen bei der Berufsfeuerwehr München und bei dem Unternehmen aus der Luftfahrt vorgestellt.

4.2.2 Krisen bei der Berufsfeuerwehr München

Aufgaben, wie Retten von Menschen aus einer Gefahrenlage, Löschen von Bränden oder Bergen von Sachgütern, beschreiben für normale Bürger in den häufigsten Fällen Extremsituationen oder sogar Krisen. Für Feuerwehrleute sind dies alltägliche Aufgaben, die sie aufgrund ihrer Ausbildung bewerkstelligen können. Für sie sind dies in den meisten Fällen keine Krisen.

Im Rahmen der Untersuchungen von Abram (2015) konnte ein dreistufiges Modell zur Beschreibung von Situationen bei der Berufsfeuerwehr München erarbeitet werden. Es

³² Dies waren z. B. ein Feuer bei einem Chemieunfall, ein brennendes Triebwerk eines Passagierflugzeugs oder ein fehlgeschlagener Produkttest bei einem Maschinenbauunternehmen.

beschreibt Situationen anhand der Handlungssicherheit und der Dynamik der Situation. Die *Handlungssicherheit* beschreibt dabei, wie gut Feuerwehrleute auf eine Situation reagieren können. Die *Dynamik einer Situation* beschreibt, wie schnell sich die Rahmenbedingungen des Einsatzes verändern. In Abbildung 4-2 werden diese beiden Dimensionen gegenübergestellt und beispielhafte Situationen aufgelistet.

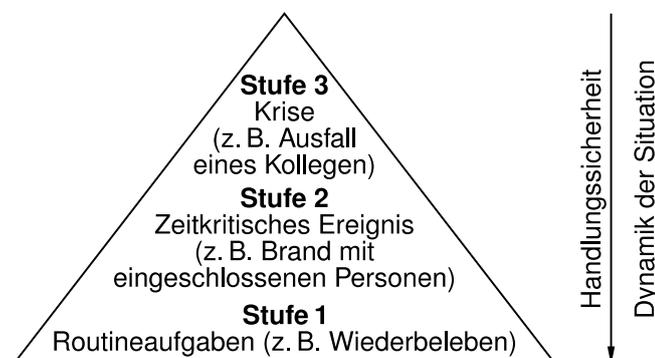


Abbildung 4-2: Stufenmodell zur Beschreibung von Situationen bei der Feuerwehr nach Abram (2015, S. 60)

Stufe 1 des Modells beschreibt Routineaufgaben, wie z. B. die Reanimation von Menschen, die Bekämpfung von Zimmerbränden oder einen Unwettereinsatz. Die Situation ist geprägt durch extrem hohe Handlungssicherheit, die sich in klaren, trainierten Bewältigungsstrategien niederschlägt. Die Rahmenbedingungen sind den Feuerwehrleuten bekannt und sie bleiben während des Einsatzes unverändert.

Stufe 2 beschreibt zeitkritische Ereignisse, wie die Bekämpfung von Zimmerbränden mit Personenschaden, die Suche nach vermissten Personen oder die Eindämmung einer Rauchentwicklung in einem Hochhaus. Im Vergleich zur ersten Situation nimmt die Handlungssicherheit ab, ist aber immer noch vorhanden, während die Dynamik der Situation zunimmt. Dies drückt sich dadurch aus, dass die zu treffenden Entscheidungen die Auswirkungen auf Personen oder Sachgüter beeinflussen. Des Weiteren gehören zu dieser Stufe der plötzliche Ausfall von Geräten oder noch schwerwiegendere Situationen, als sie im Meldebescheid beschrieben wurden. Abhängig von getroffenen Entscheidungen müssen Vorgehen angepasst oder neu ausgewählt werden. Ebenso verändern sich die Rahmenbedingungen über die Zeit oder sind anders als angenommen.

Stufe 3 beschreibt Krisen, wie Terrorereignisse, Massenanfälle von Verletzten, Gefahrstoffereignisse oder der Ausfall von Kollegen während eines Einsatzes. Bei diesen Situationen handelt es sich um unerwartete Situationen für die Feuerwehrleute. Unter Zeitdruck müssen teilweise riskante Entscheidungen getroffen werden, ohne die Schwere der Auswirkungen zu kennen.

Mithilfe dieses Stufenmodells kann gezeigt werden, dass es vergleichbare Situationen bei der Berufsfeuerwehr und in der Produktentwicklung gibt. Im Austausch mit der Berufsfeuerwehr wurden den Situationen auf der dritten Stufe die gleichen Merkmale, wie denen in der Produktentwicklung, zugeordnet. Ergänzt wurden diese um Dynamik, Ausmaß von Auswirkungen und Erfolgchance.

4.2.3 Krisen bei einem Unternehmen aus der Luftfahrt

In der Luftfahrt gelten höchste Sicherheitsregeln. Kommt es während des Starts, des Flugs oder der Landung zu technischen Problemen, besteht höchste Gefahr für das Leben der Passagiere und der Besatzung. Ausgangsbasis der Betrachtungen bei dem Luftfahrtunternehmen waren sicherheitsrelevante Ereignisse. Diese Ereignisse müssen bei Auftreten der Flugsicherung gemeldet werden. Sie werden untersucht, um Sicherheitsrisiken aufzudecken und geeignete Gegenmaßnahmen zu entwickeln. Beispielhafte sicherheitsrelevante Ereignisse sind (DFS Deutsche Flugsicherung GmbH, 2017):

- Luftfahrzeugannäherungen: Annäherung von Flugzeugen, bei denen sich ein Beteiligter gefährdet fühlte oder die Sicherheit als gefährdet sah.
- Staffelungsunterschreitung: Zwischen zwei Flugzeugen wird ein vorgeschriebener Mindestabstand nicht eingehalten.
- Flugunfall: Ereignis während des Betriebs eines Flugzeugs, bei dem eine Person tödlich oder schwer verletzt wird, das Flugzeug einen Schaden erleidet oder das Flugzeug vermisst wird oder nicht zugänglich ist.³³
- Runway Incursion: Ein Flugzeug, ein Fahrzeug oder eine Person befinden sich fälschlicherweise auf der Start- oder Landebahn.
- Widerrechtlicher Eingriff in den Flugverkehr bzw. gegen eine flugsicherungstechnische Einrichtung: Dies sind beispielsweise Flugzeugentführungen oder Terroranschläge.
- Abweichung und Störung flugsicherungstechnischer Einrichtungen: Werden Abweichungen vom Sollzustand übersehen, kann es zum Ausfall oder zu Störungen flugsicherungstechnischer Einrichtungen kommen.

Da im Gegensatz zur Berufsfeuerwehr München keine Metrik zur Beschreibung von Situationen erarbeitet werden konnte und auch keine direkte Krise ermittelt wurde, bezogen sich die Untersuchungen auf die sicherheitsrelevanten Ereignisse, die auch als Sondersituationen bezeichnet werden.

Aufbauend auf der Krisendefinition in der Produktentwicklung wurde eine Definition für das Unternehmen in der Luftfahrt erarbeitet. Es hat sich gezeigt, dass eine Krise bei diesem Unternehmen durch Zeit- und Handlungsdruck, durch das Überraschungsmoment, Unerwünschtheit der Situationen als auch durch die individuelle Wahrnehmung und einen ambivalenten Ausgang geprägt ist. Ein wesentlicher Unterschied konnte jedoch bei der Beherrschbarkeit der Situation ermittelt werden. So ist eine Krise bei dem Luftfahrtunternehmen vor allem durch die Nichtbeherrschbarkeit der Situation geprägt. Dies bedeutet, dass es keine Pläne zum Umgang mit der Situation gibt. Da, wie oben beschrieben, eine solche Situation bei dem Unternehmen noch nicht aufgetreten ist, wurden stattdessen Sondersituationen, d. h. Abweichung und Störung flugsicherungstechnischer Einrichtungen, betrachtet. Eine Sondersituation hat die gleichen Merkmale, wie eine Krise, allerdings wird davon ausgegangen, dass in absehbarer Zeit der Betriebszustand wieder hergestellt werden kann.

³³ Vollständige Definition siehe Bundestag (1998).

Nach der Vorstellung der Krisen bei den beiden untersuchten Organisationen werden im folgenden Unterkapitel die Ergebnisse der empirischen Untersuchungen dieses Kapitels kurz zusammengefasst und in den Kontext der weiteren Ausarbeitung dieser Forschungsarbeit gesetzt.

4.3 Schlussfolgerungen der empirischen Untersuchungen

In diesem Unterkapitel werden die vorgestellten empirischen Untersuchungen kurz zusammengefasst und die Verwendung der Ergebnisse in den weiteren Ausarbeitungen der Arbeit beschrieben.

Mithilfe der empirischen Untersuchungen konnte die Wissensbasis über Krisen erweitert werden. Mit der Interviewstudie wurde ein tief greifendes Verständnis von Krisen in der Industrie erarbeitet. Insgesamt konnten 15 Krisen ermittelt werden, von denen drei in Unterkapitel 4.1.2 vorgestellt wurden. Die Beschreibungen helfen, sowohl die Ursachen als auch Auswirkungen von Krisen besser zu verstehen. Mithilfe der ermittelten Erfolgsfaktoren in Unterkapitel 4.1.3 konnten Ansatzpunkte für erfolgreiches Krisenbewältigungsvorgehen formuliert werden. Diese fließen direkt in die Anforderungsanalyse in Kapitel 5 ein.

Die Untersuchungen mit den beiden krisenerfahrenen Organisationen zeigen erfolgreiche Vorgehen und Hilfsmittel zur Krisenbewältigung auf. Motivation für die Zusammenarbeit mit diesen beiden Organisationen war die Dokumentation *11. September – Die letzten Stunden im World Trade Center* der Brüder Jules und Gédéon Naude aus dem Jahr 2002³⁴. Diese Dokumentation, die ursprünglich die Feuerwehrausbildung in New York begleiten wollte, zeigt direkte Aufnahmen der Rettungsaktionen der New Yorker Feuerwehr während der Terroranschläge des 11. Septembers 2001. Im Mittelpunkt steht der erfahrene Feuerwehrmann Joseph W. Pfeifer, der als einer der ersten Feuerwehrleute am World Trade Center eintrifft. Er ist einer der Hauptkoordinatoren und -verantwortlichen für die Hilfs- und Rettungsaktionen während des Anschlags.

Ebenso konnten mithilfe der Abstraktion von Situationen über den Merkmalsvergleich relevante Situationen identifiziert werden. Dieser Ansatz kann nicht nur für den Vergleich von Krisen verwendet werden, sondern auch für andere Entwicklungssituationen. Merkmale können dabei basierend auf den Kontextfaktoren nach Gericke et al. (2013) formuliert werden.

Ausgehend von diesen Ergebnissen wurde das Vorgehen von Feuerwehrleuten und in der Luftfahrt in Krisen und krisenähnlichen Situationen dokumentiert und analysiert sowie in die Produktentwicklung transferiert (siehe Unterkapitel 6.2.2). Ergebnis dieser Untersuchungen sind Prinzipien zur Krisenbewältigung, die ausführlich im Lösungsansatz in Kapitel 7 vorgestellt und in Kapitel 8 evaluiert werden.

³⁴ Erstausstrahlung im deutschen Fernsehen war am 11. September 2002 im Ersten.

5 Anforderungsanalyse an den Lösungsansatz

Die Grundlagen zur methodischen Problemlösung in Kapitel 3 zeigen, dass es keine umfangreiche Unterstützung zur Krisenbewältigung in der Produktentwicklung gibt. Um eine geeignete Unterstützung für Entwickler in Krisen zu erarbeiten, werden in diesem Kapitel Anforderungsbereiche und Anforderungen an den Lösungsansatz ermittelt. Diese ermöglichen es, in den Kapiteln 6 und 7 den Lösungsansatz herzuleiten. Ziel dieses Kapitels ist es, eine ganzheitliche Betrachtung der relevanten Anforderungen zu gewährleisten. Um dies zu erreichen, werden auf der einen Seite Anforderungen an das methodische Vorgehen aus der einschlägigen Produktentwicklungsliteratur betrachtet. Auf der anderen Seite werden Anforderungen aus den Erkenntnissen des Wissensaufbaus über Krisen abgeleitet. Dafür werden die Erfolgsfaktoren der Interviewstudie (siehe Unterkapitel 4.1.3) sowie die erarbeitete Definition und Kontextfaktoren von Krisen (siehe Unterkapitel 3.4) ausgewertet.

Begonnen wird mit der literaturbasierten Anforderungsidentifikation. Aufbauend auf dieser werden anschließend die Erfolgsfaktoren der ersten empirischen Untersuchung ausgewertet. Abschließend werden die Krisendefinition und Kontextfaktoren analysiert. Nach jedem Unterkapitel werden die wesentlichen Erkenntnisse in einer Übersicht der ermittelten Anforderungsbereiche und Anforderungen zusammengefasst. Das Kapitel schließt mit einer Zusammenfassung Bereiche und der zugehörigen Anforderungen in einer Anforderungsliste für den Lösungsansatz. Den Betrachtungsbereich dieses Kapitels zeigt Abbildung 5-1.

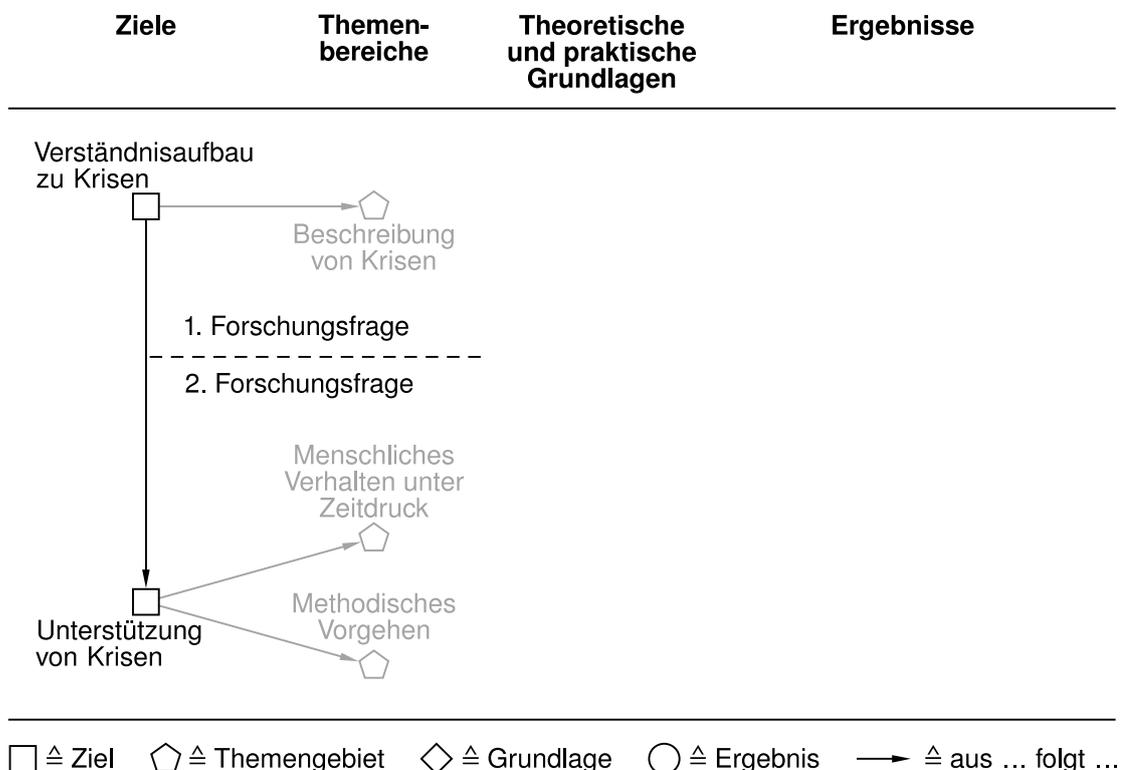


Abbildung 5-1: Betrachtungsgegenstände von Kapitel 5

5.1 Literaturbasierte Anforderungsidentifikation

Die Analyse beginnt mit der Ermittlung von Anforderungen aus der Literatur der Produktentwicklung. Um die Ausführungen einzugrenzen, werden zwei Quellen betrachtet, die in ihren Ausführungen ein breites Spektrum an Literatur zusammenfassen. Mit dieser Auswahl sollen sowohl die praxisorientierte als auch die theoriefokussierte Sichtweise auf Methoden und ihren Einsatz dargestellt werden. Die Unterstützungsmatrix von Braun (2005, S. 217) und die Übersicht der Defizite von Badke-Schaub et al. (2011) sind deshalb in dieser Arbeit Grundlage der literaturbasierten Anforderungsidentifikation. Braun (2005) hat in seiner Arbeit ein tief greifendes Verständnis von dem Methodeneinsatz in mittelständischen Unternehmen aufgebaut. Die praxisorientierte Betrachtungsweise von Braun (2005) wird durch die theoriefokussierte Sichtweise von Badke-Schaub et al. (2011) ergänzt, in deren Mittelpunkt die Analyse akademischer Literatur steht.

In seiner Dissertation erarbeitete Braun einen Lösungsansatz zur strategischen Produktplanung für ein mittelständisch geprägtes Umfeld (Braun, 2005). Braun (2005) unterteilte seinen Lösungsansatz zur strategischen Produktplanung in ein aufgabenspezifisches und anwenderspezifisches Voraussetzungsspektrum. Das aufgabenspezifische Voraussetzungsspektrum fokussiert dabei konkrete Problembereiche der strategischen Produktplanung. „Primäres Ziel ist es, Produktplanern eine Einordnung in ein erforderliches methodisch unterstütztes Vorgehen zu ermöglichen“ (Braun, 2005, S. 108). Dadurch erlaubt seine Unterstützung „(...) eine auf die aufgabenspezifischen Voraussetzungen ausgerichtete methodische Unterstützung der strategischen Produktplanung (...)“ (Braun, 2005, S. 112). Dieses Spektrum ist unterteilt in vier Ebenen: Ziel-, Vorgehens-, Aufgaben- und Methodenebene.

Das anwenderspezifische Voraussetzungsspektrum berücksichtigt die Belange der Individuen und ihrer Umgebung (Braun, 2005, S. 107). Dabei liegt der Fokus auf dem Wissensstand des Produktplaners mit methodisch, systematischem Vorgehen und wie dieses in die Arbeitskultur integriert ist. Er unterteilt dieses Spektrum in *Methoden-Anfänger*, *Methoden-Fortgeschrittene* und *Methoden-Experten*. Methoden-Anfänger setzen kaum Methoden ein und haben keine methodische Vorbildung. Hauptsächlich verwenden sie Intuition bei der Entwicklung technischer Produkte. Im Gegensatz zu ihnen setzen Methoden-Experten bestimmte Herangehensweisen ein und haben eine methodische Ausbildung. Bei der Entwicklung verwenden sie ein strukturiertes, systematisches Entscheidungsverhalten. Zwischen diesen beiden Polen ist der methoden-fortgeschrittene Produktplaner einzuordnen. (Braun, 2005, S. 110)

Mit diesen beiden Spektren erstellte Braun eine Unterstützungsmatrix für den Methodeneinsatz, dargestellt in Abbildung 5-2 (Braun, 2005, S. 217). Mit dieser Matrix ermöglicht er eine aufgaben- und anwendungsspezifische Einordnung des Unterstützungsbedarfs. In der vorliegenden Arbeit sollen Entwickler bei der operativen Krisenbewältigung unterstützt werden. Wie Unterkapitel 2.3 zeigt, sind Methoden in der Produktentwicklung der Industrie noch nicht vollständig verankert. Deshalb fokussiert sich diese Arbeit auf die Aufgabenebene und unterstützt auf der anwendungsspezifischen Ebene Methoden-Anfänger und Methoden-

hervorgerufen werden. Dadurch fällt es Entwicklern in der industriellen Praxis schwer, die passenden Methoden zu identifizieren. Zum dritten kann die Anwendung von Methoden während des Entwicklungsprozesses betroffen sein. Dieses Defizit wird unter anderem hervorgerufen durch das mangelnde Interesse, Methoden in die Entwicklung einzubinden, oder durch fehlende Ressourcen und Methodenfertigkeiten. Ebenso können die Methodenanwendung zeitaufwendig und die Methoden für die spezifischen Probleme eines Unternehmens zu unflexibel sein.

Aus diesen drei Defiziten ergeben sich zwei weitere Anforderungsbereiche für diese Arbeit. Auf der einen Seite zeigt sich ein Anforderungsbereich an die *Evaluation*, in den die *Performance* und die *Präsentation* miteinfließen. Auf der anderen Seite folgt der Anforderungsbereich des *Entwicklungsprozesses*, der direkt aus dem dritten Defizit abgeleitet wird. Der Lösungsansatz soll sowohl die *Flexibilität der Methodenanwendung* unterstützen als auch den *Zeitaufwand der Methodenanwendung* begrenzen. Ebenso soll der Lösungsansatz *situations- und unternehmensspezifisch anpassbar* sein.

Leistung	Präsentation	Prozess
fehlende Überprüfung	unzureichende Bekanntmachung von Methoden	geringe Flexibilität in Anwendung
unbekannte Auswirkung eines (neuen) Werkzeugs	unpassende Darstellung von Methoden	zeitaufwendig
verschiedene Herangehensweisen der Entwicklung nicht berücksichtigt	thematisiert Wissen, nicht Anwendung	fehlende Unterstützung vom Management
	keine Differenzierung nach Entwicklungsfachrichtungen	keine Anpassung an verschiedene situative Gegebenheiten

Abbildung 5-3: Übersicht der Defizite von Entwicklungsmethoden nach Badke-Schaub et al. (2011, S. 183) und Auswahl der relevanten Bereiche für den Lösungsansatz (grau hinterlegt)

Die Erkenntnisse der Betrachtungen werden in Tabelle 5-1 zusammengefasst. Im Folgenden werden die empirischen Ergebnisse analysiert, um die ermittelten Anforderungsbereiche zu spezifizieren oder zu ergänzen.

Tabelle 5-1: Übersicht der vier ermittelten Anforderungsbereiche und Anforderungen aus der Literatur nach Braun (2005) und Badke-Schaub et al. (2011)

Anforderungsbereiche & Anforderungen	Quelle
Aufgabenspezifische Anforderungen	B
<ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung der Aufgabenebene 	B
Anwenderspezifische Anforderungen	B
<ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung von Methoden-Anfängern • Unterstützung von Methoden-Fortgeschrittenen 	B B
Entwicklungsprozessspezifische Anforderungen	BS
<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilität der Methodenanwendung • Situations- oder unternehmensspezifische Anpassung des Vorgehens • Zeitaufwand der Methodenanwendung 	BS BS BS
Evaluationsspezifische Anforderungen	BS
<ul style="list-style-type: none"> • Identifikation der passenden Methode zur Problemstellung zum richtigen Zeitpunkt • Validierung der Methodenanwendung • Identifikation des Einflusses der Unterstützung • Adäquate Beschreibung des Unterstützung 	BS BS BS BS
Legende	B: Braun (2005) BS: Badke-Schaub et al. (2011)

5.2 Anforderungsidentifikation aus Empirie und Analyse

Nach der literaturbasierten Analyse werden aus den Erkenntnissen dieser Arbeit weitere Anforderungen an den Lösungsansatz abgeleitet. Dafür werden die Erfolgsfaktoren der Interviewstudie (siehe Unterkapitel 4.1.3) sowie die erarbeitete Definition und Kontextfaktoren von Krisen (siehe Unterkapitel 3.4) untersucht und Anforderungsbereiche und Anforderungen abgeleitet. Wie im vorherigen Unterkapitel, werden am Ende jeder Betrachtung die Ergebnisse zusammengefasst.

5.2.1 Auswertung der Erfolgsfaktoren

In der Interviewstudie wurden neben dem Verständnis von Krisen in der industriellen Praxis und den drei Krisenbeispielen auch Erfolgsfaktoren zur Krisenbewältigung erarbeitet (siehe Unterkapitel 4.1.3 und Münzberg et al. (2016a)). Erfolgsfaktoren²⁹ sind die wichtigsten Dinge, die ein Unternehmen oder eine Organisation für eine erfolgreiche Krisenbewältigung beachten sollte. Insgesamt wurden 41 projektspezifische Erfolgsfaktoren identifiziert (siehe Anhang A17). Um aus diesen Faktoren Anforderungsbereiche und Anforderungen für diese Arbeit abzuleiten, werden diese im Folgenden kategorisiert und analysiert.

Die Betrachtung der Erfolgsfaktoren zeigt, dass diese auf der einen Seite angelehnt an Braun (2005) in aufgabenspezifische Erfolgsfaktoren unterteilt werden können. Auf der anderen Seite ergibt sich der weitere Anforderungsbereich *menschliches Verhalten in Krisen*. Tabelle 5-2 zeigt die Einordnung der relevanten Faktoren für den Lösungsansatz in die beiden Anforderungsbereiche.

Tabelle 5-2: Einordnung der 18 relevanten Erfolgsfaktoren in die zwei Anforderungsbereiche aufgabenspezifische Anforderungen und menschliches Verhalten³⁵

#	Erfolgsfaktor	Aufgaben-spezifisch	Menschl. Verhalten
1	Systematisches, offenes und transparentes Vorgehen	×	
2	Zielgerichtete Arbeit	×	
3	Klare und realistische Vorgaben, am besten schriftlich, Führungskraft sollte klare Vorgaben machen	×	
4	Professionelles Projektmanagement	×	
5	Gute Analyse, z. B. Aufstellen Hypothesen oder Betrachtung der Wirkmechanismen	×	
6	Lösungswege identifizieren	×	
7	In Alternativen denken	×	
8	Begründete Entscheidungen treffen	×	
9	Rechtzeitig erkennen und eingestehen, dass man Hilfe braucht	×	
10	Reflexion: Was ist passiert? Was ist die aktuelle Situation	×	
11	Unter Druck arbeiten zu können		×
12	Kommunikation mit den richtigen Personen, frühe Kommunikation einleiten, sogar schon bei Standardprozessen		×
13	Missverständnisse aufklären		×
14	Regelmäßige Jour Fixe		×
15	Heterogenes Team mit unterschiedlichen Hintergründen der Teilnehmer, durchdachte Teamzusammensetzung		×
16	Authentizität des Teamleiters, Erfahrener Projektleiter sowohl Ansprechpartner als auch Unterstützer: Sicherheit für Mitarbeiter, richtige Signale senden, Herzblut		×
17	Zentrale Rolle der Führungskraft		×
18	Führung		×

Neben der Ermittlung des Anforderungsbereichs *menschliches Verhalten* können aus der obigen Auflistung noch weitere Erkenntnisse für die Anforderungsermittlung abgeleitet werden. Für den *aufgabenspezifischen Anforderungsbereich* ergeben sich die folgenden Anforderungen. Erstens soll ein strukturiertes Vorgehen bei der Problemlösung der Krise unterstützt werden (siehe EF 1). Dieses Vorgehen soll das zielgerichtete Vorgehen unterstützen und klare Vorgaben für die Krisenbewältigung machen. Zweitens kann das strukturierte Vorgehen in vier Teilschritte unterteilt werden: *Analyse des Problems*, *Identifikation von Alternativen*, *Entscheidungsfindung* (siehe EF 6–8) und *regelmäßige Reflexion des gewählten Vorgehens* (siehe EF 10).

Für den Anforderungsbereich *menschliches Verhalten* können ebenfalls Anforderungen festgelegt werden. Aus den Erfolgsfaktoren 10–18 ergeben sich folgende vier Anforderungen: *Arbeiten unter Druck*, *Führung*, *Kommunikation* und *Zusammenarbeit*. Tabelle 5-3 fasst die Erkenntnisse dieses Unterkapitels zusammen.

³⁵ Zur besseren Lesbarkeit des Kapitels wurden die Erfolgsfaktoren neu nummeriert.

Tabelle 5-3: Übersicht der Anforderungsbereiche und Anforderungen nach Auswertung der Erfolgsfaktoren

Anforderungsbereiche & Anforderungen	Quelle
Aufgabenspezifische Anforderungen	B
<ul style="list-style-type: none"> • Strukturiertes Vorgehen <ul style="list-style-type: none"> ○ Analyse des Problems ○ Identifikation von Alternativen ○ Entscheidungsfindung ○ Reflexion 	EF 1–4 & D EF 5 EF 6–7 EF 8 EF 9–10
Anforderungen zur Unterstützung des menschlichen Verhaltens in Krisen	EF
<ul style="list-style-type: none"> • Arbeiten unter Druck • Führung • Kommunikation • Zusammenarbeit 	EF 11 EF 16–18 EF 12–13 EF 15
Legende	B: Braun (2005) EF: Erfolgsfaktoren D: Krisendefinition

5.2.2 Auswertung der Definition und Kontextfaktoren von Krisen

Abschließend werden die erarbeitete Krisendefinition und die neun Kontextfaktoren von Krisen (siehe Unterkapitel 3.4) kategorisiert und analysiert, um weitere Erkenntnisse für die Anforderungsermittlung zu gewinnen.

Die Betrachtung der Definition (siehe Unterkapitel 3.4.3) zeigt fünf Elemente, die Einfluss auf den Lösungsansatz haben können. Diese beschreiben entweder die Situation und die damit verbundenen Rahmenbedingungen an die Problemlösung oder die menschliche Wahrnehmung der Situation:

1. Zeitlich begrenzt
2. Ausnahmesituation
3. Individuell wahrgenommen
4. Zeit- und Handlungsdruck
5. Schwerwiegende Folgen

Das Element *zeitlich begrenzt* kann dabei den entwicklungsprozessspezifischen Anforderungen zugeordnet werden. Die Elemente *Ausnahmesituation*, *individuell wahrgenommen* und *Zeit- und Handlungsdruck* können dem Anforderungsbereich *menschliches Verhalten* und speziell dem Faktor *Arbeiten unter Druck* zugewiesen werden. Abschließend kann das Element *schwerwiegende Folgen* dem Bereich *aufgabenspezifischen Anforderungen* untergeordnet werden. Diese Anforderung untermauert die Verwendung eines strukturierten Vorgehens, um nachvollziehbare und begründete Entscheidungen während der Problemlösung in der Krise zu treffen.

Ebenso können auch aus den neun Kontextfaktoren einer Krise (siehe Unterkapitel 3.4.2) Anforderungen an den Lösungsansatz abgeleitet werden. So beeinflusst das *Projektrisiko* die Entscheidungsfindung während einer Krise. Entscheidungen müssen trotz Zeitdruck und Informationsmangel begründet getroffen werden, um Fehler und weitere Nacharbeit zu

vermeiden. Jede Verzögerung oder Fehleinschätzung kann dazu führen, dass das Projekt und die Krisenbewältigung scheitern. Des Weiteren können die vier Faktoren *Erfolgsdruck*, *individueller Zeitdruck*, *Koordination* und *Arbeitsverteilung* sowie *Art der Projektsteuerung* dem Anforderungsbereich *menschliches Verhalten* zugeordnet werden. *Erfolgsdruck* und *individueller Zeitdruck* untermauern die Anforderung *Arbeiten unter Druck*. Die Faktoren *Koordination* und *Arbeitsverteilung* sowie *Art der Projektsteuerung* untermauern die Anforderung *Zusammenarbeit*.

Die Erkenntnisse aus der Betrachtung der Krisendefinition und Kontextfaktoren von Krisen erweitern die *aufgaben- und entwicklungsprozessspezifischen Anforderungsbereiche*. Ebenso ergibt sich eine neue Anforderung im Anforderungsbereich *menschliches Verhalten*. Es resultieren daraus die erweiterten Anforderungsbereiche und Anforderungen in Tabelle 5-4.

Tabelle 5-4: Übersicht der Anforderungsbereiche und Anforderungen nach Auswertung der Definition und der Faktoren von Krisen

Anforderungsbereiche & Anforderungen	Quelle
Aufgabenspezifische Anforderungen	B
<ul style="list-style-type: none"> • Strukturiertes Vorgehen <ul style="list-style-type: none"> ○ Analyse des Problems ○ Entscheidungsfindung 	B EF 1–4 & D EF 8 & D & F
Entwicklungsprozessspezifische Anforderungen	BS
<ul style="list-style-type: none"> • Zeitaufwand der Methodenanwendung muss an die Rahmenbedingungen (zeitlich begrenzt, schnellstmögliche Lösung) einer Krise angepasst sein 	BS & D
Anforderungen zur Unterstützung des menschlichen Verhaltens in Krisen	EF
<ul style="list-style-type: none"> • Arbeiten unter Druck • Zusammenarbeit 	EF 11 & D & F EF 15 & F
Legende	
	B: Braun (2005)
	BS: Badke-Schaub & Frankenberger (2004)
	EF: Erfolgsfaktoren
	F: Kontextfaktoren von Krisen
	D: Krisendefinition

5.3 Anforderungen an den Lösungsansatz

In diesem Unterkapitel werden die Anforderungsbereiche und Anforderungen aus den vorherigen Unterkapiteln zusammengeführt. Ebenso werden für ausgewählte Anforderungen Ausprägungen festgelegt. Anhang A8 fasst die ermittelten Anforderungsbereiche und Anforderungen mit den dazugehörigen Quellen zusammen.

Da im Rahmen dieser Forschungsarbeit unter anderem eine methodische Unterstützung für Entwickler in Krisen erarbeitet werden soll, werden die *aufgaben- und entwicklungsprozessspezifischen Anforderungen* im letzten Schritt der Anforderungsermittlung durch Ausprägungen spezifiziert.

In der Unterstützungsmatrix von Braun (2005, S. 217) werden Methodenvorschläge und Methodenhinweise konkret für Methoden-Anfänger und -Fortgeschrittene auf der Aufgabenebene formuliert. Dieser Vorschlag fließt direkt in die Anforderungsliste für den Lösungsansatz mit ein und wird den *aufgabenspezifischen Anforderungen* zugeordnet.

Ausgehend vom Betrachtungsgegenstand des Lösungsansatzes der Arbeit (siehe Unterkapitel 1.4) werden die *aufgaben- und entwicklungsprozessspezifischen Anforderungen* spezifiziert. Da in dieser Arbeit Entwicklungsteams unterstützt werden, wie z. B. in den Beispielkrisen in Unterkapitel 4.1.2, sollen das *strukturierte Vorgehen* und die dazugehörigen Methoden für Gruppen von vier bis acht Anwendern geeignet sein (siehe dazu Unterkapitel 6.2.1). Ebenso wird der *Zeitaufwand der Methodenanwendung* konkretisiert. Da der Lösungsansatz Methoden-Anfänger und -Fortgeschrittene unterstützen soll, wird davon ausgegangen, dass keine explizite Methodenanwendung in die Krisenbewältigung mit eingeplant wird. Ebenso soll die Eintrittsbarriere für eine mögliche Methodenanwendung so gering wie möglich sein. Deshalb sollen Methoden im Lösungsansatz in maximal einem halben Arbeitstag (maximal vier Stunden) durchgeführt werden können. Die Zeiten für die Methodenanwendung werden aufgeteilt in Einarbeitungs- und Anwendungszeit. Die Einarbeitungszeit soll zwischen 30 und 60 Minuten liegen, die Anwendungszeit zwischen 60 und 180 Minuten. Mit der Festlegung dieser Ausprägungen wird die Anforderungsermittlung abgeschlossen. Alle Anforderungsbereiche und Anforderungen mit den dazugehörigen Ausprägungen fasst Tabelle 5-5 zusammen.

Tabelle 5-5: Anforderungsliste an den Lösungsansatz der Forschungsarbeit

#	Anforderungsbereiche & Anforderungen	Ausprägungen
1	Aufgabenspezifische Anforderungen	
1.1	<ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung der Aufgabenebene 	Methodenvorschläge oder Methodenhinweise
1.2	<ul style="list-style-type: none"> • Strukturiertes Vorgehen 	Geeignet für vier bis acht Anwender
1.2.1	<ul style="list-style-type: none"> ○ Analyse des Problems 	–
1.2.2	<ul style="list-style-type: none"> ○ Identifikation von Alternativen 	–
1.2.3	<ul style="list-style-type: none"> ○ Entscheidungsfindung 	–
1.2.4	<ul style="list-style-type: none"> ○ Reflexion 	–
2	Anwenderspezifische Anforderungen	
2.1	<ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung von Methoden-Anfängern 	–
2.2	<ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung von Methoden-Fortgeschrittenen 	–
3	Entwicklungsprozessspezifische Anforderungen	
3.1	<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilität der Methodenanwendung 	–
3.2	<ul style="list-style-type: none"> • Situations- oder unternehmensspezifische Anpassung des Vorgehens 	–
3.3	<ul style="list-style-type: none"> • Zeitaufwand der Methodenanwendung muss an die Rahmenbedingungen (zeitlich begrenzt, schnellstmögliche Lösung) einer Krise angepasst sein 	Methoden in 30 bis 60 Minuten erlernbar, Methoden in 60 bis 180 Minuten anwendbar
4	Anforderungen zur Unterstützung des Menschlichen Verhaltens in Krisen	
4.1	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeiten unter Druck 	–
4.2	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunikation 	–
4.3	<ul style="list-style-type: none"> • Zusammenarbeit 	–
4.4	<ul style="list-style-type: none"> • Führung 	–
5	Evaluationsspezifische Anforderungen	
5.1	<ul style="list-style-type: none"> • Identifikation der passenden Methode zur Problemstellung zum richtigen Zeitpunkt 	–
5.2	<ul style="list-style-type: none"> • Validierung der Methodenanwendung 	–
5.3	<ul style="list-style-type: none"> • Identifikation des Einflusses der Unterstützungen 	–
5.4	<ul style="list-style-type: none"> • Adäquate Beschreibung der Unterstützungen 	–

6 Herleitung und Struktur des Lösungsansatzes

Zielsetzung dieser Arbeit ist die operative Unterstützung von Entwicklern in technischen Krisen. In den vorangegangenen Kapiteln wurde eine umfangreiche Wissensbasis über Krisen aufgebaut. Mit diesem Wissen und basierend auf den Anforderungen an den Lösungsansatz aus dem vorherigen Kapitel 5 können die Struktur des Lösungsansatzes als auch die Elemente und Komponenten des Lösungsansatzes hergeleitet werden.

Krisenbewältigungen betreffen das ganze Unternehmen. Vom Topmanagement über die Fachabteilungen bis hin zum einzelnen Mitarbeiter muss die Lösung der technischen Probleme oberste Priorität haben, um eine Krise erfolgreich zu bewältigen. Um die Krisenbewältigung zu steuern, sind spezielle Prozesse, wie Kommunikationsstrategien oder Ablaufschemata notwendig. In dem vorliegenden Kapitel wird zuerst ein Krisenbewältigungsprozess für die Produktentwicklung vorgeschlagen und vorgestellt. Dieser Prozess bestehend aus den drei Phasen Voranalyse, Krisenbewältigung und Nachbereitung gibt die Struktur des Lösungsansatzes vor. Der Lösungsansatz fokussiert dabei die Phase der Krisenbewältigung. Anschließend an diese Vorstellung werden die Lösungselemente und dazugehörigen Lösungskomponenten hergeleitet (siehe Abbildung 6-1). Schließlich wird der Lösungsansatz in Kapitel 7 vorgestellt.

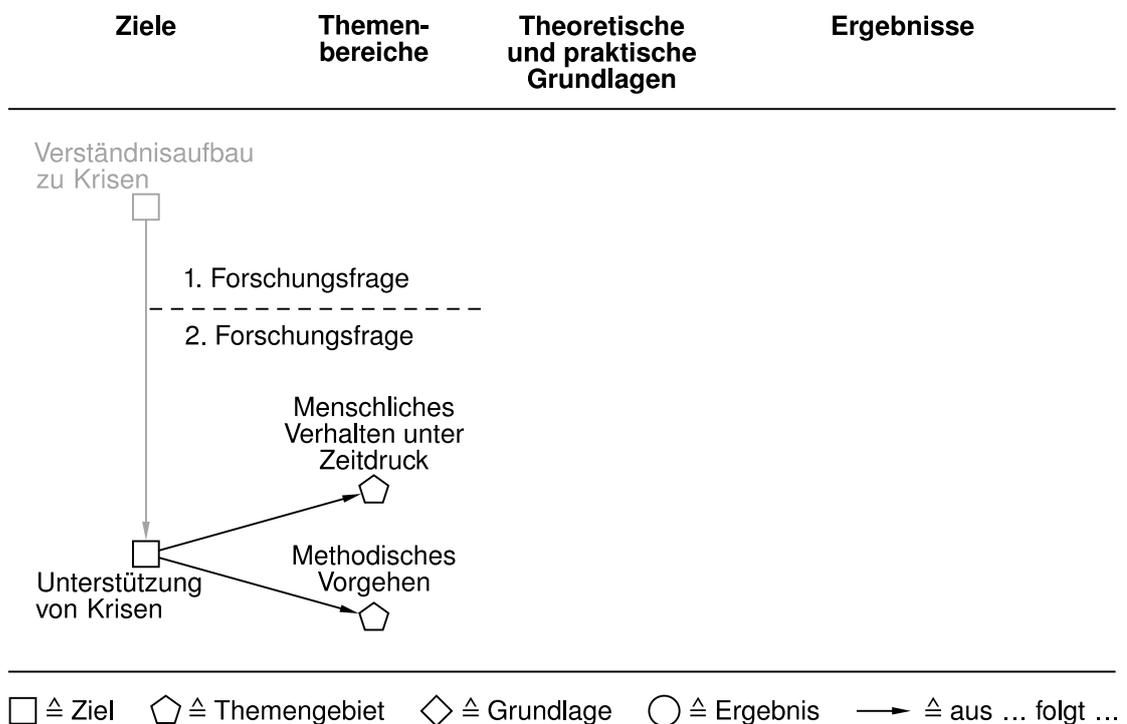


Abbildung 6-1: Betrachtungsgegenstände von Kapitel 6

6.1 Krisenbewältigungsprozess für die Produktentwicklung

Vom Ausbruch einer technischen Krise über die Bearbeitung der Krise und die Problemlösung bis hin zur (hoffentlich) erfolgreichen Bewältigung der Krise sind unterschiedliche Entwicklungs-, Planungs- und Entscheidungsprozesse notwendig. In Unterkapitel 3.4.1 wurden unterschiedliche Prozesse, die den Verlauf einer Krise beschreiben, vorgestellt. Ein expliziter Prozess zur operativen Krisenbewältigung in der Produktentwicklung konnte in den Recherchen nicht identifiziert werden. Dieser ist jedoch notwendig, um eine Krise systematisch und erfolgreich zu bewältigen.

Erfolgreiches Krisenmanagement kann in die vier Abschnitte *Vorsorge*, *Vorbereitung*, *Krisenbewältigung* und *Nachbereitung* unterteilt werden (Bundesministerium des Innern, 2014, S. 7). Diese Arbeit betrachtet und unterstützt hauptsächlich den Abschnitt der Krisenbewältigung. Aufbauend auf Erfahrungen, die während der Projektarbeit dieser Dissertation zusammen mit Industriepartnern gesammelt wurden (u. a. Berger (2016)), wird ein Prozess zur operativen Krisenbewältigung in der Produktentwicklung vorgeschlagen (siehe Abbildung 6-2). Dieser Prozess fokussiert die Lösung des technischen Problems. Parallel zu diesem Prozess sollten weitere Prozesse zur Krisenbewältigung ablaufen, wie Kommunikations- und Gesamtprojektmanagementprozesse, die Teil eines unternehmensweiten Krisenmanagements sind (Loch et al., 2011; Pearson & Clair, 1998; Pearson & Mitroff, 1993; Pich et al., 2002; Terwiesch & Loch, 1999; Weick & Sutcliffe, 2015). Nur dadurch kann eine Krise ganzheitlich bewältigt werden.

Der folgende Krisenbewältigungsprozess für die Produktentwicklung gibt die Grundstruktur für eine erfolgreiche Krisenbewältigung vor und zeigt deren wesentliche Schritte auf. Er wirkt als Orientierungshilfe. Der Lösungsansatz in Kapitel 7 ist dem 6. bis 9. Schritt zugeordnet. Des Weiteren zeigt der Prozess die vor- und nachgelagerten Prozessschritte auf, an die der Lösungsansatz anknüpft und die nicht detailliert in dieser Arbeit betrachtet werden.

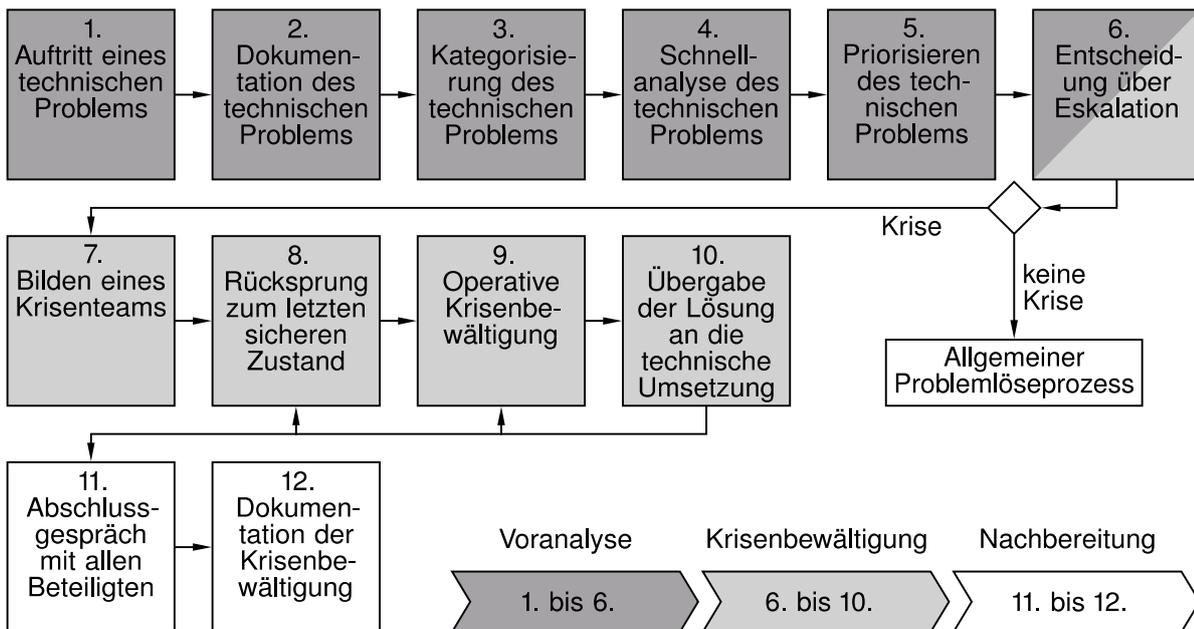


Abbildung 6-2: Möglicher Krisenbewältigungsprozess in der Produktentwicklung

Der Krisenbewältigungsprozess für die Produktentwicklung besteht aus zwölf Schritten (siehe Abbildung 6-2), die in die drei Phasen *Voranalyse*, *Krisenbewältigung* und *Nachbereitung* eingeteilt werden. Die ersten sechs Schritte beschreiben ausgehend vom Auftreten eines technischen Problems bis hin zur Entscheidung über die Eskalation der Situation die **Voranalyse**. Tritt ein technisches Problem auf, wird dieses als Erstes dokumentiert (1. und 2. Schritt). Dies kann mit Hilfe von Formblättern geschehen oder durch computerunterstützte Fehlerdatenbanken, in denen die Probleme, Fehler oder Änderungen von Produkten eines Unternehmens zentral gesammelt und verwaltet werden. Darauffolgend kategorisiert eine Stabsstelle das Problem und identifiziert Experten im Unternehmen, die das Problem voranalysieren (3. Schritt). Auf Grundlage der Schnellanalyse (4. Schritt) wird das Problem priorisiert (5. Schritt). In den betrachteten Unternehmen erfolgte die Priorisierung nach den zu erwartenden Auswirkungen und ihrer Dringlichkeit. Weitere Kriterien können auch die Schadenshäufigkeit oder das Schadensausmaß sein. Diese und weitere Kriterien sind in unterschiedlichen Normen und Richtlinien dokumentiert und sollten unternehmensspezifisch ausgewählt werden, z. B. Zuverlässigkeitsmanagement (DIN 60300-1, 2003), allgemeine Leitsätze für das sicherheitsgerechte Gestalten von Produkten (DIN 31000, 2011), Analysetechniken für die Funktionsfähigkeit von Systemen – Verfahren für die Fehlzustandsart- und -auswirkungsanalyse (DIN EN 60812, 2006) oder menschliche Zuverlässigkeit (VDI 4006-1, 2002). Eine für die Produktentwicklung geeignete Klassifizierung bietet Burnett (1998, S. 482 f.). Er klassifiziert Probleme mit dem Fokus auf *Public Relations* anhand der vier Kriterien *Gefahrenlevel* (engl. threat-level), *Reaktions-/Antwortmöglichkeiten* (engl. response-options), *Zeitdruck* (engl. time pressure) und *Maß an Kontrolle* (engl. degree of control). Diese vier Kriterien ordnet er in einer *Crisis Classification Matrix* und definiert vier Bewertungslevel. Diese Level beschreiben ein Kontinuum von einem *Vorfall* (engl. incident) über einen *Unfall* (engl. accident) und *Konflikt* (engl. conflict) bis hin zu einer *Krise* (engl. crisis). Die Matrix ist in Abbildung 6-3 dargestellt.

Gefahrenlevel	Reaktions-/Antwortmöglichkeiten	Zeitdruck		Minimal	
		Gering	Hoch	Gering	Hoch
Gering	Viele	Level 2	Level 1	Level 1	Level 0
	Wenige	Level 3	Level 2	Level 2	Level 1
Hoch	Viele	Level 3	Level 2	Level 2	Level 1
	Wenige	Level 4	Level 3	Level 3	Level 2

Abbildung 6-3: *Crisis Classification Matrix* nach Burnett (1998, S. 483)

Abhängig von der Priorität entscheidet der Krisenstab, wie mit dem Problem umgegangen und welcher Problemlöseansatz gewählt wird. Der 6. Schritt ist somit kritisch, da abhängig von der Entscheidung, ob eine Krise vorliegt oder nicht, das Krisenbewältigungsverfahren angewendet

oder ein routinemäßiger Umgang mit dem Problem gewählt wird. Ist das Problem eskaliert, bedeutet dies die Einbindung von höherem Management und die Bildung eines Krisenteams.

Bei einer Eskalation startet die Phase **Krisenbewältigung** (Schritt 6 bis 10). Zuerst wird ein Krisenteam gebildet (7. Schritt). Ein funktionierendes und leistungsfähiges Team ist ein wesentlicher Aspekt für eine erfolgreiche Krisenbewältigung. Der Aufbau und die Organisation sind kein wesentlicher Bestandteil dieser Arbeit. Stattdessen wird folgend ein kurzer Überblick über die Struktur und Eigenschaften dieser Teams gegeben.

Um Krisen zu bewältigen, werden losgelöst von der Organisationsstruktur häufig Taskforces, Firefighting-Teams oder Cheetah³⁶-Teams gebildet (Engwall & Svensson, 2004, 310 ff.). Diese größtenteils vollzeitlich, autonom agierenden Teams werden für die Zeit der Krisenbewältigung eingesetzt. Nach der Krise werden diese wieder aufgelöst und die Teammitglieder kehren in ihr Tagesgeschäft zurück. Engwall & Svensson (2004, S. 306) beschreibt fünf Eigenschaften von Cheetah-Teams:

1. Ausdrücklich genehmigt (engl. explicitly sanctioned)
2. Erfüllung einer speziellen Mission (engl. to accomplish a specific mission)
3. Werden aufgelöst (engl. to be dissolved)
4. Teammitglieder arbeiten Vollzeit im Projekt (engl. members committed on a full-time basis)
5. Nicht im Voraus geplant (engl. not planned in advance)

Ist das Krisenteam gebildet, startet es seine Arbeit ausgehend vom letzten sicheren Zustand des Systems (8. Schritt), d. h. von einem Entwicklungszustand des technischen Systems, bei dem der Fehler noch nicht aufgetreten ist (siehe Prinzip #2 in Unterkapitel 7.2.2). Von diesem Zustand beginnt das Krisenteam mit der operativen Krisenbewältigung (9. Schritt). In dieser Arbeit besteht diese aus den drei Schritten *Problemanalyse*, *Ideengenerierung* und *Konzeptbewertung*. Diese drei Schritte stehen im Mittelpunkt des Lösungsansatzes und werden in Kapitel 7 beschrieben. Die operative Krisenbewältigung schließt mit der Übergabe der entwickelten Lösung an weitere Abteilungen im Unternehmen (10. Schritt), die die Lösung technisch umsetzen und die weitere Ausarbeitung begleiten³⁷. Die Schritte 7 bis 10 können durch Iterationen mehrfach durchlaufen werden, bis die Krise bewältigt wird.

Nach der Krisenbewältigung folgt die Phase **Nachbereitung**. In dieser wird mit allen Beteiligten die Krisenbewältigung nachbesprochen (11. Schritt), um Erfolge und Misserfolge zu ermitteln. Diese werden im letzten Schritt in Form von Lessons Learned dokumentiert (12. Schritt), sodass diese für weitere Krisenbewältigungen zur Verfügung stehen.

Zum betrieblichen Krisenmanagement und zur Durchführung und Überwachung sollte der beschriebene Prozess von einem Krisenmanager oder bei größeren Unternehmen von einer Stabsstelle betreut werden. Diese sollte die Verantwortung und Möglichkeiten haben, Probleme zu kategorisieren, analysieren und gegebenenfalls zu eskalieren.

³⁶ Engl. Gepard.

³⁷ Die Teilung von Schritt 9 und 10 erfolgt aufgrund des Fokus der Forschungsarbeit. In Unternehmen können diese Schritte von einer oder mehreren Abteilung gleichzeitig ausgeführt werden.

Mit dieser Arbeit soll die operative Krisenbewältigung unterstützt werden. Deshalb fokussiert der Lösungsansatz die Phase der Krisenbewältigung. Die anderen beiden Phasen werden in den folgenden Beschreibungen nicht weiter betrachtet. Die Lösungskomponenten unterstützen dabei entsprechend den Anforderungen die methodische Krisenbewältigung als auch das menschliche Verhalten (siehe Tabelle 5-5).

6.2 Herleitung der Lösungskomponenten

Die vier Anforderungsbereiche, die in Kapitel 5 ermittelt wurden, fokussieren zwei Lösungsbereiche an den Lösungsansatz. Auf der einen Seite soll eine Unterstützung für das strukturierte Problemlösen durch die *aufgaben-, anwender- und entwicklungsprozessspezifischen* Anforderungen bereitgestellt werden. Auf der anderen Seite soll durch die Anforderungen das *menschliche Verhalten* unterstützt werden. Deshalb wird der Lösungsansatz in die beiden Komponenten *Vorgehensmodell* und *Prinzipien zur Krisenbewältigung* unterteilt. Das Vorgehensmodell unterstützt die strukturierte Problemlösung und die Prinzipien das menschliche Verhalten (siehe Abbildung 6-4).

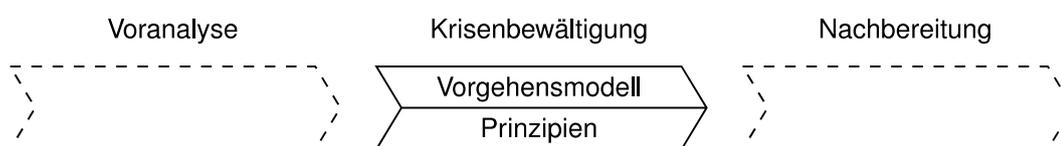


Abbildung 6-4: Fokussierung des Lösungsansatzes und seine Elemente

Die folgenden Unterkapitel leiten mithilfe der Grundlagen und dem Stand der Forschung zu Krisen aus den Kapiteln 2 und 3 sowie den Ergebnissen der empirischen Untersuchung aus Kapitel 4 die Grundstruktur für das Vorgehensmodell und den dazugehörigen Komponenten sowie die Prinzipien her.

6.2.1 Herleitung des Vorgehensmodells zur Krisenbewältigung

Entsprechend Lindemann (2009, S. 337) beschreiben Vorgehensmodelle wichtige Elemente einer Handlungsfolge für eine allgemeine oder spezifische Zielsetzung. Diese können deskriptiv oder präskriptiv angewendet werden. In den Grundlagen zur methodischen Problemlösung in Kapitel 2 wurden fünf Vorgehensmodelle als Ausgangspunkt für ein Vorgehensmodell zur Krisenbewältigung vorgestellt. Um relevante Aspekte der Vorgehensmodelle für die Krisenbewältigung zu identifizieren und die Grundstruktur für ein passendes Vorgehensmodell herzuleiten, werden die fünf Vorgehensmodelle mit den Anforderungen an die methodische Unterstützung abgeglichen.

Der Abgleich zeigt, dass alle Vorgehensmodelle die Problemlöseschritte *Analyse des Problems*, *Identifikation von Alternativen* und *Entscheidungsfindung* unterstützen (Anforderungen 1.2 und 1.2.1–3). Ebenso sind alle Modelle für Methoden-Fortgeschrittene geeignet (Anforderung 2.2). Hier hängt die Auswahl des Vorgehens von der Ausbildung und den Präferenzen des jeweiligen Entwicklers ab.

Einige Modelle unterstützen bestimmte Anforderungen ganz besonders. Da Lindemann (2009, 213 ff.) als einziger Autor ein angepasstes Vorgehen für Krisen bereitstellt, erfüllt dieses Modell auch Anforderung 1.1. In dem an Krisen adaptierten Münchener Vorgehensmodell werden spezielle Methoden bereitgestellt und Methodenhinweise gegeben. Ebenso betont das Münchener Vorgehensmodell zusammen mit der SPALTEN-Methodik die Reflexion des Vorgehens (Anforderung 1.2.4). Bei Albers et al. (2005) sind explizite Prüfschritte im Vorgehen enthalten. Dieser Ansatz wird deshalb für die Entwicklung des Lösungsansatzes berücksichtigt. Der sich am TOTE-Schema orientierende Vorgehenszyklus von Ehrlenspiel & Meerkamm (2013, S. 104) ist besonders für Methoden-Anfänger geeignet, da dieses Vorgehen einfach, verständlich und intuitiv anwendbar ist (Anforderung 2.1).

Alle Vorgehensmodelle sind iterativ anwendbar, d. h. es kann zwischen den einzelnen Vorgehensschritten abhängig vom Stand der Lösungssuche vor- und zurückgesprungen werden. Aus diesem Grund können generell Vorgehensmodelle an bestimmte Situationen oder Unternehmensbedingungen angepasst werden. Besonders hervorzuheben sind das Münchener Vorgehensmodell und die SPALTEN-Methodik. Diese sind durch die Netzwerkdarstellung (MVM) bzw. Modulanordnung (SPALTEN) besonders flexibel und erfüllen damit im hohen Maße Anforderung 3.2.

Tabelle 6-1 fasst den Abgleich zusammen. Zu beachten ist, dass bei dem Abgleich die Anforderungen 3.1 und 3.2 nicht berücksichtigt wurden, da sie Methoden fokussieren. Die Erkenntnisse dieses Abgleichs fließen in die Entwicklung des Lösungsansatzes in Kapitel 7 ein.

Tabelle 6-1: Abgleich der Anforderungen mit den vorgestellten Vorgehensmodellen

#	Anforderungsbereiche & Anforderungen	Vorgehensmodell
1	Aufgabenspezifische Anforderungen	
1.1	• Unterstützung der Aufgabenebene	MVM
1.2	• Strukturiertes Vorgehen	Alle
1.2.1	○ Analyse des Problems	Alle
1.2.2	○ Identifikation von Alternativen	Alle
1.2.3	○ Entscheidungsfindung	Alle
1.2.4	○ Reflexion	MVM, SPALTEN
2	Anwenderspezifische Anforderungen	
2.1	• Unterstützung von Methoden-Anfängern	VS
2.2	• Unterstützung von Methoden-Fortgeschrittenen	Alle
3	Entwicklungsprozessspezifische Anforderungen	
3.1	• Flexibilität der Methodenanwendung	–
3.2	• Situations- oder unternehmensspezifische Anpassung	MVM, SPALTEN
3.3	• Zeitaufwand der Methodenanwendung	–
Legende:	MVM: Lindemann (2009) VS: Ehrlenspiel & Meerkamm (2013) SPALTEN: Albers et al. (2005) Alle: vorgestellten Vorgehensmodelle aus Unterkapitel 2.2	

Ergebnis des Abgleichs ist die in Abbildung 6-5 dargestellte Grundstruktur für das Vorgehensmodell zur Krisenbewältigung. Das Vorgehensmodell beinhaltet die drei Problemlöseschritte *Problemanalyse*, *Ideengenerierung* und *Konzeptbewertung*, die entweder *sequenziell* für Methoden-Anfänger oder *iterativ* für Methoden-Fortgeschrittene durchlaufen werden.

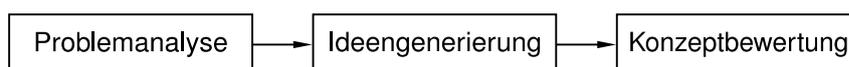


Abbildung 6-5: Grundstruktur des Vorgehensmodells zur Krisenbewältigung

Um das Vorgehensmodell weiter für den Einsatz in Krisen zu konkretisieren, wird das Vorgehensmodell um die drei Komponenten *Heuristik zur Identifikation von Krisen*, *Fragestellungen zur Identifikation des passenden Vorgehensschritts* und *Methoden zur Krisenbewältigung* erweitert. Deren Ziele und Herleitung werden in den nächsten Abschnitten erläutert.

Herleitung der Lösungskomponente *Heuristik zur Identifikation von Krisen*

Wie der Krisenbewältigungsprozess in Abbildung 6-2 zeigt, ist ein wesentlicher Punkt die Feststellung der Eskalation eines technischen Problems zu einer Krise. Abhängig von dieser Entscheidung wird ein allgemeiner Problemlöseprozess oder der Krisenbewältigungsprozess anhand des Vorgehensmodells gewählt. Um die Entscheidungsfindung zu unterstützen, werden *Heuristiken zur Identifikation von Krisen* vorgeschlagen.

Die Feststellung der Eskalation einer Krise ist keine einfache Entscheidung, da die Merkmale einer Krise nicht immer offensichtlich sind und die Entwicklung einer Krise nicht nur sprunghaft, sondern auch schleichend verlaufen kann. Dabei stehen die Entwickler vor unterschiedlichen Herausforderungen (Münzberg et al., 2017), die teilweise schon in den Grundlagen in Unterkapitel 2.5 angesprochen wurden:

- Unvollständige Information mit fehlender Zeit für weitere Informationsakquisition
- Unspezifische Hinweise oder Signale, die unterschiedlichen Ursprungs sein können
- Hinweise und Signale, die korrelieren können
- Erfahrungswissen zur Beurteilung von Situationen, das nicht mit literaturbasiertem Wissen begründet werden kann

Es werden *adaptive Heuristiken* zur Entscheidungsfindung aus der *adaptive toolbox* von Gigerenzer & Selten (2002) vorgeschlagen, um den Herausforderungen der Entscheidungsfindung zu begegnen, Entwicklern ein einfach anzuwendendes Werkzeug bereitzustellen und die Situationsanalyse zu unterstützen.

In der *adaptive toolbox* werden unterschiedliche Heuristiken vorgeschlagen. Tabelle 6-2 führt zehn mögliche Heuristiken nach Brighton & Gigerenzer (2015) und Stingl (2016) auf.

Aus der folgenden Übersicht in Tabelle 6-2 wurden im Rahmen einer Kooperation³⁸ mit der Technical University of Denmark (DTU) drei Heuristiken ausgewählt, die für den Einsatz in Krisen geeignet sind. Die erste ist die *One-single-cue-Heuristik*. Bei dieser Heuristik wird nur ein Hinweis verwendet. Dieser Hinweis sollte sowohl hohe Validität als auch geringe Unschärfe besitzen. Diese Heuristik wird in Betracht gezogen, da Untersuchungen gezeigt haben, dass

³⁸ Die Ergebnisse der Kooperation wurden in der Publikation Münzberg et al. (2017) auf der ICED 17: 21th International Conference on Engineering Design veröffentlicht.

Experten aus der Industrie sich auf Regeln mit nur einem Hinweis verlassen (Bingham & Eisenhardt, 2011).

Tabelle 6-2: Übersicht adaptiver Heuristiken nach Stingl (2016)

Adaptive Heuristik	Beschreibung der Heuristik
Recognition-Heuristik	Wenn nur eine von zwei Alternativen erkannt wird, dann hat die erkannte einen höheren Einfluss auf die Entscheidung.
Fluency-Heuristik	Wenn alle Alternativen erkannt werden, dann ist die am schnellsten erkannte Alternative am relevantesten.
Take-the-best-/ One-single-cue-Heuristik	(a) Überprüfe die Validität der Hinweise, (b) beende die Suche, sobald der Hinweis zutrifft, (c) wähle die Alternative aus, die der Hinweis empfiehlt.
Tallying-Heuristik	Zähle die Anzahl der positiven Hinweise (keine Gewichtung von Hinweisen).
Satisficing-Heuristik	Verwende die „erstbeste“ Lösung.
1/n-Heuristik bzw. Equality- Heuristik	Verteile die Ressourcen gleichmäßig auf n Alternativen.
Default-Heuristik	Wenn ein Fehler auftritt, mache nichts.
Tit-for-tat-Heuristik	Arbeite zusammen und imitiere dann die letzten Verhaltensweisen deiner Partner.
Imitate-the-majority-Heuristik	Ahme das Verhalten der Bezugsgruppe nach.
Imitate-the-successful- Heuristik	Ahme das Verhalten der erfolgreichsten Teilnehmer der Bezugsgruppe nach.

Zusätzlich werden *einfache Entscheidungsbaume* (engl. fast-and-frugal-trees) herangezogen. Diese Heuristiken zählen mit der *Take-the-best-Heuristik* oder *One-single-cue-Heuristik* zu den lexigrafischen Heuristiken. Sie folgen einer zufälligen oder vorgegebenen Reihenfolge von Hinweisen, die entsprechend der Reihenfolge überprüft werden. Nach jedem Hinweis wird kontrolliert, ob weitere Informationen notwendig sind oder ob bereits eine Entscheidung getroffen werden kann. Die allgemeine Struktur eines solchen Entscheidungsbaums zeigt Abbildung 6-6.

Drittens wird die *Tallying-Heuristik* angewendet. Diese Heuristik ähnelt dem *einfachen Entscheidungsbaum*. Im Gegensatz dazu werden die Hinweise jedoch nicht nacheinander bewertet, sondern gleichzeitig. Sobald eine bestimmte Anzahl von Hinweisen zutrifft, wird eine bestimmte Entscheidung, wie z. B. für die Anwendung des Krisenbewältigungsvorgehens, getroffen. Der Schwellenwert kann dabei individuell festgelegt werden. Diese Art von Heuristik wird besonders dann verwendet, wenn die Hinweise nicht hierarchisch geordnet werden können oder die Signale zur Bewertung der Hinweise unscharf sind. *Tallying-Heuristiken* können z. B. mit Checklisten umgesetzt werden.

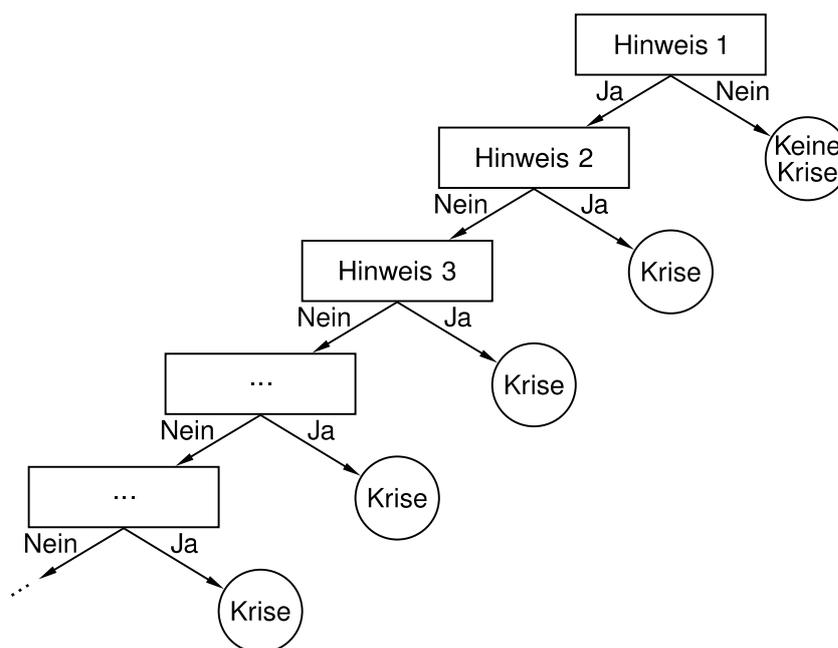


Abbildung 6-6. Beispiel eines einfachen Entscheidungsbaums

Entsprechend dieser Auswahl werden in Unterkapitel 7.1.1 Vorschläge für einen *einfachen Entscheidungsbaum* und eine *Tallying-Heuristik* zur Unterstützung der Entscheidungsfindung in Krisen gegeben.

Durch diese Ausführungen wird das Vorgehensmodell zur Krisenbewältigung um *adaptive Heuristiken* erweitert. Abbildung 6-7 zeigt die Erweiterung der Grundstruktur um diese Heuristiken.

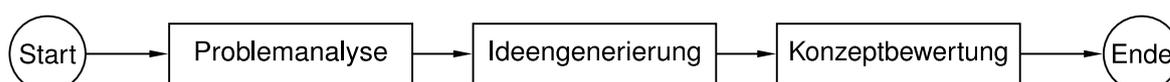


Abbildung 6-7: Grundstruktur des Vorgehensmodells zur Krisenbewältigung erweitert um Heuristiken

Herleitung der Lösungskomponente *Fragestellungen zur Identifikation des passenden Vorgehensschritts*

Neben der Identifikation einer Krise und dem Start der Krisenbewältigung ist die schnelle und aufwandsarme Ermittlung des passenden Problemlöseschritts von hoher Wichtigkeit. Ziel ist es, unnötige Iterationen zu vermeiden und zielorientiert die Problemlösung zu durchlaufen. Ebenso soll entsprechend Anforderung 1.2.4 die regelmäßige Reflexion des gewählten Vorgehens unterstützt werden.

Mithilfe der *Fragestellungen zur Identifikation des passenden Vorgehensschritts* sollen Entwickler befähigt werden, zu entscheiden, ob und welcher Problemlöseschritt zur operativen Krisenbewältigung angewendet werden soll. Dies erfolgt mithilfe von *reflexiven Dialogen* (siehe Unterkapitel 2.4). Sie helfen die Anpassungsmechanismen gegen Zeitdruck, Akzeleration, Filtration und Vermeidung, nach Lindemann (2009, S. 221) zu vermeiden.

Um für die *reflexiven Dialoge* die passenden Fragestellungen zu ermitteln, wurde eine systematische Literaturrecherche durchgeführt. Dabei sollten die Fragestellungen vier Anforderungen erfüllen:

1. Leicht verständlich und anwendbar
2. Beantwortbar mit *Ja* oder *Nein*
3. Branchenunabhängig
4. Adaptierbar an unterschiedliche Unternehmens- und Problemkontexte

Das Recherchevorgehen wird im Folgenden erläutert und in Abbildung 6-8 zusammengefasst. Zur Identifikation der Fragen wurden folgende Vorgehensschritte durchgeführt:

1. Literaturrecherche
2. Analyse und Kategorisierung der identifizierten Fragen
 - Kategorisierung in die drei Hauptschritte der Problemlösung
 - Identifikation von Entscheidungsfragen
 - Zusammenfassen redundanter Fragen
3. Evaluation eines ausgewählten Fragensatzes in der Industrie (siehe Unterkapitel 8.4)

Ausgangspunkt der Recherche waren sieben Literaturquellen, in denen Fragestellungen zur systematischen Produktentwicklung sowie Forschungsmethodik verwendet werden: Abram (2015), Blessing & Chakrabarti (2009), Demers (2000), Hutterer (2005), Lindemann (2009), Maisenbacher & Münzberg (2013) und Reymen (2001). Für die Recherche der Fragestellungen wurde sowohl eine Rückwärtssuche („cited by“) als auch Vorwärtssuche (Schneeballverfahren) verwendet (Neef et al., 2010, S. 7; Jalali & Wohlin, 2012). Durch diese Recherche konnten insgesamt 625 Fragen im Kontext der Produktentwicklung identifiziert werden (siehe Anhang A2). Entsprechend der Grundstruktur aus Kapitel 6.2.1 wurden die Fragestellungen im ersten Schritt in die drei Bereiche *Problemanalyse*, *Ideengenerierung* und *Konzeptbewertung* eingeordnet. In den folgenden Ausführungen wurden nur die Fragestellungen betrachtet, die in eine dieser Kategorien eingeordnet werden konnten. Die anderen Fragestellungen wurden nicht weiter betrachtet. Dadurch konnte der Fragensatz auf 306 Fragen reduziert werden (siehe Anhang A9).

Im zweiten Schritt wurden Entscheidungsfragen im Fragenkatalog identifiziert. Entscheidungsfragen sind Fragestellungen, die mit *Ja* oder *Nein* beantwortet werden können (Dudenverlag, 2017a). Im Gegensatz dazu können Ergänzungsfragen nur mit einer Erläuterung beantwortet werden, jedoch nicht mit *Ja* oder *Nein* (Dudenverlag, 2017a). Da die Fragestellungen schnell zu beantworten sein sollen, wurden die Ergänzungsfragen nicht weiter betrachtet. Durch diesen Schritt konnte der Fragenkatalog wiederum auf 102 Fragen reduziert werden (siehe Anhang A10).

Im dritten Schritt wurden ähnliche Fragestellungen zusammengefasst und abstrahiert, um ein einheitliches Abstraktionslevel zu erhalten. Das Ergebnis dieses letzten Analyseschrittes waren 15 Fragestellungen, die für die methodische Krisenbewältigung verwendet werden können. Beispielhafte Fragestellungen sind: *Haben wir das Problem verstanden und ist uns das Ziel bekannt?*, *Haben wir nach ausreichend vielen Lösungsalternativen gesucht?* oder *Sind wir mit*

der Lösung zufrieden? In Unterkapitel 7.1.2 werden diese Fragestellungen detailliert vorgestellt und deren Einsatz in der Industrie in Unterkapitel 8.4 evaluiert.

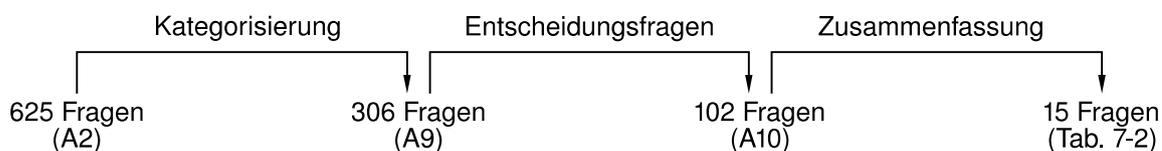


Abbildung 6-8: Vorgehen der Herleitung der Fragestellungen für den reflexiven Dialog

Durch diese Recherche wird das Vorgehensmodell zur Krisenbewältigung um spezifische Fragestellungen erweitert. Abbildung 6-9 zeigt die Erweiterung der Grundstruktur um die Fragestellungen.

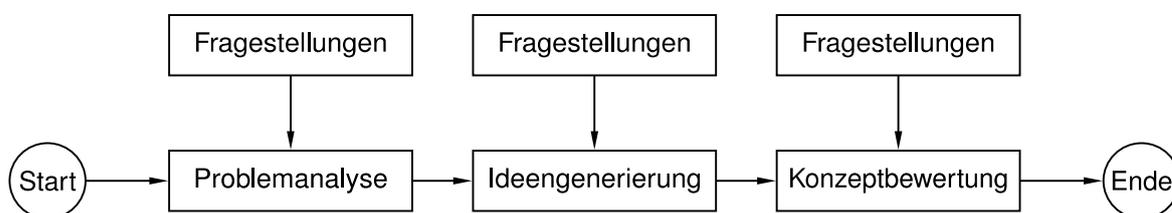


Abbildung 6-9: Grundstruktur des Vorgehensmodells zur Krisenbewältigung erweitert um Fragestellungen

Herleitung der Lösungskomponente **Methoden zur Krisenbewältigung**

Die ersten beiden Lösungskomponenten unterstützen die Identifikation von Krisen und die Identifikation des passenden Vorgehensschritts. Um die Bearbeitung der drei Problemlöseschritte zu konkretisieren, wurden mithilfe einer systematischen Literaturrecherche geeignete Produktentwicklungsmethoden ermittelt. Ziel der Recherche war es, Methoden zu identifizieren, die die folgenden vier Anforderungen erfüllen (siehe auch Tabelle 5-5):

1. Die Methode soll entweder die Problemanalyse, Ideengenerierung oder Ideenbewertung unterstützen.
2. Die Einarbeitungszeit liegt zwischen 30 und 60 Minuten.
3. Die Anwendungszeit liegt zwischen 60 Minuten und 180 Minuten.
4. Die Anwenderzahl umfasst zwischen vier und acht Personen.

Diese Anforderungen ergeben sich aus folgenden Gründen: Es wird davon ausgegangen, dass in einer Krise innerhalb von wenigen Tagen ein Lösungskonzept erarbeitet werden muss. Methoden sollten deshalb schnell zu erlernen und anzuwenden sein. Dies bedeutet, dass eine Methodenanwendung nicht mehr als einen halben Arbeitstag (maximal vier Stunden) in Anspruch nehmen sollte. Dementsprechend sollte die Einarbeitungszeit zwischen 30 und 60 Minuten und die Anwendungszeit zwischen 60 und 180 Minuten betragen. Ebenso wird davon ausgegangen, dass die Anwender wenige bis keine Methodenkenntnisse haben.

Eine weitere Anforderung ist die Anwenderzahl. Um eine möglichst hohe spezifische Teamleistung zu erreichen, sollte die Teamgröße nach Untersuchungen von Hacker (siehe hierzu Ehrlenspiel & Meerkamm (2013, 219 ff.)) zwischen vier und acht Personen (Anwendern) variieren. Bei kleinerer Teamgröße kann es zu mangelnder Synergie kommen.

Bei größeren Teams steigt sowohl der Kommunikationsaufwand als auch die Identifikation mit dem Team und den Ergebnissen. Mit diesen Überlegungen wurde die Methodenermittlung durchgeführt.

Im ersten Schritt der Methodenermittlung wurden Methoden und ihre Beschreibungen aus der Literatur gesammelt und entsprechend den Anforderungen ausgewertet. Ausgangspunkt waren die Methodenbeschreibungen von Lindemann (2009, S. 241 ff.). Aufbauend auf diese umfangreiche Methodensammlung wurden weitere Methoden und Methodenbeschreibungen von Bacharach et al. (2017), Boos (2014), Ehrlenspiel & Meerkamm (2013), Kourdi (2015), Poggel (2007) und Seebacher (2015) verwendet. Ergebnis dieser Recherche waren 73 Methoden, die diese Anforderungen erfüllen (siehe Anhang A11). In Unterkapitel 7.1.3 werden die Methoden vorgestellt und deren Einsatz in der Industrie in Unterkapitel 8.3 evaluiert.

Durch diese Recherche wird das Vorgehensmodell zur Krisenbewältigung um spezifische Methoden erweitert. Abbildung 6-10 zeigt die Erweiterung der Grundstruktur um die Methoden.

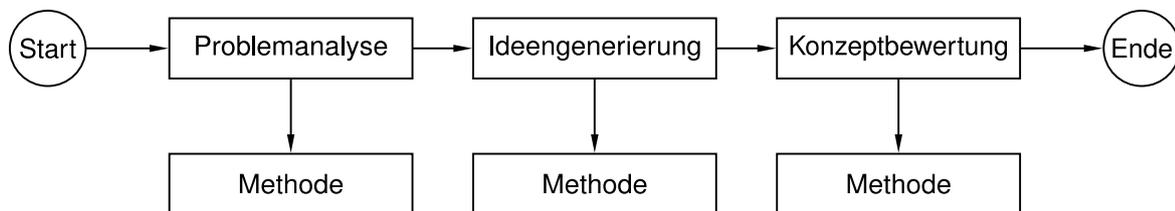


Abbildung 6-10: Grundstruktur des Vorgehensmodells zur Krisenbewältigung erweitert um Methoden

6.2.2 Herleitung der *Prinzipien zur Krisenbewältigung*

Die Analyse von Krisen hat gezeigt, dass es nicht ausreichend ist, nur das methodische Vorgehen zur Problemlösung zu unterstützen. Von ebenso hoher Wichtigkeit ist das Verhalten der Beteiligten. Um Erkenntnisse zum erfolgreichen Verhalten in Krisen zu erlangen, wurde in den Grundlagen in Unterkapitel 2.6 das *Crew Resource Management* betrachtet. Ebenso wurden in der Empirie zwei krisenerfahrene Unternehmen untersucht (siehe Unterkapitel 4.2). Mithilfe dieser Betrachtungen konnten Prinzipien zur Krisenbewältigung ermittelt werden. Diese beschreiben allgemeine Strategien, die das Handeln im Entwicklungsprozess prägen. Dabei können diese unabhängig von einer konkreten Problemstellung das Handeln von Entwicklern unterstützen. Mithilfe des literaturbasierten und empirischen Wissens wurden Prinzipien für die vier Bereiche *Arbeiten unter Druck*, *Führung*, *Kommunikation* und *Zusammenarbeit* entsprechend den Anforderungen an das menschliche Verhalten hergeleitet. Die Herleitung fußt dabei auf Beobachtungs- und Interviewstudien bei der Berufsfeuerwehr München und dem Unternehmen in der Luftfahrt sowie auf Literaturuntersuchungen und dem Austausch mit der Industrie.

In Zusammenarbeit mit der Berufsfeuerwehr München und den Unternehmen aus der Luftfahrt wurden basierend auf den Ausführungen aus Unterkapitel 4.2 Krisen identifiziert und analysiert. Ergebnis sind Best Practices der Unternehmen zur Krisenbewältigung, die auf die Produktentwicklung übertragen wurden. Bei der Berufsfeuerwehr wurden ein Gefahrengutunfall (Unfalls eines mit Kerosin beladenen LKWs auf einer Autobahn) und ein

Zimmerbrand (Feuer in einem Mehrfamilienhaus, das sich durch mehrere Ereignisse zu einer „Stufe 3“-Situation entwickelt) betrachtet. Bei dem Unternehmen der Luftfahrt wurde eine Sondersituation betrachtet, bei der es zu einem Radarausfall kam.

Um diese Situationen zu analysieren, wurden bei der Berufsfeuerwehr München Workshops und Beobachtungsstudien aufbauend auf Vorgehen von Ruedel (2008), Sachsenmeier & Lipp (2009) und Blessing & Chakrabarti (2009) durchgeführt. Beim Unternehmen in der Luftfahrt wurden Leitfadeninterviews nach Ahlrichs (2012), Blessing & Chakrabarti (2009) und Bogner et al. (2014) durchgeführt. Diese Interviews wurden mithilfe von ereignisgesteuerten Prozessketten dargestellt und ausgewertet (Abts & Mülder, 2009; Kobler, 2010). Ergebnis dieser Untersuchung war die erste Version der Prinzipien mit 14 Prinzipien zur Krisenbewältigung in der Produktentwicklung. Diese Version der Prinzipien zeigt Anhang A12.

Im zweiten Schritt wurden die Ergebnisse der empirischen Untersuchung um eine literaturbasierte Untersuchung und Workshops mit einem Industriepartner aus der Nutzfahrzeugbranche ergänzt. Analysiert wurde Literatur zum *Crew Resource Management* (Helmreich et al., 1999; Hagen, 2013; Kanki et al., 2010; Moecke et al., 2013). Dadurch konnten die Prinzipien erweitert werden. In einem Workshop mit der Industrie wurden sie diskutiert. Ergebnis war die zweite Version der Prinzipien mit insgesamt 16 Prinzipien (siehe Anhang A13).

Das detaillierte Vorgehen und die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in den Studienarbeiten Schambeck (2017) und Berger (2016) dokumentiert. Die endgültige Version der Prinzipien wurde in Zusammenarbeit mit der Engineering-Systems-Gruppe der Technical University of Denmark während eines zweimonatigen Aufenthalts ausgearbeitet. In Kapitel 7.2 werden diese Prinzipien vorgestellt und ihre Anwendbarkeit und Gültigkeit in zwei Studien in den Unterkapiteln 8.5 und 8.6 evaluiert.

6.3 Struktur des Lösungsansatzes

Ergebnis der Herleitung sind die beiden Lösungselemente *Vorgehensmodell* und *Prinzipien zur Krisenbewältigung*. Das Vorgehensmodell wird durch die drei Lösungskomponenten *Heuristik zur Identifikation von Krisen*, *Fragestellungen zur Identifikation des passenden Vorgehensschritts* und *Methoden zur Krisenbewältigung* erweitert. Die generische Struktur des Vorgehensmodells zeigt Abbildung 6-11. Die Lösungselemente und -komponenten werden im folgenden Kapitel 7 vorgestellt.

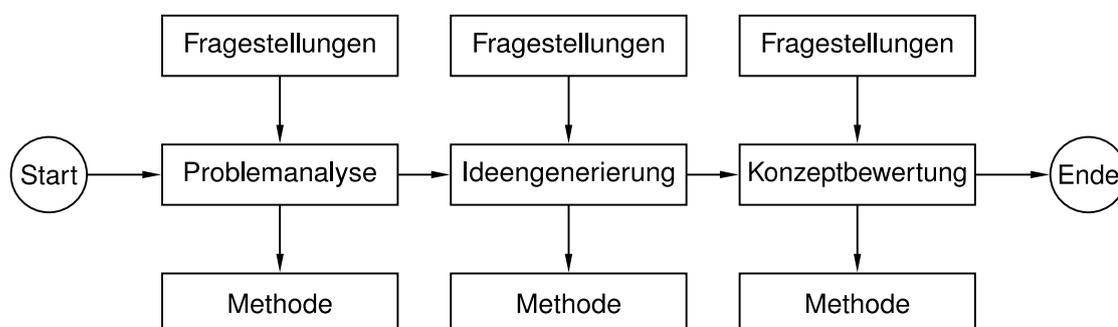


Abbildung 6-11: Struktur des Lösungsansatzes

7 Lösungsansatz: Unterstützung zur operativen Krisenbewältigung

In Kapitel 3 und 4 wurden die Grundlagen von Krisen aufbereitet und anschließend die Anforderungen an den Lösungsansatz in Kapitel 5 ermittelt. Mit diesen und der Herleitung aus dem vorangegangenen Kapitel 6 wird der Lösungsansatz zur Unterstützung von Entwicklern bei der operativen Krisenbewältigung in diesem Kapitel entwickelt. Der Lösungsansatz besteht aus zwei Lösungselementen: Vorgehensmodell und Prinzipien zur Krisenbewältigung. Dem Vorgehensmodell sind drei Lösungskomponenten – Heuristiken zur Identifikation von Krisen, Fragestellungen zur Identifikation des passenden Vorgehensschritts und Methoden zur Krisenbewältigung – zugeordnet. Das menschliche Verhalten wird durch 16 Prinzipien unterstützt, die in die vier Kategorien Arbeiten unter Druck, Führung, Kommunikation und Zusammenarbeit gegliedert sind.

In den folgenden Unterkapiteln (siehe Abbildung 7-1) werden zunächst das Vorgehensmodell und die dazugehörigen Lösungskomponenten vorgestellt. Anschließend werden die Prinzipien zur Krisenbewältigung beschrieben. Abschließend werden der Lösungsansatz zusammengefasst und Implementierungsmöglichkeiten des Lösungsansatzes in der Industrie vorgestellt.

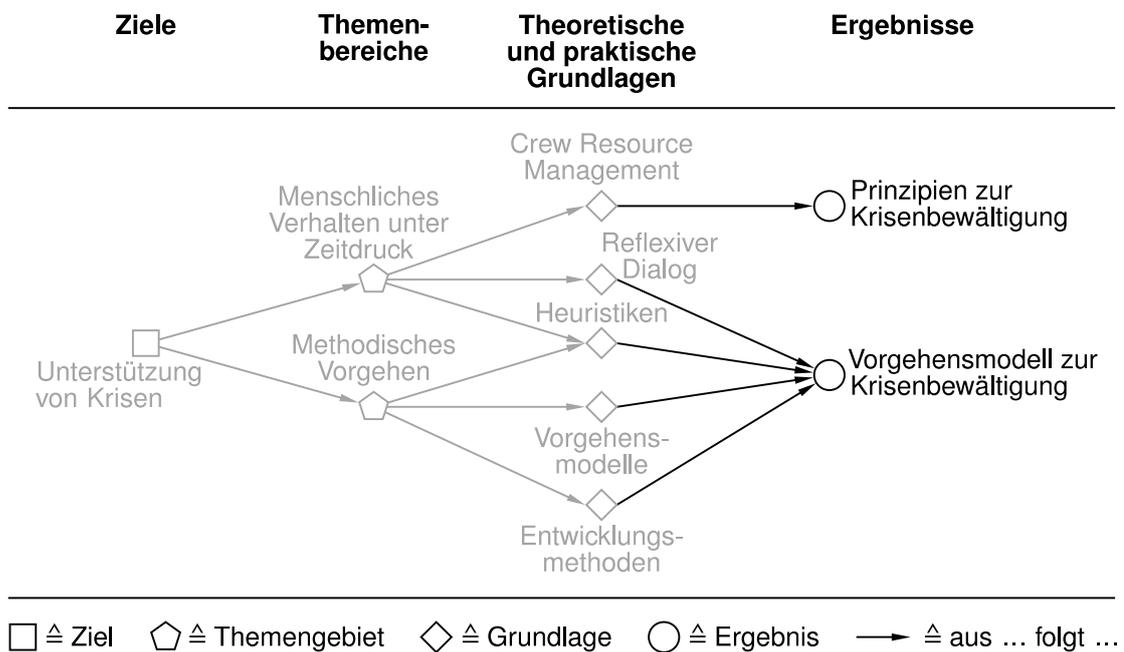


Abbildung 7-1: Betrachtungsbereich von Kapitel 7

7.1 Vorgehensmodell zur Krisenbewältigung

Ziel des *Vorgehensmodells zur Krisenbewältigung* ist es, Entwicklern ein strukturiertes Vorgehen bereitzustellen, mit dem sie die technischen Probleme der Krise analysieren, Lösungsalternativen identifizieren und Entscheidungen herbeiführen können. Neben den drei Problemlöseschritten bietet das Vorgehensmodell auch die Möglichkeit zur Reflexion der Problemlösung. Diese vier Schritte des Vorgehensmodells unterstützen die operative Krisenbewältigung und stellen situativ angepasste Fragestellungen und Methoden bereit.

Im Zentrum des *Vorgehensmodell zur Krisenbewältigung* steht die operative Krisenbewältigung (siehe Abbildung 6-2) eines Krisenteams in der Produktentwicklung. Entwickelt wurde das Vorgehensmodell auf Grundlage von Erfahrungen, die der Autor während seiner Forschung im Bereich der methodischen Krisenbewältigung und in Zusammenarbeit mit Partnern aus der Industrie sammelte. Ebenso werden die Untersuchungen und die Empirie aus Kapitel 4 berücksichtigt. Des Weiteren fließen in das *Vorgehensmodell* die Erkenntnisse des Autors aus der Arbeit mit Vorgehensmodellen und Produktentwicklungsmethoden ein. Die wesentlichen Ergebnisse zu den unterschiedlichen Vorgehensmodellen der Produktentwicklung wurden dabei in Tabelle 6-1 in Unterkapitel 6.2.1 zusammengefasst. Sie ist wesentliche Grundlage für die Entwicklung des *Vorgehensmodells zur Krisenbewältigung*.

Das *Vorgehensmodell zur Krisenbewältigung* hat drei Hauptschritte: *Problemanalyse*, *Ideengenerierung* und *Konzeptbewertung*. Die Anwendung des Vorgehensmodells wird durch drei Lösungskomponenten (siehe Abbildung 7-2) unterstützt. Komponente 1 sind die *Heuristiken zur Identifikation einer Krise*. Sie sind der Startpunkt des Vorgehens. Mithilfe der Heuristiken wird entschieden, ob die Situation eskaliert ist oder ob ein allgemeiner Problemlöseprozess angewendet wird (6. Schritt). Ist die Situation eskaliert, wird ein Krisenteam gebildet (7. Schritt) und zum letzten sicheren Produktzustand zurückgesprungen (8. Schritt). Ausgehend von diesem Zustand kann die Problemlösung der Krise (9. Schritt: Operative Krisenbewältigung) gestartet werden.

Die Problemlösung setzt sich aus den drei oben genannten Hauptschritten zusammen. Für jeden dieser Schritte durchläuft das Vorgehensmodell eine TOTE-Schleife (siehe Unterkapitel 2.2):

- Test: Informationsprüfung
- Operate: Methodenanwendung
- Test: Informationsprüfung
- Exit: Voranschreiten zum nächsten Hauptschritt oder Verlassen des Vorgehensmodells

Jede TOTE-Schleife beginnt mit der Prüfung, ob genügend Informationen zur Bearbeitung des jeweiligen Hauptschritts vorhanden sind. Dies bedeutet z. B. für den ersten Hauptschritt *Problemanalyse* zu entscheiden, ob das Entwicklungsteam ausreichend Informationen besitzt, um das Problem und seine Ursachen eindeutig beschreiben zu können. Um die Entscheidung zu unterstützen, schlägt das Vorgehensmodell mit Komponente 2 *Fragestellungen zur Identifikation des passenden Vorgehensschritts* abhängig vom Hauptschritt vor. Bei einer Ja-Entscheidung – d. h. es liegen ausreichend Informationen vor – kann der nächste Hauptschritt bearbeitet werden. Bei einer Nein-Entscheidung oder wenn der Anwender nicht sicher ist,

startet im Vorgehensmodell eine Methodenanwendung. Komponente 3 besteht aus *Methoden zur Krisenbewältigung*, die den Anwender bei der Problemlösung unterstützen, um Informationen oder Ideen zu analysieren, zu generieren oder zu bewerten. Dabei werden dem Anwender entsprechend dem Kriseneinsatz ausgewählte Methoden vorgeschlagen. Die Methoden sind dabei so gewählt, dass sie schnell zu erlernen und anwendbar sind. Nach der Methodenanwendung folgt ein weiterer Prüfschritt. In diesem Schritt überprüft der Anwender den Fortschritt und muss erneut entscheiden, ob im Vorgehensmodell vorangeschritten wird oder ob weitere Informationen notwendig sind. Falls ja, wird eine weitere Methode angewendet. Entsprechend den drei TOTE-Schleifen durchlaufen die Anwender das Vorgehensmodell. Sollte nach einem der Schritte festgestellt werden, dass weitere Informationen aus einem der vorhergehenden Schritte benötigt werden, kann das Vorgehensmodell iterativ durchlaufen werden und zu dem jeweiligen Schritt zurück- oder vorwärtsgesprungen werden.

Methoden-Anfängern wird empfohlen, die drei Schritte sequentiell zu durchlaufen. Methoden-Fortgeschrittene können direkt den jeweiligen Vorgehensschritt durchführen und die entsprechenden Methoden anwenden. Nach jeder Methodendurchführung wird jedoch empfohlen, die jeweiligen Fragestellungen zur Überprüfung des Vorgehensschritts anzuwenden, um den Projektfortschritt zu überprüfen.

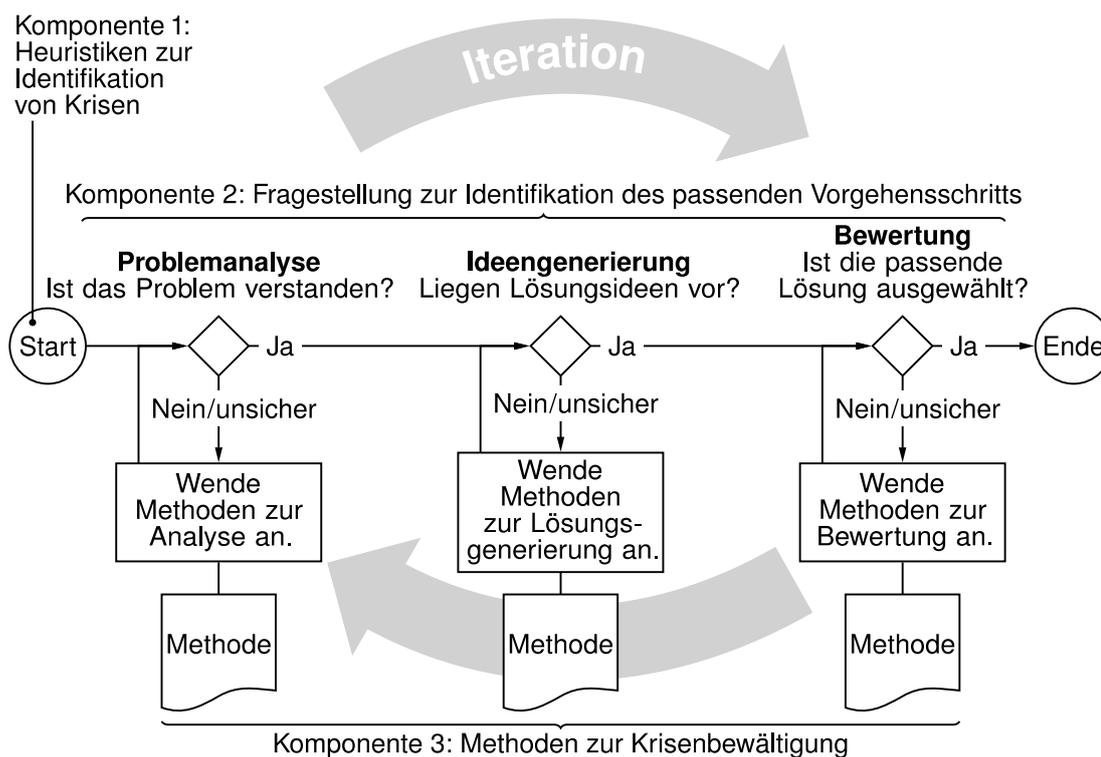


Abbildung 7-2: Vorgehensmodell zur methodischen Problemlösung von Krisen

Nach der Vorstellung des *Vorgehensmodells* wird abschließend Bezug auf die im Kapitel zu den Grundlagen (siehe Kapitel 2) vorgestellten Vorgehensmodelle genommen und beschrieben, wie diese das *Vorgehensmodell zur Krisenbewältigung* beeinflusst haben.

Um eine situative Unterstützung für Krisen bereitzustellen, vereint das vorgestellte *Vorgehensmodell zur Krisenbewältigung* Eigenschaften der allgemeinen Vorgehensmodelle oder adaptiert

diese situationsspezifisch. Während allgemeine Vorgehensmodelle, wie von Ehrlenspiel & Meerkamm (2013) oder Albers et al. (2005), mehrfach einen Lösungsraum aufspannen (divergieren) oder eingrenzen (konvergieren), wird im *Vorgehensmodell für Krisen* nur einmal divergiert und konvergiert. Im Gegensatz zu den Zielen der allgemeinen Vorgehensmodelle soll für die Problemstellung einer Krise nach Lindemann (2009, S. 210) eine einfach implementierbare Lösung erarbeitet werden, die nicht innovativ sein muss. Um jedoch nicht eine geeignete Lösung für das Krisenproblem zu übersehen, wird ein begrenzter Lösungsraum aufgespannt. Bei der Berücksichtigung zu vieler Lösungsräume würden die Anwender jedoch wertvolle Zeit verlieren, die besser für die Analyse und Implementierung des geeigneten Lösungskonzepts verwendet werden sollte.

Da das *Vorgehensmodell zur Krisenbewältigung* eine Spezialisierung vorhandener Vorgehensmodelle ist, folgt es dem allgemeinen Problemlöseprozess, der in der VDI 2221 (1993) oder bei Lindemann (2009, S. 46) beschrieben wird. Er wird jedoch schneller durchlaufen, und die dazugehörigen Methoden wurden entsprechend der Situation ausgewählt. Ebenso ist das *Vorgehensmodell*, wie die VDI 2221 (1993), branchenunabhängig. Es wurde nicht für einen spezifischen Anwendungsfall und zusammen mit Unternehmen unterschiedlicher Branchen, wie der Logistik-, Robotik- oder Befestigungstechnikbranche, entwickelt. Zur Unterstützung der Reflexion werden dem Anwender Fragestellungen bereitgestellt. Ein ähnliches Vorgehen wird in der SPALTEN-Methodik verfolgt (Albers et al., 2005). Dort sollen Anwender regelmäßige Informationschecks durchführen, um den Problemlösefortschritt zu überprüfen. Die Fragestellungen im *Vorgehensmodell zur Krisenbewältigung* fokussieren speziell die Entscheidung, ob Methoden angewendet werden sollen. Dadurch werden die Anwender befähigt, selbstständig zu entscheiden, ob sie Unterstützung benötigen. Ebenso unterstützen die Fragestellungen beim Einstieg in das *Vorgehensmodell*, wenn parallel zu diesem Vorgehen andere Vorgehensweisen angewendet werden.

Die drei folgenden Unterkapitel konkretisieren das *Vorgehensmodell*. Es werden die *Heuristiken zur Identifikation einer Krise*, die *Fragestellungen zur Identifikation des passenden Vorgehensschritts* sowie die *Methoden zur Krisenbewältigung* vorgestellt.

7.1.1 Lösungskomponente 1: *Heuristiken zur Identifikation einer Krise*

Ziel der *Heuristiken zur Identifikation von Krisen* ist es, Entwickler bei der Entscheidungsfindung, ob eine Situation zu einer Krise eskaliert ist, zu unterstützen. Da in solchen Entscheidungssituationen sowohl wenige als auch unklare Hinweise vorhanden sind und auch eine umfangreiche Situationsanalyse aufgrund des Zeitdrucks nicht möglich ist, werden im Folgenden zwei *adaptive Heuristiken*, ein *einfacher Entscheidungsbaum* und eine *Tallying-Heuristik*, vorgeschlagen. Die Grundlagen zu dieser Art von Heuristiken aus dem Bereich der begrenzten Rationalität der Psychologie wurden in Unterkapitel 2.5 vorgestellt. Die Auswahl der Heuristiken fand in Unterkapitel 6.2.1 statt.

Die beiden vorgeschlagenen Heuristiken stellen einen Entscheidungsbaum sowie eine Checkliste zur Situationsanalyse bereit. Für die unternehmensspezifische Anwendung müssen diese beiden Vorgehen mithilfe von Erfahrung von Entwicklern befüllt werden. Um die Heuristiken

zu veranschaulichen, werden die beiden Heuristiken mit den Krisenindikatoren aus Tabelle 3-10 (siehe Unterkapitel 3.3.1) versehen.

Abbildung 7-3 zeigt einen *einfachen Entscheidungsbaum* (engl. fast-and-frugal-tree), mit dessen Hilfe Entwickler Problemsituationen analysieren und ggf. eskalieren können. Mit dem Entscheidungsbaum bewerten die Entwickler die Situation nach einer vorgegebenen Reihenfolge. Hierzu werden die Hinweise von oben nach unten bewertet. Trifft der erste Hinweis *unerwartetes oder überraschendes Ereignis* zu (Ja-Entscheidung), dann wird im Entscheidungsbaum fortgeschritten. Trifft er nicht zu (Nein-Entscheidung), liegt keine Krise vor. Bei einer Ja-Entscheidung wird der zweite Hinweis *Meilensteine überzogen* bewertet. Trifft dieser zu (Ja-Entscheidung), sollte die Situation eskaliert werden. Bei einer Nein-Entscheidung wird im Entscheidungsbaum zum nächsten Hinweis fortgeschritten. Entsprechend diesem Vorgehen wird der Entscheidungsbaum abgearbeitet, bis entweder alle Hinweise mit *Nein* beantwortet wurden (keine Eskalation) oder aufgrund einer Ja-Entscheidung die Situation eskaliert wird.

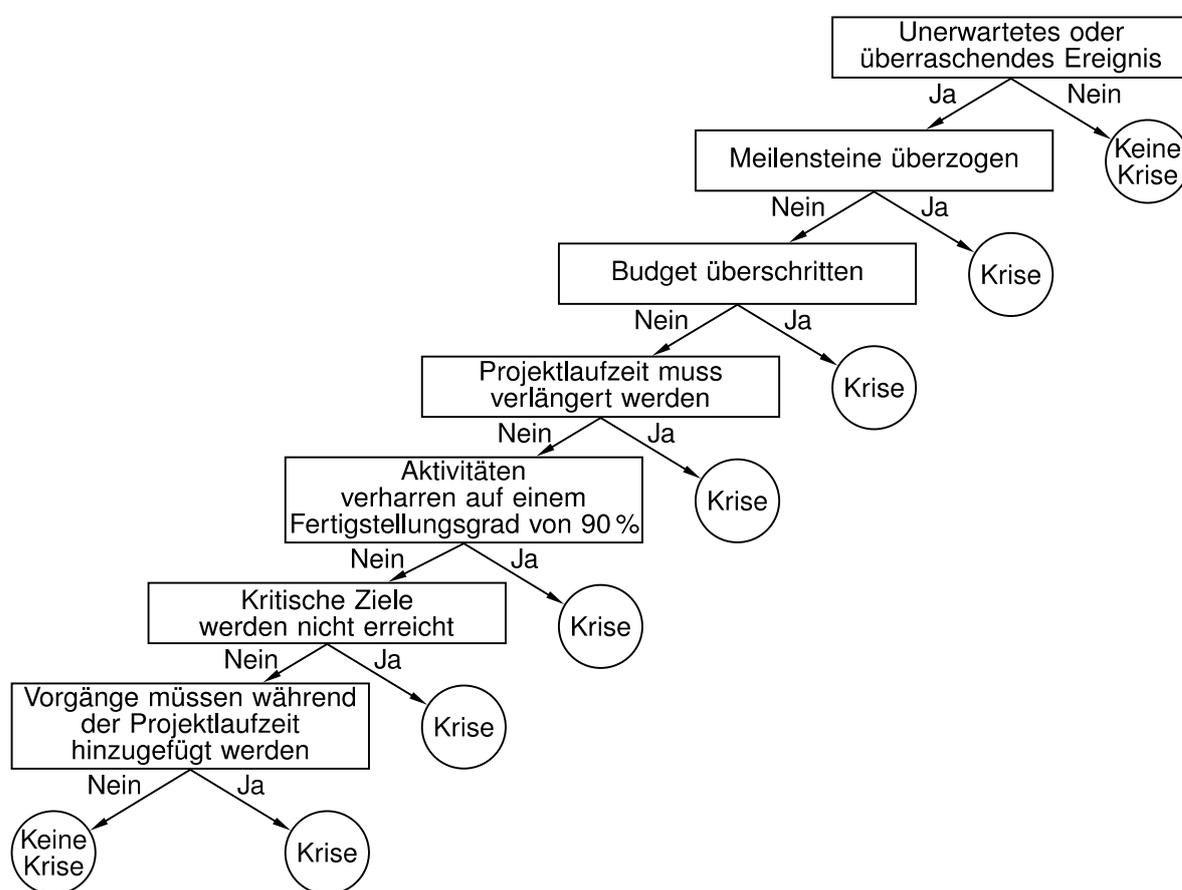


Abbildung 7-3: Beispiel eines einfachen Entscheidungsbaums zur Identifikation von Krisen nach Münzberg et al. (2017)

Als zweite Heuristik wird eine *Tallying-Heuristik* in Form einer Checkliste vorgeschlagen. Eine beispielhafte Checkliste zeigt Tabelle 7-1. Wie bei der vorherigen Heuristik, werden die Krisenindikatoren aus dem Stand der Forschung zu Krisen (siehe Unterkapitel 3.3.1) als Hinweise verwendet. In der Checkliste werden die 16 Indikatoren aufgelistet. Ihre Bewertung findet gleichzeitig statt. Es wird entschieden, ob der jeweilige Hinweis (Indikator) zutrifft oder

nicht. Im Gegensatz zum *einfachen Entscheidungsbaum* befinden sich die Hinweise auf gleicher hierarchischer Ebene. Das Zutreffen eines Hinweises führt nicht automatisch zum Eskalieren der Situation. Nach der Bewertung aller Hinweise werden die Ja- und Nein-Entscheidungen aufsummiert. Überschreitet die Summe der Ja-Entscheidungen einen bestimmten Schwellenwert, z. B. drei, dann liegt eine Krise vor. Liegt die Summe unter dem Wert, dann sollte das allgemeine Problemlöseverfahren angewendet werden. Die Festlegung des Schwellenwertes sollte dabei unternehmensspezifisch geschehen, aber mindestens den Wert zwei betragen. Wird der Schwellenwert mit eins festgelegt, sollte die Verwendung der *One-single-cue-Heuristik* in Erwägung gezogen werden. Bei dieser Heuristik wird nur ein Hinweis bewertet. Dieser sollte so aussagekräftig (hohe Validität und geringe Unschärfe) sein, dass durch seine Bewertung eine Situation direkt bewertet werden kann.

Tabelle 7-1: Beispiel einer Tallying-Heuristik zur Identifikation von Krisen nach Münzberg et al. (2017)

Indikator	Trifft zu (✓)/Trifft nicht zu (X)
Meilensteine werden nicht eingehalten	✓
Budgetvorgaben werden überschritten	X
Projektlaufzeit muss verlängert werden	✓
Aktivitäten verharren auf einem Fertigstellungsgrad von 90 %	X
Vorgänge müssen während der Projektlaufzeit hinzugefügt werden	✓
Überraschend unerwartete oder unerwünschte Ergebnisse	X
Es gibt keine Erfahrungen/Lösungsalgorithmen für das Problem	X
Bewährte Strategien und Mechanismen reichen nicht mehr aus	X
Situation erscheint Beteiligten unlösbar	X
Entscheidende Ziele können nicht erreicht werden	X
Komplexe Probleme mit hohem Handlungsdruck liegen vor	✓
Es herrscht Überforderung auf allen Ebenen	✓
Innen- und Außenbeziehungen sind gestört	X
Bewältigungsstrategien mit innerer Umstrukturierung gefordert	X

Die vorgestellten Heuristiken sind Vorlagen für die unternehmensspezifische Entwicklung von *adaptiven Heuristiken*. Um die vorgestellten Heuristiken effektiv anzuwenden, sollten die hier genannten literaturbasierten Hinweise durch unternehmensspezifische Hinweise ersetzt werden. Wie diese erarbeitet werden können, wird in Unterkapitel 7.4 beschrieben.

7.1.2 Lösungskomponente 2: *Fragestellungen zur Identifikation des passenden Vorgehensschritts*

Ziel der *Fragestellungen zur Identifikation des passenden Vorgehensschritts* ist die schnelle Ermittlung, ob der jeweilige Problemlöseschritt des Vorgehensmodells bearbeitet werden muss, ob genügend Informationen oder Ideen vorliegen und ob im *Vorgehensmodell* vorangeschritten werden kann. Um diese Entscheidungen zu unterstützen, wurden im *Vorgehensmodell* aufbauend auf dem Ansatz des *reflexiven Dialogs* nach Hutterer (2005) und Reymen (2001) (siehe Unterkapitel 2.4) Fragestellungen identifiziert. Zu den Anforderungen an die Fragestellungen zählen entsprechend der Herleitung in Unterkapitel 6.2.1 die Verständlichkeit und

Anwendbarkeit sowie der branchenunabhängig mögliche und adaptierbare Einsatz. Durch die Literaturrecherche konnten über 600 Fragestellungen identifiziert werden (siehe Anhang A2). Mithilfe der beschriebenen Analyse, Bewertung und Interpretation konnten 15 Fragestellungen für den Einsatz im Vorgehensmodell zur Krisenbewältigung erarbeitet werden. Ergebnis sind acht Fragestellungen für den Hauptschritt *Problemanalyse*, vier Fragestellungen für den Hauptschritt *Ideengenerierung* und drei Fragestellungen für den Hauptschritt *Konzeptbewertung*. Tabelle 7-2 listet die 15 Fragestellungen auf.

Tabelle 7-2: Übersicht der 15 Fragestellungen zur Unterstützung der Anwendung des Vorgehensmodells

Vorgehensschritt	Fragestellung ³⁹	Quellen
Problemanalyse	Haben wir das Problem verstanden und ist uns das Ziel bekannt?	Hutterer (2005), Pahl (1994), Wallmeier (2001), Schön (1983)
	Haben wir die aktuellen und gewünschten Eigenschaften vollständig analysiert?	Hutterer (2005), Lindemann (2009), Reymen (2001)
	Haben wir uns Gedanken über nützliche und schädliche Funktionen gemacht?	Demers (2000), Lindemann (2009), Pahl (1994)
	Haben wir vorhandene Lösungen/Patente bewertet?	Hutterer (2005), Wallmeier (2001)
	Haben wir nötige Maßnahmen untersucht?	Hutterer (2005), Lindemann (2009)
	Haben wir die Zusammenhänge zwischen positiven, neutralen und negativen Elementen verstanden?	Demers (2000), Pahl (1994)
	Haben wir die Randbedingungen erreicht oder neu verhandelt?	Reymen (2001), Schön (1983), Lindemann (2015)
	Können wir das technische System verbessern?	Linde & Hill (1993)
Ideengenerierung	Haben wir nach ausreichend vielen Lösungsalternativen gesucht?	Hutterer (2005)
	Empfinden wir das Ergebnis als zufriedenstellend oder sind weitere Iterationen notwendig?	Reymen & Hammer (2002)
	Haben wir die Lösungen methodisch und strukturiert gefunden?	Hutterer (2005), Lindemann (2009)
	Haben wir bekannte Lösungen für ähnliche Probleme gefunden?	Hutterer (2005), Pahl (1994)
Konzeptbewertung	Sind wir mit der Lösung zufrieden?	Wallmeier (2001), Reymen (2001), Schön (1983), Hammer & Reymen (2003), Reymen (2003)
	Haben wir die Entscheidung systematisch und transparent herbeigeführt (vorbereitet, bewertet, interpretiert)?	Hutterer (2005), Lindemann (2009)
	Haben wir das Produkt so konstruiert, dass es die Regeln der konzeptionellen Vollständigkeit und Ästhetik erfüllt?	Hammer & Reymen (2003)

³⁹ Zur Verbesserung der Lesbarkeit wurden die Fragen in der Wir-Form formuliert. Sie können aber auch in Einzelarbeit angewendet werden.

Die Fragestellungen zum ersten Vorgehensschritt *Problemanalyse* sollen den Anwender motivieren, über das Problem und die damit verbundenen Ziele zu reflektieren. Dafür werden Eigenschaften, Funktionen, vorhandene Lösungen, Sofortmaßnahmen oder vorhandene Randbedingungen hinterfragt.

Im zweiten Vorgehensschritt *Ideengenerierung* unterstützen die Fragestellungen vier Ziele. Erstens soll sowohl die Quantität als auch die Qualität der entwickelten Lösungsideen hinterfragt werden. Zweitens sollen vorhandene Lösungen ermittelt werden, da diese ggf. schnell implementiert werden können und damit Entwicklungsaufwand und letztendlich Zeit gespart werden kann. Drittens soll der Anwender motiviert werden, methodisch bzw. strukturiert vorzugehen, um einen entsprechenden Lösungsraum aufzuspannen. Und schließlich wird die subjektive Empfindung der Anwender bei der Ideengenerierung hinterfragt. Durch das Erfragen des Gefühls (*Empfinden wir das Ergebnis als zufriedenstellend oder sind weitere Iterationen notwendig?*) sollen intuitive Einschätzungen artikuliert werden, um das Unterbewusstsein mit in die Entscheidungsfindung einzubinden.

Im letzten Vorgehensschritt *Konzeptbewertung* werden mithilfe der Fragestellungen die generierten Lösungen hinterfragt. Ähnlich, wie beim zweiten Vorgehensschritt, sollen die Fragestellungen alle Entscheidungsebenen von objektiven Kriterien, wie Zeitaufwand und Machbarkeit, bis zu subjektiven Wahrnehmungen, wie persönlichen Erfahrungen ansprechen.

In der Evaluation in Kapitel 8 werden die 15 Fragestellungen weiter bewertet und einzelne für einen unternehmensspezifischen Kontext bei der Hilti AG ausgewählt.

Wird eine der aufgeführten Fragestellungen bei der Anwendung des *Vorgehensmodells* mit *Nein* oder *Unsicher* beantwortet, startet eine Methodenanwendung zur Problemlösung. Die dafür geeigneten Methoden werden im folgenden Unterkapitel vorgestellt.

7.1.3 Lösungskomponente 3: *Methoden zur Krisenbewältigung*

Die Fragestellungen aus dem vorangegangenen Unterkapitel unterstützen den Anwender bei der Entscheidung, ob Methoden angewendet werden sollen oder nicht. Wird ein Prüfschritt im *Vorgehensmodell* mit *Nein* oder *Unsicher* beantwortet, startet im *Vorgehensmodell* eine Methodenanwendung.

Um die Krisenbewältigung operativ zu unterstützen, werden den drei Vorgehensschritten konkrete Methoden zugeordnet. Für eine Identifizierung der geeigneten Methoden wurde eine Literaturrecherche durchgeführt, die in der Herleitung in Unterkapitel 6.2.1 beschrieben wurde. Ziel war es, Methoden zu identifizieren, die die folgenden vier Anforderungen erfüllen (siehe Tabelle 5-5):

1. Die Methode sollte entweder die Problemanalyse, Ideengenerierung oder Konzeptbewertung unterstützen.
2. Die Einarbeitungszeit sollte zwischen 30 und 60 Minuten liegen.
3. Die Anwendungszeit sollte zwischen 60 und 180 Minuten liegen.
4. Die Anwenderzahl sollte zwischen vier und acht Personen liegen.

Für das Vorgehensmodell wurden 15 Methoden für den Hauptschritt *Problemanalyse*, 14 Methoden für den Hauptschritt *Ideengenerierung* und 16 Methoden für den Hauptschritt *Konzeptbewertung* ermittelt. Im Folgenden werden für jeden Hauptschritt ausgewählte Methoden vorgestellt. Die Anwendbarkeit der vorgestellten Methoden wird in der Evaluation in Unterkapitel 8.3 überprüft. Alle ermittelten Methoden listet Anhang A14 auf.

Ziel der *Problemanalyse* ist es, schnellstmöglich das technische System sowie die Ursachen und Zusammenhänge für die technische Krise zu verstehen. Tabelle 7-3 zeigt drei mögliche Methoden, die zur Analyse von technischen Problemen in Krisen angewendet werden können: *Mind Mapping*, das *9-Felder-Denken* sowie das *Ursache-Wirkungs-Diagramm*. Mit der Methode *Mind Mapping* können zügig mögliche Ursachen für eine technische Krise aufgenommen und strukturiert werden. Die Visualisierung ermöglicht die reibungslose Kommunikation von Informationen. Die Methode *9-Felder-Denken* stammt aus der Methodensammlung von TRIZ. Mit ihr können technische Produkte auf zeitlicher und hierarchischer Ebene dargestellt werden. Dadurch kann sehr schnell ein Verständnis von dem zu untersuchenden technischen System erlangt werden. Die Methode *Ursache-Wirkungs-Diagramm* ist eine der effektivsten Methoden, um schnell technische Probleme und deren Zusammenhänge darzustellen. Durch die Auflistung und Verknüpfung der Ursachen und Wirkungen können in kurzer Zeit Systemverständnis aufgebaut und Ansatzpunkte für mögliche Lösungen identifiziert werden.

Tabelle 7-3: Übersicht geeigneter Methoden für den Schritt Problemanalyse

Methode	Einarbeitungszeit	Anwendungszeit	Anzahl der Anwender
Mind Mapping	●	●	1–7
9-Felder-Denken	●	●	7–12
Ursache-Wirkungs-Diagramm	●	●	3–10

Legende:
 Einarbeitungszeit: ● \cong 10 min; ● \cong 20 min; ● \cong 45 min
 Anwendungszeit: ● \cong 45 min; ● \cong 90 min; ● \cong 180 min

Nachdem in der *Problemanalyse* die Ursachen für die technische Krise ermittelt wurden, werden im Rahmen der *Ideengenerierung* Lösungsideen erarbeitet. Tabelle 7-4 schlägt vier mögliche Methoden für die *Ideengenerierung* vor: *Brainstorming/Brainwriting*, *Reizwortanalyse*, *Methode 635*, und *TRIZ-Innovationsprinzipien*. Die Methode *Brainstorming* ist eine der bekanntesten Ideengenerierungsmethoden. In kurzer Zeit werden von den Anwendern Lösungsideen entwickelt und dokumentiert. Bei der Anwendung von *Brainstorming* teilen die Anwender ihre Ideen verbal mit. Um allen Anwendern die gleichen Chancen auf Äußerung zu geben, kann *Brainwriting* angewendet werden. Bei dieser Abwandlung der Methode *Brainstorming* schreiben die Anwender ihre Ideen auf Karteikarten und hängen diese gut sichtbar für alle Anwender auf. Dadurch wird keine Idee (auch abwegige Ideen nicht) im Keim erstickt.

Die *Reizwortanalyse* kann als eine weitere Ergänzung der Methode *Brainstorming* angesehen werden. Ein Moderator konfrontiert die Teilnehmer mit bestimmten Worten, den sogenannten Reizworten. Entsprechend den Reizworten sollen die Anwender Ideen für das technische Probleme erarbeiten.

Mit der *Methode 635* werden in kurzer Zeit Lösungsideen erarbeitet und von allen Anwendern weiterentwickelt. Die Anwender notieren, beschreiben oder skizzieren drei Ideen auf einem Blatt Papier. Nach fünf Minuten wird das Blatt weitergereicht und der nächste Anwender ergänzt die Ideen seines Vorgängers. Die Blätter werden solange rotiert, bis alle Anwender alle Ideen einmal ergänzt haben.

Die Methode *TRIZ-Innovationsprinzipien* stammt aus der Methodensammlung von TRIZ. Durch die Analyse Tausender Patente wurden mit TRIZ Muster bei der Entwicklung technischer Systeme identifiziert. Die *TRIZ-Innovationsprinzipien* sind eine Sammlung von abstrakten, generischen Lösungsvorschlägen. Diese Lösungsvorschläge wurden aus den Patentanalysen abgeleitet und zeigen erfolgreiche Lösungen auf. Die Anwender können die Prinzipien auf ihr konkretes Problem anwenden und damit neue Ideen entwickeln.

Die vorgestellten Methoden zeigen ein weites Spektrum der Ideengenerierungsmethoden auf, wodurch die Anwender die Möglichkeit haben, entsprechend ihren Präferenzen, wie Gruppengröße und Methodenvorkenntnisse Methoden, auszuwählen.

Tabelle 7-4: Übersicht geeigneter Methoden für den Schritt Ideengenerierung

Methode	Einarbeitungszeit	Anwendungszeit	Anzahl der Anwender
Brainstorming/Brainwriting	☉	☐	1–7
Reizwortanalyse	☐	☐	1–7
Methode 635	☐	☉	1–12
TRIZ-Innovationsprinzipien	☐	☉	1–12

Legende:
 Einarbeitungszeit: ☉ ≅ 10 min; ☐ ≅ 20 min; ☐ ≅ 45 min
 Anwendungszeit: ☉ ≅ 45 min; ☐ ≅ 90 min; ☐ ≅ 180 min

Im letzten Hauptschritt der *Konzeptbewertung* evaluieren die Anwender die Lösungskonzepte, die sie auf Grundlage der *Ideengenerierung* erarbeitet haben, und wählen das geeignetste Konzept für ihre Situation aus. Tabelle 7-5 schlägt drei Methoden zur Konzeptbewertung vor: *Gewichtete Punktebewertung*, *Paarweiser Vergleich* und *Sechs Denkhüte*. Die ersten beiden Methoden – *Gewichtete Punktebewertung* und *Paarweiser Vergleich* – sind klassische Bewertungsmethoden. Mit der *Gewichteten Punktebewertung* kategorisieren die Anwender die Konzepte anhand vorher festgelegter Kriterien, z. B. aus der Anforderungsliste. Um die Wichtigkeit der einzelnen Kriterien hervorzuheben, werden Gewichtungsfaktoren verwendet. Bei der Methode *Paarweiser Vergleich* werden alle Konzepte miteinander verglichen. Diese Methode ermöglicht es, schnell das am besten geeignete Konzept begründet zu ermitteln. Die Methode *Sechs Denkhüte* entstammt dem Bereich der Ideengenerierung. Jeder Anwender nimmt hierbei eine spezifische Rolle (Hut) ein, wie z. B. die des Analytikers, des Optimisten oder des Kritikers. Durch die Rollen sollen verschiedene Sichtweisen in die Bewertung einfließen. Gleichzeitig sollen die Anwender ihre Konzepte aus verschiedenen Perspektiven betrachten, wodurch Lösungsfixierungen umgangen werden sollen.

Tabelle 7-5: Übersicht geeigneter Methoden für den Schritt Konzeptbewertung

Methode	Einarbeitungszeit	Anwendungszeit	Anzahl der Anwender
Gewichtete Punktebewertung	●	●	1–7
Paarweiser Vergleich	●	●	1–7
Sechs Denkhüte	●	●	1–7

Legende:
 Einarbeitungszeit: ● ≅ 10 min; ● ≅ 20 min; ● ≅ 45 min
 Anwendungszeit: ● ≅ 45 min; ● ≅ 90 min; ● ≅ 180 min

Die Ausführungen zeigen, dass Entwicklern eine Vielzahl von Methoden für die Bewältigung von Krisen zur Verfügung steht. Das Spektrum reicht von Methoden, die in Einzelarbeit oder Gruppenarbeit von 1 bis 12 Teilnehmern angewendet werden können. Die Einarbeitungszeit der Methoden variiert zwischen 5 und 60 Minuten. Die Anwendungszeit schwankt zwischen 15 und 180 Minuten. Einige Methode, wie das *9-Felder-Denken*, *Sechs Denkhüte*, *Mind Mapping*, *Schätzen*, *Schwachstellenanalyse*, *Verknüpfungsmatrix* oder *Walt Disney's Creativity Method* können in mehreren Schritten des Vorgehensmodells angewendet werden.

Die hier vorgestellte Methodenauswahl beruht auf der analytischen Betrachtung von Methoden in der Literatur. Bei ihrer Anwendung sind aber weitere Rahmenbedingungen zu beachten, wie Methodenvorkenntnisse der Anwender oder unternehmensspezifische Präferenzen. Da es sich bei dieser Arbeit um eine generelle Betrachtung handelt, wurden solche Rahmenbedingungen nicht betrachtet. Der Einfluss von Rahmenbedingungen und der Einsatz weiterer Methoden werden in der Evaluation in Kapitel 8 und in der Reflexion in Unterkapitel 9.2 aufgegriffen und diskutiert.

7.2 Prinzipien zur Krisenbewältigung

Das zweite Lösungselement sind die *Prinzipien zur Krisenbewältigung*. Ziel der Prinzipien ist es, das menschliche Verhalten in Krisen zu unterstützen. Dadurch sollen auf der einen Seite Fehler durch menschliches Fehlverhalten reduziert werden und auf der anderen Seite die Leistungsfähigkeit der Beteiligten erhöht werden. Angelehnt an Lindemann (2015, Folie 44) wird als Prinzip ein Grundsatz verstanden, der die Tätigkeit eines Entwicklers unterstützt, unabhängig von der Problemstellung, aber bezogen auf eine spezifische Situation.

Nach einer kurzen Einleitung werden im folgenden Unterkapitel 7.2.1 die vier Kategorien *Arbeiten unter Druck*, *Führung*, *Kommunikation* und *Zusammenarbeit* vorgestellt. Anschließend werden für jede Kategorie zwei bis drei ausgewählte Prinzipien beschrieben, um die Inhalte und die Wirkung der Prinzipien zu verdeutlichen. Die vollständige Übersicht der 16 Prinzipien ist in Anhang A15 aufgeführt.

Jeder Beteiligte einer Krise reagiert unterschiedlich auf die Situation (Endsley, 1995). Entwickler müssen in Krisen schnelle, risikobehaftete Entscheidungen auf Grundlage von wenigen Informationen treffen. Sie müssen Informationen effektiv kommunizieren und rasch Lösungskonzepte erarbeiten. Die Anforderungen an den Lösungsansatz zeigen, dass neben den aufgaben-, anwender- und entwicklungsprozessspezifischen Anforderungen auch das menschliche Verhalten ein wesentlicher Erfolgsfaktor bei der Krisenbewältigung ist (siehe Tabelle 5-5). Die folgenden Prinzipien wurden in Zusammenarbeit mit der Berufsfeuerwehr München und

einem Unternehmen aus der Luftfahrt⁴⁰ erarbeitet (siehe Unterkapitel 4.2 und 6.2.2). Ergänzt wurden die Ergebnisse der Zusammenarbeit um Erkenntnisse aus der Literatur zum *Crew Resource Management* (siehe Unterkapitel 2.6).

7.2.1 Anwendung und Kategorisierung der Prinzipien

Wie die Definition betont (siehe Unterkapitel 2.1), beschreibt ein Prinzip zur Krisenbewältigung grundsätzliche Tätigkeiten, die Entwickler während einer Krisenbewältigung durchführen sollten. Abhängig von den Präferenzen und Kompetenzen eines jeden Teammitglieds sollte jeder Einzelne sich auf einige ausgewählte Prinzipien konzentrieren. Es ist notwendig, alle Prinzipien in einer Krisenbewältigung anzuwenden. Sie sind primär als Hilfestellungen zu betrachten.

Eine besondere Rolle bei der Anwendung der Prinzipien kommt dem Teamleiter zu. Er sollte alle Prinzipien kennen und seinen Teammitgliedern Hinweise geben, auf welche Prinzipien sie sich während der aktuellen Krisen fokussieren sollen. Ebenso wird durch die Prinzipien in der Kategorie *Führung* besonderes Augenmerk auf die Rolle des Teamleiters und sein Verhalten gelegt. Der bestmögliche Einsatz der Prinzipien erfolgt, wenn diese unbewusst von allen Beteiligten angewendet werden.

Um die Anwendbarkeit der Prinzipien zu unterstützen, werden die Prinzipien in vier Kategorien eingeteilt. Die Kategorien beschreiben den Verwendungszweck der Prinzipien. In Tabelle 7-6 werden die 16 Prinzipien den vier Kategorien *Arbeiten unter Druck*, *Führung*, *Kommunikation* und *Zusammenarbeit* zugeordnet, die wie folgt definiert werden.

Der Kategorie **Arbeiten unter Druck** wurden Prinzipien zugeordnet, die Vorgehensweisen zur sicheren und methodischen Arbeit in Krisen unterstützen. Es werden Hilfsmittel beschrieben, mit denen das Fehlverhalten, z. B. durch den Einfluss von Stress, reduziert werden kann. Ebenso unterstützen diese Prinzipien die Leistungsfähigkeit in Zeit- und Handlungsdrucksituationen.

Die Kategorie **Führung** beinhaltet Prinzipien, die hauptsächlich den Teamleiter unterstützen. Sie geben Hinweise, worauf ein Teamleiter bei der Krisenbewältigung achten sollte. Ihm wird aufgezeigt, wie er seine Teammitglieder bei der Arbeit unterstützen und wie er Aufgaben effektiv verteilen und kommunizieren kann. Ebenso wird der Teamleiter bei der Entscheidungsfindung und der Beschaffung von Ressourcen unterstützt.

Die Kategorie **Kommunikation** beschreibt, wie, was und wann das Krisenteam kommunizieren sollte. Es werden unterschiedliche Kommunikationsarten und Hilfsmittel zu ihrer Unterstützung aufgezeigt.

Der Kategorie **Zusammenarbeit** sind Prinzipien zugeordnet, die aufzeigen, wie ein Krisenteam effektiv zusammenarbeiten kann. Es werden Hinweise gegeben, wie sich die einzelnen Teammitglieder verhalten sollten, um die Leistungsfähigkeit zu steigern. Ebenso wird der Informationsaustausch im Team unterstützt.

⁴⁰ Aus Geheimhaltungsgründen wird der Name des Unternehmens in dieser Arbeit nicht genannt.

Durch diese Kategorisierung können acht Prinzipien der Kategorie *Arbeiten unter Druck*, drei Prinzipien der Kategorie *Führung*, drei der Kategorie *Kommunikation* und zwei der Kategorie *Zusammenarbeit* zugeordnet werden. Da nicht alle Prinzipien trennscharf einer Kategorie zugewiesen werden konnten, werden die Hauptkategorie eines jeweiligen Prinzips mit „X“ und Nebenkategorien mit „x“ in Tabelle 7-6 markiert.

Im Folgenden werden ausgewählte Prinzipien aller vier Kategorien vorgestellt. Im Anhang A15 sind alle Prinzipien auf Deutsch und Englisch aufgeführt.

Tabelle 7-6: Kategorisierung der Prinzipien entsprechend den Anforderungen zur Unterstützung des menschlichen Verhaltens

#	Prinzip	Kategorie			
		A	F	K	Z
1	Parallele Maßnahmen: Schadenseingrenzung und Ursachenanalyse	X			
2	Herstellung und Aufrechterhaltung eines sicheren Zustands	X			
3	Verwendung von Checklisten mit genauen Vorgehensweisen	X			
4	Anwendung der Methode FORDEC	X			
5	Vier-Augen-Prinzip	X			
6	Verhinderung persönlicher Überlastung	X	x		
7	Verringerung des Hierarchiegefälles	X	x		x
8	Einführung von Sanktionsfreiheit	X			
9	Einsatz freier Ressourcen		X		
10	Priorisieren, Planen und Delegieren von Aufgaben		X		
11	Formulierung von Arbeitsaufträgen		X	x	x
12	Verdeutlichung von Zeitspannen	x	x	X	x
13	Verwendung von standardisierten Frageformen/Ansagen		x	X	
14	Bewusste Nutzung zwischenmenschlicher Kommunikation			X	
15	Herstellung räumlicher Nähe bzw. Entfernung			x	X
16	Durchführung von Briefings und Debriefings		x		X

Legende: A ≙ Arbeit unter Druck; F ≙ Führung; K ≙ Kommunikation; Z ≙ Zusammenarbeit
 X ≙ Hauptkategorie; x ≙ Nebenkategorie

7.2.2 Prinzipien zum Arbeiten unter Druck

Die erste Kategorie *Arbeiten unter Druck* beinhaltet acht Prinzipien. Die Kategorie beschreibt Vorgehensweisen zur sicheren und methodischen Arbeit in einer Krise. Exemplarisch werden Prinzip #1 und Prinzip #2 vorgestellt.

Prinzip #1 Parallele Maßnahmen: Schadenseingrenzung und Ursachenanalyse – Um Zeit zu sparen und den Schaden einzugrenzen, sollten Sofortmaßnahmen und Ursachenanalysen zu Beginn der Krise parallel durchgeführt werden. Zur schnellen Ursachenanalyse sollte ein Expertenteam aufgestellt werden. Für Spezialthemen sollten externe Experten zum Krisenteam hinzugezogen werden.

Prinzip #2 Herstellung und Aufrechterhaltung eines sicheren Zustands – Da die Sicherheit sowohl für den Kunden als auch für den Mitarbeiter oberste Priorität hat, muss möglichst schnell durch geeignete Sofortmaßnahmen (z. B. Verkaufsstopp, Produktionsstopp, Verwendung von älteren, sicheren Arbeitsständen) ein sicherer Zustand (z. B. kein Schaden am Kunden, sichere Arbeitsbedingungen) erreicht werden, um weitere Gefährdungen und Schäden zu verhindern. Dieser Zustand sollte während der ganzen Krisenbewältigung aufrechterhalten werden, um erneute Probleme und Rückschläge während der Krise zu vermeiden.

Die beiden Prinzipien repräsentieren die erste Kategorie und veranschaulichen, wie die Prinzipien einzeln oder gemeinsam angewendet werden sollten. Sie zielen darauf ab, schnellstmöglich die Krise zu beherrschen. Durch die Einführung von Sofortmaßnahmen in Prinzip #1 soll der Schaden eingegrenzt werden. Ergänzt wird dieses Vorgehen durch die Herstellung eines sicheren Zustands mit Prinzip #2. Sobald die Krise erkannt ist, müssen alle Maßnahmen getroffen werden, dass keine weiteren Schäden für Menschen, z. B. Kunden oder Mitarbeiter, oder die Umwelt entstehen. Ein dauerhaft sicherer Zustand soll weitere Schäden oder Rückschläge verhindern, sodass die Situation sich nicht verschlechtert.

Neben den Arbeitsbedingungen in Krisen unterstützt Prinzip #1 die Ursachenanalyse. Diese sollte parallel durchgeführt werden, z. B. durch das Aufstellen und Überprüfen von Hypothesen, Tests und Vor-Ort-Begehungen. Die schnelle Analyse sollte durch den Einsatz von allen internen sowie unterschiedlichen externen Experten unterstützt werden. Experten besitzen spezielles Fachwissen, das nicht erst durch Dritte aufgebaut werden muss. Dies spart wertvolle Zeit in der Krisenbewältigung. Zusätzliche Kosten durch die Einstellung oder Anreise von Experten sollten dabei eine untergeordnete Rolle haben.

Neben den beiden vorgestellten Prinzipien sind außerdem sechs weitere Prinzipien der Kategorie *Arbeiten unter Druck* zugeordnet (siehe Anhang A15):

- Prinzip #3 Verwendung von Checklisten mit genauen Vorgehensweisen
- Prinzip #4 Anwendung der Methode FORDEC
- Prinzip #5 Vier-Augen-Prinzip
- Prinzip #6 Verhinderung persönlicher Überlastung
- Prinzip #7 Verringerung des Hierarchiegefälles
- Prinzip #8 Einführung einer Sanktionsfreiheit

7.2.3 Prinzipien zur Führung

Die zweite Kategorie *Führung* umfasst drei Prinzipien. Diese sollten vor allem von Teamleitern angewendet werden. Sie geben Vorgehensweisen zum Verteilen und Kommunizieren von Aufgaben sowie zur Entscheidungsfindung und Ressourcenbeschaffung vor. Für diese Kategorie wird exemplarisch Prinzip #10 vorgestellt.

Prinzip #10 Priorisieren, Planen und Delegieren von Aufgaben – Die verschiedenen Aufgaben sollten priorisiert, zeitlich geplant und anschließend delegiert werden, damit jeder Beteiligte weiß, was wann wie zu tun ist. Je höher die Priorität einer Aufgabe ist, desto mehr

Aufmerksamkeit und Ressourcen sind dafür einzuplanen. Zur Priorisierung kann ein Ampelsystem (rot $\hat{=}$ dringend, gelb $\hat{=}$ mäßig dringend, grün $\hat{=}$ nicht dringend) verwendet werden.

Dieses Prinzip wurde in der Zusammenarbeit mit der Berufsfeuerwehr München erarbeitet. In Krisen („Stufe 3“-Situationen, siehe Kapitel 4.2.2) müssen Feuerwehrleute schnell über die Versorgung von Patienten entscheiden. Um die kritischen Patienten von den unkritischen zu unterscheiden, priorisieren Feuerwehrleute deren Behandlung mithilfe eines Ampelsystems. Entsprechend diesem Vorgehen sollen die Teamleiter eines Krisenteams zusammen mit ihren Mitarbeitern die entsprechenden Aufgaben von *dringend* bis *nicht dringend* priorisieren. Anknüpfend an die Priorisierung sollten die Aufgaben an die entsprechenden Bearbeiter delegiert werden. Dieses Prinzip kann sehr gut mit anderen Prinzipien, wie Prinzip #11 *Formulierung von Arbeitsaufträgen* oder Prinzip #16 *Durchführung von Briefings und Debriefings*, verknüpft werden. Durch diese Vorgehensweisen soll ein Krisenteam befähigt werden, ein Hochleistungsteam zu werden, das die Krise effektiv und effizient bewältigt.

Die folgenden zwei Prinzipien ergänzen die Prinzipien in der Kategorie *Führung* (siehe Anhang A15):

- Prinzip #9 Einsatz freier Ressourcen
- Prinzip #11 Formulierung von Arbeitsaufträgen

7.2.4 Prinzipien zur Kommunikation

Die dritte Kategorie *Kommunikation* beinhaltet drei Prinzipien. Sie gibt Vorgehensweisen vor, wie was wann kommuniziert werden soll. Für diese Kategorie wird exemplarisch Prinzip #13 vorgestellt.

Prinzip #13 Verwendung von standardisierten Frageformen/Ansagen – Um die Weitergabe und den Austausch von Informationen und Arbeitsaufträgen zu verbessern, ist es sinnvoll, ein standardisiertes Vorgehen festzulegen. Dadurch wird Zeit gespart, da der Austausch bzw. die Verarbeitung der Informationen immer auf die gleiche Art und Weise erfolgt. Ist eine bestimmte Information das Ziel der Frage, so sollten geschlossene Fragen verwendet werden. Dadurch kann diese Frage schnell mit *Ja* oder *Nein* beantwortet werden. Bei offenen Fragen können stattdessen sowohl mehr Informationen als auch die Meinung und die Bedenken des Befragten eruiert werden. Jedes Teammitglied sollte über die verschiedenen Frageformen informiert sein und diese situativ einsetzen.

Kommunikation ist ein Schlüsselement für erfolgreiche Teamarbeit (Kriz et al., 2008, S. 34; Birker & Birker, 2007, 44 ff.; Antons & Volmerg, 2011, 72 ff.). Prinzip #13 unterstützt eine effiziente Kommunikation. Die Teammitglieder des Krisenteams sollen sich der Wirkung von Fragen auf ihren Gesprächspartner und der zu erwartenden Antwort bewusst sein. Offene Fragen führen zu längeren Antworten als geschlossene. Mit offenen Fragen können neue Informationen weitergegeben werden, wohingegen bei einer geschlossenen Frage nur eine bestimmte Information bestätigt oder abgelehnt wird. Zusammen mit Prinzip #14 *Bewusste Nutzung zwischenmenschlicher Kommunikation* kann im Krisenteam die Kommunikation verbessert werden und die Wahrscheinlichkeit von Fehlkommunikation und Missverständnissen verringert werden.

Die beiden folgenden Prinzipien sind ebenfalls der Kategorie *Kommunikation* zugeordnet (siehe Anhang A15):

- Prinzip #12 Verdeutlichung von Zeitspannen
- Prinzip #14 Bewusste Nutzung zwischenmenschlicher Kommunikation

7.2.5 Prinzipien zur Zusammenarbeit

Die vierte Kategorie *Zusammenarbeit* beinhaltet zwei Prinzipien. Mit diesen Prinzipien wird die effektive Zusammenarbeit unterstützt. Für diese Kategorie werden Prinzip #15 und Prinzip #16 vorgestellt.

Prinzip #15 Herstellung räumlicher Nähe bzw. Entfernung – Der Krisenstab sollte festlegen, welche Teams in räumlicher Nähe bzw. Entfernung arbeiten, da dieser Faktor die Zusammenarbeit und Kommunikation beeinflusst.

Um den Austausch und die Zusammenarbeit zu verbessern, ist auf der einen Seite darauf zu achten, dass die jeweiligen Krisenteams räumlich zusammengefasst werden. Dadurch können sie ungestört und effektiv arbeiten. Räumliche Nähe erhöht die Effektivität innerhalb eines Teams. Ebenso werden externe Störeffekte minimiert. Die Kommunikation zwischen den einzelnen Teams muss vom Krisenstab organisiert werden. Auf der anderen Seite sollte ausreichend räumliche Entfernung zwischen dem Krisenstab und den Teams herrschen. Dadurch kann der Krisenstab die Krise ganzheitlich koordinieren, ohne die Teams bei der Krisenbewältigung zu stören.

Prinzip #16 Durchführung von Briefings und Debriefings – Krisenbewältigungsteams sollten losgelöst vom Tagesgeschäft arbeiten. Bei der Einrichtung eines Krisenteams sollte ein Briefing gehalten werden. Dadurch bekommen die Teammitglieder einen Überblick über die Situation, können in den Krisenmodus wechseln und sich mental auf die Krise einstellen. Während der Krise sollten regelmäßige Briefings stattfinden, um alle Mitglieder auf dem neuesten Stand zu halten, Entscheidungen zu treffen und wichtige Informationen auszutauschen. Nach der Krise sollten die gewählten Maßnahmen und der Krisenbewältigungsprozess in einem Debriefing reflektiert und analysiert werden.

Diese beiden Prinzipien verdeutlichen auf der einen Seite, wie Störeffekte, z. B. Telefonate oder laute Gespräche, die die Konzentration beeinträchtigen, vermieden werden können. Auf der anderen Seite kann der Informationsaustausch durch zielgerichtete Treffen und die richtige Teamkoordination erhöht werden. Prinzip #15 fokussiert speziell große Krisenteams mit mehreren Unterteams oder einer Stabsstelle, die die Krisenbewältigung koordiniert. Durch die entsprechende räumliche Anordnung kann die Zusammenarbeit unterstützt werden. Prinzip #16 unterstützt den Informationsaustausch. Zwei kritische Zeitpunkte sind der Start und das Ende einer Krisenbewältigung. Da eine Krise unerwartet oder überraschend kommt, müssen die Krisenteammitglieder sich auf die neue Situation einstellen und andere Aufgaben mit niedriger Priorität beenden oder unterbrechen. Um ein ganzheitliches Krisenmanagement von Vorbereitung, Krisenbewältigung, Nachbereitung und Vorsorge zu unterstützen, sollten nach bewältigter Krise alle Maßnahmen in einem oder mehreren Debriefings nachbesprochen und dokumentiert werden. Dieses Vorgehen kann mit Prinzip #3 *Verwendung von Checklisten mit genauen*

Vorgehensweisen verknüpft werden, sodass bei einer möglichen weiteren Krisenbewältigung auf diese Erfahrungen zurückgegriffen werden und Zeit gespart werden kann.

7.3 Zusammenfassung des Lösungsansatzes

In den Kapiteln 5 und 6 wurden die Anforderungsbereiche, Anforderungen, die Struktur des Lösungsansatzes und die Lösungselemente mit ihren zugehörigen Komponenten hergeleitet. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurde der Lösungsansatz zur Unterstützung von Entwicklern in Krisen in der Produktentwicklung erarbeitet und in diesem Kapitel vorgestellt.

Der Lösungsansatz unterstützt die zweite Phase *Krisenbewältigung* des Krisenbewältigungsprozesses für die Produktentwicklung (siehe Abbildung 6-2). Abgeleitet aus den aufgaben-, anwender- und entwicklungsprozessspezifischen Anforderungen sowie den Anforderungen zur Unterstützung des menschlichen Verhaltens in Krisen unterteilt sich der Lösungsansatz in zwei Lösungselemente. Das erste Lösungselement, das *Vorgehensmodell zur Krisenbewältigung*, fördert dabei die methodische Problemlösung. Das Modell unterteilt sich in die drei Hauptschritte *Problemanalyse*, *Ideengenerierung* und *Konzeptbewertung*. Es besteht aus drei Lösungskomponenten, die das Vorgehensmodell erweitern. Die *Heuristiken zur Identifikation von Krisen* unterstützen den Einstieg in die Krisenbewältigung. Mithilfe von *adaptiven Heuristiken*, wie dem *einfachen Entscheidungsbaum* oder der *Tallying-Heuristik*, können Unternehmen ihren Entwicklern unternehmensspezifische Werkzeuge zur schnellen Entscheidungsfindung bereitstellen. Die *Fragestellungen zur Identifikation des passenden Vorgehensschritts* unterstützen auf der einen Seite mit 15 Fragestellungen die Arbeit mit dem Vorgehensmodell. Auf der anderen Seite unterstützen sie die regelmäßige Reflexion des gewählten Vorgehens. Die Abarbeitung der drei Vorgehensschritte wird mit den *Methoden zur Krisenbewältigung* konkretisiert.

Die zweite Lösungskomponente, die *Prinzipien zur Krisenbewältigung*, unterstützt das Verhalten der Entwickler und Krisenteams. In Zusammenarbeit mit der Berufsfeuerwehr München und einem Unternehmen aus der Luftfahrt sowie basierend auf einer Literaturanalyse wurden 16 Prinzipien erarbeitet. Die Prinzipien unterstützen die Tätigkeiten von Entwicklern unabhängig von der Problemstellung, aber bezogen auf eine spezifische Situation. Dadurch sollen auf der einen Seite Fehler durch menschliches Fehlverhalten reduziert und auf der anderen Seite die Leistungsfähigkeit der Beteiligten erhöht werden. Die erarbeiteten Prinzipien wurden den vier Kategorien *Arbeiten unter Druck*, *Führung*, *Kommunikation* bzw. und *Zusammenarbeit* zugeordnet.

Durch die Entwicklung des Lösungsansatzes wird die zweite Forschungsfrage „Welche Vorgehen und Methoden können Entwickler bei der Bewältigung von technischen Krisen unterstützen?“ beantwortet.

7.4 Implementierungsmöglichkeiten des Lösungsansatzes in der Praxis

Abschließend wird beschrieben, wie die Lösungselemente und -komponenten in der Praxis angewendet werden können, um die erarbeiteten Unterstützungsansätze in Unternehmen zu verankern. Diese Möglichkeiten werden aufbauend auf den Erfahrungen aus den empirischen Studien mit den krisenerfahrenen Unternehmen (siehe Unterkapitel 4.2) und den Fallstudien, die in der Evaluation durchgeführt wurden (siehe Kapitel 8), ermittelt.

Die Aufbereitung des *Vorgehensmodells zur Krisenbewältigung* mit den drei Lösungskomponenten kann sowohl physisch als auch digital geschehen. Physisch kann das Vorgehensmodell, die Fragestellungen sowie die Methoden in Form von Karteikarten in einer Methodenbox mit dazugehörigen Workshopmaterialien aufbereitet werden. Digital können sie, wenn vorhanden, in das unternehmensinterne Intranet integriert werden.

Im Rahmen der Evaluation in Unterkapitel 8.3 wurden das Vorgehensmodell und zehn ausgewählte *Methoden zur Krisenbewältigung* aufbauend auf dem Münchener Methodenmodell (Braun & Lindemann, 2003) für die Magazino GmbH exemplarisch in einer Methodenbox aufbereitet. Die Methodenbox (siehe Abbildung 7-4) besteht aus vier Fächern. In drei Fächern stehen die Methoden entsprechend den Hauptschritten des Vorgehensmodells den Entwicklern zur Verfügung. Die Methoden werden dabei auf doppelseitigen Karteikarten vorgestellt. Diese Beschreibung gliedert sich dabei in eine Anwendungs-, eine Methoden- und eine Vorgehensbeschreibung sowie eine Auflistung von benötigten Materialien. Ebenso werden weiterführende Quellen und ein Anwendungsbeispiel genannt. Die zehn Methodenkarten zeigt Anhang A16. Im vierten Fach werden die entsprechenden Materialien zur Methodenanwendung bereitgestellt. Im Deckel der Box ist das Vorgehensmodell aufgedruckt.



Abbildung 7-4: Methodenbox für die Magazino GmbH

Des Weiteren wurden das Vorgehensmodell und die Methoden im Intranet der Magazino GmbH in Form eines Wiki-Eintrags bereitgestellt. In diesen Einträgen werden die Methoden entsprechend den Beschreibungen der Methodenkarten vorgestellt. Ebenso können die Karten und zugehöriges Material, wie Vorlagen, heruntergeladen und ausgedruckt werden.

Analog zur Methodenaufbereitung können auch die *Fragestellungen zur Identifikation des passenden Vorgehensschritts* aufbereitet werden. Dafür kann die Methodenbox entweder um ein weiteres Fach erweitert werden, in dem Karteikarten mit den entsprechenden Fragestellungen liegen, oder die Fragestellungen können zusammen mit dem Vorgehensmodell im Deckel der Box aufgedruckt werden. Der Vorteil der zweiten Variante ist, dass dem Anwender beim Öffnen der Box die Fragestellungen zur Verfügung stehen und sie direkt zur Reflexion ihres Vorgehens aufgefordert werden. Ebenso können die Fragestellungen in einem Wiki dokumentiert werden.

Die Aufbereitung der *Heuristiken zur Identifikation einer Krise* ist aufwendiger. Die vorgestellten Heuristiken in Unterkapitel 7.1.1 sind nur Beispiele. Wie in den Grundlagen beschrieben, müssen die Heuristiken unternehmensspezifisch angepasst werden. Dafür sollten Workshops im Unternehmen durchgeführt werden. Im Rahmen der Workshops sollten die geeigneten Heuristiken, z. B. *One-single-cue-Heuristik*, *Tallying-Heuristik* oder *einfacher Entscheidungsbaum*, und Hinweise identifiziert werden. Aufbauend auf diesen Workshops können die Heuristiken abgeleitet werden. Sie sollten den Entwicklungsteams in Form von Checklisten oder Entscheidungsbäumen physisch oder digital bereitgestellt werden.

Die *Prinzipien zur Krisenbewältigung* sollten den Entwicklungsteams im Rahmen von Workshops vermittelt werden. Die Workshops können in theoretische und praktische Teile gegliedert sein. In den theoretischen Einheiten sollten die Prinzipien anhand von Beispielen vermittelt werden. In den praktischen Teilen können die Entwicklungsteams die Prinzipien reflektieren und Situationen identifizieren, in denen sie die Prinzipien unbewusst angewendet haben oder diese hilfreich gewesen wären. Für ein ganzheitliches Krisenmanagement sollten diese Situationen dokumentiert werden und in weitere Workshops einfließen. Dadurch wird ein unternehmensinterner Wissensaustausch unterstützt. Da die Leistung der Teamleitung von wesentlicher Bedeutung für eine erfolgreiche Krisenbewältigung ist, können spezielle Workshops für Führungskräfte angeboten werden, damit diese die Teammitglieder bei der Anwendung der Prinzipien unterstützen können.

In der abschließenden Diskussion der Evaluation in Unterkapitel 8.7 werden die Implementierungsvorschläge aufbauend auf den Evaluationsergebnissen reflektiert.

8 Evaluation des Lösungsansatzes

In diesem Kapitel wird der erarbeitete Lösungsansatz aus dem vorangegangenen Kapitel 7, bestehend aus Vorgehensmodell und Prinzipien zur Krisenbewältigung, in vier Studien evaluiert. Beginnend werden die wesentlichen Grundlagen für eine zielgerichtete Evaluation beschrieben. Anschließend werden in den folgenden Unterkapiteln die Studien und zugehörigen Ergebnisse vorgestellt. Das Kapitel schließt mit einer Diskussion und Zusammenfassung der Evaluationsergebnisse. Die Betrachtungsbereiche des Kapitels zeigt Abbildung 8-1.

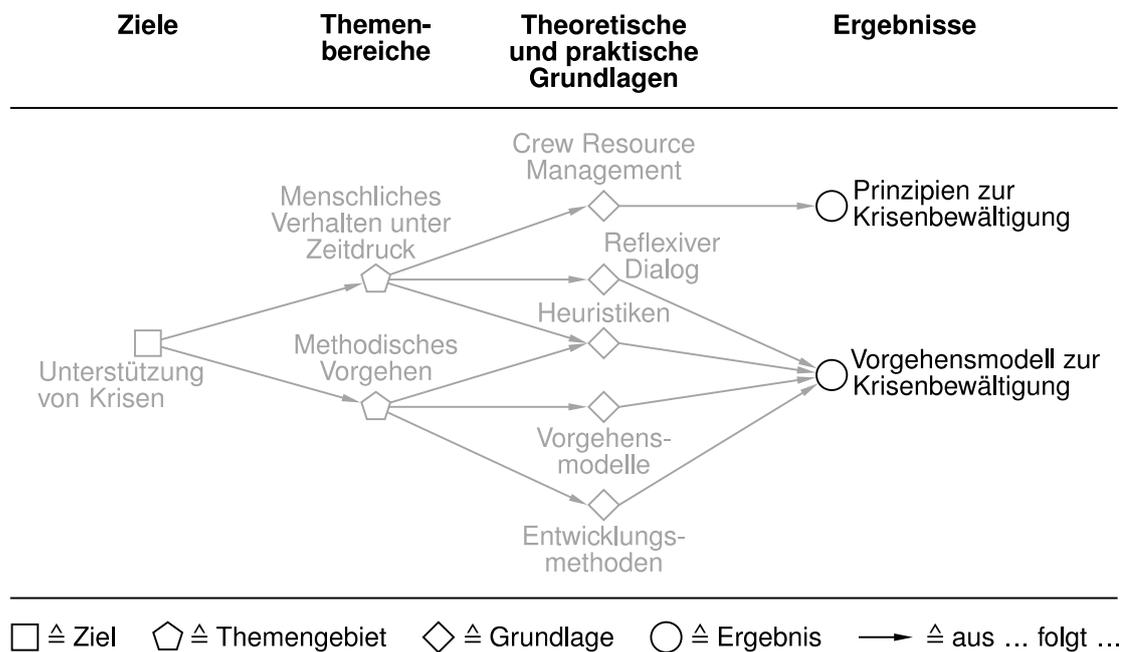


Abbildung 8-1: Betrachtungsgegenstände von Kapitel 8

8.1 Grundlagen zur Evaluation

Nach Blessing & Chakrabarti (2009) gibt es drei Arten von Evaluation: Lösungsansatz- (engl. support evaluation), Anwendungs- (engl. application evaluation) und Erfolgsevaluation (engl. success evaluation). Eine Lösungsansatzevaluation wird während der Entwicklung des Lösungsansatzes durchgeführt. Diese soll sicherstellen, dass der Lösungsansatz in der *Deskriptiven Studie II* auch bewertet werden kann. Dies geschah in dieser Arbeit durch die Festlegung der Anforderungen an den Lösungsansatz. In der Anwendungsevaluation, die in der *Deskriptiven Studie II* durchgeführt wird, werden die Anwendbarkeit (engl. applicability) und Verwendbarkeit (engl. usability) des Lösungsansatzes überprüft. Anknüpfend an die Anwendungsevaluation wird in der Erfolgsevaluation die Nützlichkeit (engl. usefulness) des Lösungsansatzes anhand quantitativer Erfolgskriterien gemessen. (Blessing & Chakrabarti, 2009, 181 ff.)

Die folgende Evaluation ist entsprechend dieser Definitionen eine einführende Anwendungsevaluation (engl. initial application evaluation). Aufbauend auf dieser kann in weiteren Studien eine vollständige Anwendungs- und darauffolgende Erfolgsevaluation durchgeführt werden.

Der Begriff Evaluation kann aus dem Lateinischen (ex ‚aus‘ und valor ‚Wert‘) sowie Französischem (évaluation ‚Schätzung‘ und évaluer ‚(ab)schätzen‘) hergeleitet werden. Aus diesen beiden Ursprüngen ergibt sich die allgemeine Bedeutung einer Evaluation: Einen Wert aus etwas ziehen. Aufbauend auf dieser Bedeutung und im Sinne von Stockmann (2007, S. 25 f.) und Gollwitzer & Jäger (2014, S. 21 f.) wird der Begriff Evaluation in dieser Forschungsarbeit als eine Wertbeurteilung bezeichnet. Bei dieser werden Informationen gesammelt, bewertet und auf dieser Grundlage Entscheidungen getroffen.

Es gibt unterschiedliche Formen von Evaluationen, wie Evaluationsforschungsstudien oder Alltagsevaluationen. Die Disziplin der Evaluationsforschung hilft bei der Abgrenzung der Begriffe. Sie beschreibt eine nicht willkürliche Bewertung, sondern eine Bewertung anhand präziser festgelegter Bewertungskriterien und die Verwendung (sozialwissenschaftlicher) Methoden (Gollwitzer & Jäger, 2014, S. 21; Balzer, 2005, S. 16). Da die beiden Begriffe Evaluation und Evaluationsforschung meist synonym verwendet werden (Beck, 2016, S. 5; Stockmann, 2007, S. 25), wird im Folgenden nur noch der Begriff Evaluation verwendet. Eine wissenschaftliche Evaluation sollte nach Stockmann (2007, S. 27) folgende fünf Kriterien erfüllen:

- Es existiert ein klar definierter Evaluationsgegenstand.
- Die Evaluation wird von Experten durchgeführt.
- Die Bewertung wird anhand explizit auf den zu evaluierenden Sachverhalt zugeschnittener und offengelegter Kriterien durchgeführt.
- Informationen werden anhand empirischer Datenerhebungen gewonnen.
- Für die Informationsbewertung werden systematisch vergleichende Verfahren herangezogen.

Zwei wesentliche Merkmale einer Evaluation sind die *Funktion einer Evaluation* und die *Rolle des Evaluierenden*, die in *interne und externe Evaluation* unterteilt werden kann. Zur Beschreibung der Evaluationsstudien werden diese beiden Merkmale kurz vorgestellt.

Beck (2016, S. 9 f.), Bortz & Döring (2006, S. 987) und Stockmann (2007, S. 36 ff.) unterscheiden fünf Evaluationsfunktionen (bzw. Evaluationszwecke oder Evaluationsziele)⁴¹. Ein erster Aspekt ist die Erkenntnisfunktion: Bei einer Evaluation werden relevante Daten gesammelt, mithilfe derer dann Entscheidungen getroffen werden sollen. Unter anderem soll festgestellt werden, ob die angewendeten Maßnahmen die Zielgruppe erreicht haben, wie hoch die Akzeptanz eines Programmes ist oder inwiefern sich die Rahmenbedingungen der Untersuchung verändert haben. Zum Zweiten spielt die Kontrollfunktion eine Rolle: Durch die Beobachtung des Programms sollen vor allem Defizite schnell identifiziert und diesen entgegengewirkt werden. Zudem lassen sich Informationen gewinnen, die erkennen lassen, ob alle Aufgaben erledigt werden. So dient die Evaluation als eine Form der Kontrolle. Dazu

⁴¹ Beschreibungen basieren auf der Semesterarbeit Golditchuk (2016).

kommt drittens die Optimierungsfunktion: Über die reine Wissenserweiterung soll die Evaluation Erkenntnisse schaffen, um den Evaluationsgegenstand zielgerichtet zu verbessern. Der vierte Aspekt ist die Dialog-/Lernfunktion: Bei einer Evaluation werden den Stakeholdern Informationen bereitgestellt. Auf Grundlage dieser Daten wird ein Dialog angeregt, wodurch gemeinsam ermittelt werden kann, welche Ergebnisse erreicht wurden und wo Defizite auftraten. Dadurch kann nun die Zusammenarbeit effizienter gestaltet werden und es findet ein gemeinsamer Lernprozess statt. Abschließend steht die Legitimierungsfunktion: Mithilfe der Evaluation wird eine Datenbasis generiert, die es ermöglicht, die Prozessperspektive einzunehmen. Dadurch lässt sich nachweisen, welcher Input über die Zeit hinweg zu welchem Output bzw. zu welcher Wirkung führte. Zudem lässt sich so die nachhaltige Wirkung eines Programmes prüfen. So können beispielsweise Mittelnehmer belegen, wie effizient Finanzmittel eingesetzt wurden. **Die im Folgenden durchgeführte Evaluation fokussiert dabei die Erkenntnis- und Kontrollfunktion.**

Ergänzend zur Funktion der Evaluation muss die Rolle des Evaluierenden festgelegt werden. Es wird die *interne* von der *externen Evaluation* unterschieden. Bei der *internen Evaluation* führen Mitarbeiter der Organisation, welche die Maßnahme umsetzt, auch die Evaluationsuntersuchung durch. *Externe Evaluationen* werden von Personen durchgeführt, welche nicht dem Anbieter der Maßnahmen angehören. (Rossi et al., 2004, S. 401; Gollwitzer & Jäger, 2014, S. 30; Stockmann, 2007, S. 160)

Beide Arten der Evaluation haben Vor- und Nachteile. So kann eine interne Evaluation mit geringem Aufwand durchgeführt werden, aber aufgrund von Betriebsblindheit oder geringer Methodenkompetenz keine verlässlichen Ergebnisse liefern. Im Gegensatz dazu ist ein wesentlicher Vorteil einer externen Evaluation die Methodenkompetenz der Evaluierenden. Die Distanz zum Untersuchungsgegenstand kann aber zu Abwehrreaktionen und Umsetzungsproblemen führen. In Tabelle 8-1 werden die Vor- und Nachteile beider Arten nach Stockmann (2007, S. 61) gegenübergestellt.

Tabelle 8-1: Übersicht von Vor- und Nachteilen von interner und externer Evaluation nach Stockmann 2007, S. 61)

	Interne Evaluation	Externe Evaluation
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Rasch mit geringem Aufwand • Hohe Sachkenntnis • Unmittelbare Umsetzung 	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Unabhängigkeit • Hohe Methodenkompetenz • Hohe Glaubwürdigkeit
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • Geringe Methodenkompetenz • Fehlende Unabhängigkeit und Distanz • Betriebsblindheit 	<ul style="list-style-type: none"> • Geringe Sachkenntnis • Abwehrreaktionen • Umsetzungsprobleme

Sind diese Aspekte der Evaluation jedoch bekannt, können die Vorteile verstärkt und die Nachteile vermieden werden. **Deshalb wechselt abhängig von der Studie die Rolle des Evaluierenden in den folgenden Betrachtungen.**

Abschließend soll in dieser Einleitung auf unterschiedliche Vorgehensmodelle für die Evaluation eingegangen werden. In der sozialwissenschaftlichen Forschung gibt es unterschiedliche Vorgehensmodelle zur Durchführung von Evaluationen, z. B. Beywl et al. (2007) oder Stockmann (2007). Diese Vorgehen definieren unterschiedlich viele

Vorgehensschritte. Allgemein ist jedoch festzuhalten, dass eine Evaluation in die Schritte *Initiierung*, *Konzept*, *Design*, *Erhebung* und *Umsetzung* unterteilt werden kann. Entsprechend diesem Vorgehen orientieren sich die folgenden Studien an diesen Schritten. Ergänzt wird diese deutschsprachige, sozialwissenschaftlich geprägte Sichtweise um das Evaluationsvorgehen von Field & Hole (2003).

Diese Grundlagen leiten die folgenden Evaluationsstudien. Die Kriterien für eine wissenschaftliche Evaluation wurden bei der Entwicklung der Evaluationsstudien beachtet. Die Merkmale *Funktion einer Evaluation* und die *Rolle des Evaluierenden* werden in Unterkapitel 8.7 beziehungsweise auf die Evaluationsergebnisse diskutiert. Im Folgenden wird ein Überblick über die vier Evaluationsstudien gegeben. Es werden die Ziele, das Vorgehen sowie die Evaluationspartner und der Evaluationsgegenstand vorgestellt. Anschließend werden die vier Studien und ihre Ergebnisse vorgestellt.

8.2 Überblick über die Evaluationsstudien

Die Evaluation des Lösungsansatzes, bestehend aus *Vorgehensmodell* und *Prinzipien zur Krisenbewältigung*, wird in vier Studien durchgeführt. In jeder Studie steht ein Element des Lösungsansatzes im Mittelpunkt. Eine ganzheitliche und branchenweite Evaluation war aus Geheimhaltungsgründen nicht möglich. Um die Gültigkeit des Ansatzes zu überprüfen und auch für weitere Forschungen im Bereich der Krisenbewältigung Wissen zu generieren, wurde die Evaluation jeweils mit unterschiedlichen Partnern durchgeführt. Dabei wurde in den Studien 1 und 2 mit Partnern aus der Industrie zusammengearbeitet. In diesen Studien arbeiteten Studierende für mindestens ein halbes Jahr direkt bei den Partnern. Die Studien 3 und 4 wurden im Rahmen eines Hochschulpraktikums und einer wissenschaftlichen Arbeit ohne Industriebezug durchgeführt.

In den Studien wurden konkret das Vorgehensmodell, die dazugehörigen Methoden und Fragestellungen sowie die Prinzipien untersucht. Die Heuristiken werden in dieser Arbeit nicht evaluiert. Hierfür wird auf die Arbeiten von Verena Stingl⁴² verwiesen. Tabelle 8-2 zeigt die Studien, das gewählte Vorgehen, das Evaluationsobjekt sowie die jeweiligen Ziele der Studien.

In Studie 1 wurde die Anwendbarkeit der methodischen Unterstützung in der Industrie untersucht. Im Rahmen von 25 Methoden Anwendungen wurden das Vorgehensmodell und ausgewählte Methoden mit Interview- und Fragebogenstudien bei einem schnellwachsenden Münchener Start-up, der Magazino GmbH, untersucht.

Im Mittelpunkt von Studie 2 standen die Fragestellungen des Lösungsansatzes. In Zusammenarbeit mit der Hilti AG wurden im Rahmen einer studentischen Abschlussarbeit die Fragestellungen erarbeitet und in einer Fragebogenstudie evaluiert. Ziel der Studie war es, die Eignung von 15 Fragestellungen für den Einsatz in der Industrie zu untersuchen. Unternehmensspezifisch werden in dieser Studie das Verständnis und Nützlichkeit der Fragen evaluiert. Aufbauend auf dieser Studie können relevante Fragestellungen für weitere Unternehmen identifiziert und analysiert werden.

⁴² Technical University of Denmark, DTU Management Engineering: www.es.man.dtu.dk.

In Studie 3 wurden die Prinzipien zur Krisenbewältigung untersucht. Ziele waren die Untersuchung der Anwendbarkeit der Prinzipien und die Ermittlung des Zusammenhangs zwischen Projekterfolg und der Verwendung der Prinzipien zur Krisenbewältigung. Da eine umfängliche Untersuchung von Krisen in der Industrie während dieser Forschungsarbeit nicht möglich war, wurden die Prinzipien während des Hochschulpraktikums Think.Make.Start. der Technischen Universität München untersucht. Insgesamt wurde der Lösungsansatz in Form einer Methodenbox und Postern von vier studentischen Teams bereitgestellt. In der Studie werden die Untersuchungsergebnisse vorgestellt, die während Beobachtungs-, Fragebogen- und Interviewstudie erhoben wurden.

In Studie 4 wurde die Allgemeingültigkeit der Prinzipien mit Literaturanalyse von Krisenbewältigungen untersucht. Die 16 Prinzipien wurden in Zusammenarbeit mit der Berufsfeuerwehr München, einem Unternehmen aus der Luftfahrt sowie basierend auf Literatur zum *Crew Resource Management* erarbeitet und an die Krisenbewältigung in der Produktentwicklung angepasst. Ausgehend von dieser Analyse und dem Transfer wurden in dieser Studie Schilderungen von Krisenbewältigungen der New Yorker Feuerwehr während des Terroranschlags vom 11. September 2001, der Deepwater-Horizon-Krise im Golf von Mexiko und die Kernkraftwerkskatastrophe von Fukushima 2011 untersucht.

Tabelle 8-2: Übersicht über die Vorgehen, Evaluationsobjekte und Ziele der Studien

Studie	Vorgehen	Evaluationsobjekt	Ziel
Studie 1: Magazino GmbH	Workshops und Interviewstudie	Vorgehensmodell und Methoden	Anwendbarkeit der methodischen Unterstützung in der Industrie
Studie 2: Hilti AG	Fragebogenstudie	Fragestellungen	Bewertung der Fragen und Identifikation der geeignetsten Fragen
Studie 3: Think.Make.Start.	Fragebogen- und Beobachtungsstudie	Prinzipien	Beobachtung und Erfolgsüberprüfung der Anwendung der Prinzipien zur Krisenbewältigung
Studie 4: Literaturbasierte Evaluation	Auswertung von Dokumentation von Krisenbewältigungen	Prinzipien	Überprüfung der Allgemeingültigkeit der Prinzipien

Zur Auswertung der Studien 2, 3 und 4 wurde der Rangkorrelationskoeffizient *Kendalls Tau* verwendet. Dieser Koeffizient ist speziell geeignet, um ordinale Daten auszuwerten. In den Studien wird der Koeffizient jeweils nur kurz vorgestellt. Eine detaillierte Erläuterung befindet sich in Anhang A19.

In den folgenden Unterkapiteln werden die vier Studien und ihre Ergebnisse detailliert dargestellt. Alle Beschreibungen starten mit einer kurzen Einführung in die jeweilige Studie. Anschließend werden die Ziele und das Vorgehen beschrieben. Danach werden die Ergebnisse präsentiert. Das Kapitel schließt mit einer allgemeinen Diskussion der Evaluation und den Ergebnissen sowie einer bewertenden Zusammenfassung.

8.3 Studie 1: Magazino GmbH

In Studie 1 wurden das *Vorgehensmodell zur Krisenbewältigung* und ausgewählte *Methoden zur Krisenbewältigung* bei der Magazino GmbH evaluiert. Ziel der Studie war es, die Anwendbarkeit der methodischen Unterstützung in der Industrie zu ermitteln. Die Studie fand von August bis Oktober 2016 bei der Magazino GmbH statt. Um die Rahmenbedingungen der Studie zu skizzieren, wird zu Beginn die Magazino GmbH kurz vorgestellt.

Die Magazino GmbH wurde im Januar 2014 gegründet. Erstes Produkt war der Kommissionierautomat *Maru* für den Einsatz in Apotheken. Seit dem Einstieg von Siemens Innovative Ventures im Jahr 2015 liegt der Unternehmensfokus auf der Lagerlogistik. Ziel des Unternehmens ist es, die Bereiche Logistik und Robotik zu verbinden. Die Magazino GmbH entwickelt und baut wahrnehmungsgesteuerte, mobile Roboter für die Intralogistik. Diese Technik ermöglicht es, Kisten oder einzelne Objekte parallel zum Menschen zu lokalisieren, zu greifen und sie an ihrem Bestimmungsort abzulegen. Hauptprodukt ist der Pick-by-Robot *Toru*.

Die Magazino GmbH ist seit ihrer Gründung ein schnell wachsendes Start-up, das zum Zeitpunkt der Untersuchung über 70 Mitarbeiter hatte. Die Organisationsstruktur ist in die fünf Abteilungen Betriebswirtschaft, Maschinenbau, Software, Stabsstellen und Elektrotechnik unterteilt. Diesen Abteilungen ist die Unternehmensleitung übergeordnet bzw. jeweilige Unterabteilungen zugeordnet (siehe Abbildung 8-2). Im Rahmen von zwei studentischen Projekten (Pieper (2016) und Golditchuk (2016)) wurde mit der Magazino GmbH in der vorliegenden wissenschaftlichen Arbeit zusammengearbeitet. Dabei wurden die Projektarbeiten zusammen mit der Unternehmensleitung und der Abteilung „Maschinenbau: Entwicklung“ abgestimmt bzw. durchgeführt.

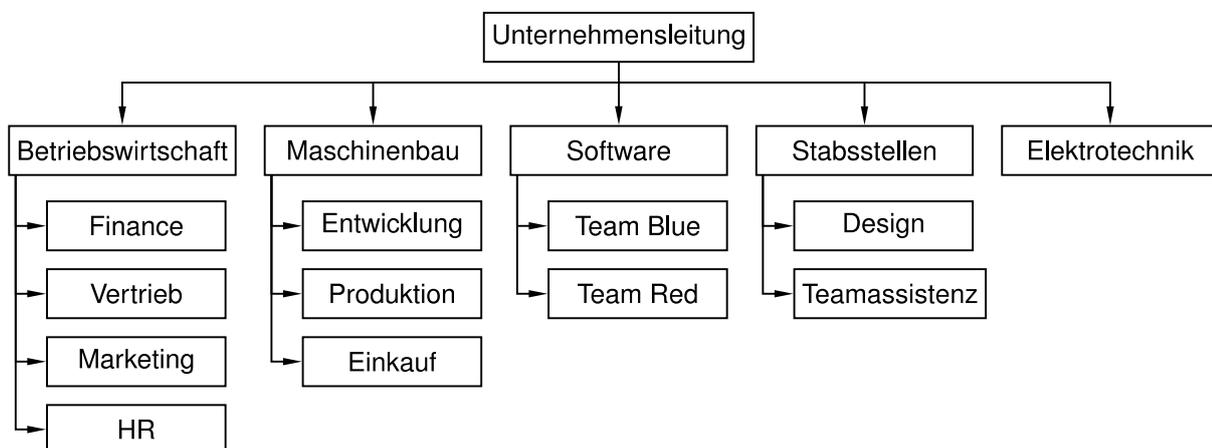


Abbildung 8-2: Organigramm der Magazino GmbH, Stand Oktober 2016 (Golditchuk, 2016, S. 52)

8.3.1 Ziele und Vorgehen von Studie 1

Ziel dieser Studie war, die Überprüfung der Anwendbarkeit des *Vorgehensmodells zur Bewältigung* von Krisen (siehe Unterkapitel 7.1) und ausgewählter Methoden bei der Magazino GmbH. Insgesamt wurden im Lösungsansatz 38 Methoden (siehe Anhang A14) für den Einsatz zur Krisenbewältigung in der Produktentwicklung identifiziert. Basierend auf der Studienarbeit

Pieper (2016) und in Abstimmung mit der Unternehmens- und Konstruktionsleitung wurden zehn Methoden für die Evaluation ausgewählt. Tabelle 8-3 listet die Methoden auf. Es wurden jeweils drei Methoden für die Problemanalyse und Konzeptbewertung sowie vier Methoden für die Ideengenerierung in der Studie verwendet.

Tabelle 8-3: Übersicht der verwendeten Methoden und Einordnung in das Problemlöseverfahren

Methode	Kategorie
Mind Mapping	Problemanalyse
Ursache-Wirkungs-Diagramm	
9-Felder-Denken	
Brainwriting	Ideengenerierung
Methode 635	
Reizwortanalyse	
TRIZ-Innovationsprinzipien	
Paarweiser Vergleich	Konzeptbewertung
Gewichtete Punktbewertung	
Sechs Denkhüte	

Die Methoden wurden den Mitarbeitern der Konstruktionsabteilung in Form einer Methodenbox und eines Wiki-Eintrags zur Verfügung gestellt. Die Methodenbox ist eine physische Box, die den Nutzern das Vorgehensmodell, die Methoden und das dazugehörige Material bereitstellt (siehe Abbildung 7-4 in Unterkapitel 7.4). Für die Box wurde jede Methode in Form einer Methodenkarte aufbereitet (siehe Anhang A16). Aufbauend auf dem Münchener Methodenmodell (Braun & Lindemann, 2003) wird jede Methode systematisch beschrieben. Zu jeder Methode gibt es auf den Karten Anwendungs-, Methoden- und Vorgehensbeschreibungen. Zusätzlich werden beigelegte Hilfsmittel erklärt und Quellen und ein Anwendungsbeispiel auf den Karten beschrieben. Parallel wurden das Vorgehensmodell und die Methoden im Magazino-GmbH-Intranet in Form eines Wiki-Eintrags bereitgestellt. In diesen Einträgen wurden die Methoden entsprechend den Methodenbeschreibungen der Methodenkarten vorgestellt. Ebenso bestand die Möglichkeit, die Karten und dazugehöriges Material, wie Vorlagen, herunterzuladen und auszudrucken.

Während des Untersuchungszeitraums (August bis Oktober 2016) wurden 25 Methodenanwendungen mit den bereitgestellten Unterstützungen untersucht. 23 Anwendungen fanden dabei in Workshops (2 bis 6 Teilnehmer) statt. Die anderen zwei Methodenanwendungen fanden in Einzelanwendungen statt.

Obwohl die Magazino GmbH noch ein Start-up ist und damit ein hoher Zeit- und Handlungsdruck auf dem Entwicklungsteam liegt, konnte während des Untersuchungszeitraums keine direkte Krise bei der Magazino GmbH identifiziert und damit untersucht werden. Stattdessen fanden die Methodenanwendungen in krisenähnlichen Situationen statt. Dies bedeutet, dass die Entwicklungssituationen, in denen die Methoden angewendet wurden, hohe Priorität für das Unternehmen hatten. Ergebnisse der Methodenanwendung mussten schnell vorliegen, um diese in die Projektarbeit einfließen zu lassen. Ebenso fand die Durchführung unter Zeitdruck statt. Entsprechend den Anforderungen (siehe Tabelle 5-5 in Unterkapitel 5) fanden die Methodenanwendungen in maximal halbtägigen Anwendungen statt.

In der Studie wurden vier Projekte der Magazino GmbH untersucht. Tabelle 8-4 listet die vier Projekte auf und stellt ihre Rahmenbedingungen dar. Insgesamt nahmen zwölf unterschiedliche Mitarbeiter an einem oder mehreren Projekten für die Studie teil.

Tabelle 8-4: Übersicht der Workshops von Studie 1

Projekt	Anzahl der Beteiligten	Anzahl der Workshops	Kurzbeschreibung des Projekts
Projekt 1: Schuhgreifer I	6	6	Entwicklung eines neuen Greifers für den <i>Toru</i> , mit dem ein Schuhkarton aus einem geordneten Stapel aus maximal vier Kartons herausgezogen werden kann
Projekt 2: Schuhgreifer II	6	6	Ausrichtung des Schuhkartongreifers, sodass ein Karton gegriffen wird, ohne dabei die anderen Kartons in dem Stapel zu beschädigen oder sie in ihrer waagerechten Position zu verschieben
Projekt 3: Hebebühne	2	8	Entwicklung einer Hebevorrichtung, sodass der <i>Toru</i> mindestens um 1,30 m angehoben werden kann. Die Vorrichtung soll transportiert werden und von einer einzigen Person bedient werden können
Projekt 4: Radaufhängung	4	3	In diesem Projekt wurde die Manövrierbarkeit der Maschine verbessert. Dafür wurde die Stellung bzw. der Antrieb der Räder des <i>Toru</i> verändert.

Um die Anwendbarkeit der Methoden in der Industrie zu überprüfen, wurde der Erfolg der Methodenanwendung durch Fragebögen und Interviews nach Bortz & Döring (2006, S. 398 ff.) gemessen (siehe Anhang A17). Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte in vier Bereichen. Der erste Bereich betrachtet das vorhandene Methodenwissen der Teilnehmer vor der Studie. In einem zweiten Teil wurde die Methodenanwendung in den fünf Bereichen *Anwendung*, *Anwendungszeit*, *Design*, *Lösungsqualität* und *Lösungsquantität* gemessen. Drittens wurden Anzahl der Methodenanwendungen und die Weiterempfehlung der Methoden aufgenommen. Viertens und abschließend wurden die Projektverantwortlichen (3 der 12 Studienteilnehmer) zur Ergebniserreichung befragt. Ziel dieser Erhebung war es, die Zufriedenheit, Projektzielerreichung und Ergebnisbeeinflussung durch die angewendeten Methoden zu ermitteln. Auch die persönliche Nutzeneinschätzung wurde erfasst. Im folgenden Unterkapitel werden die vier Untersuchungsergebnisse vorgestellt.

8.3.2 Ergebnisse von Studie 1

Die Magazino GmbH ist ein junges Unternehmen. Trotzdem kann das Unternehmen auf eine gute Wissensbasis über die Methodenanwendung in Entwicklungsprojekten zurückgreifen. Zu Beginn der Untersuchungen wurden die zwölf Mitarbeiter der Konstruktionsabteilung, die Teil der Untersuchungsgruppe waren, zu ihrem Methodenwissen und Wissen über Krisen befragt. Dabei sollten die Teilnehmer ihr Methodenwissen auf einer fünfstufigen Skala bewerten: *nicht vorhanden*, *gering*, *mittel*, *hoch* und *sehr hoch*. Die in Abbildung 8-3 dargestellte Auswertung zeigt, dass jeder der befragten Mitarbeiter Methodenwissen besaß. Jeweils zwei Befragte

stuften ihr Methodenwissen als *sehr hoch* bzw. *gering* ein, drei stuften ihr Wissen als *mittel* und ein Großteil der Befragten, insgesamt fünf Befragte, stuften ihr Wissen als *hoch* ein. Dies liegt vor allem daran, dass die Teilnehmer eine wissenschaftliche Ausbildung (Studienabschlüsse als Bachelor oder Master of Science) durchlaufen haben und im Rahmen dieses Studiums Vorlesungen oder sogar Praktika zur Methodenanwendung besucht haben. Entsprechend dem Methodenwissen schätzen die Befragten ihr Wissen über Krisen auch als *mittel* (5 Befragte) bzw. *hoch* (7 Befragte) ein.

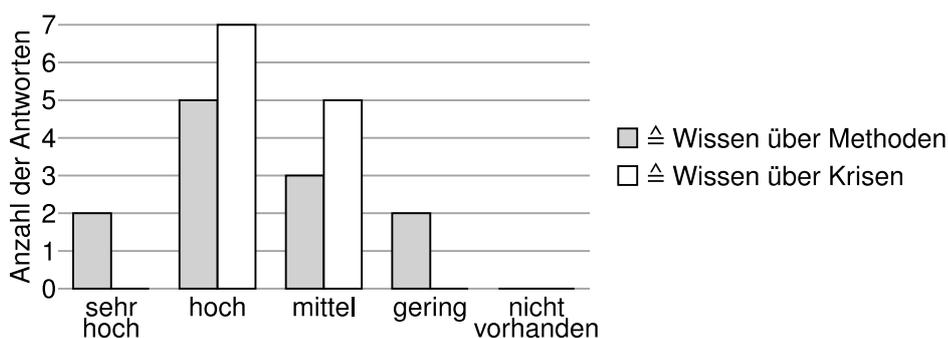


Abbildung 8-3: Einschätzung des Methodenwissens und Wissen über Krisen bei der Magazino GmbH (12 Befragte)

Aufbauend auf dieser Wissensgrundlage kamen die Methodenbox und der Wiki-Eintrag bei der Entwicklung in krisenähnlichen Situationen in 25 Anwendungen (23 Workshops und 2 Einzelanwendungen) zum Einsatz. Die Auswertung der Methodenanwendungen zeigt (Abbildung 8-4), dass Methoden zur Ideengenerierung und Konzeptbewertung häufig angewendet wurden. Mit sechs Anwendungen wurde die *Methode 635* am häufigsten angewendet. Es folgen mit jeweils vier Anwendungen die Methoden *TRIZ-Innovationsprinzipien* und *Paarweiser Vergleich*. Auf dem vierten Rang folgt die Methode *Gewichtete Punktebewertung*. Mit 68 % decken diese vier Methoden mehr als zwei Drittel der Methodenanwendungen ab. Die Methoden *Mind Mapping*, *Ursache-Wirkungs-Diagramm*, *Reizwortanalyse*, *9-Felder-Denken* und *Brainwriting* wurden ein- bzw. zweimal eingesetzt. Die Methode *Sechs Denkhüte* wurde in dieser Studie nicht genutzt. Diese Methode wird der Vollständigkeit halber in den folgenden Diagrammen der Auswertung mit aufgeführt, aber nicht weiter betrachtet.

Neben der Anwendungshäufigkeit wurde auch nach der Weiterverwendung der Methoden in Folgeprojekten bzw. Workshops gefragt. Die ersten vier Methoden der Anwendungshäufigkeit, *Methode 635*, *TRIZ-Innovationsprinzipien*, *Paarweiser Vergleich* und *Gewichtete Punktebewertung*, werden von den Teilnehmern auch zur Weiterverwendung empfohlen.

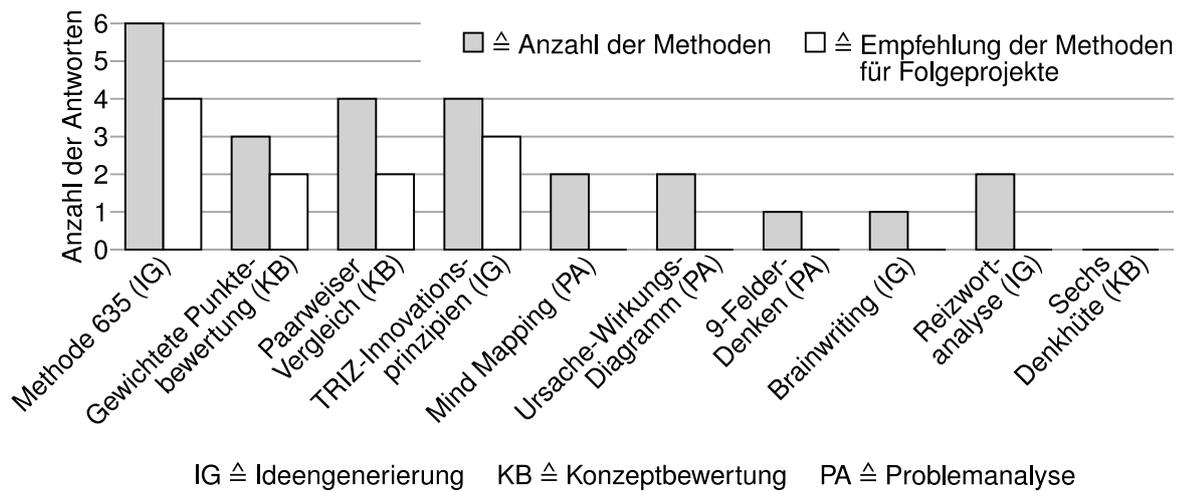


Abbildung 8-4: Übersicht der Methodenanwendungen und Empfehlungen in Studie 1

Entsprechend dieser Leitfragen zeigt Tabelle 8-5 das Ergebnis der Befragung. Die Auswertung zeigt, dass die Methoden in drei Gruppen⁴³ eingeteilt werden können. Die erste Gruppe umfasst die hohen Zufriedenheitswerte (siehe Tabelle 8-5, Methode #1 bis #4). Zu dieser Gruppe gehören die *Methode 635*, *Gewichtete Punktebewertung*, *Paarweiser Vergleich* und *TRIZ-Innovationsprinzipien*. Diese Methoden haben in der Gesamtbeurteilung die höchsten Zufriedenheitswerte. Die Methoden in der zweiten Gruppe haben noch hohe Zufriedenheitswerte, aber eine schlechte Bewertung in der Anwendungszeit (siehe Tabelle 8-5, Methode #5 bis #7). Zu dieser Gruppe zählen die drei Methoden *Mind Mapping*, *Ursache-Wirkungs-Diagramm* und *9-Felder-Denken*. Die Methode *Mind Mapping* wird mit *unzufrieden* bewertet. Die Methoden *Wirkungs-Diagramm* und *9-Felder-Denken* erhalten eine kritische Bewertung zwischen *unzufrieden* und *weniger zufrieden*. Die dritte Gruppe zeichnet sich durch stark unterschiedliche Bewertungen in den fünf Kategorien aus (siehe Tabelle 8-5, Methode #8 und #9). Die Methoden *Brainwriting* und *Reizwortanalyse* erhielten eine Beurteilung in alle fünf Stufen, von *unzufrieden* bis *zufrieden*.

Die aggregierte Zufriedenheit der fünf Kategorien wird für jede Methode in der letzten Spalte von Tabelle 8-5 berechnet. Diese zeigt für die Kategorien die durchschnittliche Zufriedenheit. Es ist ebenso festzustellen, dass im Vergleich zu den anderen Methoden die angewendeten Methoden zur Konzeptbewertung, *Paarweiser Vergleich* und *Gewichtete Punktebewertung*, überdurchschnittlich bewertet wurden. Die Auswertung der Ideengenerierungsmethoden ist differenzierter. Auf der einen Seite wurden die Methoden *Methode 635* und *TRIZ-Innovationsprinzipien* zufriedenstellend bewertet. Im Gegensatz dazu wurden die Methoden *Brainwriting* und *Reizwortanalyse* unterdurchschnittlich bewertet. Für diesen Unterschied sieht der Autor verschiedene Erklärungsansätze. Erstens entstehen bei den Methoden *Methode 635* und *TRIZ-Innovationsprinzipien* konkrete, strukturierte Lösungsideen für die jeweilige Problemstellung. Zweitens gibt die Methode *TRIZ-Innovationsprinzipien* abstrakte Lösungsvorschläge vor, an denen sich die Anwender orientieren und auf die sie ihr konkretes Problem projizieren können. Drittens beschreiben die beiden Methoden ein klares Vorgehen, mit dem die Anwender schnell

⁴³ Die Gruppen werden durch die gestrichelten Linien in Tabelle 8-5 gekennzeichnet.

unterschiedliche Lösungsideen erarbeiten und konkretisieren können. Im Gegensatz dazu geben die Methoden *Brainwriting* und *Reizwortanalyse* keine klaren Rahmenbedingungen vor. Die Teilnehmer bringen ihre Ideen unstrukturiert vor. Dabei fehlt eine Unterstützung, die gefundenen Ideen zu ordnen. Ebenso muss bei der Methode *Reizwortanalyse* auf die Wahl der Reizworte geachtet werden. Passen diese nicht zum Projekt oder in die jeweilige Unternehmenskultur, können die Reizworte die Kreativität eher hindern als fördern (Gürtler, 2016, S. 168).

Tabelle 8-5: Übersicht der Zufriedenheit der angewendeten Methoden

#	Methode	Anwendung	Anwendungszeit	Design	Lösungsqualität	Lösungsquantität	Durchschn. Bewertung	
1	Methode 635	3,25	3,00	3,00	2,75	2,75	3,15	
2	Gewichtete Punktebewertung	3,25	2,50	3,00	3,25	2,50	3,00	Gruppe 1
3	Paarweiser Vergleich	2,75	2,50	3,00	2,50	3,00	2,75	
4	TRIZ-Innovationsprinzipien	2,25	2,50	3,00	3,00	2,00	2,55	
5	Mind Mapping	3,00	1,00	3,00	2,50	3,00	2,50	
6	Ursache-Wirkungs-Diagramm	2,50	1,50	2,00	2,00	3,00	2,20	Gruppe 2
7	9-Felder-Denken	2,50	1,50	2,00	2,00	3,00	2,20	
8	Brainwriting	2,00	1,00	1,50	2,50	3,50	2,10	Gruppe 3
9	Reizwortanalyse	2,50	1,50	3,00	1,50	1,50	2,00	
10	Sechs Denkhüte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Legende: 0 $\hat{=}$ keine Angabe; 1 $\hat{=}$ unzufrieden; 2 $\hat{=}$ weniger zufrieden; 3 $\hat{=}$ zufrieden; 4 $\hat{=}$ sehr zufrieden

Die Methoden der Problemanalyse wurden insgesamt unterdurchschnittlich bewertet. Hauptgrund ist die schlechte Bewertung der Anwendungszeit. Diese wurde zwischen *unzufrieden* und *weniger zufrieden* bewertet. Die Problemanalyse stellt den wesentlichen Teil der Krisenbewältigung dar. Wird das Problem nicht oder ein falsches Problem identifiziert, sind Iterationen im Bewältigungsprozess notwendig, die die Bearbeitungszeit verlängern. Da die Methodenanwendung und Lösungsqualität bei der Durchführung zufriedenstellend bewertet wurden, muss eine Anpassung der Anforderungen an die Anwendungszeit diskutiert werden, um diesen Problemlöseschritt eine höhere Gewichtung zu verleihen und die Krisenbewältigung zu unterstützen.

Des Weiteren wurde das Design der Methoden betrachtet. Die Befragten bewerteten das Design der Methoden *Methode 635*, *Gewichtete Punktebewertung*, *Paarweiser Vergleich*, *TRIZ-*

Innovationsprinzipien, *Mind Mapping* und *Reizwortanalyse* zufriedenstellend. Dies weist auf keinen Verbesserungsbedarf hin. Das Design der Methoden *Ursache-Wirkungs-Diagramm* und *9-Felder-Denken* wurde mit *weniger zufrieden* bewertet. Die Bewertung des Designs der Methode *Brainwriting* lag zwischen *unzufrieden* und *weniger zufrieden*. Diese Methodenbeschreibungen sollten vor der Anwendung bei weiteren Untersuchungen überarbeitet werden.

Nach der Detailbetrachtung der Methoden wird abschließend die Ergebniserreichung in den vier Projekten betrachtet (Abbildung 8-5). Dafür wurden die Zufriedenheit der Projektzielerreichung, die Ergebnisbeeinflussung der Methoden und die Nutzeneinschätzung der Methodenanwendung untersucht. Die Zufriedenheit der Projekterreichung wird für alle Projekte mit *zufrieden* bewertet. Nicht so eindeutig ist die Bewertung der Ergebnisbeeinflussung der Methoden. In Projekt 1 und 3 wurde diese mit *unzufrieden* bzw. *weniger zufrieden* bewertet. In Projekt 2 und 4 hingegen wurde die Beeinflussung mit *zufrieden* bzw. *sehr zufrieden* bewertet. Da in dieser Arbeit die Ergebnisse ganzheitlich und nicht personenbezogenen ausgewertet wurden, ist dieses Ergebnis ein Indikator, dass sowohl die Entscheidung, ob und welche Methoden angewendet werden, stark individuell abhängig ist. Gerade in Krisen muss dieser Aspekt bei der Entscheidung über methodische Unterstützungen beachtet werden. Die Nutzeneinschätzung der Methodenanwendung aus der Sicht der Projektverantwortlichen ist dahingegen eindeutiger. Diese wurde in den Projekten 1, 2 und 4 als *zufrieden* bzw. *sehr zufrieden* bewertet. Nur in Projekt 3 wurde diese als *weniger zufrieden* bewertet. Dies zeigt, dass die Projektverantwortlichen den Nutzen von Methoden als hoch einschätzen. Ebenso sollte hier jedoch die persönliche Methodenaffinität beachtet werden, da die Unternehmensleitung der Magazino GmbH dem Methodeneinsatz sehr offen gegenüberstand.

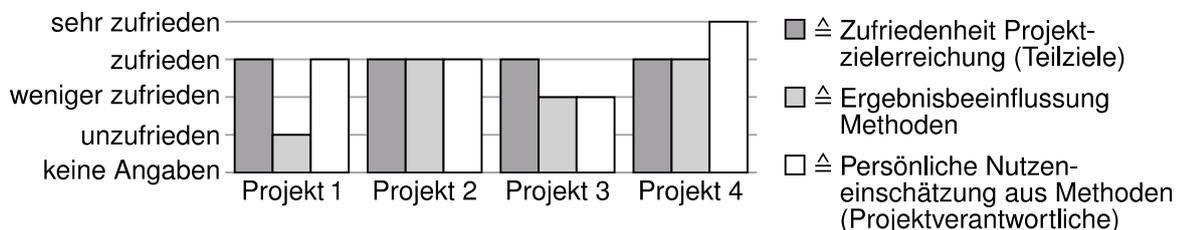


Abbildung 8-5: Auswertung der Zufriedenheit in den vier beobachteten Projekten

8.4 Studie 2: Hilti AG

Im Mittelpunkt von Studie 2 standen Fragestellungen, die die Entscheidung und Reflexion des passenden Problemlösevorgehensschritts unterstützen. Ziele dieser Studie waren u. a. die Bewertung und Überprüfung der Anwendbarkeit der Fragen in der Industrie. Zur Evaluation der Fragen wurde mit der Hilti AG zusammengearbeitet. In diesem Rahmen wurden Daten von insgesamt 19 Teilnehmern aufgenommen, die in der Forschungs- und Entwicklungsabteilung arbeiteten. Zur Auswertung der Fragen und Überprüfung der Ziele wurde der Rangkorrelationskoeffizient *Kendalls Tau* verwendet. Bevor im folgenden Unterkapitel die Ziele und das Vorgehen der Studie beschrieben werden, wird im Folgenden die Hilti AG kurz vorgestellt.

Die Hilti AG ist ein Unternehmen der Elektroindustrie und stellt sowohl Produkte für die Befestigungstechnik her, wie z. B. Bohr-, Schraub-, Trenn-, Säge- und Schleifmaschinen oder Einsetzwerkzeuge, als auch die entsprechenden Services zu ihrem Einsatz bereit, wie z. B.

Schulungen, Kundenservice oder Belastungsversuche. Das Unternehmen wurde im Jahr 1941 in Schaan (Liechtenstein) gegründet, wo es noch heute seinen Hauptsitz hat. Die Hilti AG beschäftigt mehr als 22.000 Mitarbeiter weltweit.

Die Evaluation wurde zusammen mit der Forschungs- und Entwicklungsabteilung im Zeitraum April bis September 2016 in Schaan durchgeführt. Dabei fokussierte sich die Zusammenarbeit auf die Weiterentwicklung von Direktbefestigungsgeräten, die Montagelösungen in nur einem Arbeitsgang bieten. Hierbei lag das Hauptaugenmerk auf der Entwicklung eines batteriegetriebenen Nagelsetzgeräts (siehe Frick (2016)).

8.4.1 Ziele und Vorgehen von Studie 2

Studie 2 verfolgte zwei Ziele. Zum Ersten sollten die 15 Fragestellungen zur Identifikation des passenden Vorgehensschritts, die für den Lösungsansatz in Unterkapitel 7.1.2 ermittelt wurden, bewertet werden. Dabei wurde untersucht, ob die Fragen *verständlich* und *hilfreich* sind. Mit dem Kriterium *verständlich* wurde dabei die Formulierung der Fragen überprüft. Dieses zeigt an, ob diese Fragestellungen in der vorliegenden Formulierung im Alltag der untersuchten Entwickler verwendet werden können. Das Kriterium *hilfreich* prüfte den Mehrwert der Fragestellungen für die Entwickler bei ihrer Alltagsarbeit und in Krisen. Es wurde untersucht, ob sie anhand dieser einschätzen können, ob sie einen der drei Problemlöseschritte erfolgreich durchgeführt haben oder ob sie methodische Unterstützung benötigen. Aufbauend auf diesen Ergebnissen sollten als zweites Ziel die Fragestellungen identifiziert werden, die für den Einsatz in der Industrie am besten geeignet sind. Dafür wurden die Ergebnisse der Befragung quantitativ ausgewertet.

Um diese beiden Ziele zu erreichen, wurde eine Fragebogenstudie mit 19 Teilnehmern durchgeführt. Neben der Bewertung der 15 Fragestellungen wurden allgemeine Daten erfasst, wie Alter, höchster Bildungsabschluss oder Berufserfahrungen (vollständiger Fragebogen siehe Anhang A18). Die Bewertung der Fragestellungen erfolgte nach drei Kriterien: *verständlich*, *hilfreich* und *angewendet*. Die ersten beiden Kriterien wurden dabei auf einer vierstufigen Ordinalskala bewertet: *trifft nicht zu*, *trifft teilweise zu*, *trifft zu* und *trifft vollständig*. Das dritte Kriterium konnte mit *Ja* oder *Nein* beantwortet werden. Im Mittelpunkt der Bewertung standen dabei die ersten beiden Kriterien. Das dritte Kriterium wurde für die Ergebniskontrolle verwendet.

An der Studie nahmen 19 Teilnehmer mit deutscher oder spanischer Muttersprache teil. Es wurden eine Frau und 18 Männer befragt. Der höchste Bildungsabschluss lag zwischen Abitur und Promotion, wobei die Mehrzahl der 13 Teilnehmer einen Diplom- oder Masterabschluss hatte. Wie in Studie 1, kann wieder von einem sehr hohen Bildungsniveau ausgegangen werden, da alle Teilnehmer bis auf einen einen Hochschulabschluss hatten. Die Berufserfahrung wurde auf einer fünfstufigen Jahresskala abgefragt: 0–3, 4–8, 9–15, 16–25 und > 25. Hier gaben die meisten Teilnehmer Berufserfahrungen zwischen 4–8 und 9–15 Jahren an. Die Teilnehmer arbeiteten alle in der Forschungs- und Entwicklungsabteilung im Bereich der Gas- und Batteriegeräte der Hilti AG. Die Abfrage der Methodenerfahrungen ergab, dass 15 Teilnehmer Methodenerfahrungen besaßen. Tabelle 8-6 fasst die Ergebnisse der personenbezogenen Angaben zusammen.

Die erhobenen Daten wurden mithilfe des Rangkorrelationskoeffizienten⁴⁴ *Kendalls Tau* ausgewertet. Mit diesem Koeffizienten kann der Zusammenhang zwischen zwei Mengen an Rängen bestimmt werden. Dies geschieht durch einen Paarvergleich, bei dem die konkordanten (übereinstimmenden) und diskordanten (nichtübereinstimmenden) Paare miteinander verglichen werden. Über eine Verhältnisbestimmung der Paare wird die Korrelation, d. h. der Zusammenhang, dargestellt. Der Wertebereich für *Kendalls Tau* liegt dabei zwischen „-1“ (negative Korrelation), „0“ (keine Korrelation) und „1“ (positive Korrelation). Auch wenn keine Annahme über die Wahrscheinlichkeitsverteilung der untersuchten Variablen gemacht werden kann, ist trotzdem eine Signifikanzuntersuchung möglich. Damit kann eine Aussage über die Standardabweichung s der Ergebnisse gemacht werden. Die Werte für die Signifikanz z liegen dabei zwischen „0“ und „4“. Wenn z größer als 1,65 ist, kann von einer einseitigen Standardabweichung $\leq 5\%$ ausgegangen werden. (Sheskin, 2003, 1371 ff.)

Tabelle 8-6: Übersicht der personenbezogenen Daten

#	Geschlecht	Höchster Bildungsabschluss	Muttersprache	Berufserfahrung	Methodenerfahrung
1	m	Master/Diplom	D	5	ja
2	m	Master/Diplom	D	3	ja
3	m	Doktor	D	4	ja
4	m	Master/Diplom	D	2	ja
5	m	Bachelor	D	4	ja
6	w	Master/Diplom	D	3	ja
7	m	Master/Diplom	D	3	ja
8	m	Master/Diplom	D	3	ja
9	m	Abitur	D	1	ja
10	m	Bachelor	ES	1	nein
11	m	Master/Diplom	D	5	ja
12	m	Master/Diplom	D	1	ja

Fortsetzung nächste Seite

Übersicht der personenbezogenen Daten (Fortsetzung Tabelle 8-6)

#	Geschlecht	Höchster Bildungsabschluss	Muttersprache	Berufserfahrung	Methodenerfahrung
13	m	Master/Diplom	ES	3	ja
14	m	Bachelor	D	1	ja
15	m	Master/Diplom	D	1	ja
16	m	Master/Diplom	D	4	ja
17	m	Doktor	D	4	nein
18	m	Master/Diplom	ES	1	nein
19	m	Master/Diplom	D	1	nein

Legende:

Geschlecht: m $\hat{=}$ männlich; w $\hat{=}$ weiblich

Muttersprache: D $\hat{=}$ deutsch; ES $\hat{=}$ spanisch

Berufserfahrung: 1 $\hat{=}$ 0–3 Jahre; 2 $\hat{=}$ 4–8 Jahre; 3 $\hat{=}$ 9–15 Jahre; 4 $\hat{=}$ > 16–25 Jahre; 5 $\hat{=}$ > 25 Jahre

⁴⁴ Eine detaillierte Beschreibung zur Berechnung des Rangkorrelationskoeffizienten *Kendalls Tau* und der Signifikanz an einem Beispiel zeigt Anhang A19.

Um die erhobenen Daten auszuwerten, wurde eine Nullhypothese formuliert. Die Nullhypothese dient dabei zur Auswertung der Korrelation zwischen den Kriterien *verständlich* und *hilfreich*. Für diese Studie wurde folgende Hypothese $H_{\text{Studie 2}}$ formuliert:

$$H_{\text{Studie 2}}: \tau > 0$$

Diese Hypothese besagt, dass ein positiver Zusammenhang zwischen den Rängen des Kriteriums *verständlich* und dem Kriterium *hilfreich* vorliegt. Entsprechend dem Vorgehen zur Berechnung des Rangkorrelationskoeffizienten *Kendalls Tau* werden die Ergebnisse der Fragebogenstudie im folgenden Unterkapitel vorgestellt und die Hypothese überprüft.

8.4.2 Ergebnisse von Studie 2

Dieses Unterkapitel stellt die Ergebnisse von Studie 2 vor. Dabei werden zuerst die Rangfolgen der Antworten zu den Kriterien *verständlich*, *hilfreich* und *angewendet* vorgestellt. Basierend auf diesem Ergebnis wird die Korrelation zwischen den Kriterien mithilfe des Rangkorrelationskoeffizienten *Kendalls Tau* untersucht. Die Nummerierung der Fragestellungen entspricht der Reihenfolge aus Tabelle 7-2 aus Unterkapitel 7.1.2. Da ein Fragebogen nicht nachvollziehbar ausgefüllt wurde, wurden nur 18 Fragebögen ausgewertet, um die Ergebnisse nicht zu verfälschen.

Tabelle 8-7 listet die Ergebnisse der Fragebogenstudie auf. Für die drei Kriterien werden die Ränge der Fragestellungen vom besten Rang 1 bis zum schlechtesten Rang 15 dargestellt. Im Durchschnitt⁴⁵ wurden die Kriterien *verständlich* und *hilfreich* mit *trifft zu* und *trifft vollständig zu* bewertet. Diese Bewertung zeigt, dass die ermittelten Fragen von den Teilnehmern verstanden und als hilfreich erachtet wurden. Die Detailbetrachtung der Ergebnisse zeigt, dass die Top-3-Fragestellungen für das Kriterium *hilfreich* die Fragen #1, #12 und #13 sind. Die drei am schlechtesten bewerteten Fragestellungen sind #5, #15 und #6. Für das Kriterium *verständlich* sind die Top-3-Fragestellungen #1, #12 und #8. Die drei am schlechtesten bewerteten Fragestellungen sind #11, #6 und #15. Die Auswertung des Kriteriums *angewendet* zeigt, dass Fragestellung #1 und #13 von allen Teilnehmern bei der Entwicklung verwendet wurde. Es folgt Fragestellung #2 mit einer Häufigkeit von 94 %. Alle Häufigkeiten sind in Anhang A20 aufgeführt.

Betrachtet man die Rangordnungen, wird auf den ersten Blick ein Zusammenhang ersichtlich. So wurde z. B. Fragestellung #1 bei allen drei Bewertungen am besten bewertet. Dem gegenüber steht die Bewertung von Fragestellung #15, die zweimal am schlechtesten und einmal am zweit schlechtesten bewertet wurde. Um diesen Zusammenhang zu verdeutlichen, stellt Abbildung 8-6 die Rangordnung der Bewertung der beiden Kriterien *hilfreich* und *verständlich* gegenüber.

⁴⁵ Für diese Auswertung wurden die Werte der Ordinalskala in numerische Werte ($0 \triangleq$ keine Angabe, $1 \triangleq$ trifft nicht zu, $2 \triangleq$ trifft teilweise zu, $3 \triangleq$ trifft zu und $4 \triangleq$ trifft vollständig zu) umgewandelt. Für die drei Kriterien ergeben sich folgende Durchschnittswerte: *verständlich* = 3,33 und *hilfreich* = 3,22. Die Berechnung der Werte ist in Anhang A20 wiedergegeben.

Tabelle 8-7: Rangordnungen der Fragestellungen für die Kriterien *verständlich*, *hilfreich* und *angewendet*

Kriterium <i>verständlich</i>		Kriterium <i>hilfreich</i>		Kriterium <i>angewendet</i>	
Fragestellung #	Rang	Fragestellung #	Rang	Fragestellung #	Rang
1	1	1	1	1	1
12	2	12	2	13	2
13	3	8	3	2	3
9	4	9	4	9	4
8	5	10	5	12	5
10	6	13	6	5	6
7	7	4	7	8	7
14	8	2	8	11	8
4	9	3	9	4	9
11	10	5	10	7	10
3	11	7	11	10	11
2	12	14	12	14	12
5	13	11	13	3	13
15	14	6	14	6	14
6	15	15	15	15	15

Um diesen Zusammenhang quantitativ darzustellen und begründete Schlussfolgerungen zu ziehen, wurde die Rangkorrelation mithilfe des *Kendalls-Tau*-Koeffizienten bestimmt. Für die Korrelation zwischen den beiden Rangordnungen ergibt sich für τ ein Wert von 0,62 entsprechend der Formel (8-1).

$$\tau = \frac{n_K - n_D}{\left[\frac{n(n-1)}{2} \right]} = \frac{85 - 20}{\left[\frac{15(15-1)}{2} \right]} = \frac{65}{105} = 0,62 \quad (8-1)$$

Dieser Wert belegt eine positive Korrelation zwischen den Rangordnungen. Um für diesen Wert die Hypothese $H_{\text{Studie 2}}$ zu überprüfen, wird die Signifikanz z mit Formel (8-2) bestimmt.

$$z = \frac{3\tau\sqrt{n(n-1)}}{\sqrt{2(2n+5)}} = \frac{3(0,6)\sqrt{15(14)}}{\sqrt{2(2(15)+5)}} = 3,22 \quad (8-2)$$

Der Schwellenwert beim einseitigen Signifikanztest für $z_{0,05}$ ist 1,65 (siehe Sheskin, 2003, S. 1378). Da der berechnete Signifikanzwert $z = 3,22$ größer als der Schwellenwert ist, wird die Hypothese $H_{\text{Studie 2}}$ bestätigt. Dies bedeutet, dass Fragestellungen, die eine hohe Bewertung des Kriteriums *verständlich* haben, auch eine hohe Bewertung des Kriteriums *hilfreich* besitzen. Die Top-3-Fragestellungen #1, #12 und #13 sind somit *verständlich* und *hilfreich* und eignen sich für den Einsatz in Krisen.

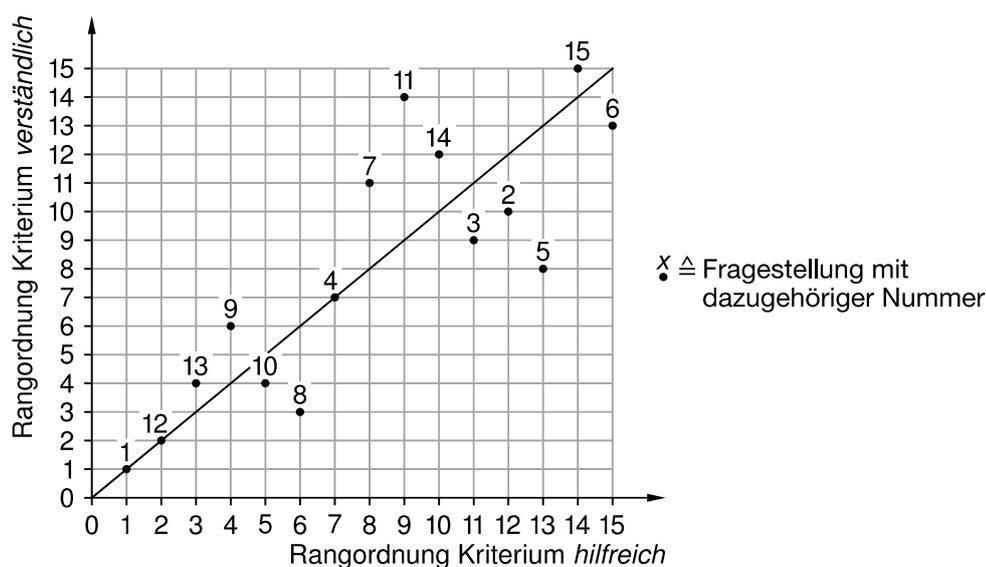


Abbildung 8-6: Graphische Gegenüberstellung der Rangordnungen für die Kriterien hilfreich und verständlich

8.5 Studie 3: Think.Make.Start.

Da die Beobachtung von Entwicklungsteams aufgrund von Geheimhaltungsgründen und des hohen Koordinationsaufwands zwischen Hochschule und Unternehmen nicht möglich war, wurden studentische Teams des Hochschulpraktikums Think.Make.Start. bei der Entwicklung von technischen Produkten zwei Wochen lang beobachtet. Trotz Nachteilen, wie mangelnde Krisenerfahrung der Teilnehmer oder fehlender industrieller Kontext, hat diese Form der Untersuchung signifikante Vorteile. So können mehrere Entwicklungsprojekte unter laborähnlichen Zuständen in einem Experiment gleichzeitig beobachtet werden. Dies erlaubt es, Versuchs- und Kontrollgruppen zu untersuchen unter vergleichbaren Bedingungen und mit gezieltem Input ausgesuchte Maßnahmen zu überprüfen. Im Gegensatz zu Beobachtungen in der Industrie ist die Wahrscheinlichkeit von auftretenden Krisen während des Beobachtungszeitraums sehr hoch, da die Teilnehmer ein vollständiges Produktentwicklungsprojekt in zwei Wochen bearbeiteten. Dies generierte automatisch hohen Zeit- und Handlungsdruck, die zu technischen Fehlern und daraus resultierenden Krisen führten.

In Studie 3 wurden die entwickelten Prinzipien zur Krisenbewältigung (siehe Unterkapitel 7.2) im Rahmen des Hochschulpraktikums Think.Make.Start. der Technischen Universität München evaluiert. In dieser Studie wurde der Einfluss der Prinzipien auf den Projekterfolg überprüft. Um dies zu erreichen, wurden vier studentische Teams bei der Entwicklung von technischen Produkten beobachtet und ihre bewusste und unbewusste Verwendung der Prinzipien untersucht.

Bei Think.Make.Start. handelt es sich um ein zweiwöchiges Hochschulpraktikum, bei dem zehn studentische Teams (4 bis 6 Mitglieder) ein technisches Produkt von der Idee bis zum Prototyp entwickeln sollen. Das Praktikum findet im MakerSpace der Technischen Universität München statt. Der MakerSpace ist eine öffentlich zugängliche, 1.500 m² große Hightech-Werkstatt, die Mitgliedern Zugang zu Maschinen, Werkzeugen und Software sowie einer kreativen Community ermöglicht (UnternehmerTUM GmbH, 2017). Die studentischen Teams

bekommen während des Praktikums alle Ressourcen des MakerSpaces bereitgestellt, wie z. B. Werkzeugmaschinen, Verbrauchsmaterial, Hardware und Software, Know-how vom Personal, Input in die agile Produktentwicklung. Das Ziel ist, Ideen für kreative Produkte zu entwickeln und diese in einem funktionsfähigen Prototyp umzusetzen. Die Teams arbeiten während der zwei Wochen in Vollzeit und müssen ihren Projektfortschritt an jedem Tag in Form eines Pitches den Betreuern und anderen Teams präsentieren. Am letzten Tag des Praktikums, dem Demo Day, werden die Ergebnisse einer Fachjury vorgestellt und die besten Projekte mit Preisen gekürt. Im Wintersemester 2016/17 wurden vier der Teams vom 5. bis 18. Oktober 2016 beobachtet.

8.5.1 Ziele und Vorgehen von Studie 3

Ziel der Studie war die Beobachtung und Erfolgsüberprüfung der Anwendung der Prinzipien zur Krisenbewältigung. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden vier der zehn Teams des Praktikums Think.Make.Start. im Wintersemester 2016/17 beobachtet (siehe Tabelle 8-8). Entsprechend dem Solomon-Vier-Gruppen-Forschungsdesign (engl. „Solomon four-group“ design) nach Field & Hole (2003, S. 77 ff.) wurden den Teilnehmern der gesamte oder Teile des Lösungsansatzes, Vorgehensmodell und die Prinzipien zur Krisenbewältigung in Form einer Methodenbox (siehe Studie 1 in Unterkapitel 8.3.1) und von Postern bereitgestellt. Dabei bekam Team A den vollständigen Lösungsansatz bereitgestellt. Team B bekam nur das Vorgehensmodell und die Methoden an die Hand. Team C wurden nur die Prinzipien zur Verfügung gestellt. Team D war die Kontrollgruppe. Ihr wurden keine Unterstützungsmaßnahmen bereitgestellt.

Tabelle 8-8: Übersicht der vier beobachteten Projekte

Team	Projektbeschreibung
A – FANcam	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung eines Kamerasystems für Amateurfußballvereine • Automatische Verfolgung des Balls, sodass kein Kamerateam notwendig ist • Einfaches und kostengünstiges Streaming von Amateurspielen
B – Oasis	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung eines individualisierten Getränkependers für Büros • Entsprechend ihrer Bedürfnisse und Präferenzen können sich Angestellte individualisierte, gesunde Getränke herstellen.
C – Long Shoard	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung eines Transportsystems für die „letzte Meile“ • Transportables und zusammenklappbares Rollbrett, mit dem kurze Strecken, wie vom Fahrzeug zur Wohnung, mit Gepäck schnell zurückgelegt werden können.
D – IntelliSleep	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung einer Schlafunterlage für Altenheime und Krankenhäuser • Unterstützung der Überwachung von Patienten • Fokus auf Dekubitus (Wundliegen)

Um die Wirkung der Unterstützungsmaßnahmen zu überprüfen, wurde der Wissensstand der vier Teams vorab mit Fragebögen erhoben. Mit den Fragebögen (siehe Anhang A22) wurden auf der einen Seite personenbezogene Daten abgefragt, wie z. B. Alter, höchste abgeschlossene Ausbildung, aktuelles Studiensemester oder die Fakultät. Auf der anderen Seite wurde der Wissensstand zu Methoden und Krisen aufgenommen.

Während des Praktikums wurden die vier Teams entsprechend eines Beobachtungsplans (siehe Anhang A23) von zwei Beobachtern⁴⁶ mithilfe von Checklisten (siehe Anhang A24) begleitet. Mit den Checklisten wurden auf der einen Seite die Situationen, in denen sich die Teams befanden, anhand der Kontextfaktoren (siehe Unterkapitel 3.4.2) bewertet. Traten Krisen auf, wurden die Krisenbewältigung, Anwendung der Methoden und Prinzipien und das Ergebnis der Krisenbewältigung mithilfe einer weiteren Checkliste (siehe Anhang A25) dokumentiert. Insgesamt konnten dadurch 22 Situationen erfasst werden. Nach Abschluss des Praktikums wurden die Teams mit einem zweiten Fragebogen (siehe Anhang A22) erneut hinsichtlich ihrer Erfahrungen und angewendeten Methoden und Prinzipien befragt. Neben den Beobachtungen konnte durch den Vergleich der Fragebögen vor und nach dem Praktikum der Einfluss der Unterstützungsmaßnahmen untersucht werden.

Um die erhobenen Daten qualitativ auszuwerten, wurde, wie in Studie 2, eine Nullhypothese formuliert, die mithilfe des Rangkorrelationskoeffizienten *Kendalls Tau* überprüft wurde. Die Hypothese dient dabei der Auswertung der Korrelation zwischen der *Anwendung von Prinzipien* und der *verwendeten Anzahl von Prinzipien*. Für Studie 3 wurde folgende Hypothese $H_{\text{Studie 3}}$ formuliert:

$$H_{\text{Studie 3}}: \tau > 0$$

Diese Hypothese besagt, dass ein positiver Zusammenhang zwischen der erfolgreichen Lösung von Krisen und der Anwendung der Prinzipien herrscht.

Da in Studie 1 die Anwendung des Vorgehensmodells und der Methoden⁴⁷ detailliert untersucht wurde und in dieser Studie keine weiteren Erkenntnisse zum Vorgehensmodell erlangt werden konnten, werden im folgenden Abschnitt nur die Ergebnisse der Prinzipienanwendung der Teams A, C und D vorgestellt. Die vollständigen Ergebnisse der Untersuchung sind in Yao (2016) dokumentiert.

8.5.2 Ergebnisse von Studie 3

In diesem Unterkapitel werden die Ergebnisse der Prinzipienanwendung der Teams A, C und D während des Hochschulpraktikums Think.Make.Start. vorgestellt. Dabei werden zuerst die Ergebnisse der Fragebogenstudie präsentiert, mit deren Hilfe vor und nach dem Praktikum das Wissen und die Erfahrungen der Teilnehmer zu Krisen und zur Krisenbewältigung aufgenommen wurden. Anschließend folgen die Ergebnisse der Beobachtungsstudie. Wie in Studie 2, wird dabei der Rangkorrelationskoeffizient *Kendalls Tau* angewendet. Mit dessen Hilfe wird der Zusammenhang zwischen Prinzipienanwendung und erfolgreicher Krisenbewältigung untersucht.

Tabelle 8-9 listet die Antworten zum Verhalten in Krisen vor und nach dem Praktikum auf. Vor dem Praktikum wurden die Teilnehmer der Teams A, C und D befragt, wie sie in einer Krise vorgehen würden. Da die Teilnehmer vorab nur eine kurze Einführung zu Krisen, dem Vorgehensmodell und den Prinzipien bekommen hatten, waren Freitextantworten möglich.

⁴⁶ Master-Studentin Frau Juan Yao und wissenschaftliche Hilfskraft Herr Andreas Gerstmayr.

⁴⁷ In Studie 3 wurde dieselbe Methodenbox, wie in Studie 1, verwendet.

Diese wurden anschließend mit den Prinzipien abgeglichen und gematcht. Die Übersicht zeigt, dass den Teams zwischen zwei und drei Prinzipien bekannt waren. Alle Teams nannten P #1 *Parallele Maßnahmen: Schadenseingrenzung und Ursachenanalyse*. Des Weiteren wurden die Prinzipien #4, #6 und #15 genannt.

Tabelle 8-9: Abfrage zum Verhalten in Krisen vor und nach dem Praktikum

Team	Antworten von dem Praktikum	Antworten nach dem Praktikum [P #]
A – FANcam	<ul style="list-style-type: none"> Hilfe von Experten Experten befragen 	P #1
	<ul style="list-style-type: none"> Ruhig bleiben Sich selbst beruhigen Kurz Luft holen 	P #6
	<ul style="list-style-type: none"> FORDEC 	P #15
C – Long Shoard	<ul style="list-style-type: none"> Rat einholen 	P #1
	<ul style="list-style-type: none"> Teambesprechung (engl. team meeting) 	P #4
	<ul style="list-style-type: none"> Fokussieren auf das Kernproblem Stop everything Plan ausarbeiten 	P #5
D – IntelliSleep	<ul style="list-style-type: none"> Asking or consulting with experts 	P #1
	<ul style="list-style-type: none"> Klärendes Gespräch zum Konzept 	P #4
		1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
		1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
		1, 10, 15

Nach dem Praktikum wurden die Teams A und C zur Verwendung der Prinzipien befragt. Hierbei sollten die Prinzipien hinsichtlich der vier Kriterien *gelesen, verstanden, angewendet* und *hilfreich* bewerten werden. Jedes aufgeführte Prinzip wurde dabei mindesten von zwei Teammitgliedern beurteilt. Ergebnis der Bewertung ist, dass jedes Prinzip bis auf Prinzip #6 von den Teams A und C während des Praktikums angewendet wurde. Am Häufigsten wurden dabei die Prinzipien #10 *Priorisieren, Planen und Delegieren von Aufgaben* und #12 *Verdeutlichung von Zeitspannen* angewendet. Neben der höheren Zahl an angewendeten Prinzipien zeigt das Ergebnis ebenso, dass die Teilnehmer sich aktiv mit den Prinzipien auseinandergesetzt haben. Es muss aber auch betont werden, dass ihnen dafür die Hilfsmittel aktiv bereitgestellt wurden. So zeigt die Auswertung des Kontrollteams D, dass auch nach dem Praktikum nur drei (andere) Prinzipien (P #1, P #10 und P #15) zum Einsatz kamen. Dies zeigt, dass eine aktive Reflexion des Vorgehens seitens der Teilnehmer nur teilweise vorhanden war⁴⁸. Um die Ergebnisse der Krisenbewältigung und die Anwendung der Prinzipien detaillierter zu betrachten, werden im Folgenden die Ergebnisse der Beobachtungsstudie vorgestellt. Insgesamt konnten in der Beobachtung 22 Krisen (Team A: 9, Team C: 7, Team D: 6) identifiziert werden. Tabelle 8-10 bis Tabelle 8-12 listen die Krisen, angewendeten Prinzipien sowie die Qualität der Krisenbewältigung auf. In den Tabellen werden der Beobachtungstag (T) einer Krise und der Zeitpunkt (V \triangleq Vormittag, N \triangleq Nachmittag) aufgelistet. Die Qualität der Lösung wird auf einer sechsstufigen Skala bewertet: 0 \triangleq keine Lösung, 1 \triangleq mangelhafte Lösung, 2 \triangleq ausreichende Lösung, 3 \triangleq befriedigende Lösung, 4 \triangleq gute Lösung, sowie 5 \triangleq sehr gute Lösung. Die

⁴⁸ Bei der Auswertung ist zu beachten, dass die Teams A und C einen anderen Fragebogen als Team D ausgefüllt hatten. Deshalb kann nur die hier vorgestellte qualitative Aussage zu den Ergebnissen gemacht werden.

Bewertung erfolgte dabei aufgrund der Einschätzung der Beobachter unter Berücksichtigung des Gesamtprojektfortschritts. Die Anzahl der beobachteten Prinzipienanwendungen in den Krisen variiert dabei zwischen keiner Anwendung und acht Anwendungen.

Tabelle 8-10: Übersicht der beobachteten Krisen, der angewendeten Prinzipien und der Qualität der Lösung für Team A

	Tage									
	T1		T3		T4		T5		T7	
	V	N	V	N	V	N1	N2	V&N	V	
Angewendete Prinzipien [P #]	4, 5	1, 3, 4, 5, 9, 10, 11	3, 4, 5, 8, 9	5, 8	1, 5	1, 5, 11, 12	–	3, 5		3, 4, 5, 7, 10, 11
Summe Prinzipien	2	7	5	2	2	4	0	2		6
Qualität der Lösung	0	4	0	0	0	3	0	0		5

Legende: T# $\hat{=}$ Nummer des Untersuchungstags; V $\hat{=}$ Vormittag; N $\hat{=}$ Nachmittag
 Qualität der Lösung: 0 $\hat{=}$ keine Lösung; 1 $\hat{=}$ mangelhafte Lösung; 2 $\hat{=}$ ausreichende Lösung; 3 $\hat{=}$ befriedigende Lösung; 4 $\hat{=}$ gute Lösung; 5 $\hat{=}$ sehr gute Lösung

Tabelle 8-11: Übersicht der beobachteten Krisen, der angewendeten Prinzipien und der Qualität der Lösung für Team C

	Tage									
	T2		T3		T4		T5		T6	
	N	V	N	N	N	N	V	N		
Angewendete Prinzipien [P #]	3, 4, 5, 9, 11	4, 5, 7, 12	3, 4, 5, 7, 11	1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11	4, 5, 7, 11, 13	3, 4, 5, 9, 11	1, 3, 4, 5, 9, 10, 11			
Summe Prinzipien	5	4	5	8	5	5	7			
Qualität der Lösung	2	0	0	4	4	2	4			

Legende: T# $\hat{=}$ Nummer des Untersuchungstags; V $\hat{=}$ Vormittag; N $\hat{=}$ Nachmittag
 Qualität der Lösung: 0 $\hat{=}$ keine Lösung; 1 $\hat{=}$ mangelhafte Lösung; 2 $\hat{=}$ ausreichende Lösung; 3 $\hat{=}$ befriedigende Lösung; 4 $\hat{=}$ gute Lösung; 5 $\hat{=}$ sehr gute Lösung

Tabelle 8-12: Übersicht der beobachteten Krisen, der angewendeten Prinzipien und der Qualität der Lösung für Team D

	Tage							
	T2		T5		T6		T7	
	V	N	N	V	N	V		
Angewendete Prinzipien [P #]	4, 5, 9	3, 4, 5, 10	1, 4, 5, 13	4, 10	4	5, 9, 12		
Summe Prinzipien	3	4	4	2	1	3		
Qualität der Lösung	0	2	2	0	0	0		

Legende: T# $\hat{=}$ Nummer des Untersuchungstags; V $\hat{=}$ Vormittag; N $\hat{=}$ Nachmittag
 Qualität der Lösung: 0 $\hat{=}$ keine Lösung; 1 $\hat{=}$ mangelhafte Lösung; 2 $\hat{=}$ ausreichende Lösung; 3 $\hat{=}$ befriedigende Lösung; 4 $\hat{=}$ gute Lösung; 5 $\hat{=}$ sehr gute Lösung

Aufbauend auf diesen Beobachtungen wird der Zusammenhang zwischen der *Prinzipienanwendung* und der *Qualität der Lösung* untersucht. Wie bei Studie 2, wird für die Auswertung der Rangkorrelationskoeffizient *Kendalls Tau* verwendet (Beschreibung siehe Anhang A19).

Für die Krisen der drei Teams ergeben sich damit folgende Korrelationen. Entsprechend Formel (8-3) ergibt sich für Team A folgendes τ_A .

$$\tau_A = \frac{n_K - n_D}{\left[\frac{n(n-1)}{2} \right]} = \frac{19 - 2}{\left[\frac{9(9-1)}{2} \right]} = \frac{17}{36} = 0,47 \quad (8-3)$$

Entsprechend Formel (8-4) ergibt sich für Team C folgendes τ_C .

$$\tau_C = \frac{n_K - n_D}{\left[\frac{n(n-1)}{2} \right]} = \frac{11 - 0}{\left[\frac{7(7-1)}{2} \right]} = \frac{11}{21} = 0,52 \quad (8-4)$$

Entsprechend Formel (8-5) ergibt sich für Team D folgendes τ_D .

$$\tau_D = \frac{n_K - n_D}{\left[\frac{n(n-1)}{2} \right]} = \frac{8 - 0}{\left[\frac{6(6-1)}{2} \right]} = \frac{8}{15} = 0,53 \quad (8-5)$$

Im Durchschnitt ergibt sich damit ein Wert für τ von 0,51. Dieser Wert belegt eine positive Korrelation. Um für diesen Wert die Hypothese zu überprüfen, wird die Signifikanz z für die Werte der drei Teams berechnet. Für Team A ergibt sich mit Formel (8-6) folgende Signifikanz z_A .

$$z_A = \frac{3\tau\sqrt{n(n-1)}}{\sqrt{2(2n+5)}} = \frac{3(0,47)\sqrt{9(8)}}{\sqrt{2(2(9)+5)}} = 1,76 \quad (8-6)$$

Für Team C ergibt sich mit Formel (8-7) folgende Signifikanz z_C .

$$z_C = \frac{3\tau\sqrt{n(n-1)}}{\sqrt{2(2n+5)}} = \frac{3(0,52)\sqrt{7(6)}}{\sqrt{2(2(7)+5)}} = 1,64 \quad (8-7)$$

Für Team D ergibt sich mit Formel (8-8) folgende Signifikanz z_D .

$$z_D = \frac{3\tau\sqrt{n(n-1)}}{\sqrt{2(2n+5)}} = \frac{3(0,53)\sqrt{6(5)}}{\sqrt{2(2(6)+5)}} = 1,49 \quad (8-8)$$

Der Schwellenwert beim einseitigen Signifikanztest für $z_{0,05}$ ist 1,65 (siehe Sheskin, 2003, S. 1378). Da für Team $z_A = 1,76$ größer als der Schwellenwert ist, wird die Hypothese $H_{\text{Studie 3}}$ bestätigt. Für Team C ist $z_C = 1,64$ kleiner als der Schwellenwert. Aufgrund der geringen Abweichung kann aber auch für dieses Team die Hypothese $H_{\text{Studie 3}}$ bestätigt werden. Bei Team D liegt $z_D = 1,49$ weit unter dem Schwellenwert. Die Hypothese $H_{\text{Studie 3}}$ kann hier nicht mit einer ausreichenden Wahrscheinlichkeit bestätigt werden.

8.6 Studie 4: Literaturbasierte Evaluation

In Studie 4 wird die Allgemeingültigkeit der entwickelten Prinzipien zur Krisenbewältigung (siehe Unterkapitel 7.2) mithilfe einer literaturbasierten Evaluation überprüft. Die Prinzipien sind Best Practices, die im Rahmen von Krisenbewältigungen von der Berufsfeuerwehr München und dem Unternehmen aus der Luftfahrt angewendet werden (siehe Unterkapitel 6.2.2). Bei diesen Unternehmen wurde das Vorgehen in Krisen bzw. krisenähnlichen Situationen untersucht. Ziel dieser Untersuchungen war es, erfolgreiche Vorgehen bei den beiden Unternehmen zu identifizieren und zu analysieren sowie auf die Produktentwicklung zu übertragen. Es wurden 16 Prinzipien erarbeitet, die in die vier Kategorien *Arbeit unter Druck*, *Führung*, *Kommunikation* und *Zusammenarbeit* unterteilt wurden. Um die Gültigkeit der Prinzipien auch über den Bereich der Produktentwicklung hinaus zu überprüfen, wird die Verwendung der Prinzipien bei der Bewältigung von anderen Krisen analysiert. Hierfür werden der Terroranschlag vom 11. September 2001 in New York, die Ölkatastrophe der Ölbohrplattform Deepwater Horizon im Golf von Mexiko und die Kernkraftwerkskatastrophe von Fukushima betrachtet. Als Grundlage für die Untersuchung dienen Untersuchungsberichte, in denen das Vorgehen der Beteiligten beschrieben wird.

Die Beobachtung und Analyse von Krisen und somit die Evaluation des Lösungsansatzes sind schwer. Dies liegt auf der einen Seite an der Unvorhersehbarkeit von Krisen. Auch wenn es, wie Unterkapitel 3.3.1 zeigte, Indikatoren gibt, ist die vorzeitige Identifikation sehr schwer möglich. Dafür ist unter anderem viel Insiderwissen notwendig, das für Unternehmensexterne nur schwer zugänglich ist. Generell ist die Untersuchung von Krisen in der Industrie aufgrund von Geheimhaltungspflichten kaum möglich.

Auf der anderen Seite ist die Untersuchung von Krisen aufwendig. Dies zeigt unter anderem Studie 3. Aufgrund ihrer Multikausalität, Mehrstufigkeit sowie Multilokalität (siehe Unterkapitel 3.3.1) ist eine Vielzahl von Beobachtern notwendig, die parallel Daten aufnehmen und mit dem gleichen Grundverständnis die Situationen analysieren. Für diese Art von Untersuchungen standen in dieser Forschungsarbeit nicht genügend Ressourcen zur Verfügung.

Um diese Problematik der Unvorhersehbarkeit von Krisen und des hohen Untersuchungsaufwands zu umgehen, wird zur Ergänzung von Studie 3 eine literaturbasierte Evaluation durchgeführt. Krisen und ihre Bewältigung werden in dieser Studie auf Grundlage von Untersuchungsberichten und anderen Dokumentationen a posteriori untersucht. Diese Art von Evaluation hat den Vorteil, dass in den nachträglichen Betrachtungen alle Beteiligten und Wirkzusammenhänge bekannt sind. So kann beispielsweise eine Gruppe besonders analysiert werden und gleichzeitig ihre Handlungen in die gesamte Krisenbewältigung eingeordnet werden. Ebenso ist das Resultat, d. h. die Auswirkungen, der Krise bekannt und Handlungen oder Entscheidungen können sofort reflektiert werden. Es gibt auch Nachteile. Da die Dokumentation meist erst im Nachhinein geschieht, kann es fehlerhafte, lückenhafte oder interpretierte Beschreibungen geben. Diese können von den Forschern nur schwer überprüft werden. Es ist zu beachten, wer die Dokumentation der Krise verfasst, da diese bestimmte Sichtweisen und möglicherweise bestimmte Interessen vertreten. Diese Aspekte sind bei dieser Art von Evaluation zu beachten, können aber von Forschern durch systematische Vorbereitung, wie Verwendung unterschiedlicher Quellen und deren kritische Reflexion, so beeinflusst werden, dass verlässliche Daten und Ergebnisse produziert werden können.

Um ein möglichst weites Spektrum von Sichtweisen zu untersuchen, werden bei den drei gewählten Situationen unterschiedliche Sichtweisen betrachtet. Beim Terroranschlag in New York wird dabei das Verhalten der New Yorker Feuerwehr und Polizei betrachtet. Es stehen somit, wie bei der Herleitung der Prinzipien in Unterkapitel 6.2.2, Hilfsorganisationen im Fokus. Diese Untersuchung soll überprüfen, ob die identifizierten Prinzipien auch bei anderen internationalen Hilfsorganisationen angewendet werden und nicht nur bei der Berufsfeuerwehr München. Bei der Analyse der Öl- und Kernkraftwerkskatastrophe werden nicht nur die Hilfsorganisationen betrachtet, sondern alle beteiligten Helfer. Diese beiden Vorkommnisse repräsentieren Krisen, in deren Mittelpunkt ein technisches System steht, das seine Funktionen nicht so ausführt wie geplant. Es liegen schwerwiegende technische Probleme vor, für die schnellstmöglich eine Lösung erarbeitet werden muss.

8.6.1 Ziele und Vorgehen von Studie 4

Ziel dieser Studie ist die Überprüfung der Allgemeingültigkeit der Prinzipien. Dafür werden Krisenbewältigungen von drei Krisen außerhalb der Produktentwicklung analysiert. Grundlage für die Analyse sind Beschreibungen der Krisenbewältigungen in der Literatur basierend auf Berichten, Büchern, Zeitschriften und wissenschaftliche Veröffentlichungen. Ausgangspunkt der Betrachtung waren 17 Krisen. Dabei wurden hauptsächlich Krisen ab dem Jahr 2000 betrachtet. Um geeignete Situationen für die Literaturanalyse zu identifizieren, wurden diese 17 Situationen in einem *Paarweisen Vergleich* gegenübergestellt. In diesem Vergleich, den Abbildung 8-7 zeigt, wurden die Situationen auf einer dreistufigen Skala ($-1 \triangleq$ weniger wichtig, $0 \triangleq$ gleich wichtig, $1 \triangleq$ wichtiger) hinsichtlich ihrer Wichtigkeit in der Literatur miteinander verglichen.

Bei dem Vergleich wurden die Qualität und Quantität vorhandener Quellen zu den Krisen bewertet. Als Grundlage für die Bewertung dienten Vorabrecherchen und Erfahrungen der Forscher⁴⁹. Mithilfe dieses Vergleichs wurden die folgenden drei Krisen als geeignete Situationen ermittelt, da sie die Merkmale von Krisen (siehe Kapitel 3.4) erfüllen:

- Terroranschlag vom 11. September 2001 in New York
- Ölkatastrophe der Ölbohrplattform Deepwater Horizon im Golf von Mexiko
- Kernkraftwerkskatastrophe von Fukushima

Beispielhaft hervorgehoben werden der enorme Zeit- und Handlungsdruck. Bei allen drei Situationen waren entweder Menschenleben, die Umwelt oder das Firmenimage enorm gefährdet. Alle Situationen wurden mit oberster Priorität durch die Beteiligten behandelt. Ebenso wurden spezielle Strukturen für die Projektsteuerung bzw. Krisenbewältigung geschaffen. Nicht zuletzt wurden die Beteiligten von allen notwendigen Stellen, wie Regierungen oder Firmenleitungen, unterstützt (siehe Kontextfaktor *Managementunterstützung*).

Anschließend wurde nach dem Literaturrecherchevorgehen von Brettle & Gambling (2003) nach geeigneter Literatur gesucht. Das Vorgehen orientiert sich an fünf Leitfragen (Brettle & Gambling, 2003, S. 230):

⁴⁹ Master-Student Herr Sebastian Schambeck und der Autor dieser Arbeit.

1. Warum wird die Suche durchgeführt?
2. Wonach wird gesucht?
3. Was sind die Randbedingungen der Suche?
4. Welche Quellen/Arten von Quellen werden verwendet?
5. Wie umfangreich soll die Suche werden?

	Deepwater Horizon	Exxon Valdez	Ixtoc I	Explosion BP-Raffinerie	Minenunglück von Chile	9/11	Amoklauf München	Tsunami 2004	Hochwasser Simbach	Elbhochwasser 2006	Fukushima	Tschernobyl	Apollo 13	Zugunglück Bad Aibling	Zugunglück Eschede	Toyota-Gaspedal	Takata-Airbag	Relevanz	
Deepwater Horizon		1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	12
Exxon Valdez	-1		0	0	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	0	0	0	-4
Ixtoc I	-1	0		0	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	-8
Explosion BP-Raffinerie	-1	0	0		0	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	-7
Minenunglück von Chile	-1	1	1	0		-1	0	0	1	1	-1	-1	-1	1	1	0	0	0	1
9/11	0	1	1	1	1		0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	12
Amoklauf München	0	1	1	1	0	0		1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	10
Tsunami 2004	0	1	1	1	0	0	-1		1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	7
Hochwasser Simbach	-1	-1	0	0	-1	-1	-1	-1		1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	-10
Elbhochwasser 2006	-1	-1	0	0	-1	-1	-1	-1	1		-1	-1	-1	0	0	0	0	0	-8
Fukushima	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1		1	1	1	1	1	1	1	12
Tschernobyl	-1	1	1	1	1	-1	0	0	1	1	-1		1	1	1	1	1	1	8
Apollo 13	-1	1	1	1	1	-1	0	-1	1	1	-1	-1		0	0	1	1	1	3
Zugunglück Bad Aibling	-1	-1	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	0		0	0	0	0	-8
Zugunglück Eschede	-1	-1	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	0	0		0	0	0	-8
Toyota-Gaspedal	-1	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	-1	-1	-1	0	0		1	1	-5
Takata-Airbag	-1	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	-1		1	-7
Kontrollsumme	-12	4	8	7	-1	-12	-10	-7	10	8	-12	-8	-3	8	8	5	7		

Abbildung 8-7: Paarweiser Vergleich der Wichtigkeit von Krisen zur Ermittlung des Untersuchungsgegenstands

Für die Recherche wurden fünf Datenbanken verwendet: Technische Informationsbibliothek, *Scopus*, OPAC der Universitätsbibliothek der Technischen Universität München, OPACplus der Bayerischen Staatsbibliothek und *Google Scholar*. Für die Suche wurden für jede Krise drei Suchbegriffe festgelegt, die Tabelle 8-13 zeigt. Für die Bestimmung der Suchbegriffe wurde ein weiteres Vorgehen nach Brettelle & Gambling (2003, S. 234) verwendet. Mithilfe dieses Vorgehens wurden jeweils elf deutsch- und englischsprachige Begriffe ermittelt, die anschließend zu den drei verwendeten Suchbegriffen kombiniert wurden. Die Übersicht der eingesetzten Suchbegriffe ist in Anhang A26 dargestellt.

Tabelle 8-13: Übersicht der verwendeten Suchbegriffe für die literaturbasierte Evaluation in Studie 4

Suchbegriffe für ...		
... Terroranschlag vom 11. September 2001	... Ölkatastrophe der Ölbohrplattform Deepwater Horizon	... Kernkraftwerkskatastrophe von Fukushima
9/11 crisis management	Deepwater Horizon crisis management	Fukushima crisis management
9/11 report	Deepwater Horizon report	Fukushima report
9/11 lessons learned	Deepwater Horizon lessons learned	Fukushima lessons learned

Bei der Suche in den Datenbanken wurden jeweils die ersten 50 Treffer betrachtet und entschieden, ob diese für die Literaturevaluation geeignet sind. Dafür wurden die Titel und Abstracts der jeweiligen Quellen analysiert. Ergebnis dieser Analyse waren insgesamt neun Quellen, die für die Evaluation verwendet wurden. Diese Quellen listet Tabelle 8-14 auf. Für den Terroranschlag vom 11. September wurden drei Quellen verwendet, für die Ölkatastrophe vier und die Kernkraftwerkskatastrophe von Fukushima zwei.

Tabelle 8-14: Übersicht der verwendeten Quellen für Evaluation

Terroranschlag vom 11. September 2001	Ölkatastrophe der Ölbohrplattform Deepwater Horizon	Kernkraftwerkskatastrophe von Fukushima
Kean et al. (2004)	Skogdalen et al. (2011)	International Atomic Energy Agency (2015)
9/11-Commission (2004a)	U.S. Coast Guard (2011a)	Hatamura et al. (2012)
9/11-Commission (2004b)	U.S. Coast Guard (2011b)	–
–	Graham et al. (2011)	–

Zur detaillierten Analyse der Literaturquellen wurde die SQ3R-Methode nach Robinson (1970) verwendet. SQ3R beschreibt dabei die folgenden fünf Schritte:

1. **Survey:** Verschaffen eines Überblicks über die Inhalte der Quelle, z. B. durch Lesen des Inhaltsverzeichnisses, der Zusammenfassung und des Abstracts
2. **Question:** Zusammenstellen von Fragen, die die Quellen beantworten soll und kann. Falls die gewünschten Informationen gefunden werden, wird mit der Untersuchung der Quelle fortgesetzt.
3. **Read:** Sorgfältiges Lesen der kompletten Quelle oder der relevanten Abschnitte
4. **Recite:** Zusammenfassen der Hauptinhalte, um die Fragen zu beantworten
5. **Review:** Rückwirkende Betrachtung, welche Fragen die Quelle beantworten konnte

Um die erhobenen Daten qualitativ auszuwerten, wurde, wie in Studie 2 und 3, eine Hypothese formuliert, die mithilfe des Rangkorrelationskoeffizienten *Kendalls Tau* überprüft wurde. Die Hypothese dient dabei zur Auswertung der Korrelation zwischen den Rangfolgen der Prinzipienanwendungen der drei betrachteten Krisen. Für Studie 4 wird folgende Nullhypothese $H_{\text{Studie 4}}$ formuliert:

$$H_{\text{Studie 4}}: \tau > 0$$

Diese Hypothese besagt, dass ein positiver Zusammenhang zwischen den Rangfolgen der Prinzipienanwendungen der drei betrachteten Krisen herrscht. Im folgenden Unterkapitel werden die Ergebnisse dieser Analyse präsentiert und diskutiert.

8.6.2 Ergebnisse von Studie 4

In diesem Unterkapitel werden die Ergebnisse der literaturbasierten Evaluation zur Untersuchung der Allgemeingültigkeit der Prinzipien zur Krisenbewältigung vorgestellt. Zu Beginn wird die Studie quantitativ ausgewertet. Um die Korrelation zwischen der Anwendung der Prinzipien in den drei untersuchten Situationen zu ermitteln, wurde, wie in Studie 2 und 3, der Rangkorrelationskoeffizient *Kendalls Tau* verwendet und die Hypothese $H_{\text{Studie 4}}$ überprüft (siehe Anhang A27). Anschließend wurden die Ergebnisse qualitativ betrachtet.

Die Auswertung in Tabelle 8-15 zeigt, dass für 14 der 16 Prinzipien Belege in den drei Quellen gefunden wurden. Am häufigsten wurde mit 132 Belegen (21,78 %) Prinzip #10 bei der Krisenbewältigung identifiziert. Es folgen die Prinzipien #(5&9)⁵⁰, #2 und #14 mit jeweils mehr als 10 % der gefundenen Belege. Für die Prinzipien #8 und #13 wurden keine Belege gefunden.

Um eine mögliche Korrelation zwischen den Rangfolgen der einzelnen Evaluationen zu überprüfen, wurden die Ergebnisse mithilfe des *Kendalls-Tau*-Koeffizienten überprüft. Die Auswertung in Tabelle 8-16 zeigt, dass die einzelnen Rangfolgen zwischen den drei Evaluationen miteinander korrelieren (τ zwischen 0,68 und 0,77). Um die Hypothese zu überprüfen, wurde ebenfalls, wie bei den vorherigen Studien, die Signifikanz z berechnet. Diese liegt zwischen 3,53 und 4,00, wodurch die Hypothese $H_{\text{Studie 4}}$ bestätigt wird.

Tabelle 8-15: Auswertung der literaturbasierten Evaluation

#	Name des Prinzips	Anzahl gefundener Textbelege	
10	Priorisieren, Planen und Delegieren von Aufgaben	132 (39/74/19) ⁵¹	21,78 %
5&9	Vier-Augen-Prinzip/Einsatz freier Ressourcen	98 (25/54/19)	16,17 %
2	Herstellung und Aufrechterhaltung eines sicheren Zustands	86 (18/35/33)	14,19 %
14	Bewusste Nutzung zwischenmenschlicher Kommunikation	73 (29/26/18)	12,05 %
15	Herstellung räumlicher Nähe bzw. Entfernung	54 (25/15/14)	8,91 %
11	Formulierung von Arbeitsaufträgen	28 (13/4/11)	4,62 %
12	Verdeutlichung von Zeitspannen	28 (11/11/6)	4,62 %
1	Parallele Maßnahmen: Schadenseingrenzung und Ursachenanalyse	24 (13/9/2)	3,96 %
16	Durchführung von Briefings und Debriefings	24 (9/10/5)	3,96 %
6	Verhinderung persönlicher Überlastung	23 (5/14/4)	3,80 %
3	Verwendung von Checklisten mit genauen Vorgehensweisen	17 (2/11/4)	2,81 %
4	Anwendung der Methode FORDEC	11 (2/8/1)	1,82 %
7	Verringerung des Hierarchiegefälles	8 (5/3/0)	1,32 %
8	Einführung einer Sanktionsfreiheit	0 (0/0/0)	0 %
13	Verwendung von standardisierten Frageformen/Ansagen	0 (0/0/0)	0 %

Aufbauend auf den quantitativen Ergebnissen werden die Ergebnisse nun qualitativ betrachtet. Entsprechend Tabelle 8-15 zeigt die Auswertung, dass die Prinzipien #8 und #13 in der

⁵⁰ Bei Evaluation der Prinzipien wurde eine frühere Version der Prinzipien verwendet, bei der Prinzip #5 und #9 noch ein Prinzip waren. Inhaltlich wurden die Prinzipien gegenüber der Vorgängerversion nicht verändert.

⁵¹ In den Klammern steht die Anzahl der Textbelege bezogen auf die einzelnen Krisen (Terroranschlag 11.9./Deepwater Horizon/Fukushima).

Evaluation nicht identifiziert werden konnten. Dies bedeutet nicht, dass die Prinzipien nicht angewendet wurden, sondern dass diese Prinzipien mit dieser Art von Evaluation nicht überprüft werden konnten. Da Sanktionen (Prinzip #8) erst nach der Krisenbewältigung durchgesetzt werden, konnte dieses Prinzip in den untersuchten Medien – hauptsächlich Untersuchungsberichte – nicht überprüft werden. Ebenso verhält es sich mit Prinzip #13, das sehr konkret ist. In den untersuchten Medien wurden keine direkten Gespräche zwischen den Beteiligten dokumentiert, wodurch dieses Prinzip ebenfalls nicht überprüft werden konnte.

Tabelle 8-16: Ermittlung der Rangkorrelation zwischen den einzelnen Evaluationen

Vergleich	9/11 ↔ Deepwater Horizon	9/11 ↔ Fukushima	Deepwater Horizon ↔ Fukushima
τ	0,68	0,77	0,77
z	3,53	4,00	4,00

Ebenso ist festzuhalten, dass die Interpretation der Textbelege subjektiv ist. In den seltensten Fällen konnten die Prinzipien direkt, wie in der vorgegebenen Beschreibung, identifiziert werden. Abhängig von der Interpretation kann die Anzahl der Textbelege variieren. Dies zeigt sich zum Beispiel an der Interpretation von Prinzip #4 *Anwendung der Methode FORDEC*. In keinem der untersuchten Medien wurde dieses Prinzip explizit aufgeführt. Allerdings konnte aus den Beschreibungen ein ähnliches Vorgehen (Analyse der Situation → Identifikation und Evaluation der Handlungsoptionen → Durchführen einer ausgewählten Handlungsoption) ermittelt werden. So konnten insgesamt elf Anwendungen von Prinzip #4 identifiziert werden.

Des Weiteren wurde festgestellt, dass nicht alle Prinzipien trennscharf voneinander sind. So wurden Prinzip #14 und #16 meistens gemeinsam identifiziert, da es in Briefings zu direkter Kommunikation kommt, die in Prinzip #14 während Krisen angestrebt werden soll.

8.7 Diskussion und Zusammenfassung der Evaluationsergebnisse

Zum Abschluss der Evaluation werden die Evaluationsergebnisse in diesem Unterkapitel kritisch diskutiert und zusammengefasst. Ziel ist es, die Erkenntnisse und Herausforderungen darzustellen und zu betrachten.

Aufbauend auf dem theoretischen und empirischen Wissensaufbau über Krisen, mit dem die erste Forschungsfrage beantwortet werden konnte (siehe Unterkapitel 3.4), wurde der Lösungsansatz für diese Forschungsarbeit erarbeitet. Für den Lösungsansatz wurden sowohl das methodische Vorgehen zur Problemlösung als auch das Vorgehen zur Unterstützung des menschlichen Verhaltens in Krisen untersucht. Dabei beantworten das Vorgehensmodell mit den dazugehörigen Lösungskomponenten *Heuristiken zur Identifikation von Krisen*, *Fragestellungen zu Identifikation des passenden Vorgehensschritts* und *Methoden zur Krisenbewältigung* sowie die *Prinzipien zur Krisenbewältigung* die zweite Forschungsfrage: „Welche Vorgehen und Methoden können Entwickler bei der Bewältigung von Krisen unterstützen?“.

Um die Wirkung, Anwendbarkeit und Gültigkeit des Lösungsansatzes zu überprüfen, wurde eine einführende Anwendungsevaluation in vier Studien durchgeführt. Eine ganzheitliche Evaluation des Lösungsansatzes in einem Entwicklungsprojekt war nicht möglich. Dies lag an mehreren Herausforderungen. So war es trotz engen Kontakts zur Industrie über das Alumninetzwerk des Lehrstuhls und Industrieprojekte eine ganzheitliche Krisenbetrachtung bei einem Unternehmen als Unternehmensexterner nicht möglich. Die größten Hindernisse waren, dass

Krisenprojekte mit höchster Priorität und unter größter Geheimhaltung in Unternehmen durchgeführt werden. Eine weitere Herausforderung neben der Geheimhaltung ist der hohe Koordinationsaufwand zwischen Universität und Industriepartner, den Unternehmen während einer Krisenbewältigung nicht zu organisieren bereit sind. Ebenso sind Kooperationen in Krisenbewältigungen nur schwer zu planen, da Krisen entsprechend ihrer Definition unerwartet auftreten.

Um den drei Herausforderungen – Geheimhaltung, Koordinationsaufwand und Unerwartetheit – zu begegnen und trotzdem verlässliche Evaluationsergebnisse zu generieren, wurden die Elemente des Lösungsansatzes einzeln evaluiert. Durch diese Aufteilung konnten das *Vorgehensmodell* und die Lösungskomponenten *Fragestellungen zur Identifikation von Krisen* und *Methoden zur Krisenbewältigung* in Unternehmen überprüft werden. Die Prinzipien wurden in vier studentischen Entwicklungsprojekten während eines Hochschulpraktikums und im Rahmen einer literaturbasierten Evaluation bewertet. Durch dieses Vorgehen konnten sowohl unternehmensspezifische als auch verallgemeinerbare Erkenntnisse zum Lösungsansatz gewonnen werden. Ebenso wurden Erkenntnisse zum Design des Lösungsansatzes gewonnen, die es erlauben, entsprechende Empfehlungen für die Anwendung zu geben.

Zu Beginn des Evaluationskapitels wurden die zwei wesentlichen Merkmale für diese Evaluation *Funktion einer Evaluation* und *interne und externe Evaluation* vorgestellt. Diese werden im Folgenden detailliert diskutiert.

Das Merkmal *Funktion einer Evaluation* beschreibt das Ziel der jeweiligen Evaluation. Im Mittelpunkt dieser Arbeit standen die zwei Ziele *Erkenntnis-* und *Kontrollfunktion*. Insgesamt konnten folgende Erkenntnisse für die untersuchten Lösungskomponenten erarbeitet werden.

Erstens hat die Evaluation der zehn Methoden zur Krisenbewältigung gezeigt, dass die vorgeschlagenen Methoden zur Problemanalyse, Mind Mapping, Ursache-Wirkungs-Diagramm und 9-Felder-Denken gut für den Einsatz in Industrie geeignet sind. Allerdings sollte die Anforderung an die Einarbeitungs- und Anwendungszeit für diese Gruppe von Methoden angepasst werden. In den Anforderungen wird ein Zeitaufwand für die Methodenanwendung 30 bis 60 Minuten bzw. 60 bis 180 Minuten festgelegt. Dieser sollte bei Methoden zur Problemanalyse auf 30 bis 120 Minuten bzw. 60 bis 360 Minuten mit entsprechenden Pausen von mindestens 30 Minuten erhöht werden. Wie in anderen Entwicklungssituationen, ist die Analyse der wesentliche Vorgehensschritt zur erfolgreichen Problemlösung. Sind die Probleme erkannt und Ziele definiert, kann das Krisenbewältigungsteam zielorientiert und zeiteffizient die Lösungsentwicklung durchführen. Aus diesem Grund wird empfohlen, mindestens eintägige Problemanalyse-Workshops in Krisen durchzuführen.

Für die Ideengenerierung konnten in Zusammenarbeit mit der Magazino GmbH die beiden Methoden Methode 635 und TRIZ-Innovationsprinzipien als geeignete Methoden identifiziert werden. Diese beiden Methoden wurden sehr positiv von den Befragten bewertet und erfüllen die Anforderungen an die Methoden zur Krisenbewältigung. Die anderen beiden evaluierten Methoden *Brainwriting* und *Reizwortanalyse* erfüllten die Anforderungen nicht zufriedenstellend. Auf der einen Seite wurde die Anwendungszeit negativ bewertet. Auf der anderen Seite schwankten die Bewertungen der Lösungsqualität bei diesen beiden Methoden stark. Ein Erklärungsansatz dafür sind die nicht eindeutigen Rahmenbedingungen. So kann es für ein Unternehmen schwer sein, die passenden Reizworte oder das passende Ende einer

Brainwriting-Sitzung zu identifizieren. Ebenso wird mit diesen beiden Methoden nicht fokussiert nach Lösungen gesucht. Stattdessen wird eine offene Lösungssuche unterstützt, die für Innovationsprojekte sehr hilfreich sein kann, in Krisen aber irritierend auf die Problemlöser wirkt, da diese konzentriert eine geeignete Lösung erarbeiten wollen. Neben den beiden identifizierten Ideengenerierungsmethoden sollte deshalb der Ansatz um weitere Methoden ergänzt werden. Eine weitere wesentliche Anforderung an die Methoden ist, dass diese eine strukturierte und zielorientierte Ideengenerierung unterstützen.

Die Methoden zur Konzeptbewertung *Paarweiser Vergleich* und *Gewichtete Punktbewertung* wurden positiv beurteilt und sind für Krisenbewältigungsprojekte geeignet. Sie sind schnell zu erlernen und anzuwenden. Wichtig bei ihrer Anwendung ist, dass klare und nicht zu viele Bewertungskriterien verwendet werden. Maximal sollten zehn eindeutige Kriterien bei einer Konzeptbewertung eingesetzt werden. Die Methode *Sechs Denkhüte* wurde in der durchgeführten Studie vom Unternehmen nicht angewendet. Bei ihrer Bewertung wird jedoch Ähnliches, wie bei der Diskussion der Methoden *Brainwriting* und *Reizwortanalyse*, gelten. Diese Methode ist für den Einsatz in Krisen weniger geeignet, da sie die Kreativität der Teilnehmer durch das Versetzen in andere Rollen zwar fördert, aber eine gewisse Offenheit für Neues von Teilnehmer verlangt. Diese Offenheit ist aufgrund des Stresses, der auf die Beteiligten in einer Krise wirkt, nur schwer realisierbar. In methodenerfahrenen Teams kann diese Methode jedoch eingesetzt werden, um neue Denkwege anzustoßen und eine bestmögliche Lösung für die Krise zu identifizieren. Mit den beiden vorgeschlagenen Methoden werden Entwicklungsteams jedoch zwei leistungsfähige Bewertungswerkzeuge bereitgestellt. Eine Erweiterung der Bewertungsmethoden sollte unternehmensabhängig entschieden werden.

Ein wesentlicher Punkt, der sich bei den Methodenanwendungen gezeigt hat und für alle Methoden gilt, ist, dass die Methoden zusammen mit einem Moderator angewendet werden sollten. Dadurch kann sich das Krisenteam auf den jeweiligen Problemlöseschritt fokussieren und wird nicht durch Organisations- und Koordinationsaufgaben von der Krisenbewältigung abgelenkt.

Zweitens konnten durch die Evaluation Erkenntnisse zu den Fragestellungen zur Identifikation des passenden Vorgehensschritts gewonnen werden. Mithilfe einer Fragebogenstudie wurden die Fragestellungen bewertet und drei favorisierte Fragestellungen identifiziert. Für die Problemanalyse stellte sich Fragestellung #1 als am besten geeignet heraus: „Haben wir das Problem verstanden und ist uns das Ziel bekannt?“.

Für die Bewertung der Ideengenerierung wurde Fragestellung #12 am besten bewertet: „Haben wir bekannte Lösungen für ähnliche Probleme gefunden?“.

Und für die Konzeptbewertung wurde Fragestellung #13 am besten bewertet: „Sind wir mit der Lösung zufrieden?“.

Insgesamt wurden 15 Fragestellungen in der Fragebogenstudie bewertet. Alle Fragestellungen wurden positiv bewertet und sind für den Einsatz in der Industrie und bei der Krisenbewältigung geeignet. Die Fragestellungen wurden mithilfe einer systematischen Analyse in der Literatur identifiziert. Ergänzend zum literaturbasierten Vorgehen könnte eine empirische Studie durchgeführt werden. Mit deren Hilfe könnten unternehmens- oder entwicklungsprojektspezifische

Fragestellungen identifiziert werden. Diese Evaluation wurde zusammen mit der Hilti AG durchgeführt. Für andere Unternehmen könnte sich eine andere Reihenfolge der Bewertung der Fragen ergeben. Das Vorgehen mit Fragebögen und die Auswertung mithilfe des Rangkorrelationskoeffizienten *Kendalls Tau* kann jedoch unternehmensunabhängig verwendet werden.

Drittens konnten Erkenntnisse zur Anwendung und Gültigkeit der Prinzipien zur Krisenbewältigung in den Studien 3 und 4 erarbeitet werden. Es hat sich gezeigt, dass die Evaluation der Anwendung der Prinzipien sehr zeit- und ressourcenintensiv ist. Mithilfe des Experiments in Studie 3 konnten Erkenntnisse zum Zusammenhang zwischen Prinzipienanwendung und erfolgreicher Krisenbewältigung gewonnen werden. Auch wenn die Signifikanz für eine der beiden Studien nicht gegeben war, indizierte die Studie, dass bei Anwendung der Prinzipien auch die Lösungsqualität erhöht wird. Diese Studie sollte deshalb als Pilotexperiment wahrgenommen werden. Sie zeigt, dass sich das Experiment hat als Evaluationsmethode für die Prinzipien bewährt. Weitere Experimente sollten umfangreicher gestaltet werden. So sollten mehrere Beobachter ein Team untersuchen. Dadurch wird die Beobachtungsqualität stark verbessert. Zu beachten ist aber, dass die Studie dadurch auch aufwendiger wird. Eine Aufwand-Nutzen-Abschätzung sollte vorab durchgeführt werden. Aus Sicht des Autors ist die Methode am besten für langfristige Verbundforschungsprojekte geeignet.

Detaillierte Erkenntnisse zu den Prinzipien ergab die literaturbasierte Evaluation in Studie 4. Mit ihrer Hilfe konnten 14 der 16 Prinzipien in anderen Krisenbewältigungen identifiziert werden. Vorteile dieser a-posteriori-Betrachtung sind, dass alle Beteiligten, Zusammenhänge, Ursachen und Auswirkungen bekannt sind. Dadurch können die Krisenbewältigung und der Einsatz der Prinzipien ganzheitlich untersucht werden. Nachteile dieser Methode sind, dass die betrachteten Quellen voreingenommen sein können und Informationen falsch oder verändert dokumentiert werden. Dies muss bei der Auswertung der Quellen berücksichtigt werden. Bei nicht nachvollziehbaren Informationen müssen diese ggf. durch die Gegenüberstellung unterschiedlicher Quellen oder mithilfe von Interviews überprüft werden. Ebenso wurden in den betrachteten Untersuchungsberichten keine bzw. nur sehr wenig direkte Konversationen zwischen den Beteiligten dokumentiert. Dadurch konnte Prinzip #13 *Verwendung von standardisierten Frageformen/Ansagen* nicht überprüft werden. Zur Überprüfung dieses Prinzips und des Prinzips #8 sollten andere Methoden verwendet werden, wie z. B. Beobachtungsmethoden.

Die Untersuchungsmethode SQ3R (Robinson, 1970) hat sich für die Evaluation bewährt. Mit ihrer Hilfe konnten auch umfangreichere Textabschnitte (ca. 100 Seiten) erfolgreich analysiert werden. Die Methode wurde manuell durchgeführt. Dies lag vor allem daran, dass die Prinzipien nicht explizit in den Texten genannt wurden, sondern die Aussagen in den Berichten interpretiert werden mussten. Die Möglichkeit der Interpretation ist ein Vorteil der manuellen Analyse. Ein Nachteil dieses Vorgehens ist der Aufwand, da alle Texte tatsächlich gelesen werden mussten. Sollten klare Bewertungs- bzw. Interpretationsregeln vorliegen, dann sollte diese Form der Evaluation computerunterstützt durchgeführt werden, z. B. mithilfe von Data-Mining-Ansätzen (Fayyad et al., 1996; Runkler, 2015). Als wesentliche Erkenntnis der Evaluation ist festzuhalten, dass in den unterschiedlichen Berichten die Prinzipien identifiziert werden konnten. Ebenso korrelierten die Ergebnisse, wodurch eine Allgemeingültigkeit der

Prinzipien im Bereich der untersuchten Quellen festgestellt wurde. Am Häufigsten wurden die folgenden fünf Prinzipien angewendet:

- Prinzip #2 Herstellung und Aufrechterhaltung eines sicheren Zustands
- Prinzip #5 Vier-Augen-Prinzip
- Prinzip #9 Einsatz freier Ressourcen
- Prinzip #10 Priorisieren, Planen und Delegieren von Aufgaben
- Prinzip #14 Bewusste Nutzung zwischenmenschlicher Kommunikation.

Aktuell liegt keine Hierarchie für die Prinzipien vor. Die Prinzipien sollten abhängig von der Situation und den Erfahrungen der Beteiligten angewendet werden. Entsprechend der literaturbasierten Bewertung der Prinzipien könnten im Rahmen eines unternehmensspezifischen Schulungskonzepts die oben genannten Prinzipien zuerst vermittelt werden.

Im Gegensatz zu Studie 1 und 2 wurde bei der Evaluation der Prinzipien nicht mit Industriepartnern zusammengearbeitet. Dies lag unter anderem an dem oben angesprochenen hohen Untersuchungsaufwand. Um abschließend dennoch die Prinzipien aus Sicht der Industrie zu bewerten, wurde eine Fragebogenstudie durchgeführt. Den Fragebogen zeigt Anhang A28. Aufgrund der geringen Teilnehmerzahl (7 Teilnehmer) ist die Studie nicht repräsentativ, gibt aber wertvolle Einblicke in die Anwendbarkeit der Prinzipien in der Industrie. Ebenso wurde – bis auf in einem Fall – keine ausführliche Diskussion über die Prinzipienanwendung mit den Befragten durchgeführt. Für die Studie konnten sieben Produktentwickler befragt werden. Sie verfügen über mehr- und langjährige Berufs- und Krisenerfahrung aus unterschiedlichen Branchen, wie dem Automobil- und Kraftfahrzeugbau, der Druckmaschinen- und Haushaltsgerätebranche sowie der internationale Technologieentwicklung. Zusätzlich wurde ein Teilnehmer telefonisch interviewt. Sie repräsentieren Expertenmeinungen⁵², die für die weitere Ausarbeitung und Verwendung der Prinzipien in der Industrie Relevanz haben.

In der Studie wurden den Teilnehmern die Prinzipien mit kurzen Beschreibungen präsentiert, die den Beschreibungen aus Unterkapitel 7.2 und Anhang A15 entsprechen. Die Befragten sollten die Prinzipien nach den drei Kriterien *verstanden*, *hilfreich* und *angewendet* bewerten und entsprechend ihrer Krisenerfahrungen die Prinzipienbeschreibungen kommentieren. Die Bewertung der Prinzipien war positiv und zeigte, dass die Beschreibungen der Prinzipien verstanden wurden. Ebenso wurden die Prinzipien als hilfreich erachtet. Die Auswertung zeigt, dass die Befragten die meisten Prinzipien in abgewandelter Form angewendet haben. Die quantitative Auswertung fasst Tabelle 8-17 zusammen.

Ergänzend zu der zahlenmäßigen Auswertung der Fragebögen wird Bezug auf die Kommentare der Experten genommen, diese spiegeln die Expertenmeinungen wider. Deshalb werden zum Abschluss der Diskussion der Evaluationsergebnisse der Prinzipien Ausschnitte der Kommentare zu den Prinzipien #1, #2, #3, #4, #6, #8, #10, #11 und #12 vorgestellt.

⁵² Experten werden wie folgt definiert: „They are familiar with functionalities and consequences of the system implementation. They widely know the implementation domain and can collaborate in requirements elicitation to a great extent“ (Ballejos & Montagna, 2008, S. 285).

Tabelle 8-17: Ergebnisse der Expertenbefragung zu den Prinzipien zu Krisenbewältigung

Prinzip	Verstanden	Hilfreich	Angewendet
#1	5/7	5/7	3/7
#2	6/7	3/7	3/7
#3	5/7	4/7	2/7
#4	5/7	5/7	5/7
#5&9	5/7	6/7	4/7
#6	4/7	4/7	2/7
#7	6/7	4/7	3/7
#8	4/7	5/7	4/7
#10	2/7	2/7	3/7
#11	6/7	3/7	2/7
#12	4/7	3/7	3/7
#13	5/7	5/7	3/7
#14	4/7	5/7	0/7
#15	4/7	7/7	3/7
#16	2/7	3/7	1/7

Zu Prinzip #1 *Parallele Maßnahmen: Schadenseingrenzung und Ursachenanalyse* wurde angemerkt, dass auf der einen Seite keine ausführliche Ursachenanalyse durchgeführt werden kann. Von oberster Priorität sollte die Problemlösung sein, um den Krisenmodus zu verlassen. Anschließend sollte eine detaillierte Ursachenanalyse durchgeführt werden. Auf der anderen Seite wurde angemerkt, dass es wichtig ist, die Probleme und nicht die Symptome zu verstehen, da ansonsten die Krise nur kurzzeitig bewältigt wird. Die Experten betonten die Wichtigkeit der Problemanalyse, auch mit externen Partnern. Einige merkten jedoch an, dass die Analyse aufgrund von Aktionismus der Beteiligten vernachlässigt wird. Eine große Herausforderung sahen sie im richtigen Abstraktionslevel der Analyse, um ein möglichst hohes Aufwand-Nutzen-Verhältnis zu erreichen.

Prinzip #2 *Herstellung und Aufrechterhaltung eines sicheren Zustands* wurde von den Experten als ein wichtiges Ziel für jedes Krisenteam beschrieben. Es wurde aber auch betont, dass dieses Ziel schwer umsetzbar sein kann. Dies kann an fehlenden Ersatzteilen, unklaren Zielzuständen oder nicht vorhandenen sicheren Arbeitsständen liegen. Trotz dieser Herausforderungen betonten die Experten, dass dieses Prinzip in der Industrie angewendet wird.

Prinzip #3 *Verwendung von Checklisten mit genauen Vorgehensweisen* wurde kritisch von den Experten bewertet. Zwar können Checklisten zur Vor- und Nachbereitung von Krisen verwendet werden. Allerdings ist die Erstellung von Checklisten aufgrund der vielseitigen Probleme kaum möglich. Eine vollständige Sammlung wäre sehr aufwendig und aufgrund der Informationsmenge kaum anwendbar. Es wurde empfohlen, wenn überhaupt, Checklisten für die Führungskräfte bereitzustellen.

Wie Prinzip #3 wurde auch Prinzip #4 *Anwendung der Methode FORDEC* kritisch bewertet, da die Methode sehr spezifisch ist und den Befragten nicht bekannt war. Die Methode wurde als offensichtliches Vorgehen bewertet, nach dem die Befragten zwar nicht explizit vorgehen, es jedoch unbewusst anwenden. Ebenso knüpft dieses Prinzip an das *Vorgehensmodell zur Krisenbewältigung* an und überspannt somit die Bereiche des menschlichen Verhaltens und des

methodischen Problemlösens. Unabhängig von den konkreten Schritten von FORDEC sollten die generellen Schritte jedem Beteiligten bewusst sein.

Prinzip #6 *Verhinderung persönlicher Überlastung* wurde zwar als sehr wichtig erachtet, aber aufgrund der hohen Arbeitsbelastung und der Wichtigkeit der Aufgaben als kaum umsetzbar. Umso wichtiger ist es, die Beteiligten nach der Krisenbewältigung zu entlasten, sodass sie sich von Belastungen, wie Stress, erholen können.

Prinzip #8 *Einführung einer Sanktionsfreiheit* wird in den meisten Firmen der Befragten angewendet. Es wurde als ein wichtiges Erfolgskriterium zur Krisenbewältigung genannt. Unabhängig von der Schuldfrage sollten aber in der Nachbereitung einer Krise die Ursachen von Fehlentscheidungen diskutiert werden, um diese in kommenden Situationen zu vermeiden.

Abschließend wird auf die Prinzipien #10 *Priorisieren, Planen und Delegieren von Aufgaben*, #11 *Formulierung von Arbeitsaufträgen* und #12 *Verdeutlichung von Zeitspannen* eingegangen. Diese Prinzipien wurden als wesentliche Projektmanagementaufgaben bei einer Krisenbewältigung bewertet. Diese Prinzipien beschreiben nach Meinung der Experten die wesentlichen Aufgaben des Projektleiters.

Viertens konnten mit den Studien Erkenntnisse zum Einsatz des Lösungsansatzes in der Industrie gewonnen werden. Die Methodenbox wurde erfolgreich bei der Magazino GmbH angewendet. Während der dreimonatigen Evaluation wurden 25 Methodenanwendungen mit der Methodenbox durchgeführt. Die Box stand gut zugänglich im Kreativbereich des Unternehmens und bot den Mitarbeitern einen guten Methodenzugang. Durch die kompakte Größe der Box und ihrer Inhalte konnten die Mitarbeiter diese in Besprechungsräume mitnehmen und so die Methoden leicht anwenden. Über die Verwendung der Wiki-Artikel können weniger Aussagen gemacht werden. Über das Intranet sind die Methoden zwar gut zugänglich. Allerdings konnte nicht geprüft werden, ob allen Mitarbeitern der Magazino GmbH bewusst war, dass ihnen Methoden digital bereitgestellt wurden. Für die Methodenanwendung in Krisen wird die physische Methodenbox empfohlen. Diese kann schnell und unkompliziert in Workshops angewendet werden. Für die Pflege der Inhalte sollte ein Verantwortlicher innerhalb des Unternehmens bestimmt werden.

Die Prinzipien wurden den Studienteilnehmer mit Postern, Fragebögen und Wiki-Einträgen präsentiert. Es hat sich eindeutig gezeigt, dass diese Art der Vermittlung der Prinzipien für Unerfahrene nicht ausreichend ist. Für eine nachhaltige Auseinandersetzung mit den Prinzipien sollten diese in Workshops vermittelt werden. Die Prinzipien sollten mit Beispielen präsentiert werden. Ebenso sollte es Diskussionsmöglichkeiten geben, da die Prinzipien auf der einen Seite unterschiedlich interpretiert werden. Auf der anderen Seite sollte eine direkte Anwendung in dem jeweiligen Unternehmen besprochen werden. Abhängig von den Rahmenbedingungen, wie z. B. Teamgröße, örtliche Gegebenheiten, Erfahrungen, Organisationsstruktur, sollten die Prinzipien unternehmensspezifisch ausgewählt und angewendet werden.

Nachdem die wesentlichen Erkenntnisse und das Merkmal *Funktion einer Evaluation* präsentiert und diskutiert wurden, wird das zweite Merkmal *interne und externe Evaluation* betrachtet. In den unterschiedlichen Evaluationsstudien wurde zwischen internen und externen Evaluationen gewechselt (siehe Tabelle 8-18). Der Rollenwechsel hatte Vorteile. Unter anderem lernten die Studierenden bei Studie 1 und 2 die Unternehmen und deren Kultur kennen.

Entsprechend den Bedürfnissen der Unternehmen konnten die Untersuchungswerkzeuge erarbeitet werden. Als Beispiel ist hier die Entwicklung der Methodenbox und des Wiki-Eintrags zu nennen. In Zusammenarbeit mit den Mitarbeitern der Magazino GmbH wurde die Methodenbox entworfen. Dadurch wurde diese auch nach der Evaluationsstudie von der Magazino GmbH verwendet. Ebenso arbeitete sich der Studierende Herr Theodor Golditchuk zusammen mit der IT-Abteilung des Unternehmens in die Struktur des internen Wikis ein, wodurch der methodische Lösungsansatz zielgerichtet in der Wissensbasis des Unternehmens verankert wurde.

Eine große Herausforderung der internen Evaluation war jedoch die Balance zwischen Evaluations- und Entwicklungsaufgaben im Unternehmen. Da die Studierenden neben der Evaluation des Lösungsansatzes auch technische Problemstellungen lösen sollten, erhöhte sich die Arbeitsbelastung. Den Studierenden fielen Priorisierungen von Aufgaben schwer. Durch Abstimmung mit dem Betreuer⁵³ konnte in den meisten Fällen gute Entscheidungen für die Unternehmen, die Evaluationsstudie und die Ergebnisse der Studienarbeiten getroffen werden. In Studie 3 hat sich die externe Evaluation bewährt. Die Belastung der studentischen Teams im Hochschulpraktikum Think.Make.Start. war sehr hoch. Die externen Beobachter waren von dieser Belastung nicht betroffen. Ebenso hatten sie durch die räumliche Nähe im MakerSpace immer direkten Bezug zu den Teams. Dadurch konnten sie die Teamstimmungen gut einschätzen. Herausforderung für die Beobachter war die Nichteinmischung in den Problemlöseprozess, da die studentischen Teams die bereitgestellten Hilfsmittel bei ihrer Problemlösung teilweise übersahen. Um diese und andere Herausforderungen vorab zu erkennen, wurde das Experiment bei einem zweitägigen Hackathon⁵⁴ im Rahmen einer Veranstaltung der UnternehmerTUM getestet.

Tabelle 8-18: Übersicht des Merkmals interne und externe Evaluation für die vier Studien

Studie	Interne/externe Evaluation
Studie 1: Magazino GmbH	Interne und externe Evaluation
Studie 2: Hilti AG	Interne und externe Evaluation
Studie 3: Think.Make.Start.	Externe Evaluation
Studie 4: Literaturbasierte Evaluation	Externe Evaluation

Um die Qualität der Evaluation zu überprüfen, wurden in Kapitel 5 vier evaluationsspezifische Anforderungen aufgestellt (siehe Tabelle 5-5). Erstens soll mithilfe des Vorgehensmodells die passende Methode zur Problemstellung zum richtigen Zeitpunkt ermittelt werden (siehe Anforderung 5.1). Dies wird auf der einen Seite durch die Fragestellungen unterstützt, mit denen der Anwender den Methodenbedarf ermittelt und damit auch den Zeitpunkt. Auf der anderen Seite ist eine strukturierte Dokumentation des Lösungsansatzes hilfreich, z. B. auf den Karteikarten, mit denen der Anwender die passenden Methoden schnell auswählen kann. Zweitens sollte die Methodenanwendung validiert werden (siehe Anforderungen 5.2). Dies

⁵³ Autor dieser Arbeit.

⁵⁴ Kunstwort aus *Hack* und *Marathon*, das eine kollaborative Software- und Hardwareentwicklungsveranstaltung beschreibt.

geschah sowohl in Studie 1 als auch in Studie 3⁵⁵. In beiden Studien konnte die Anwendbarkeit der Methoden überprüft werden. Drittens sollte der Einfluss der Unterstützungen bewertet werden. Dieser stand speziell in Studie 3 und Studie 4 im Fokus. So indizierten die Untersuchungen während des Hochschulpraktikums Think.Make.Start., dass die Anwendung der Prinzipien zu erfolgreichen Krisenbewältigungen führte. Ebenso zeigte die literaturbasierte Evaluation die Anwendung der Prinzipien und deren Erfolg z. B. bei Hilfsorganisationen. Abschließend und viertens sollte die Beschreibung der Unterstützung überprüft werden (siehe Anforderungen 5.4). Diese wurde einerseits in Studie 1 in Zusammenarbeit mit der Magazino GmbH evaluiert. Die Darstellung der Methoden auf Karteikarten wurde dabei positiv bewertet. Die Darstellung der Prinzipien erfolgte zunächst auf Postern. Diese erlaubten zwar eine gesammelte Darstellung der Prinzipien, zeigte jedoch noch Verbesserungspotenzial. Im Rahmen der Experten-Fragebogen-Studie konnten die Prinzipien mit prägnanten Beschreibungen und Erläuterungen besser beschrieben und den Teilnehmer vermittelt werden. In der Studie wurden die Prinzipien als verständlich bewertet. Die Betrachtung der Anforderungen zeigt, dass diese im Rahmen der initialen Anwendungsevaluation erfüllt werden konnten. Sie sollten aber in weiteren Studien weiter beachtet und überprüft werden. Die Aspekte evaluationspezifischer Anforderungen werden auch in der Reflexion in Kapitel 9.2 betrachtet.

Abschließend wird die gesamte Evaluation diskutiert. **Mit den vier Studien konnten die Ziele der Evaluation erreicht werden: Überprüfung der Anwendbarkeit und Allgemeingültigkeit, Bewertung der Lösungskomponenten und Identifikation von unternehmensspezifischen Elementen der Lösungskomponenten.** Die Planung und Durchführung der Evaluationsstudien nahm einen wesentlichen Anteil der Bearbeitungszeit der Forschungsarbeit von ca. eineinhalb Jahren (Oktober 2015 bis Februar 2017) in Anspruch. Bei der Durchführung, Dokumentation und Analyse der Evaluation und der Ergebnisse wurde stets auf Vollständigkeit und Nachvollziehbarkeit geachtet. Diese Aspekte waren die größten Herausforderungen und sollten bei der Durchführung von Evaluationsstudien sorgfältig geplant und nicht vernachlässigt werden.

Die gewonnenen Erkenntnisse wurden über die ganze Forschungsarbeit begründet hergeleitet und unter den gegebenen Rahmenbedingungen, wie limitierte/r Ressourcen und Unternehmenszugang, systematisch bewertet. Wie in der Einleitung der Arbeit gezeigt wurde (siehe Kapitel 1), sind die dokumentierten Erkenntnisse zur Bewältigung von Krisen in der Produktentwicklung begrenzt. Mit dieser Arbeit und den Erkenntnissen aus der Evaluation wurde ein wissenschaftlicher Beitrag zur methodischen Krisenbewältigung erarbeitet und Wissen aus der Industrie für die Wissenschaft dokumentiert.

Mit den Evaluationsstudien wurden Erkenntnisse zum Vorgehensmodell mit den dazugehörigen Methoden und Fragestellungen sowie zu den Prinzipien gewonnen. Die Studien zeigen, dass die entwickelten Unterstützungen für den Einsatz in Krisen geeignet sind. Unternehmen, die schon Richtlinien zum Vorgehen für Krisenbewältigung entwickelt haben, können den entwickelten Lösungsansatz in diese einbinden und damit die Leistungsfähigkeit ihres Krisenmanagements auf methodischer und menschlicher Ebene verbessern. Einige Fragestellungen, Methoden und Prinzipien wurden in den Studien überdurchschnittlich

⁵⁵ Detaillierte Ergebnisse: siehe Yao (2016).

bewertet. Abbildung 8-8 fasst die Top-Fragestellungen, Methoden und Prinzipien zusammen. Besitzt ein Unternehmen noch keine Unterstützungen zur Krisenbewältigung, wird auf Grundlage der Evaluation empfohlen, diese als Erstes zu implementieren. Möglichkeiten zur Implementierung zeigt Unterkapitel 7.4. Ihre Diskussion erfolgt in den Unterkapiteln 9.2 und 9.3.2.

Fragestellungen

Problemanalyse: Haben wir das Problem verstanden und ist uns das Ziel bekannt?

Ideengenerierung: Haben wir bekannte Lösungen für ähnliche Probleme gefunden?

Konzeptbewertung: Sind wir mit der Lösung zufrieden?

Methoden

Problemanalyse: Mind Mapping, Ursache-Wirkungs-Diagramm und 9-Felder-Denken

Ideengenerierung: Methode 635 und TRIZ-Innovationsprinzipien

Konzeptbewertung: Paarweiser Vergleich und Gewichtete Punktebewertung

Prinzipien

Prinzip #2: Herstellung und Aufrechterhaltung eines sicheren Zustands

Prinzip #5: Vier-Augen-Prinzip

Prinzip #9: Einsatz freier Ressourcen

Prinzip #10: Priorisieren, Planen und Delegieren von Aufgaben

Prinzip #14: Bewusste Nutzung zwischenmenschlicher Kommunikation

Abbildung 8-8: Zusammenfassung der Hauptekenntnisse der Evaluationsstudien

9 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Kapitel wird die Forschungsarbeit zusammengefasst. Anschließend werden das forschungsmethodische Vorgehen und die Ergebnisse reflektiert und der Mehrwert für die akademische Forschung sowie die industrielle Praxis aufgezeigt. Die Arbeit schließt mit einem Ausblick auf weitere Forschungen im Bereich der Krisenbewältigung in der Produktentwicklung.

9.1 Zusammenfassung

Krisen sind Ausnahmesituationen, die bei Nichtbewältigung gravierende Auswirkungen auf den Menschen, die Umwelt sowie Unternehmen und Projekte haben können. Im Gegensatz zu anderen Fachbereichen wurden Krisen und ihre Bewältigung in der Produktentwicklung nicht ausreichend aufbereitet. Dieser Forschungsbedarf lässt sich in vier Forschungslücken formulieren, denen sich diese Arbeit widmet:

1. Fehlendes Verständnis von Krisen in der Produktentwicklung und ihre Bewältigung.
2. Fehlende Dokumentation und Aufbereitung des impliziten Wissens über Krisen aus der industriellen Praxis.
3. Fehlender Wissenstransfer zu Krisen aus anderen Fachbereichen in die Produktentwicklung.
4. Fehlende situative Unterstützung der Entwickler in Krisen.

Die betrachteten Forschungslücken dieser Arbeit wurden in zwei Forschungsfragen zusammengefasst:

1. Forschungsfrage: **Welche wesentlichen Charakteristika haben Krisen in der Produktentwicklung und wie können diese strukturiert dargestellt werden?**
2. Forschungsfrage: **Welche Vorgehen und Methoden können Entwickler bei der Bewältigung von technischen Krisen unterstützen?**

Um diese Forschungsfragen zu beantworten, folgte die Forschungsarbeit dem forschungsmethodischen Vorgehen der *Design Research Methodology* von Blessing & Chakrabarti (2009). Die erste Forschungsfrage wurde mithilfe einer umfangreichen Literaturrecherche sowie einer empirischen Studie zu Krisen in der Industrie beantwortet. Mit der Literaturrecherche wurden drei Themengebiete identifiziert, die Krisen kategorisieren: *Psychologie*, *Naturkatastrophen* und *Wirtschaft* (siehe Abbildung 3-2). Diese Arbeit fokussiert den Bereich *Wirtschaft* und betrachtet detailliert Unternehmenskrisen und Krisen in Projekten. Die Ergebnisse wurden strukturiert im Krisenmodell für die Produktentwicklung (siehe Unterkapitel 3.3) dokumentiert. Das Krisenmodell gliedert sich in die drei Elemente *Krisenursachen*, *Krisenprozess* und *Krisenauswirkungen*. Die drei Elemente wurden im Stand der Forschung (siehe Kapitel 3) ausführlich beschrieben. Es wurde eine Wissensbasis zu Krisen aufgebaut. Neben der Beschreibung von Krisen im Krisenmodell besteht diese Wissensbasis aus einer Krisendefinition für die Produktentwicklung und Kontextfaktoren von Krisen. Erweitert wird diese Wissensbasis um

die Ergebnisse der empirischen Studie (siehe Kapitel 4), die Beispielsituationen und Erfolgsfaktoren umfasst. Mit diesen Resultaten wurde die erste Forschungsfrage beantwortet.

Aufbauend auf diesen Ergebnissen und zusammen mit den Grundlagen zum methodischen Problemlösen und Verhalten unter Zeitdruck (siehe Kapitel 2) wurde der Lösungsansatz zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage erarbeitet. Für den Lösungsansatz wurden aufgaben-, anwender-, entwicklungsprozess- und evaluationsspezifische Anforderungen sowie Anforderungen an das menschliche Verhalten in Krisen abgeleitet (siehe Tabelle 5-5). Ausgehend davon wurde der Lösungsansatz hergeleitet. Der Lösungsansatz ordnet sich in einen Krisenbewältigungsprozess (siehe Abbildung 3-21) für die Produktentwicklung ein. Der Prozess gliedert die Krisenbewältigung in die drei Phasen *Vorbereitung*, *Krisenbewältigung* und *Nachbereitung* (siehe Abbildung 6-2). Mit dem Lösungsansatz wird die zweite Phase unterstützt (siehe Kapitel 7). Der Ansatz besteht aus einem *Vorgehensmodell* und *Prinzipien zur Krisenbewältigung*. Das Vorgehensmodell unterstützt die methodische Krisenbewältigung und besteht aus den drei Hauptschritten *Problemanalyse*, *Ideengenerierung* und *Entscheidungsfindung*. Des Weiteren sind dem Vorgehensmodell die drei Lösungskomponenten *Heuristiken zur Identifikation von Krisen*, *Fragestellungen zur Identifikation des passenden Vorgehensschritts* und *Methoden zur Krisenbewältigung* zugeordnet (siehe Abbildung 7-2). Für eine erfolgreiche Krisenbewältigung ist aber nicht nur ein systematischer Problemlöseprozess notwendig, sondern auch das Verhalten der Beteiligten. Dieses wird durch die 16 Prinzipien zur Krisenbewältigung unterstützt. Die Prinzipien wurden in Zusammenarbeit mit der Berufsfeuerwehr München und einem Luftfahrtunternehmen sowie aufbauend auf der Literatur zum *Crew Resource Management* erarbeitet. Die Prinzipien unterstützen z. B. die Teamkoordination und -kommunikation oder die Priorisierung von Aufgaben. Die Prinzipien sind in die vier Kategorien *Arbeiten unter Druck*, *Führung*, *Kommunikation* und *Zusammenarbeit* eingeteilt. Die Kategorien sollen die Anwender dabei unterstützen, die passenden Prinzipien für die jeweilige Krise zu ermitteln und zielorientiert einzusetzen.

Der Lösungsansatz wurde in vier Studien evaluiert (siehe Kapitel 8). Diese fanden einerseits in Zusammenarbeit mit zwei Industriepartnern, der Magazino GmbH und der Hilti AG, statt, andererseits im Rahmen von akademischen Studien (siehe Tabelle 8-2). Damit wurde der Ansatz bewertet und die Anwendbarkeit sowie Gültigkeit überprüft. Die Evaluation zeigte, dass die folgenden Methoden für den Einsatz in Krisen geeignet sind:

- Problemanalyse: Mind Mapping, Ursache-Wirkungs-Diagramm und 9-Felder-Denken
- Ideengenerierung: Methode 635 und TRIZ-Innovationsprinzipien
- Konzeptbewertung: Paarweiser Vergleich und Gewichtete Punktbewertung

Ebenso unterstützen die folgenden Fragestellungen die Reflexion des Krisenbewältigungsvorgehens:

- Problemanalyse: Haben wir das Problem verstanden und ist uns das Ziel bekannt?
- Ideengenerierung: Haben wir bekannte Lösungen für ähnliche Probleme gefunden?
- Konzeptbewertung: Sind wir mit der Lösung zufrieden?

Die Evaluation ergab, dass die folgenden Prinzipien häufig angewendet werden und sich als Einstiegspunkt für die Prinzipienanwendung eignen:

- Prinzip #2 Herstellung und Aufrechterhaltung eines sicheren Zustands
- Prinzip #5 Vier-Augen-Prinzip
- Prinzip #9 Einsatz freier Ressourcen
- Prinzip #10 Priorisieren, Planen und Delegieren von Aufgaben
- Prinzip #14 Bewusste Nutzung zwischenmenschlicher Kommunikation

Die Arbeit schließt mit einer ausführlichen Reflexion des forschungsmethodischen Vorgehens und der Ergebnisse (siehe Unterkapitel 9.2). Schwerpunkte der Reflexion des forschungsmethodischen Vorgehens sind einerseits die Anwendbarkeit der *Design Research Methodology*, andererseits die Geheimhaltungspflicht, die die empirischen Studien und Zusammenarbeit mit der Industrie erschwerte. Bei den Forschungsergebnissen werden u. a. das Krisenmodell und seine Erweiterbarkeit diskutiert. Ebenso werden der Lösungsansatz und die Evaluation reflektiert. Bei dieser ist die Simulation und damit verbundene Vergleichbarkeit von Untersuchungssituationen die größte Herausforderung. Abschließend betrachtet die Reflexion die Forschungsziele und -fragen. Durch die erarbeiteten analytischen und empirischen Ergebnisse sowie durch den Lösungsansatz wurde in dieser Arbeit ein Beitrag zum Schließen der Forschungslücken geleistet.

9.2 Reflexion des Forschungsvorgehens und der Forschungsergebnisse

In diesem Unterkapitel werden das forschungsmethodische Vorgehen und die Forschungsergebnisse kritisch betrachtet. Hinsichtlich des forschungsmethodischen Vorgehens werden das allgemeine Vorgehen, die Literaturrecherche, die empirischen Studien und die Evaluation reflektiert. Die Forschungsergebnisse werden entsprechend den beiden Forschungsfragen anhand des Krisenmodells, der Kontextfaktoren sowie der beiden Lösungselemente diskutiert. Das Unterkapitel schließt mit einer allgemeinen Betrachtung der Forschungsziele und -fragen.

Das forschungsmethodische Vorgehen dieser Arbeit orientierte sich an der *Design Research Methodology* von Blessing & Chakrabarti (2009). Das Vorgehen wurde von Beginn an angewendet, wodurch die Forschung strukturiert geleitet wurde und die Forschungsarbeit zielorientiert bearbeitet werden konnte. Im Mittelpunkt der *Design Research Methodology* stehen unterschiedliche Modelle, wie das ARC-Diagramm⁵⁶, das Referenzmodell (engl. reference model) oder das Auswirkungsmodell (engl. impact model). Während der Forschungsarbeit wurden die unterschiedlichen Modelle erarbeitet und teilweise publiziert (siehe Münzberg et al. (2015)). Einerseits unterstützten diese Modelle die Forschungsarbeit, indem Zwischenergebnisse dokumentiert und eine Diskussionsgrundlage für Forschungspartner und Partner aus der Industrie geschaffen wird, andererseits waren die Modelle sehr theoretisch. Für eine Präsentation der Forschungsergebnisse auf Fachkonferenzen waren die Modelle zu umfangreich, um diese vollständig zu erläutern. Detaildiskussionen waren schwierig, da die hinterlegten Literaturquellen bzw. Textbelege den Partnern größtenteils nicht bekannt waren.

⁵⁶ ARC-Diagramm (engl. ARC diagram): Diagramm der relevanten und beitragenden Bereiche (engl. areas of relevance and contribution) (Blessing & Chakrabarti 2009, S. 63 ff.).

Ebenso wurden die Modelle bewusst nicht für die schriftliche Ausarbeitung der Arbeit verwendet, da sowohl der Erläuterungsaufwand als auch die Modellinterpretation zu aufwendig gewesen wären. Stattdessen wurden die Inhalte extrahiert und flossen in unterschiedliche Ergebnisse, wie z. B. die Betrachtungsbereiche der Dissertation (siehe Abbildung 1-2), das Krisenmodell (siehe Abbildung 3-7) oder die Lösungskomponenten (siehe Kapitel 7), ein. Die Anwendung der Modelle wird generell empfohlen. Sie sollte aber situationsspezifisch geschehen, da die Modelle den Bearbeitungsaufwand erhöhen.

Ausgehend von der Betrachtung des allgemeinen forschungsmethodischen Vorgehens werden die Literaturrecherche und die empirischen Studien reflektiert. Es wurde eine umfangreiche Literaturrecherche in fünf verschiedenen Datenbanken durchgeführt. Für die in dieser Arbeit dokumentierte Suche wurden fünf deutsch- bzw. englischsprachige Suchbegriffe⁵⁷ verwendet. Diese brachten die bestmöglichen Ergebnisse. In begleitenden Studienarbeiten (Beck, 2015; Bennour, 2015; Wang, 2015; Wischniowski, 2015) wurden ergänzende Literaturrecherchen mithilfe von Recherchestrategieplänen (Biedermann et al., 2013, S. 31) durchgeführt, mit denen weitere Suchbegriffe identifiziert und kombiniert wurden. Die Literaturrecherche zeigte die Vielfältigkeit von Krisen (siehe Abbildung 3-2), die in unterschiedlichen Fachbereichen untersucht werden. Eine fachbereichsübergreifende Definition wurde nicht identifiziert. Stattdessen liegt ein generelles Verständnis von Krisen vor, das fachbereichsspezifisch konkretisiert wird.

Für den Stand der Forschung dieser Arbeit wurden Unternehmenskrisen und Krisen in Projekten betrachtet. Der Betrachtungsrahmen der Arbeit konnte dadurch sinnvoll eingegrenzt werden, um ein Verständnis von Krisen in der Produktentwicklung aufzubauen. Um Krisen und ihre Krisenbewältigung in der Produktentwicklung umfänglich zu beschreiben, sind jedoch weitere analytische sowie empirische Studien notwendig. Ergänzend zu den durchgeführten Betrachtungen sollte in weiteren Forschungsarbeiten der Fachbereich *Wirtschaft* weiter untersucht und durch den Fachbereich *Psychologie* ergänzt werden, um auf der einen Seite den Stand der Forschung weiterauszuarbeiten und auf der anderen Seite den Lösungsansatz um weitere Vorgehen oder Prinzipien zu ergänzen. Als spezielle Themen des Fachbereichs *Psychologie* sollten *Kommunikation* und *Verhalten in Krisen* betrachtet werden. Einen möglichen Anknüpfungspunkt bietet die Dissertation von Richter (2007), *Interne Kommunikation im Krisenmanagement*.

In dieser Arbeit wurden zwei empirische Studien, eine Interviewstudie sowie eine Beobachtung- und Workshopstudie durchgeführt (siehe Kapitel 4). **Dabei war die Geheimhaltungspflicht die größte Herausforderung bei der Zusammenarbeit mit den Partnern aus der Industrie.** Krisen sind unternehmensgefährdende Situationen. Unternehmen berichten kaum über Krisen, da schon eine falsche Berichterstattung zu negativen Auswirkungen bei Unternehmen führen kann. Für die akademische Forschung bedeutet die Geheimhaltungspflicht, dass Situations- oder Prozessbeschreibungen abstrahiert geschehen oder keine Unternehmensnamen genannt werden dürfen. Für diese Arbeit bedeutete dies konkret, dass die drei Beispielsituationen (Unterkapitel 4.1.2) verfremdet wurden und der zweite Partner der Beobachtungs- und Workshopstudie, das Unternehmen aus der Luftfahrt, nicht konkretisiert wurde. Für die

⁵⁷ Verwendete Suchbegriffe: Krise, crisis, Krisenbewältigung, Krisenmanagement und crisis management.

Krisenforschung heißt dies generell, dass viele Beschreibungen abstrakt bleiben und für Dritte schwer nachvollziehbar sind.

Für weitere Forschungsarbeiten im Bereich der Krisenbewältigung sind Unternehmenspartner sowohl für den Verständnisaufbau als auch für die Anwendung und Evaluation von Forschungsergebnissen zwingend notwendig. Unternehmen sollten dabei nicht nur die negativen Folgen betrachten, denn ein ganzheitliches Krisenmanagement steigert die Leistungsfähigkeit von Unternehmen. Dadurch können sie nicht nur Krisen zielorientiert begegnen, sondern diese durch geeignete Präventionsmaßnahmen verhindern. Gerade kleine und mittlere Unternehmen würden von solchen Maßnahmen profitieren, da diese meistens kein Krisenmanagement besitzen und Krisen damit existenzgefährdend sind. Die Maßnahmen könnten dabei sogar auf das Alltagsgeschäft übertragen werden und damit den Mehrwert weiter erhöhen.

Um der Herausforderung der Geheimhaltung zu begegnen, wurden in dieser Forschungsarbeit Entwicklungsteams während eines Hochschulpraktikums (Yao, 2016) und das studentische Entwicklungsteam *TUfast* (Hertrich, 2016; Frühling, 2015) untersucht. In diesen Arbeiten wurden Erkenntnisse zu Krisen und deren Bewältigung erlangt. Diese ersetzen Untersuchungen in der Industrie zwar nicht, können aber als Einstiegs- oder Ergänzungsstudien dienen.

Die Evaluation der Lösungselemente wurde in vier Studien durchgeführt und stellte einen wesentlichen Teil der Forschungstätigkeiten dar (siehe Kapitel 8). Die frühzeitige Planung und Durchführung der Evaluation erlaubte es, die Evaluation bei zwei Industriepartnern, der Magazino GmbH und der Hilti AG, sowie im Rahmen des Hochschulpraktikums *Think.Make.Start.* durchzuführen. Mit Vor- und Nachbereitungsaufwand nahm jede Studie ca. ein Dreivierteljahr in Anspruch. Die Evaluationsvorgehen orientierten sich dabei sowohl an Ansätzen aus den Sozialwissenschaften und der Psychologie als auch an der *Design Research Methodology*. Da es neben der *Design Research Methodology* kaum andere forschungsmethodische Ansätze für die Produktentwicklung gibt, erweiterten diese Vorgehen die gewählte Forschungsmethodik sinnvoll. Für die Untersuchung der Teilnehmer des Hochschulpraktikums und des studentischen Entwicklungsteams waren die Vorgehen von Yin (2014) und Field & Hole (2003) sehr hilfreich. Die SQ3R-Methode von Robinson (1970) unterstützte die Literaturanalyse (Unterkapitel 8.6).

Die *Design Research Methodology* schlägt drei Arten der Evaluation vor: Lösungsansatz- (engl. support evaluation), Anwendungs- (engl. application evaluation) und Erfolgsevaluation (engl. success evaluation). Zur Orientierung und Planung sind diese drei Arten sehr hilfreich. Die Auswertung der verschiedenen Evaluationen kann anhand des Auswirkungsmodells (engl. impact model) durchgeführt werden (Blessing & Chakrabarti, 2009, 184 f.). Voraussetzung dafür ist ein vollständiges Auswirkungsmodell, das in dieser Arbeit nicht erstellt werden konnte. Deshalb war nur eine initiale Anwendungsevaluation möglich.

Die Messdaten der Evaluationsstudien lagen größtenteils als ordinale Daten vor. Dies erschwerte eine direkte quantitative Datenauswertung. Als wirksames Auswertungswerkzeug erwies sich der Rangkorrelationskoeffizient *Kendalls Tau* (siehe Anhang A19). Dieser erlaubt statistische Auswertungen von ordinalen Daten und ist gleichzeitig für kleine Stichproben geeignet. Der Einarbeitungs- und Anwendungsaufwand ist dabei mit wenigen Stunden verhältnismäßig gering. Ebenso kann die Auswertung mit einfachen Tabellenkalkulationsprogrammen durchgeführt werden und benötigt keine statistische Software.

Die größte Herausforderung der Evaluation des Lösungsansatzes war die Simulation von Krisen. Während der Zusammenarbeit mit den Industriepartnern traten keine direkten Krisen auf, in denen der Ansatz evaluiert werden konnte. In Experimenten oder Workshops sowohl an der Universität als auch in der Industrie konnte sehr gut das Merkmal *Zeitdruck* simuliert werden. Andere Merkmale, wie die Überraschung der Situation oder der psychischer Stress, der auf die Beteiligten wirkt, konnte nur im Experiment des Hochschulpraktikums erzeugt werden. Um Unterstützungen für Krisen zu simulieren, sollte am besten ein „Experiment unter Laborbedingungen“ durchgeführt werden. Bei diesem Experiment sollte den Untersuchungsteams eine vorab geplante Entwicklungsaufgabe zur Lösung einer technischen Krise gestellt werden. Das Experiment sollte reproduzierbar sein, damit es mit mehreren Teams unter vergleichbaren Versuchsbedingungen durchgeführt werden kann. Durch einen solchen Aufbau können Krisenbewältigungen mit und ohne Lösungsansatz gegenübergestellt und analysiert werden. Um nicht nur den Zeitdruck als Krisenkriterium auf das Team wirken zu lassen, sollte das Experiment zusammen mit Sozialwissenschaftlern oder Psychologen geplant, durchgeführt und ausgewertet werden.

Nach der Betrachtung der Forschungsmethodik werden die Forschungsergebnisse dieser Arbeit reflektiert. Die Ergebnisse unterteilen sich in theoretische und anwendbare Ergebnisse, die die erste bzw. zweite Forschungsfrage beantworten.

Die Ergebnisse der Literaturrecherche wurden im Krisenmodell zur Beschreibung von Krisen in der Produktentwicklung zusammengefasst. Die Entwicklung des Modells orientiert sich dabei am *Systems-Engineering*-Ansatz von Haberfellner & Daenzer (2002) und Haberfellner et al. (2015). Der Input in das Modell sind dabei die Krisenursachen. Die Übergangsfunktion ist der Krisenprozess. Der Output schließlich sind die Krisenauswirkungen. Ausgehend von fünf Modellen von Entwicklungssituationen (siehe Unterkapitel 3.2.2) und der bewertenden Zusammenfassung (siehe Unterkapitel 3.2.3) sollte die These überprüft werden, ob jegliche Entwicklungssituation als Ursache-Wirkungs-Beziehungen bzw. Input-Output-Beziehungen dargestellt werden kann.

Das entwickelte Krisenmodell stellt eine starke Vereinfachung der Entwicklungssituation *Krise* dar. Krisen sind jedoch komplex. Die Ursachen von Krisen sind vielschichtig und meist multikausal. Trotz Informationsmangel und aufgrund des Zeitdrucks müssen Entscheidungen getroffen werden, deren Auswirkungen meist erst viel später detailliert abgeschätzt werden können. Krisenprozesse sind nicht stereotyp, sondern für jede Krise individuell. Um Krisen dennoch beschreibbar zu machen, wurden Krisen mit den drei Elementen *Krisenursachen*, *Krisenprozess* und *Krisenauswirkungen* dargestellt. Das vorgestellte Modell ist jedoch erweiterbar, um damit die kausalen Zusammenhänge von Krisen detailliert zu veranschaulichen. In Abbildung 9-1 werden unterschiedliche Kombinationen der Elemente des Krisenmodells dargestellt. So können mehrere Ursachen eine Auswirkung bedingen oder eine Ursache mehrere Auswirkungen haben (siehe Abbildung 9-1 a) und b)). Ebenso kann es zwischen einer Ursache und einer Auswirkung mehrere Krisenprozesse geben (siehe Abbildung 9-1 c)). Hinzu kommt, dass Krisen selten als einfache Ursache-Wirkungs-Beziehung dargestellt werden können, meistens sind sie eine Kette von mehreren Kausalbeziehungen. Dadurch können Auswirkungen auch wieder zu Ursachen weiterer Auswirkungen werden (siehe Abbildung

9-1 d)). Durch diese Kombination können die Wirkzusammenhänge von Krisen, wie z. B. Iterationen oder Rekursionen, dargestellt werden.

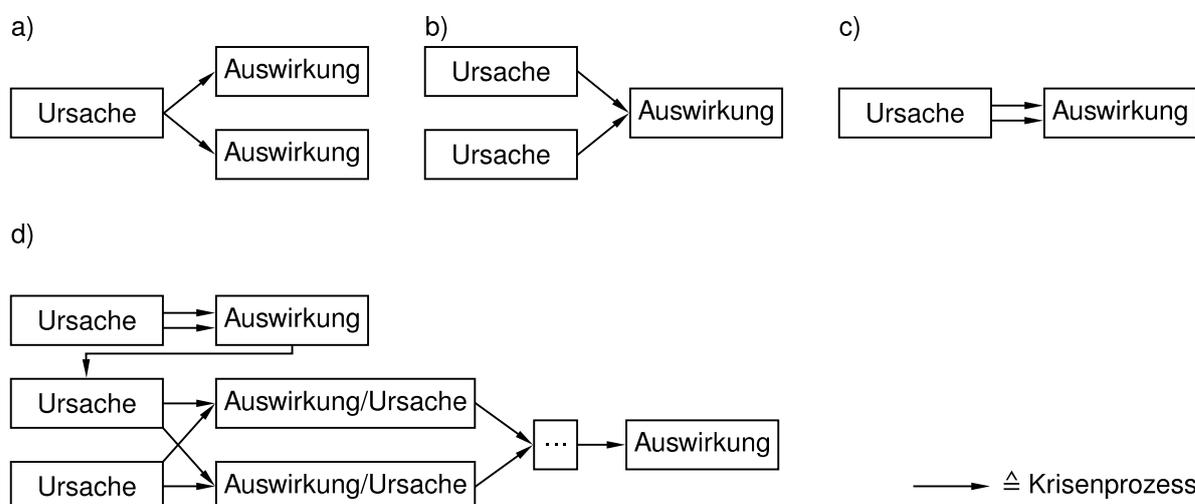


Abbildung 9-1: Erweiterungsmöglichkeiten des Krisenmodells

Die Kontextfaktoren von Krisen (siehe Unterkapitel 3.4.2) wurden auf Grundlage der erarbeiteten Wissensbasis aus der Kontextfaktorensammlung für Entwicklungssituationen von Gericke et al. (2013) abgeleitet. Diese erarbeiteten Kontextfaktoren entstammen einer umfangreichen Literaturrecherche. Gericke et al. (2013) kategorisierten die Faktoren entsprechend der Auflösungsebenen von Entwicklungsaufgaben nach Hales & Gooch (2004) (siehe Unterkapitel 3.4.2). Für diese Arbeit wurden nur die Faktoren der Ebene *Projekte* analysiert. In weiteren Arbeiten können einerseits die Faktoren der anderen Ebenen untersucht werden, andererseits sollten die Faktoren in Interviewstudien mit Experten aus der Industrie evaluiert werden. Werden die Kontextfaktoren von Experten bestätigt oder erweitert, können diese auch als Ausgangsbasis zur Entwicklung von Heuristiken dienen.

Der erarbeitete und evaluierte Lösungsansatz besteht aus zwei Lösungselementen, dem *Vorgehensmodell* und den *Prinzipien zur Krisenbewältigung*. Schon in frühen Phasen der Forschungsarbeit war ersichtlich, dass eine rein methodische Unterstützung nicht ausreichend ist, um Entwicklungsteams bei der Krisenbewältigung zu unterstützen. Im Mittelpunkt der Krisenbewältigung steht der Mensch. Nur wenn Teams effektiv und effizient zusammenarbeiten, kann das Problem schnell analysiert und gelöst werden. Übereilte Handlungen und hektische Entscheidungen führen zu Fehlentscheidungen oder vermeidbaren Iterationen, die den Projekterfolg gefährden. Das Vorgehensmodell und die Prinzipien setzen den Menschen und das Entwicklungsteam in den Mittelpunkt. Im *Vorgehensmodell zur Krisenbewältigung* werden die Anwender regelmäßig zur Reflexion der gewählten Problemlösung aufgefordert. Die erarbeiteten 15 *Fragestellungen zur Identifikation des passenden Vorgehensschritts* (siehe Unterkapitel 7.1.2) entstammen einer umfangreichen Literaturrecherche. Bei der Auswahl der Fragestellungen wurden bewusst Entscheidungsfragen (Ja-/Nein-Entscheidungen) ausgewählt. Für erfahrene Anwender können die Fragestellungen um Ergänzungsfragen erweitert werden. Ebenso sollten unternehmensspezifische Fragestellungen erarbeitet und in das Vorgehensmodell eingefügt werden, um die Anwendbarkeit im Unternehmen zu erhöhen. Die hier ausgewählten Fragestellungen wurden in Zusammenarbeit mit der Hilti AG erarbeitet und

evaluiert. Bevor die Fragestellungen in anderen Unternehmen angewendet werden, sollte die Bewertung mithilfe des Rangkorrelationskoeffizienten *Kendalls Tau* für das jeweilige Unternehmen erneut durchgeführt werden.

Ebenso, wie die Fragestellungen, wurden die *Methoden zur Krisenbewältigung* mit einer Literaturrecherche ermittelt und entsprechend den Anforderungen ausgewählt (siehe Unterkapitel 7.1.3). Im Gegensatz zu den Fragestellungen konnte dabei auf unterschiedliche Methodensammlungen in der Literatur zurückgegriffen werden. In den Grundlagen wurden auch mehrere digitale Methodensammlungen vorgestellt (siehe Unterkapitel 2.3). Diese ermöglichen einen leichteren Methodenzugang und eine schnelle Identifikation von geeigneten Methoden. In die Recherche wurden die digitalen Methodendatenbanken nicht eingebunden. Hauptgrund dafür waren die nicht einheitlichen Suchmasken, die eine vergleichbare Recherche über mehreren Datenbanken verhinderten. Ebenso ist die Anwendbarkeit der unterschiedlichen Datenbanken noch ausbaufähig. Oft sind diese an bestimmte Vorgehensmodelle geknüpft. Diese Modelle sind aber nur lokal verbreitet, wodurch Dritten, die keine Erfahrungen mit den Modellen haben, der Zugang erschwert wird.

Als einziger Autor in der Produktentwicklung beschreibt Lindemann (2009, S. 213 ff.) ein konkretes Vorgehen zur Krisenbewältigung mit zugehörigen Methoden. Als konkrete Methoden schlägt Lindemann (2009, S. 219) *Szenariotechniken*, *Failure Mode and Effects Analysis* und *Checklisten* vor. Die ersten beiden Methoden wurden in dieser Arbeit nicht für den Einsatz in Krisen in Betracht gezogen. Dies liegt daran, dass diese Methoden sowohl eine hohe Einarbeitungszeit als auch Anwendungszeit haben. Diese entsprachen nicht den festgelegten Anforderungen. Methoden-Erfahrene sollten diese Methoden aber auch für den Einsatz in Krisen in Erwägung ziehen, da sie qualitativ hochwertige Ergebnisse liefern, die sehr gute Entscheidungsgrundlagen sind. Mit Prinzip #3 *Verwendung von Checklisten mit genauen Vorgehensweisen* wurden Checklisten ebenfalls als geeignete Hilfsmittel für Krisen ermittelt. Es empfiehlt sich, unternehmensspezifische Checklisten im Rahmen von Krisenpräventionen oder -nachbereitungen zu erarbeiten (siehe Unterkapitel 8.7).

Die dritte Lösungskomponente umfasst die *Heuristiken zur Identifikation von Krisen*. Diese ist die einzige Komponente, die nicht evaluiert wurde. Die Heuristiken wurden während eines zweimonatigen Auslandsaufenthalts an der Technical University of Denmark (DTU) zusammen mit Forscherinnen der Engineering-Systems-Gruppe erarbeitet. Im Rahmen dieses Aufenthalts war die Zeit für eine Kooperation mit Industriepartnern nicht ausreichend. Erste Workshops zur Anwendung der Prinzipien in Entscheidungssituationen in der Industrie waren während der Ausarbeitung dieser Forschungsarbeit noch in Planung. Für die Ergebnisse dieser Workshops wird auf die Arbeiten von Verena Stingl (DTU) verwiesen.

Die Verwendung von *adaptiven Heuristiken* ist eine wesentliche Ergänzung zur Unterstützung des menschlichen Verhaltens im Vorgehensmodell. Da in Krisen Entscheidungen unter Zeitdruck und mit Informationsmangel getroffen werden müssen, erfüllen traditionelle Entscheidungsfindungsmethoden nicht diese Anforderungen. Durch das Ausblenden bestimmter Informationen und die Anpassung an das menschliche Denkverhalten sind *adaptive Heuristiken* ein lohnenswerter Ansatz für die Entscheidungsfindung in Krisen, aber auch für die Ergänzung der Konstruktionswissenschaft. Für den erfolgreichen Einsatz dieser Heuristiken ist aber das Erfahrungswissen von Experten von Bedeutung. Deshalb sollten die Heuristiken, wie in der

Implementierung des Lösungsansatzes beschrieben (siehe Unterkapitel 7.4), unternehmensspezifisch erarbeitet werden. Einen Startpunkt für die Identifikation von geeigneten Hinweisen für die Heuristiken liefern die Indikatoren von Krisen (siehe Unterkapitel 3.3.1) sowie die Kontextfaktoren von Entwicklungssituationen (siehe oben).

Die *Prinzipien zur Krisenbewältigung* wurden in Zusammenarbeit mit der Berufsfeuerwehr München und einem Unternehmen aus der Luftfahrt erarbeitet und mit der Literatur zum *Crew Resource Management* ergänzt. Die beiden Unternehmen standen für einen intensiven Austausch bereit. Neben diesen beiden Unternehmen wurde während der Arbeit auch Kontakt mit der Bundeswehr, dem Katastrophenschutz und der Bundespolizei aufgenommen. Jedoch kam es zu keiner engeren Zusammenarbeit. Für den weiteren Transfer von Wissen und Erfahrungen über Krisen sollte weiter mit fachbereichsübergreifenden Unternehmen zusammengearbeitet werden. Bei der Zusammenarbeit sollte darauf geachtet werden, dass ein bidirektionaler Austausch und Mehrwert für alle Beteiligten entsteht. Um dieser Herausforderung zu begegnen, wurden in Projektarbeiten und Präsentationen immer auch Anwendungsmöglichkeiten der Prinzipien bei den Partnern aufgezeigt.

Während bei der Berufsfeuerwehr München über das Stufenmodell in Abbildung 4-2 schnell geeignete Situationen identifiziert wurden, wurde bei dem Unternehmen aus der Luftfahrt keine direkte Krise ermittelt. Dies lag vor allem an dem unterschiedlichen Verständnis von Krisen. Während in der vorliegenden Forschungsarbeit Krisen als auch beherrschbar angesehen werden, wurde bei dem Unternehmen in der Luftfahrt eine Krise immer als unbeherrschbare Situation verstanden. Als Kompromiss wurde nach dem Verständnis des Unternehmens aus der Luftfahrt eine Sondersituation untersucht, die dem Krisenverständnis dieser Arbeit entspricht. Dieser Kompromiss zeigt auf, dass für die interdisziplinäre Zusammenarbeit eine gewisse Offenheit benötigt wird. In dieser Arbeit hat diese Offenheit ermöglicht, Alternativen zu identifizieren und so weitere Erkenntnisse zum Umgang in Krisen zu erarbeiten.

Es wird festgestellt, dass mit den Ausführungen dieser Forschungsarbeit die beiden Forschungsfragen aus Unterkapitel 1.3 beantwortet wurden. Damit wird ein erheblicher Beitrag zum Schließen der vier in Unterkapitel 1.2 aufgezeigten Forschungslücken geschaffen. Zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage – Welche wesentlichen Charakteristika haben Krisen in der Produktentwicklung und wie können diese strukturiert dargestellt werden? – wurde eine Wissensbasis über Krisen in der Produktentwicklung erarbeitet. Diese besteht aus dem Krisenmodell, den Kontextfaktoren von Krisen, dem Krisenprozess sowie Beispielsituationen von Krisen in der Industrie und Erfolgsfaktoren (siehe Tabelle 9-1 linke Spalte). Diese Ergebnisse beschreiben die Unterkapitel 3.4 und 4.1.2. Zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage – Welche Vorgehen und Methoden können Entwickler bei der Bewältigung von technischen Krisen unterstützen? – wurde der Lösungsansatz bestehend aus dem Vorgehensmodell zur Krisenbewältigung mit den dazugehörigen Lösungskomponenten und den Prinzipien zur Krisenbewältigung erarbeitet (siehe Tabelle 9-1 rechte Spalte). Dieser wurde in Kapitel 7 vorgestellt.

Abschließend wird betont, dass Krisenbewältigungsmaßnahmen immer an das jeweilige Unternehmen und die situativen Rahmenbedingungen angepasst werden müssen. Denn keine Krise ist gleich!

Tabelle 9-1: Zuordnung der Forschungsergebnisse zu den Forschungsfragen

Ergebnisse zur Beantwortung der ...	
... 1. Forschungsfrage	... 2. Forschungsfrage
<ul style="list-style-type: none"> • Krisenmodell • Kontextfaktoren von Krisen • Krisendefinition • Erfolgsfaktoren • Beispielsituationen 	<ul style="list-style-type: none"> • Vorgehensmodell zu Krisenbewältigung mit <ul style="list-style-type: none"> ○ Heuristiken ○ Fragestellungen ○ Krisenbewältigungsmethoden • Prinzipien zur Krisenbewältigung

9.3 Mehrwert für die Forschung und Industrie

Mit der Beantwortung der beiden Forschungsfragen trägt diese Forschungsarbeit dazu bei, die Diskrepanz zwischen vorhandenem, implizitem Wissen über Krisen in der Industrie und nichtvorhandenem, explizitem Wissen in der akademischen Forschung der Produktentwicklung zu schließen. Die erarbeiteten Ergebnisse leisten dabei sowohl einen Beitrag für die akademische Forschung sowie Unterstützungen für die industrielle Praxis, um Krisen effektiv und effizient zu bewältigen.

9.3.1 Mehrwert für die akademische Forschung

Mit den Untersuchungen zu Krisen und ihrer Bewältigung in der Produktentwicklung trägt die durchgeführte Forschung in folgenden vier Punkten zur Konstruktionsmethodik bei.

Erstens wurde die Entwicklungssituation *Krise* durch die umfangreiche Literaturrecherche und den Aufbau der Wissensbasis konkretisiert. Die Ausgangsdefinition von Lindemann (2009, S. 338) wurde durch die Forschungsarbeit ausgearbeitet und um Merkmale von Krisen aus anderen Fachbereichen ergänzt. Mit dem Krisenmodell und den Kontextfaktoren wurden Beschreibungsansätze der Entwicklungssituation *Krise* geschaffen. Zusätzlich wurden die unterschiedlichen Fachbereiche, in denen Krisen untersucht werden, aufgezeigt. Diese dienen als Anknüpfungspunkte für weitere Forschungsprojekte.

Zweitens konnte das implizite Wissen über Krisen aus der Industrie und von Unternehmen anderer Fachbereiche dokumentiert werden. Die Beispielsituationen zeigen die Vielfältigkeit von Krisen auf. Das Interviewvorgehen kann für die Untersuchung weiterer Krisen oder anderer Entwicklungssituationen verwendet werden. Mit den Untersuchungen bei der Berufsfeuerwehr München und dem Unternehmen aus der Luftfahrt wurden erfolgreich Vorgehen und Verhaltensweisen zur Krisenbewältigung in die Produktentwicklung überführt.

Drittens wurden durch die systematische Recherche und Analyse von Produktentwicklungsmethoden 38 Methoden zur Krisenbewältigung identifiziert. Dieses Wissen kann in Methodenbeschreibungen in der Literatur bzw. in digitale Datenbanken einfließen. Dadurch können Entwickler befähigt werden, zielorientiert und situationsabhängig Methoden auszuwählen. Damit leistet diese Arbeit einen Beitrag, die theoretischen Ergebnisse der Konstruktionsmethodik in die industrielle Praxis zu überführen.

Viertens wurden über 600 Fragestellungen identifiziert, die während der Entwicklung technischer Produkte auftreten können. In dieser Arbeit wurden die Fragestellungen zum

Einsatz in Krisenbewältigungsprojekten analysiert. Die Sammlung von Fragestellungen kann jedoch hinsichtlich anderer Entwicklungssituationen oder Problemlöseschritte analysiert oder erweitert werden. Damit dient diese Sammlung ebenfalls als Anknüpfungspunkt für weitere Forschungsprojekte in der Produktentwicklung.

9.3.2 Mehrwert für die industrielle Praxis

Die folgenden drei Punkte heben den Mehrwert dieser Arbeit für die industrielle Praxis vor:

Erstens werden Entwickler mit den beiden Lösungselementen *Vorgehensmodell* und *Prinzipien zur Krisenbewältigung* befähigt, Krisen systematisch zu analysieren und Lösungskonzepte zu erarbeiten. Das Vorgehensmodell ist schnell erlern- und anwendbar. Mit den *Heuristiken zur Identifikation einer Krise* können Entwicklungsteams schnell entscheiden, ob eine Situation eskaliert ist oder nicht. Die Heuristiken sind schnell zu erlernen und können unternehmensspezifisch angepasst werden. Durch die Anwendung der Heuristiken können Ressourcen zielgerichtet eingesetzt und Entwicklungssituationen schnell bewertet werden.

Zweitens unterstützen die Fragestellungen, die auf dem *reflexiven Dialog* aufbauen, die direkte Anwendbarkeit des Vorgehensmodells. Methoden-Anfänger können durch die Anwendung der Fragestellungen schnell entscheiden, in welcher Phase der operativen Krisenbewältigung sie sich befinden und ob ausreichend Informationen vorliegen. Es wurden bewusst nur Entscheidungsfragen, die mit *Ja* oder *Nein* zu beantworten sind, ausgewählt, um eine Entscheidung für eine Methodenanwendung schnellstmöglich herbeiführen zu können. Bei der Methodenanwendung wurde speziell auf die Bedürfnisse der Industrie Rücksicht genommen. Eine Methodenanwendung soll deshalb nicht länger als einen halben Arbeitstag (maximal vier Stunden) in Anspruch nehmen. Dafür wurde die Einarbeitungszeit auf 60 Minuten, die Anwendungszeit auf 180 Minuten limitiert. Damit Entwickler die Methoden schnell auswählen können, wurden die identifizierten Krisenbewältigungsmethoden den drei Vorgehensschritten *Problemanalyse*, *Ideengenerierung* und *Konzeptbewertung* zugeordnet und zusätzlich nach Einarbeitungs- und Anwendungszeit sowie Anzahl der Anwender kategorisiert. In der Evaluationsstudie 1 bei der Magazino GmbH wurden zudem eine Methodenbox und Methodenkarten erarbeitet, die für die Aufbereitung von Methoden auch in anderen Unternehmen verwendet werden können.

Drittens unterstützt das zweite Lösungselement *Prinzipien zur Krisenbewältigung* das Verhalten von Entwicklern in Krisen. Mit den Prinzipien können Entwickler vergangene Krisenbewältigungen analysieren und so das Vorgehen in zukünftigen Krisen verbessern. Die Prinzipien richten sich dabei speziell an Führungskräfte. Durch die Anwendung der Prinzipien können Fehler vermieden und die Sicherheit und Leistungsfähigkeit des Teams erhöht werden.

9.4 Ausblick

Aus den Erkenntnissen dieser Arbeit und den Evaluationsergebnissen ergeben sich weiterführende Handlungsfelder und Maßnahmen bezüglich des Verständnisaufbaus zu Krisen und Entwicklungssituationen im Allgemeinen sowie zu deren Unterstützung. Diese werden im Folgenden thematisiert. Dazu werden mögliche Vorgehensweisen zu ihrer Bearbeitung beschrieben.

Der erarbeitete Lösungsansatz fokussiert Krisen. Seine Anwendbarkeit begrenzt sich aber nicht nur auf diese Entwicklungssituation. Die industrielle Praxis verlangt nach einfach erlern- und anwendbaren Vorgehen und Methoden. In weiteren Forschungen sollte der Lösungsansatz an weitere Entwicklungssituationen und deren Problemlösung adaptiert werden. Um dies zielorientiert zu erreichen, sollten die Alleinstellungsmerkmale von Krisen im Vergleich zu anderen Situationen weiter herausgearbeitet werden. Ebenso sollten weitere Entwicklungssituationen identifiziert und entsprechend dem Vorgehen dieser Arbeit charakterisiert werden. Die Charakterisierung kann sich dabei an den Kontextfaktoren von Gericke et al. (2013) orientieren, die eine ausführliche Sammlung bereitstellen. Dabei stellen die Kontextfaktoren (siehe Unterkapitel 3.4.2) bzw. die Alleinstellungsmerkmale der jeweiligen Situation die Rahmenbedingungen für die jeweilige Methodenanwendung dar. Entsprechend diesen Rahmenbedingungen sollten einfache Vorgehen erarbeitet oder vorhandene adaptiert werden. Bei der Methodenauswahl sollten wenige, aber anwendbare Methoden betrachtet werden. Die Auswahl sollte dabei die Präferenzen der Anwender, die jeweiligen Unternehmensbedingungen sowie die Entwicklungssituation beachten. Es ergeben sich unterschiedliche Bedürfnisse. Kurzfristig sollten weitere Entwicklungssituationen ermittelt werden. Mittelfristig sollten diese Situationen durch Literaturrecherchen und empirische Studien charakterisiert werden. Wurde eine Wissensbasis zu unterschiedlichen Entwicklungssituationen aufgebaut, können diese langfristig gegenübergestellt und Alleinstellungsmerkmale herausgearbeitet werden. Daraus ergibt sich das Potenzial, entwicklungs-situations-spezifische Vorgehen und Methoden auszuwählen oder zu erarbeiten und einen Beitrag zur besseren Akzeptanz und einem erhöhten und zielorientierten Einsatz von Methoden in der Industrie zu leisten.

Es ergibt sich aber nicht nur weiterer Handlungsbedarf zur situations-spezifischen Methodenunterstützung. Im Bereich der Krisenforschung und deren Unterstützung in der Produktentwicklung stellt diese Forschungsarbeit erst einen kleinen Schritt dar. Die Erkenntnisse der theoretischen Betrachtungen und empirischen Untersuchungen von Krisen (siehe Kapitel 3 und 4) sollten noch weiter in die Unterstützungen zur Krisenbewältigung einfließen. Um Krisen effektiv und effizient zu bewältigen, sollten sich Entwickler der generellen Wirkmechanismen und Zusammenhänge von Krisen bewusst sein. Eine Krise gleicht nicht der anderen. Dies bedeutet, dass ein generelles Vorgehen, das ohne Anpassungen eingesetzt werden kann, nicht möglich ist. Die Erfahrungen der Beteiligten und ihre Entscheidungen beeinflussen den Ausgang der Krisenbewältigung. In einigen Situationen kann es von Vorteil sein, zunächst die Symptome zu bekämpfen und die Ursachen in späteren Entwicklungen zu beheben. In anderen Krisen ist genau eine umgekehrte Vorgehensweise vorteilhaft. Daraus ergeben sich folgende zwei Anforderungen. Erstens sollten mittelfristig die Theorie über Krisen, wie z. B. das Krisenmodell (siehe Abbildung 3-7), und die Unterstützungen, wie z. B. das *Vorgehensmodell zur Krisenbewältigung* (siehe Unterkapitel 7.1) und *Methoden zur*

Krisenbewältigung (siehe Unterkapitel 7.1.3) weiter miteinander verknüpft werden. Aufbauend auf diesem Vorgehen können mittel- oder langfristig weitere Methoden erarbeitet oder adaptiert werden und in Schulungen, wie Workshops, an die Industrie vermittelt werden.

In dieser Arbeit wurde eine initiale Anwendungsevaluation durchgeführt (siehe Kapitel 8). Entsprechend der verwendeten Vorgehen (siehe Tabelle 8-2) sollten weitere Evaluationen in Experimenten oder Industriekooperationen durchgeführt werden. Dadurch kann auf der einen Seite das *Vorgehensmodell zur Krisenbewältigung* mit den dazugehörigen Lösungskomponenten weiter evaluiert und ausgearbeitet werden. Forschungsbedarf ergibt sich, wie oben angesprochen, bei der Methodenauswahl und -adaption. Für die Industrie und die unternehmensspezifische Anpassung sollten die Fragestellungen weiter ausgearbeitet werden. Diese wurden in der Evaluation nur in der Zusammenarbeit mit einem Unternehmen beurteilt und ausgewählt. Auf der anderen Seite sollten die *Prinzipien zur Krisenbewältigung* weiter evaluiert werden. Die Studien (siehe Unterkapitel 8.5 und 8.6) indizieren, dass ihre Anwendung den Projekterfolg erhöht und sie (allgemein-)gültig für den Einsatz in Krisen sind. Um dies jedoch fundiert zu belegen, sollte eine Erfolgsevaluation angelehnt an die *Design Research Methodology* durchgeführt werden. Die beschriebenen Maßnahmen können im Rahmen von mittel- bis langfristigen Forschungsprojekten umgesetzt werden.

Für die genannten Tätigkeiten sind Industriepartner notwendig. Eine große Herausforderung dieser Forschungsarbeit war der Zugang zu Krisen in der Industrie und der Austausch mit Entwicklern aufgrund von Geheimhaltungsvorgaben. Deshalb konnte in dieser Forschungsarbeit keine konkrete Krise in der Industrie untersucht werden. Um die Konstruktionsmethodik und speziell die erarbeiteten Lösungsansätze für die Industrie besser anwendbar zu machen, sind Kooperationen zwischen der akademischen Forschung und der industriellen Praxis unabdingbar. Kurz- bis mittelfristig sollten Industriepartner identifiziert werden, die bereit sind, in Krisen mit Forschungseinrichtungen zusammenzuarbeiten. Erste Kooperationen können anhand von Studienarbeiten oder Workshops entstehen. Aufbauend auf diesen Kooperationen kann mittel- bis langfristig in Forschungsprojekten zusammengearbeitet werden. Forscher sollten Entwicklungsteams in Krisen begleiten, z. B. durch *Shadowing* oder *Tracking*, und diese gemeinsam mit ihnen analysieren. Ergebnis kann ein ganzheitliches Krisenbewältigungsvorgehen für die Produktentwicklung sein. Neben dem wertvollen und nicht zu vernachlässigenden Beitrag für die akademische Forschung, können Unternehmen durch ganzheitliche Krisenbewältigungsvorgehen (Vorbereitung, Krisenbewältigung und Nachbereitung) proaktiv auf Krisen reagieren und ihren wirtschaftlichen Erfolg durch effektive und effiziente Entwicklungsteams über Krisen hinaus erhöhen.

Abschließend wird auf die Kooperationen mit fachbereichsfremden Partnern eingegangen. Die Zusammenarbeit mit der Berufsfeuerwehr München sowie dem Unternehmen aus der Luftfahrt hat wertvolle Erkenntnisse zur Bewältigung von Krisen ergeben. Speziell das menschliche Verhalten, das in dieser Arbeit durch die *Prinzipien zur Krisenbewältigung* unterstützt wird, konnte in den Zusammenarbeiten verstanden und zielgerichtet unterstützt werden. Krisenbewältigungen betreffen immer das ganze Unternehmen. Interdisziplinäre Arbeit ist deshalb unabdingbar. Dies gilt sowohl bei der Erforschung und Entwicklung von Unterstützungen als auch bei der konkreten Bewältigung. Um die in dieser Arbeit gestarteten Kooperationen weiter fortzuführen, wird empfohlen, in der Forschung zu Krisen und zur Prävention von Krisen in

der Industrie mit fachbereichsfremden Partnern, wie z. B. der Ölfeldfeuerbekämpfung, der Bundeswehr oder der Notfallmedizin, zusammenzuarbeiten. Einerseits sind dafür Kooperationen zwischen dem Maschinenbau, Wirtschaftswissenschaften sowie der Soziologie und Psychologie notwendig, um die technischen Bereiche mit den verhaltensspezifischen Bereichen des Menschen zu verknüpfen. Andererseits sind Kooperationen zwischen verschiedenen Forschungsbereichen sowie mit Unternehmen notwendig, um erfolgreiche Vorgehensweisen anderer Disziplinen in die Technikwissenschaften und speziell den Maschinenbau, die Produktentwicklung und die industrielle Praxis einfließen zu lassen.

In dieser Arbeit wurde eine Wissensbasis über Krisen und ihre Bewältigung sowie Vorgehen zur Bewältigung von technischen Krisen erarbeitet. Diese Ergebnisse können mit den vorgeschlagenen Maßnahmen weiterentwickelt und für die industrielle Praxis konkretisiert werden. Wenden Unternehmen die Erkenntnisse und Ergebnisse dieser Arbeit an, können sie Krisen besser bewältigen. Statt mit überstürztem „Feuerwehrmanagement“ nur zu reagieren, können Entwickler ihr Verhalten an die Situation anpassen und systematisch in Krisen agieren.

10 Verzeichnisse

10.1 Literaturverzeichnis

9/11-Commission (2004a). *Staff Statement No. 13: Emergency preparedness and response*. [Online]. Verfügbar unter: http://govinfo.library.unt.edu/911/staff_statements/staff_statement_13.pdf (zuletzt geprüft am 16.01.2017).

9/11-Commission (2004b). *Staff Statement No. 14: Crisis Management*. [Online]. Verfügbar unter: http://govinfo.library.unt.edu/911/staff_statements/staff_statement_14.pdf (zuletzt geprüft am 16.01.2017).

Abram, L. (2015). *Identifikation und Transfer methodischer Ansätze aus fachfremden Bereichen zur systematischen Unterstützung der Krisenbewältigung in der Produktentwicklung*. Unveröffentlichte Masterarbeit (Nr. 131). München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.

Abram, L.; Münzberg, C. & Lindemann, U. (2016). *Crisis Situations in Engineering Product Development: Elaboration of Principles for effective Crisis Solving*. In: Boks, C.; Sigurjonsson, J.; Steinert, M.; Vis, C. & Wulvik, A. (Hrsg.), Tagungsband NordDesign 2016, Bd. 2, Trondheim (Norwegen), S. 93–102.

Abts, D. & Mülder, W. (2009). *Grundkurs Wirtschaftsinformatik: Eine kompakte und praxisorientierte Einführung*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.

Ahlrichs, R. (2012). *Zwischen sozialer Verantwortung und ökonomischer Vernunft: Unternehmensethische Impulse für die Sozialwirtschaft*. Wiesbaden: Springer VS.

Albers, A.; Burkardt, N.; Meboldt, M. & Saak, M. (2005). *Spalten problem solving methodology in the product development*. In: Samuel, A. & Lewis, W. (Hrsg.), Tagungsband ICED 05, the 15th International Conference on Engineering Design, Melbourne (Australien), S. 3513–3524.

Altshuller, G.; Shulyak, L.; Dronova, N. & Urmanchev, U. (1996). *And suddenly the inventor appeared: TRIZ, the theory of inventive problem solving*. Worcester: Technical Innovation Center.

Altshuller, G.; Shulyak, L. & Rodman, S. (1997). *40 principles: TRIZ keys to innovation*. Worcester: Technical Innovation Center.

Altshuller, G.; Shulyak, L. & Rodman, S. (1999). *The innovation algorithm: TRIZ, systematic innovation and technical creativity*. Worcester: Technical Innovation Center.

Ansoff, H. (1988). *The new corporate strategy*. New York: John Wiley & Sons Inc.

Antons, K. & Volmerg, U. (2011). *Praxis der Gruppendynamik: Übungen und Techniken*. Göttingen: Hogrefe.

- Apitz, K. (1987). *Konflikte, Krisen, Katastrophen: Präventivmassnahmen gegen Imageverlust*. Frankfurt am Main, Wiesbaden: Gabler.
- Bacharach, G.; Drews, G.; Erne, R.; Gielnik, J.; Hanser, E.; Hillebrand, N. et al. (2017). *PM Methoden*. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.gpm-infocenter.de/PMMethoden/Startseite> (zuletzt geprüft am 18.04.2017).
- Badke-Schaub, P.; Daalhuizen, J. & Roozenburg, N. (2011). *Towards a designer-centred methodology: Descriptive considerations and prescriptive reflections*. In: Birkhofer, H. (Hrsg.), *The Future of Design Methodology*. London: Springer, S. 181–197.
- Badke-Schaub, P. & Frankenberger, E. (2004). *Management Kritischer Situationen: Produktentwicklung erfolgreich gestalten*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Ballejos, L. C. & Montagna, J. M. (2008). *Method for stakeholder identification in interorganizational environments*. In: *Requirements Engineering* 13 (4), S. 281–297.
- Balzer, L. (2005). *Wie werden Evaluationsprojekte erfolgreich? Ein integrierender theoretischer Ansatz und eine empirische Studie zum Evaluationsprozess*. Landau: Verlag Empirische Pädagogik.
- Bavendiek, A.-K.; Inkermann, D. & Vietor, T. (2016). *Teaching design methods with the interactive 'Methodos' portal*. In: Marjanović, D.; Štorga, M.; Pavković, N.; Bojčetić, N. & Škec, S. (Hrsg.), *Tagungsband DESIGN 2016, the 14th International Design Conference*, Bd. DS 84, Dubrovnik (Kroatien), S. 2049–2058.
- Beck, A. (2015). *Explorative Literaturrecherche zum interdisziplinären Verständnis von Krisensituationen: Einflussfaktoren und Definitionen*. Unveröffentlichte Bachelorarbeit (Nr. 189). München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.
- Beck, M. (2016). *Aus Evaluationen lernen: Durchführung einer Meta-Evaluation zur Generierung von Empfehlungen für die Evaluationspraxis*. Erlangen: FAU University Press.
- Bennour, E. (2015). *Explorative Literaturstudie zur Ausprägungen von Krisen und deren Bewältigung*. Unveröffentlichte Bachelorarbeit (Nr. 171). München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.
- Berg, C. C. & Treffert, J. C. (1979). *Die Unternehmenskrise – Organisatorische Probleme und Ansätze zu ihrer Lösung*. In: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* 49 (6), S. 459–473.
- Berger, B.; Jansch, J.; Weiss, S. & Birkhofer, H. (2003). *Modularisation of product development contents as a basis for a flexible and adaptive use in learning, teaching and practice*. In: Folkesson, A.; Gralen, K.; Norell, M. & Sellgren, U. (Hrsg.), *Tagungsband ICED 03, the 14th International Conference on Engineering Design*, Stockholm (Schweden), S. 381–382.
- Berger, S. (2016). *Erarbeitung eines Konzeptes zur Krisenbewältigung in der Produktentwicklung durch die Analyse des MAN T&B IT-Major Incident Prozesses*. Unveröffentlichte Semesterarbeit (Nr. 2923). München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.

- Beywl, W.; Kehr, J.; Mäder, S. & Niestroj, M. (2007). *Evaluation Schritt für Schritt: Planung von Evaluationen*. Münster: Heidelberger Institut Beruf und Arbeit.
- Bickhoff, N.; Blatz, M.; Eilenberger, G.; Haghani, S. & Kraus, K.-J. (2004). *Die Unternehmenskrise als Chance: Innovative Ansätze zur Sanierung und Restrukturierung*. Berlin: Springer.
- Biedermann, W.; Kirner, K.; Kissel, M.; Langer, S.; Münzberg, C. & Wickel, M. (2013). *Forschungsmethodik in den Ingenieurwissenschaften*. München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.
- Bingham, C. B. & Eisenhardt, K. M. (2011). *Rational heuristics: The 'simple rules' that strategists learn from process experience*. In: *Strategic Management Journal* 32 (13), S. 1437–1464.
- Birker, G. & Birker, K. (2007). *Teamentwicklung und Konfliktmanagement: Effizienzsteigerung durch Kooperation*. Berlin: Cornelsen.
- Birkhofer, H.; Jänsch, J. & Kloberdanz, H. (2005). *An extensive and detailed view of the application of design methods and methodology in industry*. In: Samuel, A. & Lewis, W. (Hrsg.), *Tagungsband ICED 05, the 15th International Conference on Engineering Design*, Melbourne (Australien), S. 276–277.
- Blessing, L. & Chakrabarti, A. (2009). *DRM, a Design Research Methodology*. Dordrecht, New York: Springer.
- Bogner, A.; Littig, B. & Menz, W. (2014). *Interviews mit Experten: Eine praxisorientierte Einführung*. Wiesbaden: Springer VS.
- Bohinc, T. (2014). *Kommunikation im Projekt: Schnell, effektiv und ergebnisorientiert informieren*. Offenbach am Main: GABAL Verlag GmbH.
- Boos, E. (2014). *Das große Buch der Kreativitätstechniken: Fantasie fördern, Ideen strukturieren, Geistesblitze umsetzen, Lösungen finden*. München: Compact.
- Borison, A. & Hamm, G. (2010). *How to manage risk (After risk management has failed)*. In: *MIT Sloan Management Review* 53 (1), S. 51–57.
- Bortz, J. & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. Heidelberg: Springer.
- Braun, T. (2005). *Methodische Unterstützung der strategischen Produktplanung in einem mittelständisch geprägten Umfeld*. München: Dr. Hut.
- Braun, T. & Lindemann, U. (2003). *Supporting the selection, adaptation and application of methods in product development*. In: Folkesson, A.; Gralen, K.; Norell, M. & Sellgren, U. (Hrsg.), *Tagungsband ICED 03, the 14th International Conference on Engineering Design*, Stockholm (Schweden), S. 629–630.
- Brettell, A. & Gambling, T. (2003). *Needle in a haystack? Effective literature searching for research*. In: *Radiography* 9 (3), S. 229–236.
- Brighton, H. & Gigerenzer, G. (2015). *The bias bias*. In: *Journal of Business Research* 68 (8), S. 1772–1784.

- Britt, A. (1973). *Krisenmanagement zur Sicherung der Unternehmung*. In: Industrielle Organisation 42 (10), S. 437–444.
- Bundesministerium des Innern (2014). *Leitfaden Krisenkommunikation*. Paderborn: Bonifatius GmbH.
- Bundestag (1998). *Gesetz über die Untersuchung von Unfällen und Störungen bei dem Betrieb ziviler Luftfahrzeuge*, FIUUG. Fundstelle: BGBl. I S. 2470. In: BGBl. Verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/fluug/BJNR247010998.html> (zuletzt geprüft am 15.06.2017).
- Burnett, J. J. (1998). *A strategic approach to managing crises*. In: Public Relations Review 24 (4), S. 475–488.
- Cambridge Business English Dictionary (2015). *Keyword: Critical success factor*. [Online]. Verfügbar unter: <http://dictionary.cambridge.org/us/dictionary/english/critical-success-factor> (zuletzt geprüft am 13.05.2017).
- Carroll, J. S. (1994). *A primer on decision making: How decisions happen*. In: MIT Sloan Management Review 36 (1), S. 115–116.
- Chakrabarti, A. & Lindemann, U. (2016). *Impact of design research on industrial practice: Tools, technology, and training*. Cham: Springer.
- Cossin, D. & Metayer, E. (2014). *How strategic is our board?* In: MIT Sloan Management Review 56 (1), S. 37–43.
- Demers, M. (2000). *Methoden zur dynamischen Planung und Steuerung von Produktentwicklungsprozessen*. München: Dr. Hut.
- DFS Deutsche Flugsicherung GmbH (2017). *Meldewesen*. [Online]. Verfügbar unter: https://www.dfs.de/dfs_homepage/de/Flugsicherung/Safety/Meldewesen/ (zuletzt geprüft am 21.04.2017).
- DIN 31000 (2011). *Allgemeine Leitsätze für das sicherheitsgerechte Gestalten von Produkten*. Berlin: Beuth.
- DIN 60300-1 (2003). *Zuverlässigkeitsmanagement – Teil 1: Leitfaden für Management und Anwendung*. Berlin: Beuth.
- DIN EN 60812 (2006). *Analysetechniken für die Funktionsfähigkeit von Systemen – Verfahren für die Fehlzustandsart-und-auswirkungsanalyse (FMEA)*. Berlin: Beuth.
- Dörner, D. (2003). *Die Logik des Misslingens: Strategisches Denken in komplexen Situationen*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Dörner, D. (2011). *Die Logik des Misslingens: Strategisches Denken in komplexen Situationen*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Doujak, A. & Doujak, G. (1994). *Krise ist wie Krieg*. In: Gareis, R. (Hrsg.), *Erfolgsfaktor Krise*. Wien: Signum.
- Drösser, C. (2003). *Krisenzeichen*. [Online]. Verfügbar unter: http://www.zeit.de/2003/36/Stimmts_Chin__Schriftzeichen (zuletzt geprüft am 13.05.2017).

- Dudenverlag (2017a). *Suchbegriff: Entscheidungsfrage*. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.duden.de/rechtschreibung/Entscheidungsfrage> (zuletzt geprüft am 13.05.2017).
- Dudenverlag (2017b). *Suchbegriff: Ergänzungsfrage*. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.duden.de/rechtschreibung/Ergaenzungsfrage> (zuletzt geprüft am 13.05.2017).
- Dudenverlag (2017c). *Suchbegriff: Indikator*. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.duden.de/rechtschreibung/Indikator> (zuletzt geprüft am 13.05.2017).
- Dudenverlag (2017d). *Suchbegriff: Krise*. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.duden.de/rechtschreibung/Krise> (zuletzt geprüft am 13.05.2017).
- Dudenverlag (2017e). *Suchbegriff: Reflexion*. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.duden.de/rechtschreibung/Reflexion> (zuletzt geprüft am 13.05.2017).
- Dudenverlag (2017f). *Suchbegriff: Teleologie*. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.duden.de/rechtschreibung/Teleologie> (zuletzt geprüft am 13.05.2017).
- Dudenverlag (2017g). *Suchbegriff: Ursache*. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.duden.de/rechtschreibung/Ursache> (zuletzt geprüft am 13.05.2017).
- Edwards, E. (1975). *Stress and the Airline Pilot*. British Airline Pilots Association Medical Symposium. London, 1975.
- Ehrlenspiel, K. & Meerkamm, H. (2013). *Integrierte Produktentwicklung: Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit*. München, Wien: Hanser Verlag.
- ElsPASS, W. J.; Pereira, M.; Schorno, C. & Meier, M. (2003). *Knowledge structures and processes: Teaching and learning in the context of "product innovation"*. In: Folkesson, A.; Gralen, K.; Norell, M. & Sellgren, U. (Hrsg.), Tagungsband ICED 03, the 14th International Conference on Engineering Design, Stockholm (Schweden), S. 379–380.
- Endsley, M. R. (1995). *Toward a theory of situation awareness in dynamic systems*. In: *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society* 37 (1), S. 32–64.
- Engwall, M. & Svensson, C. (2004). *Cheetah teams in product development: The most extreme form of temporary organization?* In: *Scandinavian Journal of Management* 20 (3), S. 297–317.
- Espich, G. (2004). *Krisenmanagement in Projekten: Wie Sie Krisen erkennen, bewältigen und in Zukunft vermeiden*. Kissing: WEKA Media.
- Fayyad, U.; Piatetsky-Shapiro, G. & Smyth, P. (1996). *The KDD process for extracting useful knowledge from volumes of data*. In: *Communications of the ACM* 39 (11), S. 27–34.
- Feldhusen, J.; Grote, K.-H.; Pahl, G. & Beitz, W. (2013). *Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung*. Berlin: Springer Vieweg.
- Field, A. & Hole, G. (2003). *How to design and report experiments*. London: Sage.
- Fiksel, J.; Polyviou, M.; Croxton, K. L. & Pettit, T. J. (2015). *From risk to resilience: learning to deal with disruption*. In: *MIT Sloan Management Review* 56 (2), S. 79–86.
- Frankenberger, E. (1997). *Arbeitsteilige Produktentwicklung: Empirische Untersuchung und Empfehlungen zur Gruppenarbeit in der Konstruktion*. Darmstadt: VDI-Verlag.

- Frick, S. (2016). *Entwicklung und Vergleich von Antriebskonzepten für batteriebetriebene Nagelsetzgeräte basierend auf dem Vorgehensmodell zur Bewältigung von Krisen*. Unveröffentlichte Masterarbeit (Nr. 242). München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.
- Frühling, C. (2015). *Fallstudie - Entwicklung einer Methode zur Beobachtung von Krisen in Entwicklungsteams am Beispiel von TUfast*. Unveröffentlichte Bachelorarbeit (Nr. 199). München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.
- Gareis, R. (1994). *Erfolgsfaktor Krise: Konstruktionen, Methoden, Fallstudien zum Krisenmanagement*. Wien: Signum.
- Gausemeier, J. (2014). *Strategische Planung und integrative Entwicklung der technischen Systeme von morgen*. Paderborn: Schöningh.
- Gericke, K. (2011). *Enhancing project robustness: A risk management perspective*. Berlin: Universitätsbibliothek der Technischen Universität Berlin.
- Gericke, K.; Meißner, M. & Paetzold, K. (2013). *Understanding the context of product development*. In: Lindemann, U.; Venkataraman, S.; Kim, Y.; Lee, S.; Reich, Y. & Chakrabarti, A. (Hrsg.), Tagungsband ICED 13, the 19th International Conference on Engineering Design, Design for Harmonies, Bd. 3, Seoul (Südkorea), S. 191–200.
- Gero, J. S. (1990). *Design prototypes: A knowledge representation schema for design*. In: AI Magazine 11 (4).
- Gero, J. S. & Kannengiesser, U. (2004). *The situated function-behaviour-structure framework*. In: Design Studies 25 (4), S. 373–391.
- Giapoulis, A. (1998). *Modelle für effektive Konstruktionsprozesse*. Aachen: Shaker.
- Gigerenzer, G. & Gaissmaier, W. (2011). *Heuristic decision making*. In: Annual review of psychology 62, S. 451–482.
- Gigerenzer, G. & Selten, R. (2002). *Bounded rationality: The adaptive toolbox*: MIT Press.
- Gigerenzer, G.; Todd, P. & ABC Research Group (1999). *Simple heuristics that make us smart*. New York: Oxford University Press.
- Gläser, J. & Laudel, G. (2010). *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse: Als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Golditchuk, T. (2016). *Evaluation methodischer Ansätze zum Umgang mit Krisen in der Produktentwicklung bei der Magazino GmbH*. Unveröffentlichte Semesterarbeit (Nr. 2984). München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.
- Gollwitzer, M. & Jäger, R. (2014). *Evaluation kompakt*. Weinheim: Beltz.
- Graham, B.; Reilly, W. K.; Beinecke, F.; Boesch, D. F.; Garcia, T. D.; Murray, C. A. & Ulmer, F. (2011). *Deep water: The gulf oil disaster and the future of offshore drilling*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/GPO-OILCOMMISSION/pdf/GPO-OILCOMMISSION.pdf> (zuletzt geprüft am 13.05.2017).

- Graner, M. (2013). *Der Einsatz von Methoden in Produktentwicklungsprojekten: Eine empirische Untersuchung der Rahmenbedingungen und Auswirkungen*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Gregor, S.; Müller, O. & Seidel, S. (2013). *Reflection, abstraction and theorizing in design and development research*. In: ECIS 13, S. 74.
- Grethe, C. (2010). *Restrukturierung von Krisenunternehmen durch Private-Equity-Gesellschaften: Theoretische Grundlagen und empirische Analyse*. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Gürtler, M. (2016). *Situational open innovation*. München: Technische Universität München.
- Haberfellner, R. & Daenzer, W. (1999). *Systems Engineering: Methodik und Praxis*. Zürich: Industrielle Organisation.
- Haberfellner, R. & Daenzer, W. (2002). *Systems Engineering: Methodik und Praxis*. Zürich: Industrielle Organisation.
- Haberfellner, R.; Weck, O. de; Fricke, E. & Vössner, S. (2015). *Systems Engineering: Grundlagen und Anwendung*. Zürich: Orell Füssli.
- Hacker, W. (2002). *Denken in der Produktentwicklung: Psychologische Unterstützungen der frühen Phasen*. Zürich: vdf Hochschulverlag AG.
- Hagen, J. (2013). *Fatale Fehler: Oder warum Organisationen ein Fehlermanagement brauchen*. Berlin: Springer Gabler.
- Hales, C. & Gooch, S. (2004). *Managing engineering design*. New York: Springer.
- Hammer, D. K. & Reymen, I. M. (2003). *The role of emotion in design reflection*. In: 3rd International Conference on Design and Emotion, S. 421–425.
- Hansen, F. (1974). *Konstruktionswissenschaft: Grundlagen und Methoden*. München: Hanser.
- Hatamura, Y.; Oike, K.; Kakinuma, S.; Takasu, Y.; Takano, T.; Tanaka, Y. et al. (2012). *Final report*. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/icanps/eng/final-report.html> (zuletzt geprüft am 13.05.2017).
- Hauschildt, J.; Grape, C. & Schindler, M. (2006). *Typologien von Unternehmenskrisen im Wandel*. In: Der Betriebswirt (1), S. 7–25.
- HEAT Flight Support (2016). *CRM Initial – Luftfahrt CRM Seminare Checkflüge Checklisten Flugzeug Helicopter Charter Geschäftsflüge Kurierflüge Training Stuttgart*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.heat-aero.de/aviation-training/crm-initial/> (zuletzt geprüft am 13.05.2017).
- Helmreich, R. L.; Merritt, A. C. & Wilhelm, J. A. (1999). *The evolution of crew resource management training in commercial aviation*. In: The International Journal of Aviation Psychology 9 (1), S. 19–32.
- Hertrich, N. (2016). *Entwicklung, Anwendung und Evaluation einer Methode zur Identifikation von Krisen während der Entwicklung technischer Systeme - Eine Fallstudie im*

- Motorsport*. Unveröffentlichte Masterarbeit (Nr. 120). München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.
- Hess, H. (2012). *Sanierungshandbuch*. Köln: Hermann Luchterhand Verlag.
- Heymann, M. (2005). *«Kunst» und Wissenschaft in der Technik des 20. Jahrhunderts: Zur Geschichte der Konstruktionswissenschaft*. Zürich: Chronos.
- Hillen, V. B. & Banerjee, B. (2009). *Modifying design pedagogy to develop new approaches to sustainability*. In: Norell Bergendahl, M.; Grimheden, M.; Leifer, L.; Skogstad, P. & Lindemann, U. (Hrsg.), Tagungsband ICED 09, the 17th International Conference on Engineering Design, Design Education and Lifelong Learning, Bd. 10, Palo Alto (USA), S. 313–324.
- Hilti AG (2014). *Method-support@Hilti*. Hilti AG. Schaan (Liechtenstein), 2014.
- Horst, M. von der (2000). *Bewältigung von Unternehmenskrisen*. Berlin: Logos.
- Hubka, V. & Eder, W. (1992). *Einführung in die Konstruktionswissenschaft: Übersicht, Modell, Anleitungen*. Berlin: Springer.
- Hutterer, P. (2005). *Reflexive Dialoge und Denkbausteine für die methodische Produktentwicklung*. München: Dr. Hut.
- Hutzschenreuter, T. & Griess-Nega, T. (2006). *Krisenmanagement: Grundlagen – Strategien – Instrumente*. Wiesbaden: Gabler.
- International Association of Fire Chiefs (2002). *Crew resource management: A positive change for the fire service*. Verfügbar unter: <https://www.iafc.org/docs/default-source/uploaded-documents/pubs-crmmanual.pdf> (zuletzt geprüft am 13.05.2017).
- International Atomic Energy Agency (2015). *The fukushima daiichi accident: Report by the director general*. [Online]. Verfügbar unter: <http://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1710-reportbythedg-web.pdf> (zuletzt geprüft am 13.05.2017).
- Ishikawa, K. (1994). *Guide to quality control*. Tokyo: Asian Productivity Organization.
- Jalali, S. & Wohlin, C. (2012). *Systematic literature studies*. In: Höst, M. & Mendes, E. (Hrsg.), ESEM'12, Lund, Sweden, S. 29.
- Jänsch, J. (2006). *Akzeptanz und Anwendung von Konstruktionsmethoden im industriellen Einsatz: Analyse und Empfehlungen aus kognitionswissenschaftlicher Sicht*. Düsseldorf: VDI Verlag GmbH.
- Jokele, B. & Fuchs, D. (2003). *Entwicklungstätigkeit in zeitkritischen Situationen*. In: H. Meerkamm (Hrsg.), Tagungsband DfX 2003, the 14th Symposium on Design for X, Neukirchen/Erlangen (Deutschland), S. 111–118.
- Kanki, B.; Helmreich, R. & Anca, J. (2010). *Crew Resource Management*. San Diego: Academic Press.

- Kean, T.; Ben-Veniste, R.; Fielding, F.; Gorelick, J.; Gorton, S.; Hamilton, L. et al. (2004). *The 9/11 commission report: Final report of the national commission on terrorist attacks upon the united states*. New York: Norton.
- Kepner, C. & Tregoe, B. (1992). *Entscheidungen vorbereiten und richtig treffen: Rationales Management: die neue Herausforderung*. Landsberg am Lech: Moderne Industrie.
- Klein, G. (1998). *Sources of power: How people make decisions*. Cambridge: MIT Press.
- Kleisny, H. (2017). *Was Airbus von Sully gelernt hat*. [Online]. Verfügbar unter: <http://scienceblogs.de/flugundzeit/2017/01/29/was-airbus-von-sully-gelernt-hat-2/> (zuletzt geprüft am 13.05.2017).
- Kloss-Grote, B. & Moss, M. A. (2008). *How to measure the effectiveness of risk management in engineering design projects? Presentation of RMPASS: A new method for assessing risk management performance and the impact of knowledge management—including a few results*. In: *Research in Engineering Design* 19 (2-3), S. 71–100.
- Kobler, M. (2010). *Qualität von Prozessmodellen: Kennzahlen zur analytischen Qualitätssicherung bei der Prozessmodellierung*. Berlin: Logos.
- Kohn, A. (2013). *Entwicklung einer Wissensbasis für die Arbeit mit Produktmodellen*. München: Dr. Hut.
- Koltze, K. & Souchkov, V. (2011). *Systematische Innovation: TRIZ-Anwendung in der Produkt- und Prozessentwicklung*. München, Wien: Hanser.
- Kourdi, J. (2015). *The big 100: The 100 business tools you need to succeed*. London: Hodder and Stoughton Ltd.
- Kreimeyer, M.; Keijzer, W. & Lindemann, U. (2007). *Methodisches Handeln bei Krisen in der Produktentwicklung*. In: *Konstruktion* 2007 (6), S. 104–106.
- Kremp, M. (2017). *Qualitätsmängel führten zu Smartphone-Bränden*. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.spiegel.de/netzwelt/gadgets/samsung-galaxy-note-7-qualitaetsmaengel-bei-akkus-waren-schuld-an-ueberhitzung-a-1131001.html> (zuletzt geprüft am 13.05.2017).
- Kriz, W.; Nöbauer, B. & Rohrhofer, U. (2008). *Teamkompetenz: Konzepte, Trainingsmethoden, Praxis*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Krystek, U. (1981). *Krisenbewältigungs-Management und Unternehmensplanung*. Wiesbaden: Gabler.
- Krystek, U. (2007). *Handbuch Krisen- und Restrukturierungsmanagement: Generelle Konzepte, Spezialprobleme, Praxisberichte*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Le Masson, P.; Hatchuel, A. & Weil, B. (2016). *Design theory at Bauhaus: Teaching “splitting” knowledge*. In: *Research in Engineering Design* 27 (2), S. 91–115.
- Le Masson, P. & Weil, B. (2013). *Design theories as languages of the unknown: Insights from the German roots of systematic design (1840–1960)*. In: *Research in Engineering Design* 24 (2), S. 105–126.

- Liebig, M. (2010). *Reaktivierungsmanagement von Not leidenden Unternehmen: Sanierungsmöglichkeiten im Rahmen der Insolvenzordnung*. Wiesbaden: Gabler.
- Linde, H. & Hill, B. (1993). *Erfolgreich erfinden: Widerspruchsorientierte Innovationsstrategie für Entwickler und Konstrukteure*. Hoppenstedt: Hoppenstedt Technik Tabellen Verlag.
- Lindemann, U. (1999). *A model of design processes of individual designers*. In: Lindemann, U.; Birkhofer, H.; Meerkamm, H. & Vajna, S. (Hrsg.), Tagungsband ICED 99, the 12th International Conference on Engineering Design, München (Deutschland), S. 24–26.
- Lindemann, U. (2009). *Methodische Entwicklung technischer Produkte: Methoden flexibel und situationsgerecht anwenden*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Lindemann, U. (2015). *Methoden der Produktentwicklung (Vorlesung Nr. 2): Vorgehensmodelle – Grundprinzipien – Methoden*. Lehrstuhl für Produktentwicklung, TUM. München, 21.10.2015.
- Lindemann, U.; Meiwald, T.; Petermann, M. & Schenkl, S. (2012). *Know-how-Schutz im Wettbewerb: Gegen Produktpiraterie und unerwünschten Wissenstransfer*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Lindemann, U.; Reichwald, R. & Zäh, M. (2006). *Individualisierte Produkte: Komplexität beherrschen, in Entwicklung und Produktion*. Berlin: Springer.
- Loch, C.; DeMeyer, A. & Pich, M. (2011). *Managing the unknown: A new approach to managing high uncertainty and risk in projects*. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Lovell, J. & Kluger, J. (1994). *Lost moon: The perilous voyage of Apollo 13*. Boston: Houghton Mifflin.
- Lufthansa (2014). *Crew Resource Management (CRM) Training - Lufthansa Flight Training*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.lufthansa-flight-training.com/cockpit/human-factors/crew-resource-management-crm-cockpit-training> (zuletzt geprüft am 13.05.2017).
- Maisenbacher, S. & Münzberg, C. (2013). *Skript zum Praktikum Entwicklungsmethoden (PEM)*. München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.
- Marle, F. & Vidal, L.-A. (2011). *Project risk management processes: Improving coordination using a clustering approach*. In: Research in Engineering Design 22 (3), S. 189–206.
- Milburn, T. W.; Schuler, R. S. & Watman, K. H. (1983). *Organizational crisis. Part I: Definition and conceptualization*. In: Human Relations 36 (12), S. 1141–1160.
- Miller, G.; Galanter, E. & Pribram, K. (1973). *Strategien des Handelns*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Mitroff, I. I.; Shrivastava, P. & Udwadia, F. E. (1987). *Effective crisis management*. In: The Academy of Management Executive 1 (3), S. 283–292.
- Moecke, H.; Marung, H. & Oppermann, S. (2013). *Praxishandbuch Qualitäts- und Risikomanagement im Rettungsdienst: Planung, Umsetzung, Zertifizierung*. Berlin: Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.

- Mouawad, J. (2014). *Report on Boeing 787 Dreamliner battery flaws finds lapses at multiple points*. [Online]. Verfügbar unter: http://www.nytimes.com/2014/12/02/business/report-on-boeing-787-dreamliner-batteries-assigns-some-blame-for-flaws.html?_r=2 (zuletzt geprüft am 06.11.2015).
- Müller, J. (1990). *Arbeitsmethoden der Technikwissenschaften: Systematik, Heuristik, Kreativität*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Müller, R. (1986). *Krisenmanagement in der Unternehmung: Vorgehen, Maßnahmen und Organisation*. Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Münch, V. (2016). *Krise in der Lebensmitte: Perspektiven der analytischen Psychologie für Psychotherapie und Beratung*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Münzberg, C.; Bennour, E.; Venkaraman, S. & Lindemann, U. (2015). *Crisis situations in engineering product development - An understanding from literature*. In: Binz, H.; Bertsche, B.; Bauer, W. & Roth, D. (Hrsg.), Stuttgarter Symposiums für Produktentwicklung 2015, S. 1–8.
- Münzberg, C.; Gericke, K.; Oehmen, J. & Lindemann, U. (2016a). *An Exploratory Study of Crises in Product Development*. In: Marjanović, D.; Štorga, M.; Pavković, N.; Bojčetić, N. & Škec, S. (Hrsg.), Tagungsband DESIGN 2016, the 14th International Design Conference, Dubrovnik (Kroatien), S. 1533–1542.
- Münzberg, C.; Hammer, J.; Brem, A. & Lindemann, U. (2016b). *Crisis Situations in Engineering Product Development: A TRIZ Based Approach*. In: Procedia CIRP 39, S. 144–149.
- Münzberg, C.; Stingl, V.; Geraldi, I. & Oehmen, J. (2017). *Identifying Product Development Crises: The Potential of Adaptive Heuristics*. In: Maier, A.; Škec, S.; McKesson, C. & van der Loos, M. (Hrsg.), ICED 17: 21th International Conference on Engineering Design, Bd. 2, University of British Columbia, Vancouver, British Columbia, Canada, 189-198.
- Nadler, G.; Hilf, H. & Lembke, E. (1969). *Arbeitsgestaltung zukunftsbewußt*. München: Hanser.
- Neef, M.; Blume, H.; Henne, H.; Kaiser, C.; Kilian, J.; Rehbock, H. et al. (2010). *Anleitung zur Technik wissenschaftlichen Arbeitens (AWA)*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.tu-braunschweig.de/Medien-DB/germanistik/anlwissarbsep2010.pdf> (zuletzt geprüft am 13.05.2017).
- Neubauer, M. (2010). *Krisenmanagement in Projekten: Handeln, wenn Probleme eskalieren*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Oehmen, J.; Dick, B.; Lindemann, U. & Seering, W. (2006). *Risk management in product development - Current methods*. In: Marjanovic, D. (Hrsg.), Tagungsband DESIGN 2006, the 9th International Design Conference, Dubrovnik (Kroatien), S. 1551–1558.
- Pahl, G. (1994). *Psychologische und pädagogische Fragen beim methodischen Konstruieren: Ergebnisse des Ladenburger Diskurses von Mai 1992 bis Oktober 1993*. Köln: TÜV Rheinland.

- Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J. & Grote, K. (2005). *Konstruktionslehre: Grundlage erfolgreicher Produktentwicklung. Methoden und Anwendung*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J. & Grote, K.-H. (2003). *Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung Methoden und Anwendung*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J. & Grote, K.-H. (2007). *Konstruktionslehre: Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung: Methoden und Anwendung*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Payk, T. (2013). *Burnout: Basiswissen und Fallbeispiele*. Gießen, Lahn: Psychosozial-Verlag.
- Pearson, C. M. & Clair, J. A. (1998). *Reframing crisis management*. In: *Academy of Management Review* 23 (1), S. 59–76.
- Pearson, C. M. & Mitroff, I. I. (1993). *From crisis prone to crisis prepared: a framework for crisis management*. In: *The Executive* 7 (1), S. 48–59.
- Pich, M. T.; Loch, C. H. & Meyer, A. D. (2002). *On uncertainty, ambiguity, and complexity in project management*. In: *Management Science* 48 (8), S. 1008–1023.
- Pieper, B. K. (2016). *Methodische Konzeptentwicklung eines Handhabungssystems bei der Magazino GmbH mit Berücksichtigung von Krisen*. Unveröffentlichte Bachelorarbeit (Nr. 260). München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.
- Poggel, C. (2007). *Sammlung der Logistikmethoden und -werkzeuge*. [Online]. Verfügbar unter: https://www.th-wildau.de/fileadmin/dokumente/studiengaenge/logistik/dokumente/Formelsammlung_Logistik/Methodensammlung_Logistik.pdf (zuletzt geprüft am 13.05.2017).
- Pohl, H. (1977). *Krisen in Organisationen: Eine explorative Untersuchung mit Hilfe empirischer Fallstudien*. Mannheim: Universität Mannheim.
- Pólya, G. (1995). *Schule des Denkens: Vom Lösen mathematischer Probleme*. Tübingen, Basel: Francke.
- Ponn, J. (2007). *Situative Unterstützung der methodischen Konzeptentwicklung technischer Produkte*. München: Dr. Hut.
- Pugh, S. (1991). *Total design: Integrated methods for successful product engineering*. Wokingham: Addison-Wesley.
- Rall, M. & Lackner, C. K. (2010). *Crisis Resource Management (CRM): Der Faktor Mensch in der Akutmedizin*. In: *Notfall + Rettungsmedizin* 13 (5), S. 349–356.
- REFA Verband für Arbeitsstudien e. V. (1972). *REFA Methodenlehre des Arbeitsstudiums: Teil 1, Teil 2, Teil 3, Teil 4. Grundlagen. Datenermittlung. Kostenrechnung, Arbeitsgestaltung. Anforderungsermittlung (Arbeitsbewertung)*. In: Auflage. München: Hanser.
- Reinhart, G.; Lindemann, U. & Heinzl, J. (1996). *Qualitätsmanagement: Ein Kurs für Studium und Praxis*. Berlin, Heidelberg: Springer.

- Reymen, I. (2001). *Improving design processes through structured reflection: A domain-independent approach*. Eindhoven: Eindhoven University of Technology.
- Reymen, I. & Hammer, D. K. (2002). *Structured reflection for improving design processes*. In: D. Marjanovic (Hrsg.), Tagungsband DESIGN 2002, the 7th International Design Conference, Dubrovnik (Kroatien), S. 887–892.
- Reymen, I. M. (2003). *Research on design reflection: Overview and directions*. In: Folkesson, A.; Gralen, K.; Norell, M. & Sellgren, U. (Hrsg.), Tagungsband ICED 03, the 14th International Conference on Engineering Design, Stockholm (Schweden).
- Richter, N. (2007). *Interne Kommunikation im Krisenmanagement*. Lohmar, Köln: Eul.
- Ringen, G. & Holtskog, H. (2009). *Product development in the financial crisis*. In: Norell Bergendahl, M.; Grimheden, M.; Leifer, L.; Skogstad, P. & Lindemann, U. (Hrsg.), Tagungsband ICED 09, the 17th International Conference on Engineering Design, Design Education and Lifelong Learning, Bd. 3, Palo Alto (USA), S. 133–144.
- Robinson, F. (1970). *Effective study*. New York: Harper & Row.
- Roozenburg, N. & Eekels, J. (1995). *Product Design: Fundamentals and methods*. Chichester, New York: John Wiley & Sons.
- Ross, D. T. (1977). *Structured analysis (SA): A language for communicating ideas*. In: IEEE Transactions on software engineering (1), S. 16–34.
- Rossi, P.; Freeman, H. & Lipsey, M. (2004). *Evaluation: A systematic approach*. Thousand Oaks: Sage.
- Roulston, K. (2010). *Reflective interviewing: A guide to theory and practice*. Los Angeles: Sage Publications.
- Ruedel, I. (2008). *Workshops: Optimal vorbereiten, spannend inszenieren, professionell nachbereiten*. Wien: Linde.
- Runkler, T. (2015). *Data Mining: Modelle und Algorithmen intelligenter Datenanalyse*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Saak, M. (2006). *Entwicklung eines Konzeptes und eines Prototypen für ein rechnergestütztes Werkzeug zum effizienten Einsatz der Problemlösungsmethodik „SPALTEN“*. Karlsruhe: Karlsruhe IPEK 2006.
- Sachsenmeier, I. & Lipp, U. (2009). *Workshops, Seminare und Besprechungen: mit Kreativität und Methode zum sicheren Erfolg*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Salas, E.; Wilson, K. A.; Burke, C. S. & Wightman, D. C. (2006). *Does crew resource management training work? An update, an extension, and some critical needs*. In: Human Factors 48 (2), S. 392–412.
- Sarnes, J. & Kloberdanz, H. (2015). *Heuristic guidelines in ecodesign*. In: Weber, C.; Husung, S.; Cantamessa, M.; Cascini, G.; Marjanovic, D. & Montagna, J. (Hrsg.), Tagungsband ICED 15, the 20th International Conference on Engineering Design, Bd. 1, Mailand (Italien), S. 171–180.

- Schambeck, S. (2017). *Evaluation von Prinzipien zur erfolgreichen Krisenbewältigung mit einer systematischen Literaturrecherche*. Unveröffentlichte Semesterarbeit (Nr. 2987). München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.
- Scheer, A.-W. (1999). *ARIS – Business process frameworks*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Schenk, G. (2009). *Katastrophen: Vom Untergang Pompejis bis zum Klimawandel*. Ostfildern: Thorbecke.
- Schön, D. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. New York: Basic books.
- Schreiber, H. (1977). *Midlife Crisis: Die Krise in der Mitte des Lebens*. München: Bertelsmann.
- Schwanke, K.; Podbregar, N.; Lohmann, D. & Frater, H. (2009). *Naturkatastrophen: Wirbelstürme, Beben, Vulkanausbrüche – Entfesselte Gewalten und ihre Folgen*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Schweizer, P. (1999). *Systematisch Lösungen finden: Ein Lehrbuch und Nachschlagewerk für Praktiker*. Zürich: vdf Hochschulverlag AG.
- Seebacher, T. (2015). *Methodische Unterstützung für Krisensituationen in der Produktentwicklung: Ein Entscheidungswerkzeug zur Auswahl von Methoden*. Unveröffentlichte Masterarbeit (Nr. 145). München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.
- Seeger, M. W.; Sellnow, T. L. & Ulmer, R. R. (1998). *Communication, organization, and crisis*. In: *Annals of the International Communication Association* 21 (1), S. 231–276.
- Sell, R. & Schimweg, R. (1998). *Die Entwicklung von Problemlösefähigkeit*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Sell, R. & Schimweg, R. (2013). *Probleme lösen: In komplexen Zusammenhängen denken*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Sheskin, D. (2003). *Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures*. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC.
- Skogdalen, J. E.; Khorsandi, J. & Vinnem, J. E. (2011). *Looking back and forward – Evacuation, escape and rescue (EER) from the deepwater horizon rig*. [Online]. Verfügbar unter: http://ccrm.berkeley.edu/pdfs_papers/DHSGWorkingPapersFeb16-2011/EvacuationEscapeAndRescue%20_EER_%20fromDeepwaterHorizonRig-JES_JK_JEV_DHSG-Jan2011.pdf (zuletzt geprüft am 13.05.2017).
- Sonnabend, H. (1999). *Naturkatastrophen in der Antike: Wahrnehmung – Deutung – Management*. Stuttgart: Metzler.
- Stachowiak, H. (1973). *Allgemeine Modelltheorie*. Wien, New York: Springer.
- Stingl, V. (2016). *Crash course to Gigerenzer's heuristics*. Engineering Systems Division at DTU Management Engineering. Lyngby, Dänemark, 18.10.2016.

- Stockmann, R. (2007). *Handbuch zur Evaluation: Eine praktische Handlungsanleitung*. Münster, München, Berlin: Waxmann.
- Storbjerg, S. H.; Sommer, A. F.; Brunø, T. D. & Thyssen, J. (2013). *Development of an engineering change management capability framework for enterprise transformation*. In: Lindemann, U.; Venkataraman, S.; Kim, Y.; Lee, S.; Reich, Y. & Chakrabarti, A. (Hrsg.), Tagungsband ICED 13, the 19th International Conference on Engineering Design, Design for Harmonies, Bd. 3, Seoul (Südkorea), S. 161–170.
- Suh, N. (1990). *The principles of design*. New York: Oxford University Press.
- Suh, N. (2001). *Axiomatic design: Advances and applications*. New York: Oxford University Press.
- Terwiesch, C. & Loch, C. H. (1999). *Managing the process of engineering change orders: The case of the climate control system in automobile development*. In: Journal of Product Innovation Management 16 (2), S. 160–172.
- Thießen, A. (2014). *Handbuch Krisenmanagement*. Wiesbaden: Springer VS.
- Tisdale, T. (1998). *Selbstreflexion, Bewußtsein und Handlungsregulation*. Weinheim: Beltz.
- Töpfer, A. (1999). *Plötzliche Unternehmenskrisen – Gefahr oder Chance?: Grundlagen des Krisenmanagement, Praxisfälle, Grundsätze zur Krisenvorsorge*. Neuwied, Kriftel: Luchterhand.
- U.S. Coast Guard (2011a). *On scene coordinator report deepwater horizon oil spill*. [Online]. Verfügbar unter: https://www.uscg.mil/foia/docs/dwh/fosc_dwh_report.pdf (zuletzt geprüft am 13.05.2017).
- U.S. Coast Guard (2011b). *Report of investigation into the circumstances surrounding the explosion, fire, sinking and loss of eleven crew members aboard the mobile offshore drilling Unit*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.uscg.mil/hq/cg5/cg545/dw/exhib/DWH%20ROI%20-%20USCG%20-%20April%2022,%202011.pdf> (zuletzt geprüft am 13.05.2017).
- Ulrich, K. & Eppinger, S. (2016). *Product design and development*. New York: McGraw-Hill Education.
- UnternehmerTUM GmbH (2017). *Makerspace*. Verfügbar unter: <https://www.unternehmertum.de/makerspace.xhtml> (zuletzt geprüft am 14.04.2017).
- VDI 2221 (1993). *Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte*. Berlin: Beuth.
- VDI 4006-1 (2002). *Menschliche Zuverlässigkeit - Ergonomische Forderungen und Methoden der Bewertung*. Berlin: Beuth.
- Venette, S. (2003). *Risk communication in a high reliability organization: APHIS PPQ's inclusion of risk in decision making*. Fargo: North Dakota State University.
- Voss, M.; Sauer, T. & Bozkurt, H. (2014). *Using design heuristics in idea generation: Does it take expertise to benefit?* In: Bohemia, E.; Eger, A.; Eggink, W.; Kovacevic, A.; Parkinson, B. & Wits, W. (Hrsg.), Tagungsband E&PDE 14, the 16th International Conference on

- Engineering and Product Design Education Design Education and Human Technology Relations, Twente (Niederlande), S. 574–579.
- Wallmeier, S. (2001). *Potenziale in der Produktentwicklung: Möglichkeiten und Grenzen von Tätigkeitsanalyse und Reflexion*. Düsseldorf: VDI Verlag.
- Wang, X. (2015). *Literaturrecherche zu Krisendefinitionen und dem Umgang mit Krisen in der Produktentwicklung*. Unveröffentlichte Bachelorarbeit (Nr. 215). München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.
- Weick, K. & Sutcliffe, K. (2010). *Das Unerwartete managen: Wie Unternehmen aus Extremsituationen lernen*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Weick, K. & Sutcliffe, K. (2015). *Managing the unexpected: Sustained performance in a complex world*. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Wischniowski, J. (2015). *Literaturbasierte Analyse psychologischer Einflussfaktoren auf das menschliche Verhalten in Krisensituationen*. Unveröffentlichte Semesterarbeit (Nr. 2842). München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.
- Wulf, J. (2002). *Elementarmethoden zur Lösungssuche*. München: Dr. Hut.
- Yao, J. (2016). *Evaluation eines Ansatzes zur Bewältigung von Krisen*. Unveröffentlichte Masterarbeit (Nr. 205). München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.
- Yilmaz, S. (2010). *Design heuristics*. Ann Arbor: The University of Michigan.
- Yilmaz, S.; Daly, S. R.; Seifert, C. & Gonzalez, R. (2010). *Design heuristics in ideation across engineering and industrial design domains*. In: Boks, C.; McMahon, C.; Ion, W. & Parkinson, B. (Hrsg.), Tagungsband E&PDE 10, the 12th International Conference on Engineering and Product Design Education - When Design Education and Design Research meet..., Trondheim (Norwegen), S. 280–285.
- Yin, R. (2014). *Case study research: Design and methods*. Los Angeles: Sage.
- Zanker, W. (1999). *Situative Anpassung und Neukombination von Entwicklungsmethoden*. München: Dr. Hut.
- Züst, R. (1997). *Einstieg ins Systems Engineering: Systematisch denken, handeln und umsetzen*. Zürich: Verlag Industrielle Organisation.
- Züst, R. & Troxler, P. (2006). *No more muddling through: Mastering complex projects in engineering and management*. Dordrecht: Springer.

10.2 Abkürzungs- und Symbolverzeichnis

9/11	Terroranschlag vom 11. September 2001 in New York
AG	Aktiengesellschaft
ARC	relevante und beitragende Bereiche (engl. areas of relevance and contribution)
ARIS	Architecture of Integrated Information Systems
ASRS	Aviation Safety Reporting System
BVB	Ballspielverein Borussia 09 e.V. Dortmund
bzw.	beziehungsweise
CAD	rechnerunterstütztes Konstruieren (engl. computer-aided design)
CRM	Crew Resource Management
DDR	Deutsche Demokratische Republik
DTU	Technical University of Denmark
EF	Erfolgsfaktor
engl.	englisch
et al.	und andere
f.	und folgende Seite
ff.	und folgende Seiten
FMEA	F ehler m öglichkeiten- und -e influss a nalyse (engl. F ailure M ode and E ffects A nalysis)
FORDEC	F acts, O ptions, R isks & B enefits, D ecision, E xecution, C heck
GAU	größter anzunehmender Unfall
GINA	Ganzheitliche Innovationsprozesse in modularen Unternehmensnetzwerken
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
HEAT	HEAT Flight Support
IAEA	International Atomic Energy Agency
IDEALS	Ideal Design of Effective and Logical Systems
IPH	Integrierte Produktion Hannover
Lessons Learned	Gewonnene Erkenntnisse
LKW	Lastkraftwagen
LOFT	Line Oriented Flight Training
m ²	Quadratmeter
MEPORT	Methodenportal der Gesellschaft für Unternehmenslogistik mbH
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MVM	Münchener Vorgehensmodell
MW	Fakultät Maschinenwesen
OEM	Original Equipment Manufacturer
OPAC	öffentlich zugänglicher Online-Katalog (engl. O nline P ublic A ccess C atalogue)
REFA	Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung
S.	Seite
SADT	Structured Analysis and Design Technique
Scopus	lateinisch für Ziel; kostenpflichtige Zitations- und Abstractdatenbank von Elsevier
Sechs Denkhüte	Edward de Bono's Six Thinking Hats
SPALTEN	S ituationsanalyse, P roblemeingrenzung, A lternative Lösungssuche, L ösungsauswahl, T ragweitenanalyse, E ntscheiden/Umsetzen, N acharbeiten/Lernen
SQ3R	S urvey, Q uestion, R ead, R ecite, R evue

Start-up	junges Unternehmen
Top	entlehnt vom englischen top für oben oder spitze
TOTE	Test-Operate-Test-Exit
TRIZ	Theorie des erfinderischen Problemlösens
TUfast	TUfast e.V.
TUM	Technische Universität München
U.S.	United States
UnternehmerTUM GmbH	UnternehmerTUM – Zentrum für Innovation und Gründung an der TU München
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VW	Volkswagen
Wiki	hawaiisch für schnell
WiPro	Methodenportal des Lehrstuhls für Technologie- und Innovationsmanagement (TIM) der RWTH Aachen
#	Nummer
%	Prozentzeichen
<	Kleiner-als-Zeichen
=	Gleichheitszeichen
>	Größer-als-Zeichen
≐	Entspricht-Zeichen
≤	Kleiner-Gleich-Zeichen
≥	Größer-Gleich-Zeichen
n	Anzahl
n_D	Anzahl der diskordanten Paare
n_K	Anzahl der konkordanten Paare
$t(i)$	Zeitpunkt i
$t(i + 1)$	Zeitpunkt $i + 1$
z	Signifikanz
τ	griechischer Buchstabe Tau

10.3 Studienarbeitenverzeichnis

Diese Studienarbeiten sind im Rahmen des vorliegenden Dissertationsprojekts entstanden. Als Betreuer hat der Verfasser die Arbeiten inhaltlich angeleitet und regelmäßigen Input gegeben. In Abstimmungstreffen wurde sich zu Ergebnissen und dem weiteren Vorgehen ausgetauscht.

- Abram, L. (2015). Identifikation und Transfer methodischer Ansätze aus fachfremden Bereichen zur systematischen Unterstützung der Krisenbewältigung in der Produktentwicklung. Unveröffentlichte Masterarbeit (Nr. 131). München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.
- Beck, A. (2015). Explorative Literaturrecherche zum interdisziplinären Verständnis von Krisensituationen: Einflussfaktoren und Definitionen. Unveröffentlichte Bachelorarbeit (Nr. 189). München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.
- Bennour, E. (2015). Explorative Literaturstudie zur Ausprägungen von Krisen und deren Bewältigung. Unveröffentlichte Bachelorarbeit (Nr. 171). München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.
- Berger, S. (2016). Erarbeitung eines Konzeptes zur Krisenbewältigung in der Produktentwicklung durch die Analyse des MAN T&B IT-Major Incident Prozesses. Unveröffentlichte Semesterarbeit (Nr. 2923). München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.
- Frick, S. (2016). Entwicklung und Vergleich von Antriebskonzepten für batteriebetriebene Nagelsetzgeräte basierend auf dem Vorgehensmodell zur Bewältigung von Krisen. Unveröffentlichte Masterarbeit (Nr. 242). München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.
- Frühling, C. (2015). Fallstudie - Entwicklung einer Methode zur Beobachtung von Krisen in Entwicklungsteams am Beispiel von TUfast. Unveröffentlichte Bachelorarbeit (Nr. 199). München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.
- Golditchuk, T. (2016). Evaluation methodischer Ansätze zum Umgang mit Krisen in der Produktentwicklung bei der Magazino GmbH. Unveröffentlichte Semesterarbeit (Nr. 2984). München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.
- Hertrich, N. (2016). Entwicklung, Anwendung und Evaluation einer Methode zur Identifikation von Krisen während der Entwicklung technischer Systeme - Eine Fallstudie im Motorsport. Unveröffentlichte Masterarbeit (Nr. 120). München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.
- Pieper, B. K. (2016). Methodische Konzeptentwicklung eines Handhabungssystems bei der Magazino GmbH mit Berücksichtigung von Krisen. Unveröffentlichte Bachelorarbeit (Nr. 260). München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.
- Schambeck, S. (2017). Evaluation von Prinzipien zur erfolgreichen Krisenbewältigung mit einer systematischen Literaturrecherche. Unveröffentlichte Semesterarbeit (Nr. 2987). München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.
- Seebacher, T. (2015). Methodische Unterstützung für Krisensituationen in der Produktentwicklung: Ein Entscheidungswerkzeug zur Auswahl von Methoden. Unveröffentlichte Masterarbeit (Nr. 145). München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.
- Wang, X. (2015). Literaturrecherche zu Krisendefinitionen und dem Umgang mit Krisen in der Produktentwicklung. Unveröffentlichte Bachelorarbeit (Nr. 215). München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.

- Wischniowski, J. (2015). Literaturbasierte Analyse psychologischer Einflussfaktoren auf das menschliche Verhalten in Krisensituationen. Unveröffentlichte Semesterarbeit (Nr. 2842). München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.
- Yao, J. (2016). Evaluation eines Ansatzes zur Bewältigung von Krisen. Unveröffentlichte Masterarbeit (Nr. 205). München: Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München.

Anhang

A1 Vorgehensmodelle in der Produktentwicklung	203
A2 Übersicht der Fragestellungen	207
A3 Entwicklungssituationsmodelle	227
A4 Englischsprachige Krisendefinition	230
A5 Fragebogen Interviewstudie	231
A6 Englische Beschreibungen der Krisensituationen	247
A7 41 Erfolgsfaktoren aus der Interviewstudie	250
A8 Zusammenfassung der Anforderungsbereiche und Anforderungen	252
A9 Übersicht der Fragestellungen nach der Kategorisierung	253
A10 Übersicht der Entscheidungsfragen	263
A11 Ergebnis der Methodenrecherche	267
A12 Prinzipien Masterarbeit Abram	269
A13 Prinzipien Semesterarbeit Berger	270
A14 Übersicht der Methoden zur Krisenbewältigung	271
A15 16 Prinzipien zur Krisenbewältigung	273
A16 Methodenkarten	279
A17 Fragebogen Evaluationsstudie 1	289
A18 Fragebögen Evaluationsstudie 2	290
A19 Rangkorrelationskoeffizient <i>Kendalls Tau</i>	298

A20 Fragebogenergebnisse von Evaluationsstudie 2	301
A21 Auswertung Fragebögen Evaluationsstudie 2	302
A22 Fragebögen Evaluationsstudie 3	303
A23 Beobachtungsplan Evaluationsstudie 3	322
A24 Checklisten zur Situationsanalyse Evaluationsstudie 3	324
A25 Checkliste für Krisen Evaluationsstudie 3	326
A26 Übersicht verwendeter Suchbegriffe in Evaluationsstudie 4	327
A27 Auswertung Rangkorrelationskoeffizient Kendalls Tau Evaluationsstudie 4	328
A28 Fragebogen zu den Prinzipien für die Expertenbefragung	331

A1 Vorgehensmodelle in der Produktentwicklung

Entsprechend den vorgestellten Vorgehensmodellen in Unterkapitel 2.2 zeigen die folgenden Abbildungen die grafischen Darstellungen der Vorgehensmodelle.

Vorgehenszyklus für die Systemsynthese

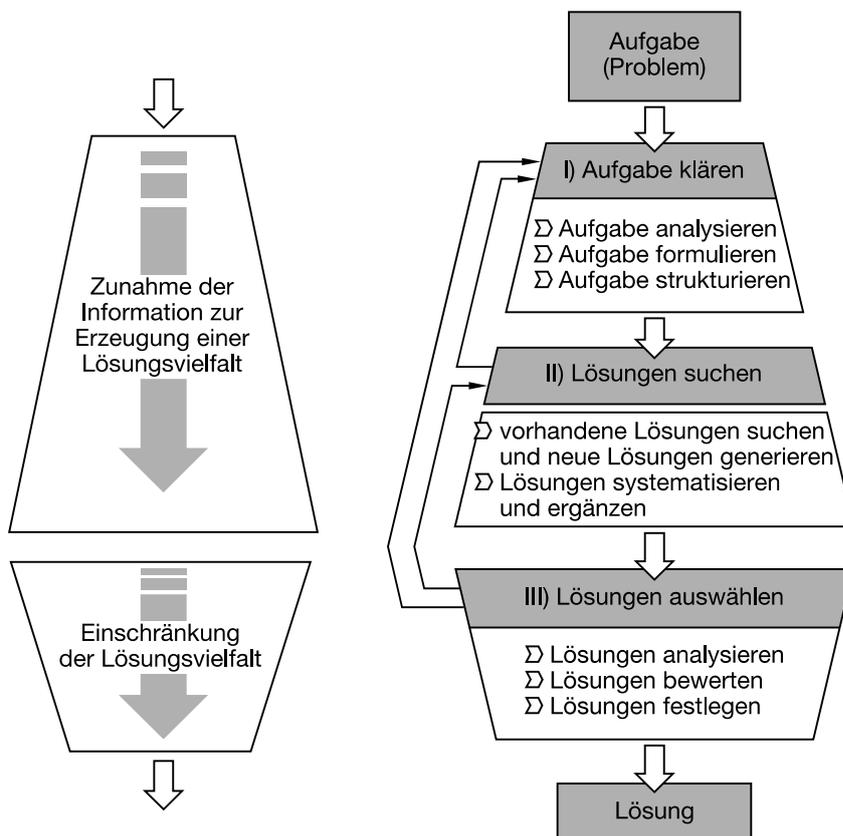


Abbildung 10-1: Vorgehenszyklus für die Systemsynthese nach Ehrlenspiel & Meerkamm (2013, S. 104)

Münchener Vorgehensmodell

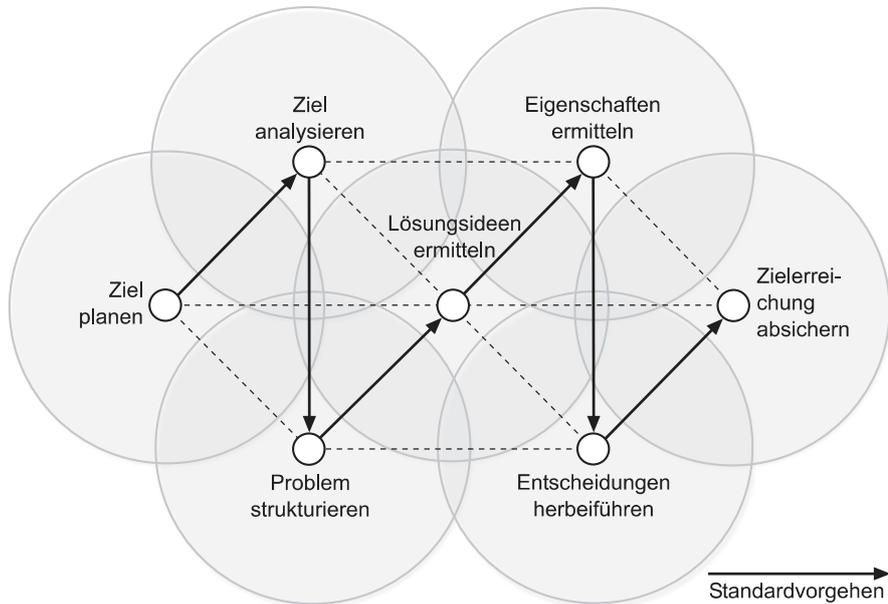


Abbildung 10-2: Münchener Vorgehensmodell nach Lindemann (2009, S. 51)

Allgemeiner Lösungsprozess nach Pahl/Beitz

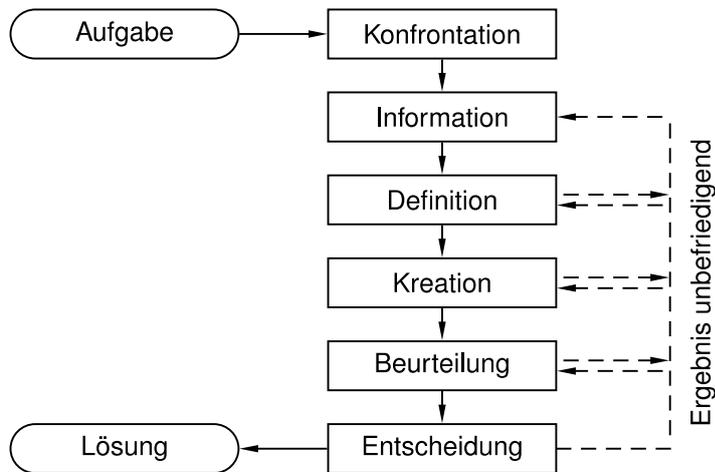


Abbildung 10-3: Allgemeiner Lösungsprozess nach Pahl et al. (2003, S. 165)

VDI-Richtlinie 2221

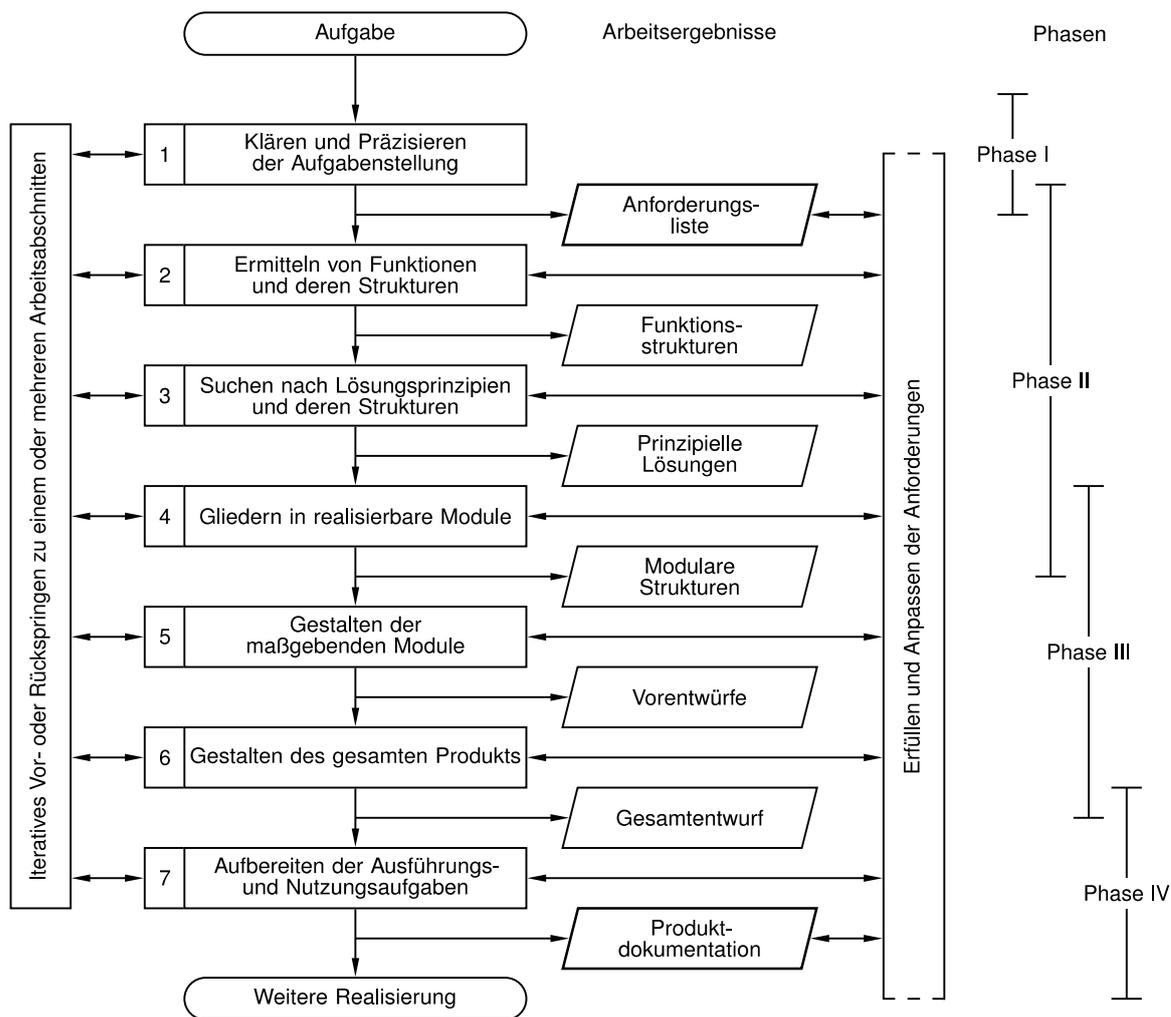


Abbildung 10-4: Generelles Vorgehen beim Entwickeln und Konstruieren nach VDI 2221 (1993, S. 9)

SPALTEN-Methodik

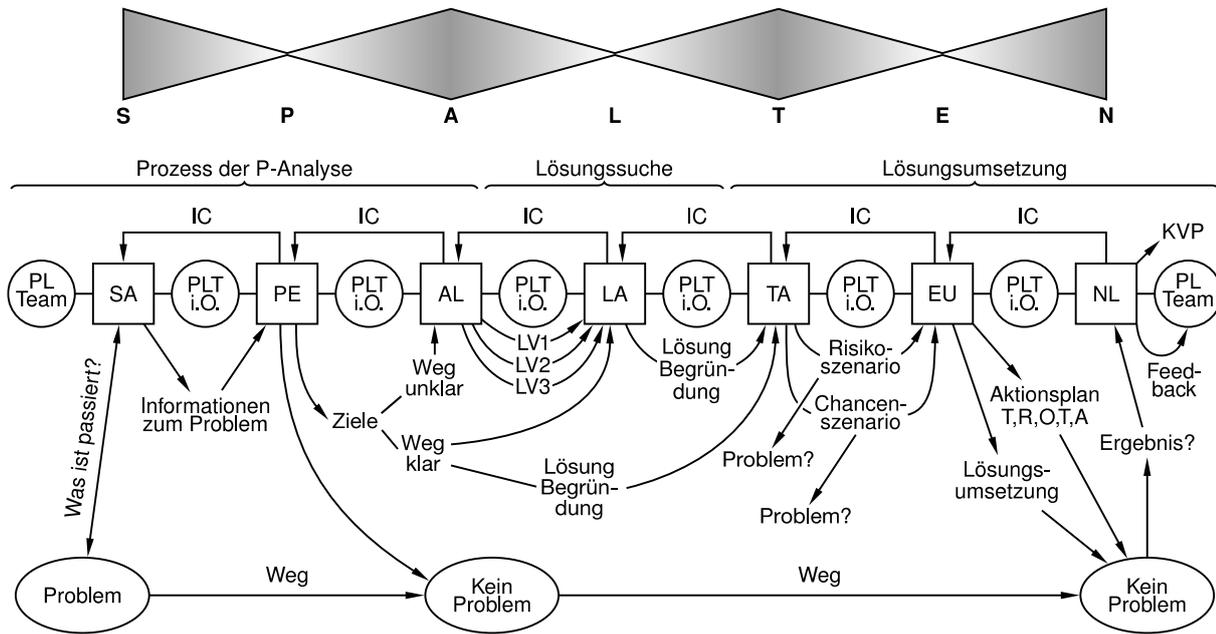


Abbildung 10-5: SPALTEN-Vorgehensmodell nach Albers et al. (2005)

A2 Übersicht der Fragestellungen

Entsprechend der Literaturrecherche von Frick (2016) zeigt Tabelle 10-1 die ermittelten Fragestellungen.

Tabelle 10-1: Übersicht der identifizierten Fragestellungen in der Literaturrecherche

Quelle	Fragestellung
Abram 2015, S. 27	Facts (Was ist das Problem?)
	Options (Welche Möglichkeiten haben wir?)
	Risks & Benefits (Was spricht wofür?)
	Decisions (Welche Option wird umgesetzt?)
	Execution (Wer macht was, wann und wie?)
Abram 2015, S. 36	Check (Ist noch alles richtig?)
	Was muss getan werden, damit das, was der Sender mitteilen will, beim Empfänger ankommt?
	Wie muss die Kommunikation organisiert werden, damit jeder die Informationen bekommt, die er benötigt?
Blessing & Chakrabarti 2009, S. 167	Welche Medien helfen dabei, Informationen effektiv und effizient zu übermitteln?
	Why do I believe this support leads to a result?
	What is my contribution to this support?
	Why do I believe this contribution to be academically worthwhile?
Blessing & Chakrabarti 2009, S. 168	Why do I believe the support to be practically worthwhile, or to contribute to a practical goal?
	Why do I believe that I have the competences or can obtain competences to realise this support (if applicable).
	Which features and functionalities of the Intended Support are your core contributions?
	What is the focus of the evaluation, <i>i.e.</i> , which factors and links in the Impact Model are the most useful to evaluate, <i>e.g.</i> , those that connect most strongly to success? Given the project constraints, which ones can be evaluated?
	Which features and functionalities are essential given the scope of the evaluation?
	Which (additional) features and functionalities are essential to measure the impact?
	What problems/questions are important for each of the stakeholders to solve/answer?
Blessing & Chakrabarti 2009, S. 46	What benefits are solving/answering these problems/questions expected to bring to each of the stakeholders?
	What has already been tried to solve/answer these?

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellung
Blessing & Chakrabarti 2009, S. 46	How well did these solutions work? What are the reasons – known or believed – as to why the solutions did not have the expected impact? Which factors might have played a role?
	What (types of) solutions could possibly solve/answer the problems/questions?
	How could these solutions/answers be obtained?
Blessing & Chakrabarti 2009, S. 63	What are the areas that could be related to the topic in question?
	How directly relevant are these to the topic: which ones seem essential, which ones useful and which ones might be useful?
	In which of these areas is the researcher's contribution likely to be? This area or these areas should be compatible with the researcher's expertise, as well as with the goals of the project.
Blessing & Chakrabarti 2009, S. 90	What is reliability?
	What is clarity, what is simplicity and what is unity?
	Are these terms familiar to designers?
	Do designers explicitly determine clarity, simplicity and unity of their designs?
	At which stages do designers determine reliability?
	How do they determine reliability?
	How are clarity, simplicity and unity related?
	Does increased clarity/simplicity/unity increase reliability?
Does their combination increase reliability?	
Demers 2000, S. 73	Wird diese Nützliche Funktion für andere Nützliche Funktion(en) benötigt?
	Verursacht diese Nützliche Funktion Schädliche Funktion(en)?
	Wurde diese Nützliche Funktion eingeführt, um Schädliche Funktion(en) zu eliminieren?
	Benötigt diese Nützliche Funktion weitere Nützliche Funktion(en)?
	Wird diese Schädliche Funktion durch Schädliche Funktion(en) verursacht?
	Verursacht diese Schädliche Funktion weitere Schädliche Funktion(en)?
	Wird diese Schädliche Funktion durch Nützliche Funktion(en) verursacht?
Wurden Nützliche Funktionen eingeführt, um diese Schädliche Funktion zu eliminieren?	
Demers 2000, S. 89	Wird dieses neutrale oder positive Element für andere neutrale oder positive Elemente benötigt?
	Verursacht dieses neutrale oder positive Element ein schädliches Element?
	Wurde dieses neutrale oder positive Element eingeführt, um negative Elemente zu eliminieren?
	Benötigt dieses neutrale oder positive Element weitere neutrale oder positive Elemente?
	Wird dieses neutrale oder positive Element durch negative Elemente durch negative Elemente behindert oder verhindert?
Löst dieses neutrale oder positive Element negative Elemente aus?	

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellung
Demers 2000, S. 89	Wird dieses negative Element durch negative Elemente verursacht?
	Verursacht dieses negative Element weitere negative Elemente?
	Wird dieses negative Element durch positive oder neutrale Elemente verursacht?
	Wurden positive Elemente eingeführt, um dieses negative Element zu eliminieren?
	Behindert oder verhindert dieses negative Element neutrale oder positive Elemente?
	Löst dieses negative Element eine Abfolge von Elementen aus, die zum Ziel haben das negative Element zu eliminieren?
	Wird das negative Element von einem positiven Element ausgelöst?
Hilti AG, 2014, S. 21	Welche Fragen sollen durch die Anwendung einer Methode beantwortet werden?
	Welche Ziele / Output sollen erreicht werden?
	Welcher Input ist verfügbar?
	Welche Anwendungs- und Randbedingungen sind zu beachten?
	Welche Erwartungen werden an die Methode gestellt?
	Welche Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten gilt es zu klären?
Hilti AG, 2014, S. 3	Wie sieht der Zeitplan des Projekts aus / Meilensteine?
	Ist der Einsatz anderer Methoden geplant oder bereits erfolgt?
	Targets known?
	Problems known?
	Solutions known?
Hutterer 2005, S. 121	Target reached?
	Ist die Umweltverträglichkeit des Stoffs wichtiger als die Recyclingfreundlichkeit?
	Wie bedeutend ist die Ergonomie der Handhabung?
	Was sind Nachteile dieser Lösung?
Hutterer 2005, S. 37	Wie könnte man dieses Problem noch auf anderem Wege lösen?
	Verdunsten, Zentrifugieren oder Sieben?
Hutterer 2005, S. 57	Wie reduziere ich das Gewicht der Siebanlage?
	Auf welche konstruktiven Eigenschaften des derzeitigen Produkts sind die hohen Kosten und das hohe Gewicht zurückzuführen?
	Was sind Schwachstellen des aktuellen Produkts?
Hutterer 2005, S. 57	Wie erkenne ich die Ursachen der Schwachstelle ‚Gewicht‘ an meinem Produkt?
	Ist die Lösungsidee gut genug?
	Habe ich schon verschiedene Lösungsmöglichkeiten durchgespielt?
	Warum denkst du, dass dieses Element hier nicht angebracht werden kann?
	Macht es Sinn, nun über die Anbringung des Elements nachzudenken?
	Wie befestige ich dieses Element?
	Wie sieht die Konstruktion von Team 3 aus?
Können wir eine Teillösung von Team 3 adaptieren?	

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellung
Hutterer 2005, S. 92	Ist mein Ziel noch ausreichend analysiert?
	Was könnte noch der Grund hierfür sein?
Hutterer 2005, S. 93	Welche Vorteile bietet dieser Lösungsansatz?
	Welche Nachteile ergibt dieser Lösungsansatz?
Hutterer 2005, S. 94	Welche Kriterien sind wichtig, um die Güte dieser Lösung bewerten zu können?
	Habe ich das Ziel ausreichend geplant?
	Habe ich meine Situation analysiert?
	Habe ich Analyseergebnisse verdichtet und strukturiert?
	Habe ich zukünftige Veränderungen abgeschätzt?
	Habe ich alternative Zukunftsmodelle aufgestellt?
	Habe ich konkrete Maßnahmen abgeleitet?
	Habe ich das Ziel ausreichend analysiert?
	Habe ich die Anforderungen ermittelt?
	Habe ich Zusammenhänge zwischen Anforderungen festgestellt?
	Habe ich Anforderungen gewichtet?
	Habe ich die Anforderungen dokumentiert?
	Habe ich das Ziel ausreichend strukturiert?
	Habe ich Zusammenhänge zwischen Anforderungen erkannt?
	Habe ich das Problem beschrieben?
	Habe ich Stärken / Schwächen bestehender Lösungen ermittelt?
	Habe ich Freiheitsgrade für die weitere Entwicklung erkannt?
	Habe ich Problemformulierungen festgehalten?
	Habe ich ausreichend viele Lösungsalternativen gesucht?
	Habe ich bestehende Lösungen gefunden?
Habe ich neue Lösungen generiert?	
Habe ich vorhandene Lösungen erweitert?	
Habe ich die Lösungsalternativen geordnet und kombiniert?	
Hutterer 2005, S. 94	Habe ich Lösungsalternativen vorausgewählt?
	Habe ich die Eigenschaften ausreichend ermittelt?
	Habe ich die Eigenschaftsanalyse geplant?
	Habe ich die Analyseergebnisse ausgewertet?
	Habe ich eine Entscheidung herbeigeführt?
	Habe ich Lösungsideen vorausgewählt?
	Habe ich die Bewertung vorbereitet?
	Habe ich die Alternativen bewertet?
	Habe ich die Bewertungsergebnisse interpretiert?
	Habe ich das Ziel abgesichert?
Habe ich mögliche kritische Zielabweichungen identifiziert?	
Habe ich die Ursachen hinterfragt?	

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellung
Hutterer 2005, S. 94	Habe ich das Risiko bewertet?
	Habe ich das Risiko reduziert?
Hutterer 2005, S. 16	Wie kann dieser Effekt eingesetzt werden?
Hutterer 2005, S. 34	Zugang zum Gehäuse?
	Reinigungsmöglichkeiten?
	Wie kann Feststoff von Flüssigkeit getrennt werden?
Hutterer 2005, S. 46	Wie kann der Schmutz vom Siebkorb gelöst werden, ohne dass zusätzliche Flüssigkeit in den entwässerten Feststoff gelangt?
	Ist das Sieben das optimale Prinzip zur Trennung von Feststoff und Flüssigkeit bei den vorliegenden Einsatzbedingungen? Wäre auch die Ausnutzung der Rotationsenergie in Form einer Zentrifuge denkbar? Gibt es andere Möglichkeiten, Flüssigkeit zu reinigen?
Lindemann 2009, S. 219	Welche Informationen liegen vor?
	Wie zuverlässig sind die Informationen?
	Welche Schadensfälle sind denkbar?
	Welche Konsequenzen drohen im Sinne der Produkthaftung?
Lindemann 2009, S. 110	Sind Sofortmaßnahmen einzuleiten?
	Welche Art von Gepäck transportieren Sie gewöhnlich auf Ihrem Fahrrad?
Lindemann 2009, S. 139	Welche Art von Gepäck soll auf Ihrem Fahrrad transportiert werden?
Lindemann 2009, S. 141	Wie lassen sich verfügbare Lösungen finden?
Lindemann 2009, S. 144	Wie können neue Lösungsideen generiert werden?
	Was kann ich hinzufügen?
Lindemann 2009, S. 148	Wie kann man es kleiner machen (leichter, dünner, flacher, kürzer, ...)?
Lindemann 2009, S. 152	Wie lassen sich Widersprüche auflösen?
Lindemann 2009, S. 220	Wie können Schmutzpartikel prinzipiell von Oberflächen entfernt werden?
	Welche Modifikationen am Produkt oder den Prozessen (zum Beispiel Fertigungs- und Montageprozess) prinzipiell möglich sind?
Lindemann 2009, S. 224	Wie viele Anlagen sind derzeit im Betrieb?
	Bei wie vielen Anlagen ist der Fehler aufgetreten und wie oft?
	Was kostet der Ausfall einer Anlage pro Tag?
Lindemann 2009, S. 242	Sind die Anlagen noch in der Gewährleistungspflicht?
	Wo werden die meisten Teile verbaut?
	Wo sind die höchsten Gewichts- oder Kostenanteile zu finden?
Lindemann 2009, S. 281	Wie oft werden bestimmte optionale Baugruppen an bestimmte Kunden verkauft?
	Lassen sich einzelne Ideen nicht miteinander kombinieren?
Lindemann 2009, S. 284	Lassen sich ganze Lösungsklassen ausschließen?
Lindemann 2009, S. 292	Zu welchem Zweck soll das System abstrahiert werden?
	Welche Maßnahmen eignen sich zur Verbesserung der Entwicklungsergebnisse?
	Gibt es Synergieeffekte?
	Schließen sich manche Maßnahmen gegenseitig aus?

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellung
Lindemann 2009, S. 30	In welcher Branche ist das Unternehmen tätig?
	Welche Kernkompetenzen zeichnen das Unternehmen aus?
	Welche langfristigen Strategien werden verfolgt (Technologieführerschaft, Kostenführerschaft, Diversifikation etc.)?
	Wie erfolgt die Finanzierung des Unternehmens (ein einzelner Eigentümer, Kleinaktionäre etc.)?
	Wie sind Organisationsstruktur und Unternehmenskultur ausgeprägt?
	Wer wird das neue Produkt kaufen?
	Ist der Kunde ein Zwischenhändler oder der Nutzer des Produktes?
	Wird das Produkt für einen speziellen Kunden entwickelt oder handelt es sich um eine kundenanonyme Entwicklung?
	Was geschieht auf den Absatzmärkten der verschiedenen Regionen?
	Gibt es politische Veränderungen, neue gesetzliche Vorgaben, Import- oder Exportvorschriften?
Lindemann 2009, S. 30	Welche Kompetenzen und Ressourcen können für das aktuelle Entwicklungsprojekt genutzt werden?
	Welche Mitarbeiter müssen in das Projektteam integriert werden?
	Wie soll die Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen, beispielsweise einem externen Dienstleister, stattfinden?
Lindemann 2009, S. 301	Ziel der Funktionsmodellierung formulieren: Zu welchem Zweck soll das System abstrahiert werden?
	Gibt es weitere Funktionen, für die die (wesentliche) nützliche Funktion benötigt wird?
	Gibt es Funktionen, die für die (wesentliche) nützliche Funktion benötigt werden?
	Gibt es weitere schädliche Funktionen, die durch die (wesentliche) schädliche Funktion verursacht werden?
	Gibt es Funktionen, die die (wesentliche) schädliche Funktion verursachen?
	Gibt es Funktionen, die eingeführt wurden, um die (wesentliche) schädliche Funktion zu vermeiden?
Lindemann 2009, S. 309	Was läuft gut?
	Wo sind wir stark?
	Wie können wir unsere Stärken einsetzen, um die Chancen nutzen zu können?
Lindemann 2009, S. 31	Soll die aktuell betrachtete Komponente selbst produziert oder extern zugekauft werden?
	Wie ist die Lieferfähigkeit der zur Auswahl stehenden Zulieferer in der nächsten Zeit einzuschätzen?
	Besteht die Gefahr, dass ein in Frage kommender Werkstoff aus Umweltgründen in Misskredit gelangt, und welche Auswirkungen hat das auf das Produkt?
	Welche Teilnehmer sind für die Bewertung der erarbeiteten Konzeptalternativen hinzuzuziehen, um ein umfassendes Meinungsbild erarbeiten zu können?
	Welche Handlungsoptionen stehen zur Verfügung, wenn der Versuch am Prototypen nicht die erwünschten Ergebnisse bringt?

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellung
Lindemann 2009, S. 31	Wie wirkt sich der krankheitsbedingte Ausfall eines Teammitglieds auf den Zeitplan aus?
Lindemann 2009, S. 56	Was ist eigentlich mein Problem? Welches Ergebnis sollte ich als nächstes erreichen?
Lindemann 2009, S. 93	Welche Funktionen sind zu realisieren? Mit welchen Fertigungsverfahren soll das Produkt hergestellt werden? Welche Vorschriften sind bei Herstellung, Vertrieb, Nutzung und Entsorgung zu berücksichtigen?
Lindemann 2013, S.21	Was erwartet der Kunde von unserem Produkt? Wer sind die Kunden? Warum und wozu benutzen sie das Produkt? Wann und wo benutzen sie das Produkt?
Lindemann 2013, S.21	Wie benutzen sie das Produkt? Was soll das neue Produkt können, was soll es nicht können? Welche selbstverständlichen Wünsche und Erwartungen gibt es? Was ist der eigentliche Anlass der Aufgabe? Was ist das eigentliche Entwicklungsziel? Wo ist das eigentliche Problem? Wo gab es bisher Beanstandungen und Schwachstellen? Welche Randbedingungen oder Restriktionen gibt es? Welche sind eventuell doch veränderlich? Wo liegen Gestaltungsfreiheiten? Wo liegen die Systemgrenzen? Können Systemgrenzen verschoben werden?
Reymen 2001, S. 79	What is the stadium of the property or factor? (Why?) Why is this property or factor chosen? Who defined this item? (Why?) What are references for this property or factor? Which properties or factors are negotiable? Why or why not? Which kind of relation is described? What is the rationale for this relation?
Reymen 2001, S. 82	What is the desired state of the product being designed? Which main problem must be solved? What are desired properties of the product? Which representation of the desired state of the product being designed have been made? What is the current state of the product being designed? What are properties of the product being designed at this moment? What are the important problems to be solved at this moment? Which representation of the current state of the product being designed have been made? What is the desired state of design process?

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellung
Reymen 2001, S. 82	What is the deadline of the design process?
	What is the budget for the design process?
	What is the capacity of the design team?
	Which other properties of the design process are desired?
	Which representations of the desired state of the design process have been made?
	What is the current state of the design process?
	Can the deadline of the design process be met?
	Who are the members of the design team?
	Which part of the budget has already been used?
	How is the design process supported (machines, software, tools, secretary, room, methods, procedures, environment, etc.)?
Reymen 2001, S. 82	What are problems in the design process at this moment?
	Which representations of the current state of the design process have been made?
	What is the current state of the design context?
	Which related design tasks have been defined?
	What are important factors in those related design tasks?
	What are the current and the desired state of the overall design task?
	What are the important stakeholders and their concerns?
	What are important processes in the product lifecycle?
	What are important factors in these processes?
	What is the company strategy regarding product planning?
	How does the companies vision influence the design task?
	What are important competitors?
	Which norms and laws are related to the design task?
	What is state-of-the-art knowledge related to the design task?
	Which representations of the current state of the design context have been made?
	What are possible trends in the design context?
	What are possible changes in related design tasks?
What are possible changes in the processes of the product lifecycle?	
Reymen 2001, S. 83	Is the list of desired properties about the product being designed complete?
	Is the list of desired properties about the product being designed consistent?
	What is the core problem to be solved? is this the real problem to be solved? Do I know similar problems?
	Is the list of current properties about the product being designed complete?
	Is the list of current properties about the product being designed consistent?
	Which desired properties are met up to now?
	Are all factors taken into account in the design of the product being designed?
	Which representations of the product being designed might be missing?

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellung
Reymen 2001, S. 83	What are consequences of the current state of the product being designed for processes in the product lifecycle?
	What are alternative properties and values? Why?
	How do I feel about the current state of the product being designed?
	Does the product being designed fits its purpose?
	To what degree is the design challenge met and are the design conflicts resolved?
	What are the chances on the market?
	Is the product being designed future conflicts resolved?
	Is the product being designed future oriented with respect to the future development of the market and the technology?
	What is its aesthetic value?
	Which current properties can be improved? Why?
	Which concepts of the product being designed can be re-used?
	Is the list of desired properties about the design process complete?
	Is the list of desired properties about the design process consistent?
	Which desired properties are not met?
Reymen 2001, S. 83	Are all important factors taken into account in the design of the design process?
	Which representations of the design process might be missing?
	What are consequences of the current state of the design process (duration, budget, capacity, etc.) for other processes in the product lifecycle?
	What are alternative possibilities for the design process?
	How do I feel about the current state of the design process? (How did the management support me? How was the collaboration with the design team?)
	How can the current state of the design process be improved?
	Which concepts of the design process can be re-used?
	Is the list of relevant factors complete?
	Are other representations of the design context desirable?
	What is the challenge of the design task?
	Is the list of relations complete?
	Are all relations consistent?
	Are properties about the product being designed and properties about the design process mutually consistent?
	Reymen 2001, S. 86
How did the current state of the product evolve?	
How Do I feel about the activities about the product being designed?	
What were problems in executing these activities?	
How can these activities be improved?	
How did the desired state of the design process evolve?	
How did the current state of the design process evolve?	
How Do I feel about the activities about the design process?	
What were problems in executing these activities?	
How can these activities be improved?	

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellung
Reymen 2001, S. 86	How did the desired state of the design process evolve?
	How did the current state of the design process evolve?
	How Do I feel about the activities about the design process?
	What were problems in executing these activities?
	How can these activities be improved?
	How do I feel about the interactions with the design context?
	What were problems in executing these interactions?
	How can the interactions with the design context be improved?
Reymen 2001, S. 86	How do I feel about the design process? (with respect to the sequence of design activities, efficiency, effectiveness, problems, co-ordination, etc.) Why?
	What is the cause of problems in the design process? Could these problems be solved in a different way? What can be learned from these problems for future processes?
	Which design activities did not result in a change towards the design goal? Why?
	Which mistakes were made in the design process? Had it been possible to anticipate these mistakes?
	Is enough progress made in the design process?
	Which design activities can be executed more efficiently? How?
	Which concepts of the design process can be re-used for a similar design task?
	What were critical situations?
	What can be learned from the evolution of the different states?
	Which design activities must be executed in future subtasks?
	How did the design context evolve?
	How can transitions and future transitions in the design context better be taken into account?
	How can laws be influenced?
Albers 2013, S. 122	In diese neue Technologie einsteigen?
	Welche Potenziale beinhaltet die neue Technologie?
	In welcher Phase befindet sich die Branche und Ihr Unternehmen?
	Wie sieht die aktuelle Situation für das eigene Unternehmen aus?
	Welche Risiken und Chancen existieren in dieser Phase?
	Wie wird sich eventuell die Branche weiterentwickeln?
	Was würden Sie tun?
	Welche weiteren Schritte würden Sie im Rahmen Ihres Unternehmens initiieren?
	Welche Strategien bzw. Szenarien?
	Was repräsentiert das Modell ?
	Welche Eigenschaften des Originals bildet das Modell ab und welche nicht?
	Welchem Zweck soll das Modell dienen?
	Wie wurde das Modell erstellt?
	Welchen Zweck muss die Lösung erfüllen?
Welche Eigenschaften muss sie aufweisen?	
Welche Eigenschaften darf sie nicht haben?	

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellung
Albers 2013, S. 353 (aus Hill & Linde, 1993)	Was ist die gewünschte Wirkung, was die Kundenwünsche?
	Wer ist die Bedarfsgruppe?
Albers 2013, S. 353 (aus Hill & Linde, 1993)	Wohin gehen relevante Trends?
	Wann tritt das Bedürfnis auf?
	Wozu wurde überhaupt die Aufgabe gestellt? Was ist das Oberziel, das gesellschaftliche Bedürfnis?
	Warum wurde das Bedürfnis nicht erkannt bzw. nicht oder unzureichend befriedigt?
	Wo tritt das Bedürfnis auf?
	Womit wird das Bedürfnis, der Bedarf bisher befriedigt?
	Wie wird das Bedürfnis, der Bedarf bisher befriedigt?
	Was assoziiert der Kunde mit der Verwendung von Produkt X?
Albers 2013, S. 394	Welche Probleme/Ärgernisse/Beschwerden verbindet der Kunde mit der Verwendung von Produkt X?
	Welche Kriterien berücksichtigt der Kunde beim Kauf von Produkt X?
	Welche neuen Eigenschaften oder Serviceleistungen können die Erwartungen des Kunden noch besser erfüllen?
	Was würde der Kunde an Produkt X ändern?
Albers 2013, S. 415	Welche Funktion benötigt der Kunde?
	Welche Funktionen erfüllen wir bereits?
	Wie können bestehende Funktionen ergänzt werden?
Albers 2013, S. 416	Welche Funktionen repräsentieren eine Verallgemeinerung bereits bestehender Funktionen?
	Würde eine Änderung der prinzipiellen Lösung (existierender Produkte) zu einem verbesserten Produkt führen?
Albers 2013, S. 417	Ist der Bauraum noch angemessen?
	Sollten wir uns auf Miniaturisierung konzentrieren?
	Ist die Form noch ansprechend?
	Könnte die Ergonomie verbessert werden?
Albers 2013, S. 455	Ist eine enge und teure Toleranz notwendig? Wie sehen die Ansätze des Wettbewerbs aus?
	Ist der Ansatz des Wettbewerbs billiger?
	Besteht der Entwurf des Wettbewerbers aus weniger Teilen?
	Welche Arbeitsweisen und Prozesse werden ausgewählt?
Albers 2013, S. 564	Ist der Ansatz des Wettbewerbers unempfindlicher gegen Störeinflüsse oder Fehlgebrauch?
	Wie sehen die gestaltbestimmenden Funktionsträger aus?
	Wie sehen die sonstigen Funktionsträger aus?
	Wie sehen die Nebenfunktionsträger aus?
Badke-Schaub & Dörner in Hacker 2002	Wie sieht die Kombination der Funktionsträger aus?
	Wo und wie kann das Fahrrad an einer Halterung befestigt werden?
	Wie kann eine solche Halterung aussehen?
	Wie kann diese Halterung stabil angebracht werden (Ständer)?
	Wie können Ständer und Halterung miteinander verbunden werden?

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellung
Badke-Schaub & Dörner in Hacker 2002	An welchen Stellen kann überhaupt eine Halterung am Fahrrad befestigt werden?
	Welche Art von "Griff" kann leicht befestigt werden?
	Wie viele solcher "Griffe" sind nötig?
Bohinc 2001, S. 159	Was muss ich tun, damit das, was ich sagen will, beim Empfänger ankommt?
	Wie muss ich die Kommunikation organisieren, damit jeder die Informationen erhält, die er braucht?
	Welche Medien helfen mir, meine Botschaften effektiv und effizient zu übermitteln?
Bohinc 2001, S. 28	Wer benötigt welche Informationen?
	Wer darf welche Informationen bekommen?
	Wann werden die Informationen benötigt?
	Welche Informationen müssen gespeichert werden?
	Wie und für wen sind die gespeicherten Informationen zugänglich?
Bohinc 2001, S. 64	Müssen Zeitzonen, Sprachen oder kulturelle Einflussfaktoren berücksichtigt werden?
	Was muss der Empfänger der Nachricht wissen, damit er seinen Job machen kann?
	Was nutzt das Projekt dem Unternehmen?
Dörner in Pahl 1994	Was muss getan werden?
	Welchen Nutzen hat das?
	wer hat das bewirkt. daß es so ist, wie es ist? "
Ehrlenspiel in Pahl 1994	Wie soll sich das bewegen?
	Wie kann das festgehalten werden?
	Wie ist die Struktur und Gestalt des optimalen Produkts beschaffen ?
Hacker in Pahl 1994	Wie und mit welchen Mitarbeitern und Hilfsmitteln organisiert man den Produkterstellungsprozeß, so daß das Problem 1 in der angemessenen Qualität mit minimalen Zeiten und Prozeßkosten gelöst werden kann?
	Welche Ziele sollen erreicht werden bzw. welche Merkmale soll das Ergebnis aufweisen?
	Wie sind die Ziele zu ordnen, zu gewichten?
Hacker in Pahl 1994	Welche Problemtteile können gebildet werden?
	Welche Abfolge ist sinnvoll?
	Gibt es schon bekannte Lösungen für Problemtteile?
	Gibt es Lösungen für ähnliche Probleme?
Hönisch in Pahl 1994	Was sind Indikatoren einer guten Lösung?
	Wie lassen sich die Indikatoren einer guten Lösung gewichten?
	Welche (noch nicht vorgegebene) E sind außerdem notwendig?
Hönisch in Pahl 1994	Mit welchen Störungen bei E ist zu rechnen (z.B. Inhomogenität, wie Äste bei Holz)?
	Mit welchen unbeabsichtigten E ist zu rechnen (z.B. Steine bei Kartoffel-Erntemaschine)?

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellung
Hönisch in Pahl 1994	Welche Forderungen müssen an E gestellt werden a) zur Gütesicherung von Ab) zur Funktionssicherung des technischen Systems
	Sind die vorgegebenen Einschränkungen der E berechtigt?
	Ist/sind andere als die vorgegebene(n) E besser geeignet?
	Welche Anlagen bestehen (Problem Lösungen)?
	Welchen Beanspruchungen sind das technische System und seine Elemente ausgesetzt? (planmäßige und unplanmäßige)
	Sind Einflussgrößen so veränderbar, dass günstige Wirkung eintritt?
	Wie beeinflussen sich die Form von A und das erzeugende technische System gegenseitig?
	Welchen Beanspruchungen ist A ausgesetzt (planmäßige und unplanmäßige)?
	Darf A variiert werden?
	Veränderung von A?
	Was soll eigentlich erreicht werden?
	Wie wäre ideales A?
	Was hindert am Erreichen des Ideale?
	Welche Widersprüche sind erkennbar?
	Welche N sind zu erwarten? (nützliche und schädliche)
	Mit welchen (zeitweiligen) Störungen ist zu rechnen?
Sind schädliche N reduzierbar oder eliminierbar?	
Sind schädliche n in nützliche N oder A wandelbar?	
Olthoff & Hinsch 2013, S. 212	Was soll mit der CRM-Einführung (betrieblich) erreicht werden?
	Wer soll in das CRM-Training einbezogen werden (Berufsgruppen)?
	Welche Fähigkeiten sollen ausgebaut, welche Verhaltensweisen geändert werden?
Römer & Pache in Hacker 2002	Wo soll das Tool (zunächst) eingesetzt werden (Eingrenzung auf bestimmte Berufsgruppen oder Unternehmensteile?)
	Denken Sie, dass Sie mit ... bessere Lösungskonzepte entwickeln als ohne ...?
Rothe in Pahl 1994	Welche von mehreren unterschiedlichen, gelegten Relationen ist die eigentlich relevante?
	Sind die nicht gelegten Modellrelationen tatsächlich irrelevant?
	Besitzen zusätzlich gelegte Relationen tatsächlich Relevanz?
Schön 1983	What other big problems?
	But in the new setup, what about north-south?
	There is 15 feet max, right?
	... how to pass through here?
	Can I solve the proble I have set?
	How is such (reframing the problematic situation) an experiment to be evaluated? ... how does he make use of the experience he has accumulated in his earlier practise?

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellung
Schön 1983	When he cannot apply familiar categories of theorie or technique, how does he bring prior knowledge to bear on the inventon of new frames, theories and strategies of actions?
	Do I like what I get when i solve this problem?
	Have I made the situation coherent?
	Have I made it congruent with my fundamental values and theories?
	Have I kept inquiry moving?
	How can and inquirer use what he already knows in a situation which he takes to be unique?
	Whats if?
	Do you get what you intend?
	Do you like what you get?
	Do you like what you get from the action, taking its consequences as whole?
	When should I stop experimenting?
	Have I selected the right problem from my stock of known problems?
	Have I selected the right problem - solving technique from my stock of known techniques?
	How was it that both the old and the new methods worked?
	Why continue to work on erratic results in an experimental setup when in the continues furnance the whole situation may be different?
	What are the practical methods of closing the nutrient gap and, of these, which combination is the least costly within a time constraint of a few years?
	What is the possibility of going for a new building?
	This is puzzling; How can I understand it?
	What can I make of this?
	What I have really been doing?
	Why were we so late in detecting and admitting the problems?
Why were we so unwilling to ask for help and to accept help once it was offered?	
How did we bail ourselves out?	
What benefits can we deliver trough products designed for use in household appliances?	
Did the new element really work?	
What about negative side effects?	
What counts for such a pattern?	
What do consumers really see in our product?	
Whats really going on underneath the scigns of trouble in our organisation?	
What can we learn from our encounters with the competition?	
Who is the client?	
Is the practitioner willing to talk about the issue at hand, to consider it from more than one point of view, to reveal his own uncertainties?	
Is he interested in the client's perceptionns of the issue?	
Is he open to confrontation without defensiveness?	

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellung
Schön 1983	Is he willing to carry out experiments on the spot and to be open about such experimenting, including the conditions under which he would regard his views as confirmed or refuted?
	What is the stance toward his own knowledge?
	Does he claim only to "know", or is he interested in, rather than threatened by, alternative ways of seeing the phenomena that do not fit his models?
	What sorts of frame analyses will be useful to practitioners who wish to reflect on their own frames?
Schütze et al. in Hacker 2002	What message, beyond mere relativism, does the sociology of knowledge offer to practitioners of a profession?
	Welche Vorgehensweisen führen zu guten konstruktiven Lösungen?
Tisdale 1998, S. 11	Welche Hilfsmittel nutzt ein Konstrukteur, um Abhängigkeiten zwischen Eingangs- und Ausgangsgrößen von Berechnungen und Gestaltmerkmalen überschaubar zu gestalten?
	Welche Ziele verfolge ich mit meiner Exploration?
	Wie gewinne ich Informationen?
Tisdale 1998, S. 6	Welche Informationen über Informationen stehen mir zur Verfügung?
	Was habe ich gedacht, getan, gefühlt usw.?
	Warum bin ich so vorgegangen?
	Hatte mein Vorgehen die gewünschten Effekte? Wenn nicht, warum nicht?
Tisdale 1998, S. 69	Was ist an meinem Vorgehen zu verändern, um die Effekte zu erzielen?
	Welche Ziele haben Sie verfolgt, bzw. was haben Sie sich vorgenommen?
	Wie würden Sie Ihre Vorgehensweise generell beschreiben?
Tisdale 1998, S. 69	Hatten Sie einen mehr oder weniger genauen Plan nach dem Sie vorgegangen sind?
	Warum schien Ihnen diese Vorgehensweise bzw. dieser Plan adäquat bzw. erfolgsversprechend?
	Haben Sie Ihre Vorgehensweise irgendwann geändert? Wenn ja, warum und wie?
Wallmeier 2001 (aus Frankenberger 1997)	Haben Sie im Verlauf des Versuches über Ihr Vorgehen nachgedacht? Wenn ja, hatte das Konsequenzen?
	Aufgabe klar?
	Lösung vorhanden?
Wallmeier 2001, S. 128	Lösung geeignet?
	Ungutes Gefühl?
	Wichtige Diskussion und Entscheidungen im Projekt?
	Suche nach Lösungen?
	Störungen, die meine Arbeit behindern?
	Informationsbeschaffung -weitergabe?
	Mangel an Informationen?
Konflikte zwischen Personen?	
Wallmeier 2001, S. 130	Stolpersteine?
	Wo und wann ist die kritische Situation aufgetreten?
	Mit welcher Aufgabe beziehungsweise mit welchem Bauteil war ich in der kritischen Situation beschäftigt?

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellung
Wallmeier 2001, S. 130	Welche Tätigkeit habe ich in der kritischen Situation ausgewählt?
	Was war der Auslöser der kritischen Situation?
	Welche Arbeits-Hilfsmittel habe ich benutzt?
	Was/Wer hat mir geholfen / mich behindert?
	Warum war ich besonders zufrieden bzw. nicht zufrieden?
	Mit welchem Ergebnis endete die kritische Situation?
	Welche Auswirkungen auf den weiteren Prozess, das Produkt oder auf die Personen, das Ergebnis, das weitere Vorgehen hat beziehungsweise hatte die kritische Situation und warum?
Weißhahn & Rönsch in Hacker 2002	Warum ist ein bestimmtes Ziel wichtig?
	Wie kann ein bestimmtes Ziel erreicht werden?
Weth & Weinert in Hacker 2002	Wer? Was? Wozu? Warum? Mit wem?
	Was fand Ahmed heraus?
	Welche Probleme tauchten früher auf und wie wurden sie gelöst?
	Welche Ergebnisse wurden gefunden?
Wetzstein & Hacker in Hacker 2002	Was lässt sich als bemerkenswert herausfiltern?
	Wie funktioniert das?
	Welche Vorteile/Nachteile hat diese Teillösung
Wetzstein & Hacker in Hacker 2002, S. 150	Wie könnte eine bessere Lösung aussehen?
	Wie funktioniert das?
Wulf 2001, S. 118	Welche Vorteile/Nachteile hat diese Teillösung?
	Wie könnte eine bessere Lösung aussehen?
Wulf 2001, S. 122	Wie muss ein zwangsläufiger Mechanismus aussehen?
	Wie können die einwertigen Drehgelenke realisiert werden?
	Wie kann ein stabileres Gelenk hergestellt werden?
Wulf 2001, S. 123	Wie kann ein ebenes Fadengelenk realisiert werden?
	Wie können die einwertigen Miniaturdrehgelenke im Scherengitter realisiert werden?
	Wie können zwei flache Stäbe an ihren Enden so durch Fäden verbunden werden, dass sie nur in einer Ebene gegeneinander verdreht werden können?
Wulf 2001, S. 42	Wäre es möglich, den Spreizer aus einem Stück, d. h. mithilfe von Festkörpergelenken zu realisieren?
	Wie müsste eine Kupplung funktionieren, die ihre Betätigungsenergie hauptsächlich aus dem Antriebsstrang selbst entnimmt?
	Wie lässt sich eine Freilaufkupplung in eine Schaltkupplung umwandeln?
	Ist es möglich, das Wirkprinzip der Eintouren-Rollenkupplung mit einer Drehmomentübertragung durch Reibung zu kombinieren?
Wulf 2001, S. 43	Wie lässt sich eine Relativedrehung zwischen verschiedenen Kupplungsteilen in eine Axialbewegung umwandeln, die den Druck von den Reibbelägen nimmt?
	Wie müsste ein solcher umgestaltet werden, damit er als Schaltkupplung verwendet werden kann?
	Wie konnte nun dieser Käfig mit den Klemmrollen gegenüber den Keilspalten des Freilaufs verschoben werden?

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellung
Wulf 2001, S. 44	Wäre es möglich, das Betätigungsprinzip der Eintouren-Rollenkupplung mit einer Drehmomentübertragung durch Reibung zu verknüpfen?
Wulf 2001, S. 53	Wie konnte die Energie zum Schalten der Kupplung unmittelbar aus dem Antriebsstrang entnommen werden?
Wulf 2001, S. 64	Wäre es möglich, das Betätigungsprinzip der Eintouren-Rollenkupplung mit einer Drehmomentübertragung durch Reibung zu kombinieren?
Brookfield 2007, S. 33	What do you know now that you didn't know this time last week?
Gregor et al. 2013, S. 10	What are the essential material properties that the designer gave to the artifact so that it would allow to surface ideas anonymously?
	What user groups perceived this affordance?
	What enabling conditions lead to the emergence of the affordance?
Gregor et al. 2013, S. 6 (aus Pearl 2000)	What appears to be the key difference in one case as opposed to other possible comparable cases (Pearl, 2000)?
	What was the problem the researcher originally perceived?
	Was the problem generated by the researcher or provided by someone else?
	What is the goal of the artifact?
	How did the original design idea come about? Can you give the design idea a name?
	What concepts formed the basis for the first tentative design? From which fields did these concepts come? Why exactly these?
	Were there subsequent problems that emerged? Did they require further innovative design ideas? What else was important?
	What material properties did the designer deliberately build into the artifact to enable it to achieve its purpose?
	What material properties of the artifact in use are observed to contribute to the emergence of the desired affordances?
	What contextual conditions are observed to enable the emergence of the desired affordances?
	Which user groups perceive which functional affordances of the artifact?
	What changes are required in the essential material of the design artifact or in the enabling contextual conditions in order to lead to the emergence of desired functional affordances?
	What justificatory knowledge provides support for the linking of the material properties to the achievement of the artifact's goals, as originally envisaged, or arising in use?
	Which acts or interventions have to be performed in order to reach a specific goal?
Gregor et al. 2013, S. 8	Who is the agent?
	In what order should the actions be undertaken?
	What are the observed effects?
	Which actions are necessary (or most necessary) to bring about desired outcomes? Why are they necessary (is there underlying support from justificatory knowledge)?
	Which actions are incidental to the outcome (where some other action could likely serve the purpose just as well)?
	What was the original design concept?
Gregor et al. 2013, S. 9	What are the observed effects?
	Which actions are necessary (or most necessary) to bring about desired outcomes? Why are they necessary (is there underlying support from justificatory knowledge)?
	Which actions are incidental to the outcome (where some other action could likely serve the purpose just as well)?
	What was the original design concept?

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellung	
Hammer & Reymen 2002, S. 1	Is my design answering the stakeholder concerns?	
	Am I solving the essential problems or am I wasting time on irrelevant aspects?	
	Does the result feel satisfactory or are further iterations necessary?	
	Does my design obey the rules of conceptual integrity and aesthetics?	
	Is my design process appropriate for the problem?	
Linde & Hill 1993, S. 109	Mit welchen Lösungen werden in der Natur Stoffe bewegt?	
	Wozu wurde die Aufgabe erstellt?	
	Was sollte der spezielle Betrachtungsbereich sein?	
	Wer nutzt oder realisiert das System? (Subjekt)	
	Was ist das Ergebnis der Nutzung bzw. der Realisierung? (Objekt)	
	Wann erfolgt die Realisierung?	
	Linde & Hill 1993, S. 48	Wo erfolgt die Nutzung/Realisierung?
		Womit erfolgt die Realisierung? (Gebilde)
		Wie erfolgt die Realisierung? (Verfahren)
		Wodurch ist das System gekennzeichnet? Naturgesetzliche Effekte?
Linde & Hill 1993, S. 63	Warum muss eine technische Weiterentwicklung erfolgen?	
	Wohin gehen die relevante Trends der Verfahrens- und Gebildeentwicklung?	
	Ist der Energiefluss zwischen zu steuerndem System und Steuersystem im vorliegenden technischen System gewährleistet?	
Linde & Hill 1993, S. 63	Welche neue Entwicklungsaufgaben können abgeleitet werden, um den Energiefluss zu gewährleisten, damit vorhandene Systeme effektiver und steuerbar werden?	
	Welche Zielgrößen -Xi - und Führungsgrößen - yk - können aus der Übertragung dieses Gesetzes abgeleitet werden?	
Linde & Hill 1993, S. 64	Ist der Rythmus der Teilsysteme im vorliegenden technischen System aufeinander bzw. untereinander abgestimmt?	
	Welche neue Entwicklungsaufgaben können abgeleitet werden, um die Rhythmik der Teilprozesse zu verändern, damit die Gesamteffektivität des Systems erhöht werden kann?	
Linde & Hill 1993, S. 65	Worin entstehen erkennbare Entwicklungsreserven am Ausgangssystem?	
	Welche neuen Entwicklungsaufgaben können abgeleitet werden, um die Effektivität des Ausgangssystems durch die Kopplung neuer Wirkprinzipie zu erhöhen?	
Linde & Hill 1993, S. 69	Welches Teilsystem bzw. Teil ist gegenüber dem allgemeinen Entwicklungsniveau des Gesamtsystems zurückgeblieben?	
	Welche neuen Entwicklungsaufgaben können abgeleitet werden, um den höchsten Effektivitätszuwachs für das Gesamtsystem zu erreichen?	
Linde & Hill 1993, S. 71	Wie könnte das vorliegende technische System durch die Einordnung in ein Obersystem (z.B. Karosserie, Klingenträger...) zu höherer Effektivität geführt werden?	
	Welche neuen Entwicklungsaufgaben können abgeleitet werden, um das vorliegende technische System in ein Obersystem einzubeziehen?	

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellung
	Wie könnte im vorliegenden technischen System das wirkende Prinzip durch ein einfacheres mit gleicher, aber wesentlich effektiverer Funktion ersetzt werden?
Linde & Hill 1993, S. 72	Welche neuen Entwicklungsaufgaben können aus der Übertragung dieses Gesetzes abgeleitet werden, um die Gesamteffektivität des Systems durch Vereinfachung zu erhöhen, und welche Zielgrößen - Xi - und Führungsgrößen - yk - sind daraus ableitbar?
	Wie könnte die Konfliktzone eines vorliegenden technischen Systems gestaltet werden, um den Übergang zur Mikroebene zu vollziehen?
Linde & Hill 1993, S. 73	Welche neuen Entwicklungsaufgaben können aus der Übertragung dieses Gesetzes zur Erhöhung der Effektivität des vorliegenden Systems abgeleitet werden?
	Kann zur Erhöhung der Gesamteffektivität der vorliegenden Systemfunktion das technische System in ein nächsthöheres Stadium überführt werden?
Linde & Hill 1993, S. 74	Welche neuen Entwicklungsaufgaben können aus diesem Gesetz zur Erhöhung der Effektivität des vorliegenden Systems abgeleitet werden?
	Kann die Gesamteffektivität des vorliegenden technischen Systems erhöht werden, wenn es in ein Stoff-Feld-System überführt wird?
Linde & Hill 1993, S. 75	Welche neuen Entwicklungsaufgaben können aus diesem Gesetz abgeleitet werden?
	Am I solving the essential problems or am I busy with sub-optimisations?
Reymen & Hammer 2002, S. 887	Does the result feel satisfactory or are further iterations necessary?
	Is my way of designing effective and efficient?
	Is my design process appropriate for the problem?
	What does the image teach me?
Reymen & Hammer 2002, S. 890	Why is the situation like that?
	What must be changed?
	What can I learn from the experiences?
	What am I/are we doing (possibly in terms of naming, framing, moving)?
Reymen 2003, S. 5	How is the design content developing?
	What were critical situations?
Reymen 2003, S. 6	What were factors influencing critical situations?
	Are the current design strategy and design methods appropriate for the problem?
	Are the essential problems being solved or is time being waste on irrelevant aspects?
	Is the design answering the stakeholder concerns?
Reymen 2003, S. 6	Which patterns in design activities (re)appear?
	Which patterns in the team functioning (re)appear?
	What are recurring neglected design aspects?
	What are crucial patterns in interactions with stakeholders?
	What are critical patterns in the organisation of projects?
	Wie werden sich die Verhältnisse entwickeln?
Schaub 2006, S. 7	Was wurde gut gemacht, wo sind Mängel feststellbar?
	Was habe ich getan?
Weixelbaum 2016, S. 91	Warum habe ich das getan?

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellung
Weixelbaum 2016, S. 91	Hatte mein Vorgehen die gewünschten Effekte?
	How does this work?
Wetzstein & Hacker 2004, S. 150	Why did you do it like this?
	Which advantages and disadvantages does this solution have?
	What could a better solution look like?
Frick 2016	Gibt es zu diesem Problem bestehende Patente?
	Wie lösen Konkurrenten diese Aufgabe?

A3 Entwicklungssituationsmodelle

Entsprechend den vorgestellten Vorgehensmodellen in Unterkapitel 3.2.2 zeigen die folgenden Abbildungen die grafischen Darstellungen.

Entwicklungssituationsmodell nach Reymen (2001)

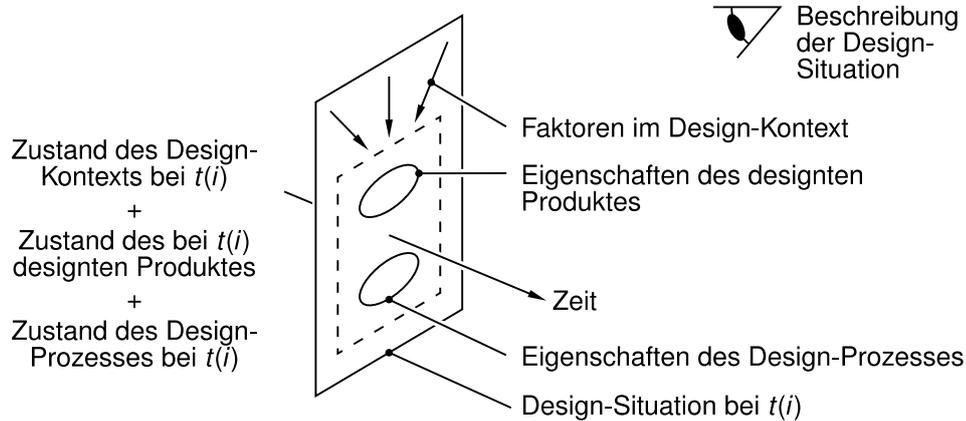


Abbildung 10-6: Modell einer Entwicklungssituation nach Reymen (2001, S. 47)

Modell der Konstruktionspraxis nach Badke-Schaub & Frankenberger (2004)

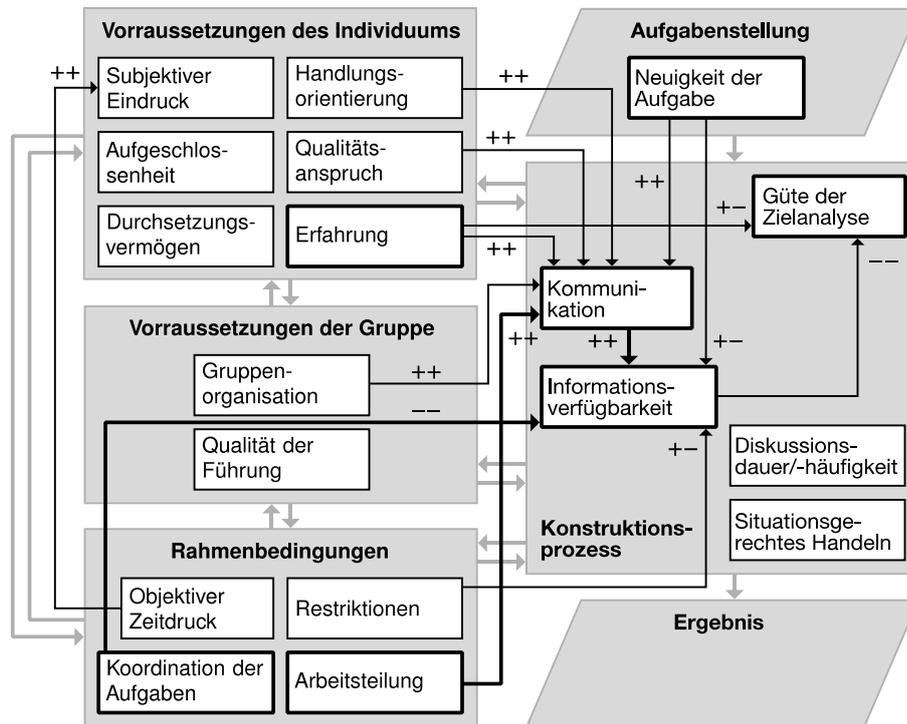


Abbildung 10-7: Modell einer kritischen Situation nach Badke-Schaub & Frankenberger (2004, S. 74)

Modell zur Darstellung von Entwicklungsprozessen nach Demers (2000)

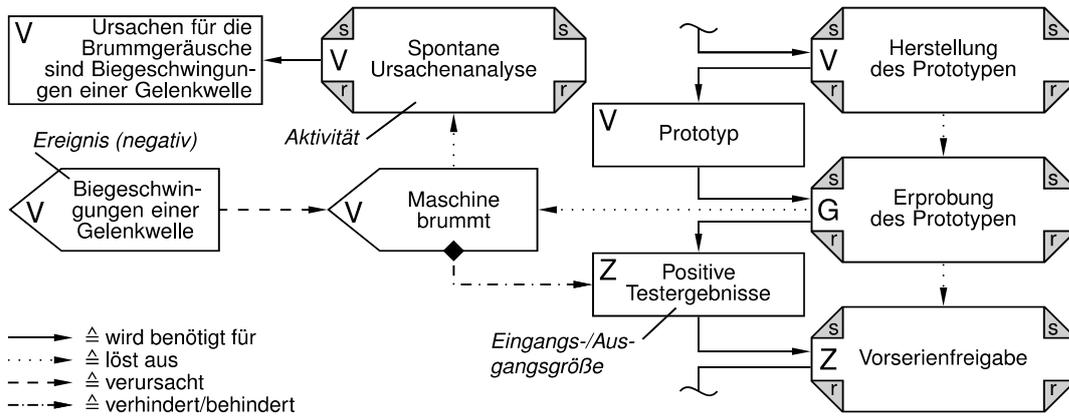


Abbildung 10-8: Modell zur Darstellung von Entwicklungsprozessen nach Demers (2000, S. 85)

Function-Behaviour-Structure-Rahmenwerk nach Gero (1990)

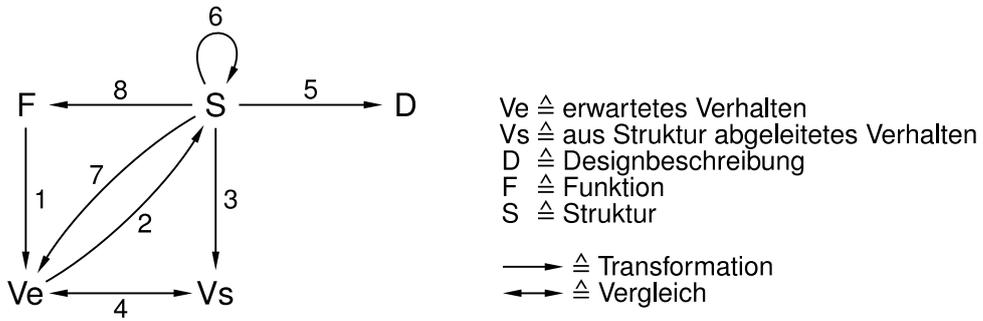
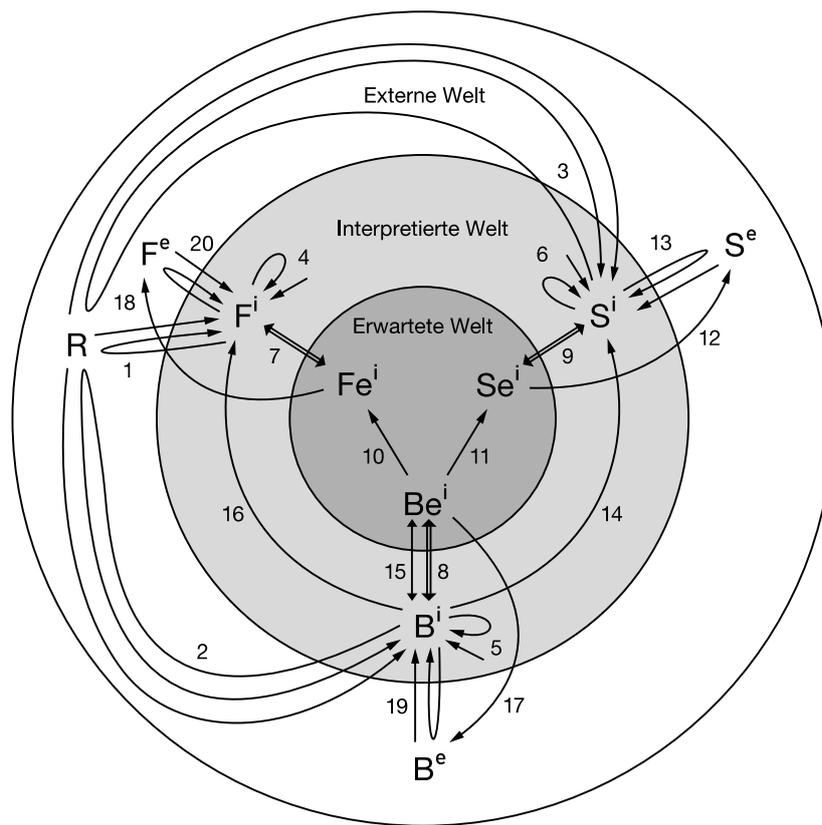


Abbildung 10-9: FBS-Rahmenwerk nach Gero (1990) und Gero & Kannengiesser (2004, S. 375)



→ \triangle Transformation ↔ \triangle Vergleich ⇔ \triangle Fokussierung ⇄ \triangle Push-Pull-Prozess

Abbildung 10-10: Situatives FBS-Rahmenwerk nach Gero & Kannengiesser (2004, S. 389)

Kausalmodell für Projektfehler nach Gericke (2011)

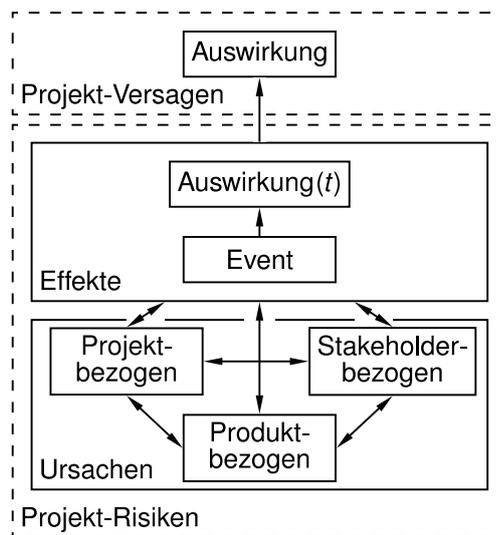


Abbildung 10-11: Kausalmodell für Projektfehler nach Gericke (2011, S. 65)

A4 Englischsprachige Krisendefinition

A product development crisis is an exceptional situation. Crises can be described with the three elements: causes, crises process, and effects. The crisis is caused by undesired and unexpected events. The situation has an individual impact on the team members, is limited in time, and has ambivalent outcome. It is associated with high time and result pressure. If a crisis is not solved it has serious impact on human life, environment or the company.

A5 Fragebogen Interviewstudie

Interviewpartner:	Datum:
Art des Interviews:	Ort:
Kontaktmöglichkeit:	

Einleitung und Ziele des Interviews

Lehrstuhl für Produktentwicklung

Erfolgreiche Produkte sind die Grundlage für jeden Unternehmenserfolg. Die Entwicklung wettbewerbsfähiger und innovativer Produkte und die Optimierung der notwendigen Produktentwicklungsprozesse sind daher die zentralen Themen unseres Lehrstuhls. Um dies zu ermöglichen, werden am Lehrstuhl nachhaltige Methoden erarbeitet, die es erlauben, die Komplexität technischer Entwicklungen effizient zu bewältigen.

Vorstellung Christopher Münzberg

Christopher Münzberg ist seit September 2012 wissenschaftlicher Mitarbeiter des Lehrstuhls für Produktentwicklung. Seinen Masterabschluss hat er an der Technischen Universität Berlin und dem Korea Advanced Institute of Science and Technology erlangt. Der Fokus seiner Forschung liegt auf der Konstruktionsmethodik und die situative Anwendung von Entwicklungsmethoden.

Ausgangssituation und Ziele

Der Begriff Krise stammt aus dem Griechischen und wird im Allgemeinen als eine Situation, deren Ausgang abhängig von den getroffenen Entscheidungen eine Wende zum Guten oder Schlechten haben kann, beschrieben. Im Maschinenbau und speziell in der Produktentwicklung ist der Begriff nicht eindeutig definiert und charakterisiert. Er besitzt, verglichen zur allgemeinen Definition, jedoch eine negative Konnotation und wird mit negativen Auswirkungen bei nicht-Bewältigung in Verbindung gebracht. Weitere Begriffe, die in Verbindung mit Krisen gebracht werden, sind Situationen mit (schwerwiegende) Problemen, Mängeln oder Eskalationen.

In der industriellen Praxis werden Entwickler regelmäßig mit Krisen konfrontiert. Um diese zu bewältigen, haben Mitarbeiter und Unternehmen explizite und implizite Vorgehen entwickelt, deren Transfer noch nicht in die wissenschaftliche Forschung stattgefunden hat.

Aus diesen Gründen verfolgt die Interviewstudie vier Ziele:

1. Aufnahme des Verständnisses von Krisen in der industriellen Praxis.
2. Ermittlung von Beispielen von Krisen aus der industriellen Praxis.
3. Ermittlung von Vorgehen zur Analyse und Lösungsfindung von Krisen in der industriellen Praxis.
4. Ermittlung des Bedarfs von Unterstützungen für Krisen in der industriellen Praxis sowie möglicher Ansatzpunkte.

Mit den erhobenen Daten soll eine Ist-Stand-Aufnahme über das Verständnis und den Umgang mit Krisen in der Produktentwicklung in der industriellen Praxis durchgeführt werden. Aus diesen Erkenntnissen soll zusammen mit empirischen Studien ein umfassendes Bild der Situation Krise erarbeitet werden und Unterstützungen erarbeitet werden.

Das Interview gliedert sich in 5 Fragenblöcke:

1. Allgemeine Fragen zur Person und dem Unternehmen
2. Fragen zum Krisenverständnis
3. Krisenbeispiele: Einordnung & Vorgehen
4. Fragen zur Unterstützung und den Bedürfnissen in Krisen
5. Abschließende Fragen

Der Zeitrahmen für die Interviews ist mit 90 Minuten angesetzt. Die Ergebnisse werden handschriftlich dokumentiert, dabei werden Ihre Angaben/Antworten von uns als Lehrstuhl streng vertraulich behandelt und ausschließlich in anonymisierter Form ausgewertet.

Im Anschluss an die Auswertung der Interviewstudie erhalten Sie eine schriftliche Auswertung der Interviewergebnisse Anfang 2015 (Ende Januar).

Vielen Dank, dass Sie sich die Zeit für das Interview nehmen.

Fragenblock 1: Allgemeine Fragen

1) Wie viele Jahre Berufserfahrung haben Sie?

- 0 – 5 6 – 10 11 – 15 > 15

2) In welcher Abteilung arbeiten Sie?

3) Wie ist die Bezeichnung Ihrer Position?

4) Informationen zu Ihrem Unternehmen:

Anzahl Mitarbeiter:

- < 10 < 50 < 250 < 500 < 5.000 < 10.000

Branche:

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Werkzeugmaschinen und Fertigungssysteme | <input type="checkbox"/> Nahrungsmittelmaschinen und Verpackungsmaschinen |
| <input type="checkbox"/> Hütten- und Walzwerkseinrichtungen | <input type="checkbox"/> Verfahrenstechnische Maschinen und Apparate |
| <input type="checkbox"/> Thermo Prozess- und Abfalltechnik | <input type="checkbox"/> Sicherheitssysteme |
| <input type="checkbox"/> Gießereimaschinen | <input type="checkbox"/> Waagen |
| <input type="checkbox"/> Prüfmaschinen | <input type="checkbox"/> Fördertechnik |



- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Holzbearbeitungsmaschinen | <input type="checkbox"/> Druck- und Papiertechnik |
| <input type="checkbox"/> Präzisionswerkzeuge | <input type="checkbox"/> Textilmaschinen |
| <input type="checkbox"/> Schweiß- und Druckgastechnik | <input type="checkbox"/> Bekleidungs- und Ledertechnik |
| <input type="checkbox"/> Allgemeine Lufttechnik | <input type="checkbox"/> Feuerwehrtechnik |
| <input type="checkbox"/> Power Systems | <input type="checkbox"/> Armaturen |
| <input type="checkbox"/> Pumpen + Systeme | <input type="checkbox"/> Aufzüge und Fahrtreppen |
| <input type="checkbox"/> Kompressoren, Druckluft- und Vakuumtechnik | <input type="checkbox"/> Antriebstechnik |
| <input type="checkbox"/> Bau- und Baustoffmaschinen | <input type="checkbox"/> Motoren und Systeme |
| <input type="checkbox"/> Kunststoff- und Gummimaschinen | <input type="checkbox"/> Fluidtechnik |
| <input type="checkbox"/> Bergbaumaschinen | <input type="checkbox"/> Robotik + Automation |
| <input type="checkbox"/> Landtechnik | <input type="checkbox"/> Productronic |
| <input type="checkbox"/> Andere: _____ | |

Welche Stückzahlen fertigt Ihr Unternehmen:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Einzelserie	Kleinserie	Großserie

In welcher Position in der Lieferkette befindet sich ihr Unternehmen?

OEM	Tier 1	Tier 2	Tier 3
-----	--------	--------	--------

5) Welche Produkte stellt Ihr Unternehmen her?

6) Im Folgenden wird eine Krise als Situation, die durch unerwünschte und unerwartete Ereignisse in Verbindung mit einem sehr hohen Zeit- und Ergebnisdruck (Anforderungsabweichung) hervorgerufen wird, beschrieben. Hierbei herrscht Ressourcenmangel zur Bewältigung und es liegt keine Lösung für die Aufgabenstellung vor. Fehlen aus Ihrer Sicht entscheidende Kriterien?



Fragenblock 2: Fragen zum Krisenverständnis

1) Können Sie ein Beispiel für eine nennen?

Bitte beschreiben Sie bitte die Ausgangslage:

Was war die Ursache für die Krise?

Wie hoch war der Zeitdruck in der Krise? Wodurch wurde dieser hervorgerufen?

Warum lag ein hoher Ergebnisdruck (Anforderungsabweichung) vor?

Welche Ressourcen fehlten zur Lösung?

Warum gab es keine Lösung für die Aufgabenstellung?

Welches Vorgehen zur Bewältigung der Krise haben Sie gewählt?

Wer waren beteiligte Personen an der Krise? Was waren Ihre Aufgaben?

Wurde die Krise erfolgreich bewältigt?

Was war die Auswirkung der Krise?

2) Was sind die Folgen (für Mitarbeiter, Abteilung, Unternehmen) von Krisen?



3) Können Sie die Krise kategorisieren?

Fragenblock 3: Krisenbeispiel: Vorgehen

- 1) Gab es zum Zeitpunkt der Krise ein allgemeines Vorgehen für Krisen in Ihrem Unternehmen? (z.B. Krisenmanagement) Wenn ja, was hat es gebracht? Wenn nein, warum nicht?

Falls ja:

Was war erfolgreich an dem Vorgehen? Was nicht?

Welche Anpassung an dem Vorgehen würden Sie vornehmen?

2) Können Sie Erfolgs-/Misserfolgskriterien bei der Bewältigung der von Ihnen beschriebenen Krise nennen?



Fragenblock 4: Fragen zur Unterstützung und den Bedürfnissen in Krisen

- 1) Gibt es aus Ihrer Sicht ausreichend Unterstützung (seitens des Unternehmens; aus der Literatur) zum Umgang mit Krisen? Wenn ja, welche? Wenn nein, was fehlt?**

- 2) Wünschen Sie sich ein auf Krisen spezialisiertes Vorgehen?**

- 3) Wird Ihrer Meinung nach ein(e) dokumentierte(r) Prozess/Unterstützung zum Umgang mit Krisen benötigt? Falls nicht, warum? Falls ja, wie sollte diese(r) Prozess/Unterstützung Ihrer Meinung nach aussehen? (Methoden, Prozesse, Ressourcen, Entscheidungshilfen)**

Fragenblock 5: Abschließende Fragen

Vielen Dank, dass Sie sich die Zeit für dieses Interview genommen haben. Zum Schluss noch drei abschließende Fragen.

- 1) Können Sie mir weitere Ansprechpartner nennen, die Ihrer Meinung nach mir Wissen über Krisen vermitteln können?**

- 2) Würden Sie mir für Rückfragen zur Verfügung stehen?**

- 3) Wären Sie an Studienarbeiten zur weiteren Ermittlung von Krisen und der Erarbeitung von Unterstützungen für Krisen interessiert?**

A6 Englische Beschreibungen der Krisensituationen

Entsprechend der Münzberg et al. (2016a) folgen die englischen Beschreibungen der Krisensituationen aus Unterkapitel 4.1.2.

Underestimated criticality of components

This crisis occurred in the pre-product development process of a large automobile original equipment manufacturer (OEM). During a test, a disturbing noise occurred. The company was aware of this problem but did not rank it as critical. In earlier tests, the disturbing noise did not occur since the engineers did not properly adjust all components for this test setup. In later tests, the adjustment of components was set to the final setting. In these tests, the disturbing noise occurred. The disturbing noise was assessed as critical; therefore the product could not be released. At this time, the release date approached and regular design changes were not possible anymore. This resulted in an enormous time pressure with only few options for handling the situation.

The company has a structured crisis management process. In order to solve the problem, a crisis team with up to 25 employees and external support (e.g. suppliers or academic research partners) was set up. In the beginning, the crisis management team followed a sequential approach, but later a parallel problem analysis and solving process was conducted due to time pressure. To the time of the study, the crisis was not solved. Given the crisis will not be solved, the effects will be negative assessment of the employees, lost profit, and danger for the company's existence.

Appearance of a disruptive technology

In a large electronic and electric product supplier, the top management reported that a competitor developed a future-oriented manufacturing process. A team of ten designers developed the technology over a period of three years at the competitor's firm. Thus, the company had a development advantage of 30 man-years. In this unexpected situation, the top management considered four scenarios:

First, only the competitor is able to develop the technology to a mature stage while the own company is not able to do so. This would be the maximum credible accident (MCA). As a consequence, the market-share of the company could drop by 80 % in the next years.

The second scenario anticipates that both companies do not develop a new technology. This scenario would cause no further critical effects for the company.

The third scenario describes that the own company develops within this new project a new technology and the competitor does not. With this, the crisis would become a profit situation.

The final scenario foresees that both companies develop a new technology. This would increase the pressure on the company but the company would have a solution and could respond to the competitor's technology.

The top management assigned a new team to do research to figure out the potentials of this new technology. With the four developed scenarios, the crisis management team had the task to catch-up with the competitor and evaluate the possibilities of the appearance of the new

technology. With this, a high time and result pressure as well as pressure to act are exposed to the team. The team had no experience with the new technology and should get started immediately. Additionally, the team reported on a monthly basis to the top management, enabling them to make assessments about the success of the new technology and decide about follow up actions.

The team decided to follow a simultaneous approach of the tasks. A technology screening, procurement of equipment, and a cost and marketability assessment were conducted. The team worked for eleven months. After this period, the top management did a final assessment. They decided that this new technology is not promising and will not disrupt the market. Afterwards, this estimation was right and the crisis was successfully overcome. With this, the second scenario (no new technology is introduced into the market by both) occurred.

The effects of the crisis were multi-pronged. On the one hand, the working pressure increased on employee-level. On the other hand, the importance of the involved employees increased and they had the possibility to profile themselves. Furthermore, the company could have lost big market shares during the crisis. Because of performed actions, the negative anticipated effects could be avoided.

A supplier with an unexpected quality problem

This crisis was caused by major quality problems of a mass product of an automotive supplier. An OEM reported a quality problem (failure of component during use-phase) with one of the components delivered by the supplier. The OEM had already started corrective actions (cause analysis, turnover correction). The OEM demanded from the supplier to identify the problem within the next eight days and to present a solution within two weeks.

The supplier is located in Germany, the OEM in Japan. The geographic distance, cultural differences, and language issues posed further obstacles beside the technical problem. Also the behaviour in the crisis differed. While the German designers kept calm, the Japanese engineers became hectic in the crisis. The distance became a special challenge, as a fast exchange of material good was impossible.

A crisis management team consisting of three designers was set up by the supplier at the German headquarter. 3–4 designers from the OEM in Japan supported the German team. The crisis team received images and later via mail an example of the failed product. Using documentation of the failed product, the team tried to identify the cause of the failure. This was followed by quality controls (failure tree analysis) and tests. Based on this information, the team started to formulate assumptions and began with laboratory experiments. The assumptions were prioritized and tested. Parallel to the problem analysis and solving process, the supplier stayed in close contact with the OEM via telephone conferences. The goal of this communication was to signal trust, calm the customer, and to involve the customer into the problem analysis and solving process.

With this approach, the company overcame the crisis. The consequence of the crisis was that the supplier lost several thousand Euros per month during the crisis. During the crisis management process, the OEM used a competitor product, which caused further monetary losses for the supplier. However, the successfully solved crisis resulted in an improved and

closer collaboration of the two companies (supplier and OEM), and weekly telephone conferences were maintained.

A7 41 Erfolgsfaktoren aus der Interviewstudie

Vollständige Übersicht der Erfolgsfaktoren entsprechend Münzberg et al. (2016a).

Tabelle 10-2: Übersicht der 41 Erfolgsfaktoren

#	Erfolgsfaktor
1	Unter Druck arbeiten können
2	Kommunikation mit den richtigen Personen, frühe Kommunikation einleiten, sogar schon bei Standardprozessen
3	Zentrale Rolle der Führungskraft
4	Führung
5	Authentizität des Teamleiters, erfahrener Projektleiter sowohl Ansprechpartner als auch als Unterstützer: Sicherheit für Mitarbeiter, richtige Signale senden, Herzblut
6	Missverständnisse aufklären
7	Regelmäßige Jours Fixes
8	Heterogenes Team mit unterschiedlichen Hintergründen der Teilnehmer, durchdachte Teamzusammensetzung
9	Lösungswege identifizieren
10	Systematisches, offenes und transparentes Vorgehen
11	Zielgerichtete Arbeit
12	Klare und realistische Vorgaben, am besten schriftlich, klare Vorgaben durch die Führungskraft
13	Begründete Entscheidungen treffen
14	In Alternativen denken
15	Umfassende Analyse, z. B. Aufstellen von Hypothesen, Betrachtung der Wirkmechanismen
16	Rechtzeitig erkennen und eingestehen, dass man Hilfe braucht
17	Reflexion: Was ist passiert? Was ist die aktuelle Situation?
18	Professionelles Projektmanagement
19	Nicht persönlich verrenken
20	Distanz wahren, Persönliche Grenzen aufbauen
21	Nichts falsches, aber nicht nicht-Wahrheit sagen, Ehrlichkeit vs. Alles aussprechen
22	Einfluss (emotional) im Team
23	Visualisieren, z. B. durch Funktionsstrukturen
24	Panikmache vermeiden
25	Cool bleiben und Ruhe bewahren
26	Vorgesetzter soll Vertrauen aussprechen
27	Ehrlichkeit
28	Vertrauen auf allen Ebenen
29	Lob
30	Bestätigung
31	Stabile Lebenssituation
32	Das Beste geben
33	Erfahrene Mitarbeiter

Fortsetzung nächste Seite

Übersicht der 41 Erfolgsfaktoren (Fortsetzung Tabelle 10-2)

#	Erfolgsfaktor
34	Coach, frisches Blut
35	Flexibilität
36	„gewisse" Offenheit
37	Team muss überzeugt sein
38	Motivation, motivieren
39	Verantwortung übernehmen
40	Trainieren von Herausforderungen
41	Teamgeist

A8 Zusammenfassung der Anforderungsbereiche und Anforderungen

Zusammenfassung aller Anforderungsbereiche und Anforderungen

Anforderungsbereiche & Anforderungen	Quelle
Aufgabenspezifische Anforderungen	B
<ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung der Aufgabenebene • Strukturiertes Vorgehen <ul style="list-style-type: none"> ○ Analyse des Problems ○ Identifikation von Alternativen ○ Entscheidungsfindung ○ Reflexion 	B EF 1–4 & D EF 5 EF 6–7 EF 8 & D & F EF 9–10
Anwenderspezifische Anforderungen	B
<ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung von Methoden-Anfängern • Unterstützung von Methoden-Fortgeschrittenen 	B B
Entwicklungsprozessspezifische Anforderungen	BS
<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilität der Methodenanwendung • Situations- oder unternehmensspezifische Anpassung des Vorgehens • Zeitaufwand der Methodenanwendung muss an die Rahmenbedingungen (zeitlich begrenzt, schnellstmögliche Lösung) einer Krise angepasst sein 	BS BS BS & D
Anforderungen zur Unterstützung des Menschlichen Verhaltens in Krisen	EF
<ul style="list-style-type: none"> • Arbeiten unter Druck • Kommunikation • Zusammenarbeit • Leadership 	EF 11 & D & F EF 12–13 EF 15 & F EF 16–18
Evaluationsspezifische Anforderungen	BS
<ul style="list-style-type: none"> • Identifikation der passenden Methode zur Problemstellung zum richtigen Zeitpunkt • Validierung der Methodenanwendung • Identifikation des Einflusses der Unterstützung • Adäquate Beschreibung des Unterstützung 	BS BS BS BS BS
Legende	B: Braun (2005) BS: Badke-Schaub & Frankenberger (2004) EF: Erfolgsfaktoren F: Kontextfaktoren von Krisen D: Krisendefinition

A9 Übersicht der Fragestellungen nach der Kategorisierung

Entsprechend der Kategorisierung von Frick (2016) folgen die 306 ermittelten Fragestellungen.

Tabelle 10-3: Übersicht der kategorisierten Fragestellungen

Quelle	Fragestellungen
Problemanalyse	
Abram 2015, S. 27	Facts (Was ist das Problem?)
Blessing & Chakrabarti 2009, S. 46	What problems/questions are important for each of the stakeholders to solve/answer?
	What has already been tried to solve/answer these?
Blessing & Chakrabarti 2009, S. 63	What are the areas that could be related to the topic in question?
	Wird diese Nützliche Funktion für andere Nützliche Funktion(en) benötigt?
Demers 2000, S. 73	Verursacht diese Nützliche Funktion Schädliche Funktion(en)?
	Wurde diese Nützliche Funktion eingeführt, um Schädliche Funktion(en) zu eliminieren?
	Benötigt diese Nützliche Funktion weitere Nützliche Funktion(en)?
	Wird diese Schädliche Funktion durch Schädliche Funktion(en) verursacht?
	Verursacht diese Schädliche Funktion weitere Schädliche Funktion(en)?
	Wird diese Schädliche Funktion durch Nützliche Funktion(en) verursacht?
	Wurden Nützliche Funktionen eingeführt, um diese Schädliche Funktion zu eliminieren?
	Wird dieses neutrale oder positive Element für andere neutrale oder positive Elemente benötigt?
Demers 2000, S. 89	Verursacht dieses neutrale oder positive Element ein schädliches Element?
	Wurde dieses neutrale oder positive Element eingeführt, um negative Elemente zu eliminieren?
	Benötigt dieses neutrale oder positive Element weitere neutrale oder positive Elemente?
	Wird dieses neutrale oder positive Element durch negative Elemente durch negative Elemente behindert oder verhindert?
	Löst dieses neutrale oder positive Element negative Elemente aus?
	Wird dieses negative Element durch negative Elemente verursacht?
	Verursacht dieses negative Element weitere negative Elemente?
	Wird dieses negative Element durch positive oder neutrale Elemente verursacht?
Demers 2000, S. 89	Wurden positive Elemente eingeführt, um dieses negative Element zu eliminieren?
	Behindert oder verhindert dieses negative Element neutrale oder positive Elemente?
	Löst dieses negative Element eine Abfolge von Elementen aus, die zum Ziel haben das negative Element zu eliminieren?
	Wird das negative Element von einem positiven Element ausgelöst?
Hilti AG, 2014, S. 21	Welche Ziele / Output sollen erreicht werden?
	Welcher Input ist verfügbar?
	Welche Anwendungs- und Randbedingungen sind zu beachten?

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellungen
Hilti AG, 2014, S. 3	Targets known?
	Problems known?
	Solutions known?
Hutterer 2005, S. 92	Ist mein Ziel noch ausreichend analysiert?
	Habe ich das Ziel ausreichend geplant?
	Habe ich meine Situation analysiert?
	Habe ich Analyseergebnisse verdichtet und strukturiert?
	Habe ich zukünftige Veränderungen abgeschätzt?
	Habe ich alternative Zukunftsmodelle aufgestellt?
	Habe ich konkrete Maßnahmen abgeleitet?
	Habe ich das Ziel ausreichend analysiert?
	Habe ich die Anforderungen ermittelt?
	Habe ich Zusammenhänge zwischen Anforderungen festgestellt?
Hutterer 2005, S. 94	Habe ich Anforderungen gewichtet?
	Habe ich die Anforderungen dokumentiert?
	Habe ich das Ziel ausreichend strukturiert?
	Habe ich Zusammenhänge zwischen Anforderungen erkannt?
	Habe ich das Problem beschrieben?
	Habe ich Stärken / Schwächen bestehender Lösungen ermittelt?
	Habe ich Freiheitsgrade für die weitere Entwicklung erkannt?
	Habe ich Problemformulierungen festgehalten?
	Habe ich die Alternativen bewertet?
	Welche Schadensfälle sind denkbar?
Lindemann 2009, S. 219	Welche Konsequenzen drohen im Sinne der Produkthaftung?
	Sind Sofortmaßnahmen einzuleiten?
Lindemann 2009, S. 148	Wie lassen sich Widersprüche auflösen?
Lindemann 2009, S. 292	Gibt es Synergieeffekte?
	Schließen sich manche Maßnahmen gegenseitig aus?
Lindemann 2009, S. 30	Wer wird das neue Produkt kaufen?
	Wird das Produkt für einen speziellen Kunden entwickelt oder handelt es sich um eine kundenanonyme Entwicklung?
Lindemann 2009, S. 30	Gibt es politische Veränderungen, neue gesetzliche Vorgaben, Import- oder Exportvorschriften?
	Gibt es weitere Funktionen, für die die (wesentliche) nützliche Funktion benötigt wird?
Lindemann 2009, S. 301	Gibt es Funktionen, die für die (wesentliche) nützliche Funktion benötigt werden?
	Gibt es weitere schädliche Funktionen, die durch die (wesentliche) schädliche Funktion verursacht werden?
	Gibt es Funktionen, die die (wesentliche) schädliche Funktion verursachen?
	Gibt es Funktionen, die eingeführt wurden, um die (wesentliche) schädliche Funktion zu vermeiden?

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellungen
Lindemann 2009, S. 56	Was ist eigentlich mein Problem?
Lindemann 2009, S. 93	Welche Funktionen sind zu realisieren?
	Was erwartet der Kunde von unserem Produkt?
	Wer sind die Kunden?
	Warum und wozu benutzen sie das Produkt?
	Wann und wo benutzen sie das Produkt?
	Wie benutzen sie das Produkt?
	Was soll das neue Produkt können, was soll es nicht können?
	Welche selbstverständlichen Wünsche und Erwartungen gibt es?
Lindemann 2013, S.21	Was ist der eigentliche Anlass der Aufgabe?
	Was ist das eigentliche Entwicklungsziel?
	Wo ist das eigentliche Problem?
	Wo gab es bisher Beanstandungen und Schwachstellen?
	Welche Randbedingungen oder Restriktionen gibt es?
	Welche sind eventuell doch veränderlich?
	Wo liegen Gestaltungsfreiheiten?
	Wo liegen die Systemgrenzen?
	Können Systemgrenzen verschoben werden?
	What is the stadium of the property or factor? (Why?)
	Why is this property or factor chosen?
	Who defined this item? (Why?)
Reymen 2001, S. 79	What are references for this property or factor?
	Which properties or factors are negotiable? Why or why not?
	Which kind of relation is described?
	What is the rationale for this relation?
	What is the desired state of the product being designed?
	Which main problem must be solved?
	What are desired properties of the product?
	Which representation of the desired state of the product being designed have been made?
	What is the current state of the product being designed?
	What are properties of the product being designed at this moment?
Reymen 2001, S. 82	What are the important problems to be solved at this moment?
	Which representation of the current state of the product being designed have been made?
	What is the desired state of design process?
	What is the deadline of the design process?
	What is the budget for the design process?
	What is the capacity of the design team?
	Which other properties of the design process are desired?

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellungen
Reymen 2001, S. 82	Which representations of the desired state of the design process have been made?
	What is the current state of the design process?
	Can the deadline of the design process be met?
	Who are the members of the design team?
	Which part of the budget has already been used?
	How is the design process supported (machines, software, tools, secretary, room, methods, procedures, environment, etc.)?
	What is the current state of the design context?
	Which related design tasks have been defined?
	What are important factors in those related design tasks?
	What are the current and the desired state of the overall design task?
	What are the important stakeholders and their concerns?
	What are important processes in the product lifecycle?
	What are important factors in these processes?
	What are important competitors?
	Which norms and laws are related to the design task?
	What is state-of-the-art knowledge related to the design task?
	Which representations of the current state of the design context have been made?
	What are possible trends in the design context?
What are possible changes in related design tasks?	
Reymen 2001, S. 83	Is the list of desired properties about the product being designed complete?
	Is the list of desired properties about the product being designed consistent?
	What is the core problem to be solved? is this the real problem to be solved? Do I know similar problems?
	Is the list of current properties about the product being designed complete?
	Is the list of current properties about the product being designed consistent?
	Which desired properties are met up to now?
	Are all factors taken into account in the design of the product being designed?
Which representations of the product being designed might be missing?	
What are alternative properties and values? Why?	
Reymen 2001, S. 83	What are the chances on the market?
	Is the product being designed future conflicts resolved?
	Is the product being designed future oriented with respect to the future development of the market and the technology?
	What is its aesthetic value?
	Which current properties can be improved? Why?
Which concepts of the product being designed can be re-used?	

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellungen
Reymen 2001, S. 83	Which desired properties are not met?
	Is the list of relevant factors complete?
	What is the challenge of the design task?
	Is the list of relations complete?
Reymen 2001, S. 86	Are all relations consistent?
	How can the interactions with the design context be improved?
Albers 2013, S. 122	How can laws be influenced?
	Wie wird sich eventuell die Branche weiterentwickeln?
Albers 2013, S. 134	Was repräsentiert das Modell ?
	Welche Eigenschaften des Originals bildet das Modell ab und welche nicht?
	Welchem Zweck soll das Modell dienen?
Albers 2013, S. 166	Wie wurde das Modell erstellt?
	Welchen Zweck muss die Lösung erfüllen?
	Welche Eigenschaften muss sie aufweisen?
Albers 2013, S. 353 (aus Hill & Linde, 1993)	Welche Eigenschaften darf sie nicht haben?
	Was ist die gewünschte Wirkung, was die Kundenwünsche?
	Wer ist die Bedarfsgruppe?
	Wohin gehen relevante Trends?
	Wann tritt das Bedürfnis auf?
	Wozu wurde überhaupt die Aufgabe gestellt? Was ist das Oberziel, das gesellschaftliche Bedürfnis?
	Warum wurde das Bedürfnis nicht erkannt bzw. nicht oder unzureichend befriedigt?
	Wo tritt das Bedürfnis auf?
	Womit wird das Bedürfnis, der Bedarf bisher befriedigt?
	Wie wird das Bedürfnis, der Bedarf bisher befriedigt?
Albers 2013, S. 394	Was assoziiert der Kunde mit der Verwendung von Produkt X?
	Welche Probleme/Ärgernisse/Beschwerden verbindet der Kunde mit der Verwendung von Produkt X?
	Welche Kriterien berücksichtigt der Kunde beim Kauf von Produkt X?
	Welche neuen Eigenschaften oder Serviceleistungen können die Erwartungen des Kunden noch besser erfüllen?
	Was würde der Kunde an Produkt X ändern?
Albers 2013, S. 415	Welche Funktion benötigt der Kunde?
	Welche Funktionen erfüllen wir bereits?
Albers 2013, S. 415	Wie können bestehende Funktionen ergänzt werden?
	Welche Funktionen repräsentieren eine Verallgemeinerung bereits bestehender Funktionen?
Albers 2013, S. 416	Würde eine Änderung der prinzipiellen Lösung (existierender Produkte) zu einem verbesserten Produkt führen?
Albers 2013, S. 564	Wie sehen die gestaltbestimmenden Funktionsträger aus?
	Wie sehen die sonstigen Funktionsträger aus?

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellungen
Albers 2013, S. 564	Wie sehen die Nebenfunktionsträger aus?
	Wie sieht die Kombination der Funktionsträger aus?
Bohinc 2001, S. 64	Was muss getan werden?
	Welchen Nutzen hat das?
Ehrlenspiel in Pahl 1994	Wie ist die Struktur und Gestalt des optimalen Produkts beschaffen?
Hacker in Pahl 1994	Welche Ziele sollen erreicht werden bzw. welche Merkmale soll das Ergebnis aufweisen?
	Wie sind die Ziele zu ordnen, zu gewichten?
	Welche Problemteile können gebildet werden?
	Was sind Indikatoren einer guten Lösung?
	Wie lassen sich die Indikatoren einer guten Lösung gewichten?
	Welche (noch nicht vorgegebene) E sind außerdem notwendig?
	Welchen Beanspruchungen sind das technische System und seine Elemente ausgesetzt? (planmäßige und unplanmäßige)
	Sind Einflussgrößen so veränderbar, dass günstige Wirkung eintritt?
	Was soll eigentlich erreicht werden?
	Was hindert am Erreichen des Ideale?
Hönisch in Pahl 1994	Welche Widersprüche sind erkennbar?
	Welche N sind zu erwarten? (nützliche und schädliche)
	Mit welchen (zeitweiligen) Störungen ist zu rechnen?
	Sind schädliche N reduzierbar oder eliminierbar?
	Sind schädliche n in nützliche N oder A wandelbar?
	Welche Fähigkeiten sollen ausgebaut, welche Verhaltensweisen geändert werden?
Olthoff & Hinsch 2013, S. 212	Wo soll das Tool (zunächst) eingesetzt werden (Eingrenzung auf bestimmte Berufsgruppen oder Unternehmensteile?)
	Welche von mehreren unterschiedlichen, gelegten Relationen ist die eigentlich relevante?
Rothe in Pahl 1994	Sind die nicht gelegten Modellrelationen tatsächlich irrelevant?
	Besitzen zusätzlich gelegte Relationen tatsächlich Relevanz?
	How is such (reframing the problematic situation) an experiment to be evaluated?
Schön 1983	When he cannot apply familiar categories of theorie or technique, how does he bring prior knowledge to bear on the inventon of new frames, theories and strategies of actions?
	Have I made the situation coherent?
	Have I made it congruent with my fundamental values and theories?
	What about negative side effects?
Schön 1983	What do consumers really see in our product?
	Who is the client?
Tisdale 1998, S. 11	Wie gewinne ich Informationen?
Wallmeier 2001 (aus Frankenberger 1997)	Aufgabe klar?
	Lösung vorhanden?

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellungen
Wallmeier 2001, S. 130	Wo und wann ist die kritische Situation aufgetreten?
	Was war der Auslöser der kritischen Situation?
Weißhahn & Rönsch in Hacker 2002	Warum ist ein bestimmtes Ziel wichtig?
Wetzstein & Hacker in Hacker 2002	Wie funktioniert das?
Wetzstein & Hacker in Hacker 2002, S. 150	Wie funktioniert das?
Gregor et al. 2013, S. 10	What user groups perceived this affordance?
	What enabling conditions lead to the emergence of the affordance?
Gregor et al. 2013, S. 6 (aus Pearl 2000)	What appears to be the key difference in one case as opposed to other possible comparable cases (Pearl, 2000)?
	What was the problem the researcher originally perceived?
Gregor et al. 2013, S. 8	What is the goal of the artifact?
	How did the original design idea come about? Can you give the design idea a name?
	What concepts formed the basis for the first tentative design? From which fields did these concepts come? Why exactly these?
Gregor et al. 2013, S. 8	What contextual conditions are observed to enable the emergence of the desired affordances?
	Which user groups perceive which functional affordances of the artifact?
Gregor et al. 2013, S. 9	What are the observed effects?
	What was the original design concept?
Linde & Hill 1993, S. 48	Wozu wurde die Aufgabe erstellt?
	Was sollte der spezielle Betrachtungsbereich sein?
	Wer nutzt oder realisiert das System? (Subjekt)
	Was ist das Ergebnis der Nutzung bzw. der Realisierung? (Objekt)
	Wann erfolgt die Realisierung?
	Wo erfolgt die Nutzung/Realisierung?
	Womit erfolgt die Realisierung? (Gebilde)
	Wie erfolgt die Realisierung? (Verfahren)
	Wodurch ist das System gekennzeichnet? Naturgesetzliche Effekte?
	Warum muss eine technische Weiterentwicklung erfolgen?
Linde & Hill 1993, S. 63	Wohin gehen die relevante Trends der Verfahrens- und Gebildeentwicklung?
	Ist der Energiefluss zwischen zu steuerndem System und Steuersystem im vorliegenden technischen System gewährleistet?
Linde & Hill 1993, S. 63	Welche neue Entwicklungsaufgaben können abgeleitet werden, um den Energiefluss zu gewährleisten, damit vorhandene Systeme effektiver und steuerbar werden?
Linde & Hill 1993, S. 63	Welche Zielgrößen -Xi - und Führungsgrößen - yk - können aus der Übertragung dieses Gesetzes abgeleitet werden?
Linde & Hill 1993, S. 64	Ist der Rythmus der Teilsysteme im vorliegenden technischen System aufeinander bzw. untereinander abgestimmt?

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellungen
Linde & Hill 1993, S. 64	Welche neue Entwicklungsaufgaben können abgeleitet werden, um die Rhythmik der Teilprozesse zu verändern, damit die Gesamteffektivität des Systems erhöht werden kann?
Linde & Hill 1993, S. 65	Worin entstehen erkennbare Entwicklungsreserven am Ausgangssystem?
Linde & Hill 1993, S. 69	Welche neuen Entwicklungsaufgaben können abgeleitet werden, um den höchsten Effektivitätszuwachs für das Gesamtsystem zu erreichen?
Linde & Hill 1993, S. 71	Wie könnte das vorliegende technische System durch die Einordnung in ein Obersystem (z.B. Karosserie, Klingenträger...) zu höherer Effektivität geführt werden?
	Welche neuen Entwicklungsaufgaben können abgeleitet werden, um das vorliegende technische System in ein Obersystem einzubeziehen?
Linde & Hill 1993, S. 72	Wie könnte im vorliegenden technischen System das wirkende Prinzip durch ein einfacheres mit gleicher, aber wesentlich effektiverer Funktion ersetzt werden?
	Welche neuen Entwicklungsaufgaben können aus der Übertragung dieses Gesetzes abgeleitet werden, um die Gesamteffektivität des Systems durch Vereinfachung zu erhöhen, und welche Zielgrößen - Xi - und Führungsgrößen - Yk - sind daraus ableitbar?
Linde & Hill 1993, S. 73	Wie könnte die Konfliktzone eines vorliegenden technischen Systems gestaltet werden, um den Übergang zur Mikroebene zu vollziehen?
	Welche neuen Entwicklungsaufgaben können aus der Übertragung dieses Gesetzes zur Erhöhung der Effektivität des vorliegenden Systems abgeleitet werden?
Linde & Hill 1993, S. 74	Kann zur Erhöhung der Gesamteffektivität der vorliegenden Systemfunktion das technische System in ein nächsthöheres Stadium überführt werden?
	Welche neuen Entwicklungsaufgaben können aus diesem Gesetz zur Erhöhung der Effektivität des vorliegenden Systems abgeleitet werden?
Linde & Hill 1993, S. 75	Kann die Gesamteffektivität des vorliegenden technischen Systems erhöht werden, wenn es in ein Stoff-Feld-System überführt wird?
	Welche neuen Entwicklungsaufgaben können aus diesem Gesetz abgeleitet werden?
Reymen & Hammer 2002, S. 890	What must be changed?
Schaub 2006, S. 6	Wie werden sich die Verhältnisse entwickeln?
Wetzstein & Hacker 2004, S. 150	How does this work?
Frick 2016	Gibt es zu diesem Problem bestehende Patente?

Fortsetzung nächste Seite

Ideengenerierung

Quelle	Fragestellungen
Abram 2015, S. 27	Options (Welche Möglichkeiten haben wir?)
Blessing & Chakrabarti 2009, S. 46	What (types of) solutions could possibly solve/answer the problems/questions? How could these solutions/answers be obtained?
Hutterer 2005, S. 121	Wie könnte man dieses Problem noch auf anderem Wege lösen?
Hutterer 2005, S. 57	Habe ich schon verschiedene Lösungsmöglichkeiten durchgespielt? Habe ich ausreichend viele Lösungsalternativen gesucht? Habe ich bestehende Lösungen gefunden?
Hutterer 2005, S. 94	Habe ich neue Lösungen generiert? Habe ich vorhandene Lösungen erweitert? Habe ich die Lösungsalternativen geordnet und kombiniert? Habe ich Lösungsalternativen vorausgewählt?
Hutterer 2005, S. 16	Wie kann dieser Effekt eingesetzt werden?
Lindemann 2009, S. 139	Wie lassen sich verfügbare Lösungen finden?
Lindemann 2009, S. 141	Wie können neue Lösungsideen generiert werden?
Lindemann 2009, S. 281	Lassen sich einzelne Ideen nicht miteinander kombinieren?
Hacker in Pahl 1994	Gibt es schon bekannte Lösungen für Problemteile? Gibt es Lösungen für ähnliche Probleme?
Schön 1983	How did we bail ourselves out? What can we learn from our encounters with the competition?
Wallmeier 2001, S. 128	Suche nach Lösungen?
Weth & Weinert in Hacker 2002	Welche Probleme tauchten früher auf und wie wurden sie gelöst?
Wetzstein & Hacker in Hacker 2002	Wie könnte eine bessere Lösung aussehen?
Wetzstein & Hacker in Hacker 2002, S. 150	Wie könnte eine bessere Lösung aussehen?
Hammer & Reymen 2002, S. 1	Does the result feel satisfactory or are further iterations necessary?
Reymen & Hammer 2002, S. 887	Does the result feel satisfactory or are further iterations necessary?
Wetzstein & Hacker 2004, S. 150	What could a better solution look like?
Frick 2016	Wie lösen Konkurrenten diese Aufgabe?

Entscheidungsfindung

Quelle	Fragestellungen
Abram 2015, S. 27	Risks & Benefits (Was spricht wofür?) Decisions (Welche Option wird umgesetzt?)
Blessing & Chakrabarti 2009, S. 168	What is the focus of the evaluation, <i>i.e.</i> , which factors and links in the Impact Model are the most useful to evaluate, <i>e.g.</i> , those that connect most strongly to success? Given the project constraints, which ones can be evaluated?

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellungen
Blessing & Chakrabarti 2009, S. 168	Which features and functionalities are essential given the scope of the evaluation?
Hutterer 2005, S. 121	Was sind Nachteile dieser Lösung?
Hutterer 2005, S. 57	Ist die Lösungsidee gut genug?
Hutterer 2005, S. 93	Welche Vorteile bietet dieser Lösungsansatz?
Hutterer 2005, S. 94	Welche Nachteile ergibt dieser Lösungsansatz?
	Welche Kriterien sind wichtig, um die Güte dieser Lösung bewerten zu können?
	Habe ich eine Entscheidung herbeigeführt?
	Habe ich Lösungsideen vorausgewählt?
Hutterer 2005, S. 121	Habe ich die Bewertung vorbereitet?
	Habe ich die Bewertungsergebnisse interpretiert?
Lindemann 2009, S. 281	Lassen sich ganze Lösungsklassen ausschließen?
Lindemann 2009, S. 31	Welche Teilnehmer sind für die Bewertung der erarbeiteten Konzeptalternativen hinzuzuziehen, um ein umfassendes Meinungsbild erarbeiten zu können?
Reymen 2001, S. 83	Does the product being designed fits its purpose?
Albers 2013, S. 122	welche Potentiale beinhaltet die neue Technologie?
Schön 1983	Did the new element really work?
Wallmeier 2001 (aus Frankenberger 1997)	Lösung geeignet?
Wetzstein & Hacker in Hacker 2002	Welche Vorteile/Nachteile hat diese Teillösung
Hammer & Reymen 2002, S. 1	Is my design answering the stakeholder concerns?
Hammer & Reymen 2002, S. 1	Does my design obey the rules of conceptual integrity and aesthetics?
Reymen 2003, S. 6	Is the design answering the stakeholder concerns?
Wetzstein & Hacker 2004, S. 150	Which advantages and disadvantages does this solution have?

A10 Übersicht der Entscheidungsfragen

Entsprechend der Auswahl von Entscheidungsfragen von Frick (2016) folgen die 102 ermittelten Fragen.

Tabelle 10-4: Übersicht der Entscheidungsfragen

Quelle	Fragestellung
Problemanalyse	
Demers 2000, S. 73	Wird diese Nützliche Funktion für andere Nützliche Funktion(en) benötigt?
	Verursacht diese Nützliche Funktion Schädliche Funktion(en)?
	Wurde diese Nützliche Funktion eingeführt, um Schädliche Funktion(en) zu eliminieren?
	Benötigt diese Nützliche Funktion weitere Nützliche Funktion(en)?
	Wird diese Schädliche Funktion durch Schädliche Funktion(en) verursacht?
	Verursacht diese Schädliche Funktion weitere Schädliche Funktion(en)?
	Wird diese Schädliche Funktion durch Nützliche Funktion(en) verursacht?
Demers 2000, S. 89	Wurden Nützliche Funktionen eingeführt, um diese Schädliche Funktion zu eliminieren?
	Wird dieses neutrale oder positive Element für andere neutrale oder positive Elemente benötigt?
	Verursacht dieses neutrale oder positive Element ein schädliches Element?
	Wurde dieses neutrale oder positive Element eingeführt, um negative Elemente zu eliminieren?
	Benötigt dieses neutrale oder positive Element weitere neutrale oder positive Elemente?
	Wird dieses neutrale oder positive Element durch negative Elemente durch negative Elemente behindert oder verhindert?
	Löst dieses neutrale oder positive Element negative Elemente aus?
	Wird dieses negative Element durch negative Elemente verursacht?
	Verursacht dieses negative Element weitere negative Elemente?
	Wird dieses negative Element durch positive oder neutrale Elemente verursacht?
	Wurden positive Elemente eingeführt, um dieses negative Element zu eliminieren?
Hilti AG, 2014, S. 3	Behindert oder verhindert dieses negative Element neutrale oder positive Elemente?
	Löst dieses negative Element eine Abfolge von Elementen aus, die zum Ziel haben das negative Element zu eliminieren?
	Wird das negative Element von einem positiven Element ausgelöst?
	Targets known?
	Problems known?
Hutterer 2005, S. 92	Solutions known?
	Ist mein Ziel noch ausreichend analysiert?

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellung
Hutterer 2005, S. 94	Habe ich das Ziel ausreichend geplant?
	Habe ich meine Situation analysiert?
	Habe ich Analyseergebnisse verdichtet und strukturiert?
	Habe ich zukünftige Veränderungen abgeschätzt?
	Habe ich alternative Zukunftsmodelle aufgestellt?
	Habe ich konkrete Maßnahmen abgeleitet?
	Habe ich das Ziel ausreichend analysiert?
	Habe ich die Anforderungen ermittelt?
	Habe ich Zusammenhänge zwischen Anforderungen festgestellt?
	Habe ich Anforderungen gewichtet?
	Habe ich die Anforderungen dokumentiert?
	Habe ich das Ziel ausreichend strukturiert?
	Habe ich Zusammenhänge zwischen Anforderungen erkannt?
	Habe ich das Problem beschrieben?
Habe ich Stärken / Schwächen bestehender Lösungen ermittelt?	
Habe ich Freiheitsgrade für die weitere Entwicklung erkannt?	
Habe ich Problemformulierungen festgehalten?	
Lindemann 2009, S. 219	Sind Sofortmaßnahmen einzuleiten?
Lindemann 2009, S. 292	Gibt es Synergieeffekte?
	Schließen sich manche Maßnahmen gegenseitig aus?
Lindemann 2009, S. 30	Gibt es politische Veränderungen, neue gesetzliche Vorgaben, Import- oder Exportvorschriften?
	Gibt es weitere Funktionen, für die die (wesentliche) nützliche Funktion benötigt wird?
Lindemann 2009, S. 301	Gibt es Funktionen, die für die (wesentliche) nützliche Funktion benötigt werden?
	Gibt es weitere schädliche Funktionen, die durch die (wesentliche) schädliche Funktion verursacht werden?
	Gibt es Funktionen, die die (wesentliche) schädliche Funktion verursachen?
	Gibt es Funktionen, die eingeführt wurden, um die (wesentliche) schädliche Funktion zu vermeiden?
Lindemann 2013, S.21	Können Systemgrenzen verschoben werden?
Reymen 2001, S. 82	Can the deadline of the design process be met?
Reymen 2001, S. 83	Is the list of desired properties about the product being designed complete?
	Is the list of desired properties about the product being designed consistent?
	Is the list of current properties about the product being designed complete?
Reymen 2001, S. 83	Is the list of current properties about the product being designed consistent?
	Are all factors taken into account in the design of the product being designed?
	Is the product being designed future conflicts resolved?
	Is the product being designed future oriented with respect to the future development of the market and the technology?
	Is the list of relevant factors complete?

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellung
Reymen 2001, S. 83	Is the list of relations complete? Are all relations consistent?
Hönisch in Pahl 1994	Sind Einflussgrößen so veränderbar, dass günstige Wirkung eintritt? Sind schädliche N reduzierbar oder eliminierbar? Sind schädliche n in nützliche N oder A wandelbar?
Rothe in Pahl 1994	Sind die nicht gelegten Modellrelationen tatsächlich irrelevant? Besitzen zusätzlich gelegte Relationen tatsächlich Relevanz?
Schön 1983	Have I made the situation coherent? Have I made it congruent with my fundamental values and theories?
Wallmeier 2001 (aus Frankenberger 1997)	Aufgabe klar? Lösung vorhanden?
Linde & Hill 1993, S. 63	Ist der Energiefluss zwischen zu steuerndem System und Steuersystem im vorliegenden technischen System gewährleistet?
Linde & Hill 1993, S. 64	Ist der Rythmus der Teilsysteme im vorliegenden technischen System aufeinander bzw. untereinander abgestimmt?
Linde & Hill 1993, S. 74	Kann zur Erhöhung der Gesamteffektivität der vorliegenden Systemfunktion das technische System in ein nächsthöheres Stadium überführt werden?
Linde & Hill 1993, S. 75	Kann die Gesamteffektivität des vorliegenden technischen Systems erhöht werden, wenn es in ein Stoff-Feld-System überführt wird?
Frick 2016	Gibt es zu diesem Problem bestehende Patente?

Ideengenerierung

Quelle	Fragestellung
Hutterer 2005, S. 57	Habe ich schon verschiedene Lösungsmöglichkeiten durchgespielt? Habe ich ausreichend viele Lösungsalternativen gesucht? Habe ich bestehende Lösungen gefunden?
Hutterer 2005, S. 94	Habe ich neue Lösungen generiert? Habe ich vorhandene Lösungen erweitert? Habe ich die Lösungsalternativen geordnet und kombiniert? Habe ich Lösungsalternativen vorausgewählt?
Lindemann 2009, S. 281	Lassen sich einzelne Ideen nicht miteinander kombinieren?
Hacker in Pahl 1994	Gibt es schon bekannte Lösungen für Problemtteile? Gibt es Lösungen für ähnliche Probleme?
Hammer & Reymen 2002, S. 1	Does the result feel satisfactory or are further iterations necessary?
Reymen & Hammer 2002, S. 887	Does the result feel satisfactory or are further iterations necessary?

Ideengenerierung

Quelle	Fragestellung
Hutterer 2005, S. 57	Ist die Lösungsidee gut genug?
Hutterer 2005, S. 94	Habe ich eine Entscheidung herbeigeführt?

Fortsetzung nächste Seite

Quelle	Fragestellung
Hutterer 2005, S. 94	Habe ich Lösungsideen vorausgewählt?
	Habe ich die Bewertung vorbereitet?
	Habe ich die Bewertungsergebnisse interpretiert?
	Habe ich die Alternativen bewertet?
Lindemann 2009, S. 281	Lassen sich ganze Lösungsklassen ausschließen?
Reymen 2001, S. 83	Does the product being designed fits its purpose?
Schön 1983	Did the new element really work?
Wallmeier 2001 (aus Frankenger 1997)	Lösung geeignet?
Hammer & Reymen 2002, S. 1	Is my design answering the stakeholder concerns?
Reymen 2003, S. 6	Is the design answering the stakeholder concerns?
Hammer & Reymen 2002, S. 1	Does my design obey the rules of conceptual integrity and aesthetics?

A11 Ergebnis der Methodenrecherche

Lfd. Nr.	Methode	Quelle
1	Checkliste nach Osborn	Lindemann (2009), Boos (2014)
2	Checkliste	Lindemann (2009), Ehrlenspiel & Meerkamm (2013)
3	Clusteranalyse	Lindemann (2009), Boos (2014)
4	Delphianalyse	Feldhusen et al. (2013), Lindemann (2009)
5	Eigenschaftsliste	Lindemann (2009)
6	Effektsammlung	Lindemann (2009)
7	Brainstorming	Boos (2014)
8	ABC-Analyse	Lindemann (2009), Poggel (2007)
9	Abstraktion	Lindemann (2009)
10	Ähnlichkeitsanalyse	Lindemann (2009)
11	Analyseplanung	Lindemann (2009)
12	Anforderungsliste	Lindemann (2009), Ehrlenspiel & Meerkamm (2013)
13	Balanced Scorecard	Lindemann (2009), Boos (2014)
14	Benchmarking	Lindemann (2009)
15	Berechnung	Lindemann (2009)
16	Bionik	Lindemann (2009)
17	Black Box	Lindemann (2009)
18	Einflussmatrix	Lindemann (2009)
19	Entscheidungstabelle	Lindemann (2009)
20	Ursache-Wirkungs-Diagramm (Fehlerbaum)	Lindemann (2009), Ishikawa (1994)
21	Failure Modelling and Effects Analysis (FMEA)	Lindemann (2009), Boos (2014)
22	Fragebogen	Lindemann (2009)
23	Freiheitsgradanalyse	Lindemann (2009)
24	Funktionsmodellierung	Lindemann (2009)
25	Gefährdungsanalyse	Lindemann (2009)
26	Gewichtete Punktebewertung	Lindemann (2009), Ehrlenspiel & Meerkamm (2013)
27	Gewichtung	Lindemann (2009)
28	Interview	Lindemann (2009)
29	Kano-Modell	Lindemann (2009)
30	Konsistenzmatrix	Lindemann (2009)
31	Methode 635	Lindemann (2009), Boos (2014)
32	Mind Mapping (Mind Map)	Lindemann (2009)
33	Moderation mit Karten	Lindemann (2009)
34	Morphologischer Kasten	Lindemann (2009), Boos (2014)
35	Nutzwertanalyse	Lindemann (2009)
36	Paarweiser Vergleich	Lindemann (2009)
37	Plausibilitätsanalyse	Lindemann (2009)
38	TRIZ-Innovationsprinzipien	Lindemann (2009)
39	Problemformulierung	Lindemann (2009)

Fortsetzung nächste Seite

Lfd. Nr.	Methode	Quelle
40	Prognose	Lindemann (2009)
41	Punktbewertung	Lindemann (2009)
42	Quality Function Deployment (QFD)	Lindemann (2009)
43	Reizwortanalyse	Lindemann (2009), Boos (2014)
44	Schätzen	Lindemann (2009)
45	Schwachstellenanalyse	Lindemann (2009)
46	Sensibilitätsanalyse	Lindemann (2009)
47	Stufenweise Konsistenz	Lindemann (2009)
48	SWOT-Analyse	Lindemann (2009)
49	Synektik	Lindemann (2009)
50	Szenariotechnik	Lindemann (2009)
51	Target Costing	Lindemann (2009)
52	Technische Evolution	Lindemann (2009)
53	Trendanalyse	Lindemann (2009)
54	Vergleich	Lindemann (2009)
55	Verknüpfungsmatrix	Lindemann (2009)
56	Versuch	Lindemann (2009)
57	Vorteil-Nachteil-Vergleich	Lindemann (2009)
58	Wirkungsnetz	Lindemann (2009)
59	Zielpräferenzmatrix	Lindemann (2009)
60	Kosten-Wirksamkeits-Analyse	Lindemann (2009)
61	Entscheidungsbaum	Bacharach et al. (2017)
62	The Nine Principles of Motivation	Kourdi (2015)
63	The John Whitmore Model	Kourdi (2015)
64	Innovation Hotspots	Kourdi (2015)
65	Deep Dive Prototyping	Kourdi (2015)
66	Sechs Denkhüte	Kourdi (2015), Boos (2014)
67	Walt Disney's Creativity Method	Kourdi (2015), Boos (2014)
68	Mapping and Mitigating Risk	Kourdi (2015)
69	Discounted Cash-Flow Analysis	Kourdi (2015)
70	Meyer-Briggs Type Indicator	Kourdi (2015)
71	Kollektives Notitzbuch	Boos (2014)
72	Flip-Flop-Technik	Boos (2014)
73	9-Felder-Denken	Bacharach et al. (2017)

A12 Prinzipien Masterarbeit Abram

Die erste Version der Prinzipien wurde im Rahmen der Masterarbeit von Frau Laura Abram erarbeitet. Folgende 14 Prinzipien wurden ermittelt (Schambeck, 2017, S. A-38):

1. Parallele Ursachenforschung durch Expertenteams
2. Herstellung und Aufrechterhaltung eines sicheren Zustand
3. Einsatz freier Ressourcen
4. Herstellung räumlicher Nähe bzw. Entfernung
5. Verteilen und Delegieren von Aufgaben
6. Festlegen von Kommunikationswegen und Umfang des Austauschs
7. Verhinderung persönlicher Überlastung
8. Training zur Krisenbewältigung
9. Priorisierung von Aufgaben
10. Frühzeitige und großzügige Anforderung von Ressourcen
11. Verdeutlichung von Zeitspannen in der Arbeitsphase
12. Formulierung von Arbeitsaufträgen
13. Gezielter Einsatz von Frageformen
14. Redundante Nutzung von Kommunikationskanälen

Die Prinzipien wurden auf der NordDesign 2016 Conference vorveröffentlicht (siehe Abram et al. (2016)).

A13 Prinzipien Semesterarbeit Berger

Die Prinzipien aus der Arbeit Schambeck (2017) wurden im Rahmen der Semesterarbeit von Frau Sandra Berger weiterentwickelt. Ergebnis waren die folgenden 16 Prinzipien (Berger, 2016, S. 38 f.):

1. Parallele Ursachenforschung
2. Herstellung und Aufrechterhaltung eines sicheren Zustands
3. Einsatz freier Ressourcen (großzügig & frühzeitig)
4. Herstellung räumlicher Nähe bzw. Entfernung
5. Planen und Delegieren von Aufgaben
6. Verhinderung persönlicher Überlastung
7. Verringerung des Hierarchiegefälles
8. Priorisierung von Aufgaben
9. Formulierung von Arbeitsaufträgen
10. Verdeutlichung von Zeitspannen
11. Verwendung von standardisierten Frageformen/Ansagen
12. Redundante Nutzung von Kommunikationskanälen
13. Durchführung eines (De-)briefings
14. Einführung einer Sanktionsfreiheit
15. Verwendung von Checklisten mit genauen Vorgehensweisen
16. Anwendung der Methode FORDEC

A14 Übersicht der Methoden zur Krisenbewältigung

Im Folgenden werden alle ermittelten Methoden für den Einsatz in Krisen aufgelistet.

Methoden zur Problemanalyse

Lfd. #	Methode	Einarbeitungszeit in Minuten	Anwendungszeit in Minuten	Anzahl der Anwender
1	Abstraktion	●	●	1–7
2	Checkliste	●	●	1–7
3	Clusteranalyse	●	●	1–7
4	Eigenschaftsliste	●	●	1–7
5	Mind Mapping	●	●	1–7
6	9-Felder-Denken	●	●	7–12
7	Problemformulierung	●	●	1–7
8	Prognose	●	●	1–7
9	Schätzen	●	●	3–7
10	Schwachstellenanalyse	●	●	1–7
11	Stufenweise Konsistenz	●	●	1–7
12	The John Whitmore Model	●	●	1–7
13	Ursache-Wirkungs-Diagramm	●	●	3–10
14	Verknüpfungsmatrix	●	●	1–7
15	Wirkungsnetz	●	●	7–12

Legende:

Einarbeitungszeit: ● ≅ 10 min; ● ≅ 20 min; ● ≅ 45 min

Anwendungszeit: ● ≅ 45 min; ● ≅ 90 min; ● ≅ 180 min

Methoden zur Ideengenerierung

Lfd. #	Methode	Einarbeitungszeit in Minuten	Anwendungszeit in Minuten	Anzahl der Anwender
1	Brainstorming/Brainwriting	●	●	1–7
2	Checkliste nach Osborn	●	●	1–12
3	Deep Dive Prototyping	●	●	1–7
4	Sechs Denkhüte	●	●	1–7
5	Effektsammlung	●	●	1–7
6	Flip-Flop-Technik	●	●	1–7
7	Methode 635	●	●	1–12
8	Mind Mapping	●	●	1–7
9	9-Felder-Denken	●	●	7–12
10	Moderation mit Karten	●	●	1–7
11	Reizwortanalyse	●	●	1–7
12	Synektik	●	●	1–7
13	TRIZ-Innovationsprinzipien	●	●	1–12
14	Walt Disney's Creativity Method	●	●	1–7

Legende:

Einarbeitungszeit: ● ≅ 10 min; ● ≅ 20 min; ● ≅ 45 min

Anwendungszeit: ● ≅ 45 min; ● ≅ 90 min; ● ≅ 180 min

Methoden zur Konzeptbewertung

Lfd. #	Methode	Einarbeitungszeit in Minuten	Anwendungszeit in Minuten	Anzahl der Anwender
1	Sechs Denkhüte	●	●	1–7
2	Einflussmatrix	●	●	7–12
3	Entscheidungsbaum	●	●	1–12
4	Gewichtete Punktebewertung	●	●	1–7
5	Gewichtung	●	●	1–7
6	Mapping and Mitigating Risk	●	●	7–12
7	Meyer Brigg's Indicator	●	●	3–7
8	Paarweiser Vergleich	●	●	1–7
9	Punktebewertung	●	●	1–12
10	Schätzen	●	●	3–7
11	Schwachstellenanalyse	●	●	1–7
12	Vergleich	●	●	3–7
13	Verknüpfungsmatrix	●	●	1–7
14	Vor- und Nachteil-Vergleich	●	●	1–7
15	Walt Disney's Creativity Method	●	●	1–7
16	Zielpräferenzmatrix	●	●	1–7

Legende:

Einarbeitungszeit: ● \cong 10 min; ● \cong 20 min; ● \cong 45 min

Anwendungszeit: ● \cong 45 min; ● \cong 90 min; ● \cong 180 min

A15 16 Prinzipien zur Krisenbewältigung

#1 Parallele Maßnahmen: Schadenseingrenzung und Ursachenanalyse

Um Zeit zu sparen und den Schaden einzugrenzen, sollten Sofortmaßnahmen und Ursachenanalysen zu Beginn der Krise parallel durchgeführt werden. Zur schnellen Ursachenanalyse sollte ein Expertenteam aufgestellt werden. Für Spezialthemen sollten externe Experten zum Krisenteam hinzugezogen werden.

#1 Parallel measures: limitation of damage and identification of causes

To save time and limit damage, do urgent measures and root-cause-analysis in parallel at the beginning of a crisis. Setup an expert team for fast root-cause-analysis. Integrate external experts for special topics in the crisis team.

#2 Herstellung und Aufrechterhaltung eines sicheren Zustands

Da die Sicherheit sowohl für den Kunden als auch für den Mitarbeiter oberste Priorität hat, muss möglichst schnell durch geeignete Sofortmaßnahmen (z. B. Verkaufsstopp, Produktionsstopp, Verwendung von älteren, sicheren Arbeitsständen) ein sicherer Zustand (z. B. kein Schaden am Kunden, sichere Arbeitsbedingungen) erreicht werden, um weitere Gefährdungen und Schäden zu verhindern. Dieser Zustand sollte während der ganzen Krisenbewältigung aufrechterhalten werden, um erneute Probleme und Rückschläge während der Krise zu vermeiden.

#2 Establishment and preservation of a stable state

Safety for customers and employees has highest priority. A stable state, i. e. no damage for customers and safe working conditions for employees, has to be established and maintained. To guarantee it, urgent measures (e. g. sales ban, stop of production, usage of older work status) have to be implemented. Maintain the stable state throughout crisis solving to prevent drawbacks.

#3 Verwendung von Checklisten mit genauen Vorgehensweisen

Checklisten sollten zur Minimierung von Iterationen, zur Unterstützung von systematischen und strukturierten Vorgehen und als Leitfaden in Krisen verwendet werden. Zur Krisenvorbereitung sollten Unternehmen Checklisten vorbereiten. Nach einer Krise sollten die Checklisten zur Krisennachbereitung aktualisiert werden.

Folgende Inhalte sollten Teil einer Checkliste sein: Kommunikationskanäle/-schemata, Informationsschemata, Methodenabläufe, Briefings, Kontaktpersonen und Experten

#3 Utilization of checklists

Use checklists to minimize iterations, to support systematic and structured approaches and as a guideline in crises. Companies have to prepare checklists in advance. Update the lists as a resilience measure after a crisis.

The following information should be included: channels of communication, method application, briefings, contact persons, experts as well as information schemes.

#4 Anwendung der Methode FORDEC

Um bei der Entscheidungsfindung systematisch vorzugehen und somit möglichst schnell die richtige Lösung zu finden, sollte die Methode FORDEC angewendet werden. FORDEC besteht aus den folgenden sechs Schritten:

- Facts Welche Situation liegt vor?
- Options Welche Handlungsoptionen bieten sich an?
- Risks & Benefits Welche Risiken und Nutzen sind mit den jeweiligen Handlungsoptionen verbunden?
- Decision Welche Handlungsoption wird gewählt?
- Execution Ausführung der gewählten Handlungsoption.
- Check Führt der eingeschlagene Weg zum gewünschten Ziel?

#4 Application of FORDEC

Use FORDEC for systematic and fast decision making as well as solution finding. FORDEC consists of the following six steps:

- Facts What is the full extent of the problem?
- Options What options are available?
- Risks & Benefits What are the risks and benefits associated with each option?
- Decision Which option have you decided on?
- Execution Execute the selected option.
- Check Does the selected option leads to the intended change?

#5 Vier-Augen-Prinzip

Jegliche Arbeitsergebnisse, wie Zeichnungen, sollten gegengeprüft werden, um Fehler schnellstmöglich aufzudecken und zu korrigieren. Dieser Aufwand ist gerechtfertigt, da weitere Rückschläge in jedem Fall vermieden werden müssen.

#5 Four-eye principle

Double check all work, e. g. design drawings, to discover and correct mistakes as fast as possible. The additional effort is acceptable as new drawbacks have to be avoided in any case.

#6 Verhinderung persönlicher Überlastung

Höchstleistung ist nur für kurze Zeit möglich. Teammitglieder können kann physischer und mentaler Müdigkeit leiden. Um Überlastung zu vermeiden, sollten Teamleiter die Arbeitsbelastung ihrer Mitarbeiter überwachen und diese gegebenenfalls entlasten. Es sollten angemessene Pausen festgelegt werden. Stellt ein Teamleiter Überlastung bei einem Teammitglied fest, muss er entscheiden, ob dieser ersetzt werden muss.

Entscheidungsträger sollten nur relevante Informationen erhalten. Aus diesem Grund sollten nur projektrelevante Informationen an Entscheidungsträger weitergeleitet werden. Dadurch

können sich die Entscheidungsträger auf die Krisenbewältigung konzentrieren und werden nicht von persönlichen oder wirtschaftlichen Vorteilen beeinflusst.

#5 Prevention of personal overload

High performance is only possible for short periods. Crisis team members could suffer from physical and mental fatigue. In order to prevent work overload team leaders should evaluate team members' workload and initiate measures if necessary. Define sufficient rest periods. If the team leader recognizes symptoms of fatigue, he will have to decide when replacements of project members are necessary.

Protect decision makers from irrelevant information. For that purpose, colleagues should only transfer data directly referring to the crisis project. In this way, decision makers can concentrate on crisis solving and neglect personal and economic advantages.

#7 Verringerung des Hierarchiegefälles

Für hochleistungsfähige Zusammenarbeit muss ein ausgewogenes Hierarchiegefälle im Krisenbewältigungsteam herrschen. Ist es zu steil, haben die unteren Mitglieder kein Mitwirkungsrecht, wodurch deren Ideen und Meinungen untergehen können. Ist es zu flach, kann die Autorität des Teamleiters untergraben werden. Dies schränkt die Entscheidungsfindung ein und führt zu Koordinationsproblemen.

#7 Adaption of hierarchy levels

High performance collaboration needs a balanced hierarchy level in a crisis team. Steep hierarchy levels prevent right of participation. This may lead to rejection of ideas and opinions. If the level is too flat, this diminishes the leadership of the team leader. Consequently, decisions are not made and coordination is missing.

#8 Einführung einer Sanktionsfreiheit

Krisenbewältigungsteams müssen Entscheidungen unter Zeitdruck und meistens mit Informationsmangel getroffen werden. Dadurch kann es mit größerer Wahrscheinlichkeit zu Fehlentscheidungen kommen. Damit Krisenbewältigungsteams handlungsfähig bleiben, müssen jedoch Entscheidungen getroffen werden. Es ist sinnvoller eine Entscheidung zu treffen, auch wenn sie falsch ist, als gar keine, da die Teams dadurch agieren und nicht reagieren. Getroffene Entscheidungen sollten nicht bestraft werden, auch wenn sich im Nachhinein herausstellt, dass andere Entscheidungen besser gewesen wären.

#8 Freedom from sanction

In crises, decisions have to be made with a lack of information and under time pressure. This increases the possibility of wrong decisions. On the other hand, you have to make decisions to remain operational. To be proactive is better than being reactive in a crisis. In consequence, a wrong decision in retrospective should be free from sanction.

#9 Einsatz freier Ressourcen

Alle verfügbaren Ressourcen sollten zur Krisenbewältigung verwendet werden. *The crisis team must select applicable resources in order to support crisis solving.* Werden Ressourcen von einem anderen Projekt benötigt, sollten diese dem Krisenteam zugeordnet werden, da die Krisenbewältigung immer die höchste Priorität in einem Unternehmen hat. Ressourcen sind: Personal, Kompetenzen, Maschinen und Budget.

#9 Application of available resources

Gather all available resource for solving crises. The crisis team must select applicable resources in order to support crisis solving. If resources from other projects are needed to cope with the crisis, they should be assigned to the crisis project. Hence, coping with crises has the highest priority within the company. Resources are: Personnel, competences, machines and budget.

#10 Priorisieren, Planen und Delegieren von Aufgaben

Die verschiedenen Aufgaben sollten priorisiert, zeitlich geplant und anschließend delegiert werden, damit jeder Beteiligte zu jedem Zeitpunkt weiß, was wann wie zu tun ist. Je höher die Priorität einer Aufgabe ist, desto mehr Aufmerksamkeit und Ressourcen sind dafür einzuplanen. Zur Priorisierung kann ein Ampelsystem (rot $\hat{=}$ dringend, gelb $\hat{=}$ mäßig dringend, grün $\hat{=}$ nicht dringend) verwendet werden.

#10 Prioritization, scheduling and delegation of tasks

Prioritize, schedule and delegate all tasks to ensure that all team members know what to do when. Allocate attention and resources depending on the priority of a task. Use a traffic light system for task prioritization.

#11 Formulierung von Arbeitsaufträgen

Arbeitsaufträge sollten nach einem standardisierten Schema formuliert werden. Dadurch können die Aufgaben besser geplant und verteilt werden. Auf der einen Seite reduziert dies den Aufwand für die Teamleiter. Auf der anderen Seiten vereinfacht dies das Verständnis der Arbeitsaufträge für die Mitarbeiter. Ein mögliches Schema ist: Teammitglied(er), Arbeitsauftrag, Hilfsmittel, Ziel und Methode.

Durch die klare Formulierung der Arbeitsaufträge und zu erreichenden Ziele werden die Teamglieder befähigt eigenständig Entscheidungen zu treffen.

#11 Phrasing of work orders

Use standardized schemes for work orders. They improve the planning and delegation of tasks. On the one hand, the scheme reduces work effort of team leaders for phrasing work order. On the other hand, the understanding of the task for the employee is simplified. A work order can have following scheme: team member(s), task, tools and methods, goals.

Further, this increases autonomous decision-making.

#12 Verdeutlichung von Zeitspannen

Um die Koordination zu verbessern und den Arbeitsaufwand und Projektfortschritt zu überwachen, sollte der Projektfortschritt ständig visualisiert werden. Dafür sollten die Aufgaben, Zeitspannen, beteiligten Teammitglieder und Deadlines dargestellt werden. Der Zeitplan sollte für alle Teammitglieder jederzeit einsehbar sein. Hilfreiche Werkzeuge sind Gantt-Charts und Whiteboards.

#12 Clarification of time spans

Consistently visualize the current project progress to improve team coordination and to monitor workload and project progress. Therefore, depict tasks, timespans, involved team members as well as deadlines. The schedule should be clearly visible for all team members at all times. Helpful tools are Gantt-charts and whiteboards.

#13 Verwendung von standardisierten Frageformen/Ansagen

Um die Weitergabe und den Austausch von Informationen und Arbeitsaufträgen zu verbessern, ist es sinnvoll ein standardisiertes Vorgehen festzulegen. Dadurch wird Zeit gespart, da der Austausch beziehungsweise die Verarbeitung der Informationen immer auf die gleiche Art und Weise erfolgt. Ist eine bestimmte Information das Ziel der Frage, so sollten geschlossene Fragen verwendet werden. Dadurch kann diese Frage schnell mit *Ja* oder *Nein* beantwortet werden. Bei offenen Fragen können stattdessen sowohl mehr Informationen als auch die Meinung und die Bedenken des Befragten eruiert werden.

Jedes Teammitglied sollte über die verschiedenen Frageformen informiert sein und diese situativ einsetzen.

#13 Purposeful application of interrogative forms

Share information in a standardized manner. This reduces work time and improves information exchange. Use closed questions to gain specific information fast. The answer is a yes/no-type. Open questions do not focus on one specific information. Use them to gain an overview of a situation or for general information exchange. Depending on the time pressure and needed information, team members should use both interrogative forms situational.

#14 Bewusste Nutzung zwischenmenschlicher Kommunikation

Eine effektive Kommunikation ist bei einer Krisenbewältigung unabdingbar. Dafür sollte die Kommunikation möglichst einfach, eindeutig und verständlich sein. Hauptziel sollte immer die direkte Kommunikation zwischen Teammitgliedern sein, damit mit nonverbalen Signalen (Gestik, Mimik und Emotionen) die Botschaft verdeutlicht wird. Ebenso sollte graphische Darstellungen zur Darstellung von Idee und Fakten verwendet werden.

Bei räumlich getrennten Krisenbewältigungsteams sollten alle Möglichkeiten der digitalen Kommunikation (Sprach-/Videochat, Web-Meetings) genutzt werden.

#14 Conscious use of interpersonal communication

Effective communication is inevitable in solving crises. Communication has to be simple, clear and understandable. Crisis team members should use face-to-face communication to support the communication with nonverbal expressions (gestures and facial expressions). In addition,

use graphical illustrations to visualize ideas and facts.

Use all digital communication possibilities (voice- and video-chat, web meetings, etc.) if team members are spatially separated.

#15 Herstellung räumlicher Nähe bzw. Entfernung

Der Krisenstab sollte festlegen welche Teams in räumlicher Nähe und Entfernung arbeiten, da diese die Zusammenarbeit und Kommunikation beeinflusst.

Um die Zusammenarbeit und Kommunikation zu verbessern, ist auf der einen Seite darauf zu achten, dass die jeweiligen Krisenteams räumlich zusammengefasst werden. Dadurch können sie ungestört und effektiv arbeiten. Räumliche Nähe erhöht die Zusammenarbeit und Kommunikation innerhalb eines Teams. Ebenso werden externe Störeffekte minimiert. Die Kommunikation zwischen den einzelnen Teams muss vom Krisenstab organisiert werden. Auf der anderen Seite sollte räumliche Entfernung zwischen dem Krisenstab und den Teams herrschen. Dadurch kann der Krisenstab die Krise ganzheitlich koordinieren ohne die Teams bei der Krisenbewältigung zu stören.

#15 Establishment of spatial proximity or distance

The crisis management group has to decide which sub-teams work in spatial proximity and distance. These have effects on the efficiency of collaboration and communication. Spatial proximity increases the collaboration and communication inside a sub-team. It minimizes external disturbing effects. The communication between different sub-teams has to be managed from the crisis management group. Create spatial distance between the crisis management group and the sub-teams. This allows an overall crisis coordination without disturbing the sub-teams from solving the crisis.

#16 Durchführung von Briefings und Debriefings

Krisenbewältigungsteams sollten losgelöst vom Tagesgeschäft arbeiten. Beim Start eines Krisenteams sollte ein Briefing gehalten werden. Dadurch bekommen die Teammitglieder einen Überblick über die Situation, können in den Krisenmodus wechseln und sich mental auf die Krise einstellen. Während der Krise sollten regelmäßige Briefings stattfinden, um alle Mitglieder auf den neustem Stand zu halten, Entscheidungen zu treffen und wichtige Informationen auszutauschen. Nach der Krise sollten die gewählten Maßnahmen und der Krisenbewältigungsprozess in einem Debriefing reflektiert und analysiert werden.

#16 Introduction of briefings and debriefing

Detach crisis teams from daily business. Hold briefings at the setup of a crisis team. With this, the team members get an overview of the situation, switch to crisis mode and are mentally tuned in. During the crisis hold regular briefings to update all members, make important decision and exchange relevant information. After the crisis the implemented measure and the crisis solving process should be reflected upon and analyzed in a debriefing.

A16 Methodenkarten

Im Rahmen der Semesterarbeit von Herrn Theodor Golditchuk wurden die folgenden zehn Methodenkarten erarbeitet (Golditchuk, 2016).

Methodenkarte: Methode 635

Vorderseite




Anwendungshinweise		Vorgehen
Empfohlene Teamgröße	6 Personen	<ol style="list-style-type: none"> 01 Jeder Teilnehmer erhält ein vorbereitetes Arbeitsblatt. Das Arbeitsblatt enthält im Kopf die Fragestellung zum Ziel, sowie die Felder für die Ideen. Das Arbeitsblatt besteht aus sechs Zeilen zu je drei Spalten. 02 Je nach Schwierigkeitsgrad der Fragestellung legt der Moderator nun eine Zeitspanne für die Weitergabe der Arbeitsblätter fest. 03 Jeder der 6 Teilnehmer verfasst nun 3 Ideen und trägt diese in die Felder der ersten Zeile ein. 04 Nach Ablauf der Zeitspanne werden die Arbeitsblätter im Uhrzeigersinn an den nächsten Nachbarn weitergegeben. 05 Jeder Teilnehmer soll nun versuchen, die bereits genannten Ideen aufzugreifen, zu ergänzen oder weiterzuentwickeln. Seine drei neuen Ideen trägt er in die nächste freie Zeile ein. 06 Nun wird der Weitergabe- Zyklus wiederholt bis zur letzten Zeile des Arbeitsblattes (5 Weitergaben).
Einarbeitungszeit	Ca. 30 Minuten	
Durchführungszeit	In der Regel 10 Minuten pro Weitergabe	
Benötigte Hilfsmittel	Moderator, Arbeitsblattvorlage, Pinnwand, Rückzugsraum	
Chancen	Risiken	
Strukturierter Ablauf mit einem Mindest- Output an Ideen	Eigene Ideen können durch den Input des Vorgängers beschränkt werden	

Beschreibung der Methode
 Die 6-3-5 Methode ist eine Brainwriting-Technik. Ziel dieser Methode ist es, auf der gedanklichen Leistung der Teilnehmer aufzubauen und diese assoziativ zu kreativen Problemlösungsideen weiterzuentwickeln. 6 Teilnehmer erhalten dazu jeweils eine Vorlage mit 3 Spalten und 6 Zeilen. Jeder Teilnehmer generiert in der ersten Zeile 3 Ideen. Danach wird dieses Blatt weitergereicht und der nächste Teilnehmer entwickelt die bereits vorhandenen Ideen weiter.

Hilfsmittel (in der Box enthalten)
 Vorlage, Pinnnadeln

Quellen
 innovationsmethoden.info
 Lindemann, Methodische Entwicklung technischer Produkte

6

Teilnehmer

3

Ideen je Teilnehmer

5

Weitergaben

Rückseite

Beispiel „Schokopudding“

Problem: Wie können wir unseren Absatz für Schokopudding steigern?

Teilnehmer: Frau s, Frau G, Herr M, Frau E, Herr K, Herr L

Name:	Idee:	Idee:	Idee:
Herr L	Neue Verpackung	Treuepunkte	Weniger Zucker
Frau S	In Schokobohnenform	Treuepass	Gesundheitsaspekt betonen
Frau G	Pudding in Schokobohnen	Treuepass und Punkte für die ganze Produktlinie	Gesundheit steigert Wohlbefinden, Schoko macht glücklich
Herr K	Schokobohnen nicht kühlen→ Verkauf am Kassenregal	Prämien bei bestimmter Punktmenge	Aufklärungskampagne über Gesundheitsaspekte von Schoko
Frau E	Sammelalbum zu den Schokopudding- Bohnen	Ueber Punkte können Sammelsticker erworben werden	Glückliches Familienbild darstellen durch den Konsum von Schoko
Herr M	Ausgefülltes Album gibt freien Eintritt in Zoo etc.	Ersten Personen mit 1000 Punkten erhalten eine Werksführung	Familienausflüge zu verlosen

Methodenkarte: 9-Felder-Denken

Vorderseite




Anwendungshinweise		Vorgehen
Empfohlene Teamgröße	Individuelle Anwendung (Anschließende Diskussion im Team von 2 bis 10 Personen)	
Einarbeitungszeit	Ca. 30 Minuten	
Durchführungszeit	Ca. 20 Minuten (anschließende Diskussion nicht eingerechnet)	
Benötigte Hilfsmittel	Moderator, Vorlage der Matrix, Pinnwand, Rückzugsraum	
Chancen	Risiken	
Berücksichtigung der (geschichtlichen) Entwicklung kann zu visionären Ideen führen	Die Lösung ist nicht immer sinnvoll	

Beschreibung der Methode
 Das 9-Felder-Denken hilft die Sichtweise auf ein System zu verändern. Es zwingt den Benutzer dazu zum einen in die Subsysteme einer Situation hinein zu zoomen, zum anderen aus dem System heraus zu zoomen um das „Big Picture“ (Supersystem) zu sehen und seine Zeitperspektive so zu verändern, dass er neben der Gegenwart auch Vergangenheit und Zukunft berücksichtigt.

Hilfsmittel (in der Box enthalten)
 Vorlage Neun-Felder-Matrix, Pinnnadeln

Quellen
 Innovationsinventor.com
 Innovation Tool Academy

Hilfreiche Fragen

Was wird untersucht? Eindeutiger Name des Systems?

→

Bauteile des Systems? Welche Materialien wurden verwendet?

→

Umgebung des Systems? Welcher Teil interagiert mit dem System?

→

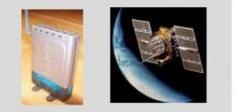
Wie sah das (Sub-/Super-) System vor x Jahren aus?

→

Wie könnten die Systeme in x Jahren aussehen?

Rückseite

Beispiel System „Tablet“

	Vergangenheit	Gegenwart	Zukunft
Supersystem			
System			
Subsystem			



Methodenkarte: Brainwriting

Vorderseite




Anwendungshinweise	
Empfohlene Teamgröße	Individuelle Anwendung mit anschließender Diskussion im Team von 2 bis 10 Personen
Einarbeitungszeit	Ca. 30 Minuten
Durchführungszeit	Stark abhängig von Diskussion und spezieller Methode
Benötigte Hilfsmittel	i.d.R. Moderator, Vorlage, Rückzugsraum
Chancen Keine hemmenden gruppendynamischen Prozesse	Risiken Spontanität eines Brainstormings geht durch die schriftliche Komponente verloren

Beschreibung der Methode
Das Brainwriting ist eine spezielle Variante des Brainstormings bei der Ideen auf schriftlichem Wege entwickelt und gesammelt werden. Als intuitive Methode lassen sich mithilfe der Methode viele Ideen in kürzester Zeit erzeugen. Im Gegensatz zum klassischen Brainstorming, bei dem neue Gedanken mündlich geäußert und von einem Moderator gesammelt werden, werden beim Brainwriting alle aufkommenden Ideen von den jeweiligen Personen selbst schriftlich festgehalten und nicht sofort veröffentlicht.

Vorgehen

- 01 Die Teilnehmer sollen zu Beginn Ideen sammeln und die Assoziationen schaffen. Die Bewertung der Ideen wird in dieser Phase verboten, weil dies zu einer inneren Zensur führen und das Finden neuer Ideen erschweren würde.
- 02 Danach werden die Ergebnisse einer ausführlichen Kritik unterzogen und die besten Ideen herausgezogen. Jeder Teilnehmer kann seinen Favoriten auswählen oder die besten Vorschläge werden selektiert.

*Spezielle Brainwriting- Methoden:
6-3-5 Methode (Beschreibung siehe Methodenkarte)
Collective Notebook (siehe Beispiel)*

Hilfsmittel (in der Box enthalten)
Karteikarten, Pinnnadeln, Vorlagen

Quellen
Innovations-wissen.de
Innovationsmethoden.info

Rückseite




Anwendungshinweise	
Empfohlene Teamgröße	Individuelle Anwendung mit anschließender Diskussion im Team von 2 bis 10 Personen
Einarbeitungszeit	Ca. 30 Minuten
Durchführungszeit	Stark abhängig von Diskussion und spezieller Methode
Benötigte Hilfsmittel	i.d.R. Moderator, Vorlage, Rückzugsraum
Chancen Keine hemmenden gruppendynamischen Prozesse	Risiken Spontanität eines Brainstormings geht durch die schriftliche Komponente verloren

Beschreibung der Methode
Das Brainwriting ist eine spezielle Variante des Brainstormings bei der Ideen auf schriftlichem Wege entwickelt und gesammelt werden. Als intuitive Methode lassen sich mithilfe der Methode viele Ideen in kürzester Zeit erzeugen. Im Gegensatz zum klassischen Brainstorming, bei dem neue Gedanken mündlich geäußert und von einem Moderator gesammelt werden, werden beim Brainwriting alle aufkommenden Ideen von den jeweiligen Personen selbst schriftlich festgehalten und nicht sofort veröffentlicht.

Vorgehen

- 01 Die Teilnehmer sollen zu Beginn Ideen sammeln und die Assoziationen schaffen. Die Bewertung der Ideen wird in dieser Phase verboten, weil dies zu einer inneren Zensur führen und das Finden neuer Ideen erschweren würde.
- 02 Danach werden die Ergebnisse einer ausführlichen Kritik unterzogen und die besten Ideen herausgezogen. Jeder Teilnehmer kann seinen Favoriten auswählen oder die besten Vorschläge werden selektiert.

*Spezielle Brainwriting- Methoden:
6-3-5 Methode (Beschreibung siehe Methodenkarte)
Collective Notebook (siehe Beispiel)*

Hilfsmittel (in der Box enthalten)
Karteikarten, Pinnnadeln, Vorlagen

Quellen
Innovations-wissen.de
Innovationsmethoden.info

Methodenkarte: Ursache-Wirkungs-Diagramm

Vorderseite




Anwendungshinweise	
Empfohlene Teamgröße	3 bis 10 Personen (möglichst interdisziplinäre Zusammenstellung)
Einarbeitungszeit	Ca. 30 Minuten
Durchführungszeit	Stark abhängig vom Detaillierungsgrad (min. 60 Minuten)
Benötigte Hilfsmittel	Moderator, Karteikarten, Pinnwand, Rückzugsraum
Chancen	Risiken
Systematische Ermittlung von Schwachstellen und die Auflösung komplexer Zusammenhänge	Zur sinnvollen Erstellung ist „Experten“-Wissen notwendig

Vorgehen

- 01 Definition des Problems: Das Problem wird als knappe Formulierung an das Ende (Fischkopf) des Fischgräten-Diagramms geschrieben
- 02 Definition der Ursachenklassen: Wenige Ursachenklassen werden als Bezeichner für die Gräten des Diagramms angegeben. Bevorzugt wird die 6M Methode (Mensch, Methode, Maschine, Material, Mitwelt, Messung). Alternative: 4-P (Place, Procedures, People, Policies)
- 03 Sammeln von möglichen Ursachen: Ursachen werden zunächst spontan, ohne Wertung und in zufälliger Reihenfolge auf Papierkarten festgehalten
- 04 Bewertung und Einordnung der Ursachen: Dabei werden die Ursachen festen Klassen zugeordnet. Für den Fall, dass dies nicht möglich ist, gibt es 2 Alternativen: Die Ursache weiter zerlegen oder eine neue Klasse einführen
- 05 Auswertung: Das Ziel besteht darin, die wesentlichsten Ursachen und Ursachenklassen zu erkennen, um Maßnahmen für deren Beseitigung abzuleiten und priorisieren zu können (ergänzend z.B. eine ABC-Analyse möglich)

Beschreibung der Methode

Das Ursache-Wirkungs-Diagramm (speziell „Fischgräten“-Diagramm) ist eine systematische Beschreibung von Problemen (bzw. Wirkungen) und ihren möglichen, einzelnen Ursachen. Dabei werden für die verschiedenen Hauptinflussfaktoren (Ursachenklassen) mit zunehmendem Detaillierungsgrad die Quellen der Ursachen identifiziert.

Hilfsmittel (in der Box enthalten)

Karteikarten, Pinnnadeln

Quellen

sixsigmabelt.com
Effizientes Projektmanagement (Mehrmann/ Wirtz, 1996)

Rückseite

Beispiel „Toleranzüberschreitung“

Methodenkarte: Gewichtete Punktebewertung

Vorderseite




Anwendungshinweise

Empfohlene Teamgröße	Individuelle Anwendung mit anschließender Diskussion im Team von 2 bis 10 Personen
Einarbeitungszeit	Ca. 30 Minuten
Durchführungszeit	Ca. 1,5 Stunde für jeweils 10 Bewertungskriterien und Alternativen
Benötigte Hilfsmittel	Moderator, Vorlage, Rückzugsraum
Chancen	Risiken
Intensive Auseinandersetzung mit den Eigenschaften der Lösungsalternativen	Stark subjektive Bewertung, welche zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen führen kann

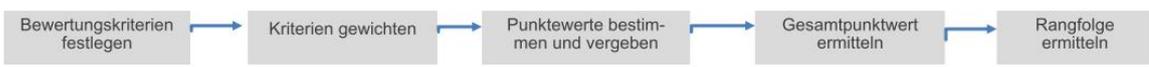
Beschreibung der Methode
Die Gewichtete Punktebewertung ist ein differenzierendes Bewertungsverfahren, welches einen detaillierten Vergleich von Lösungsalternativen ermöglicht. Die verschiedenen Lösungsalternativen werden mit Punkten bewertet und die Punkte mit den Kriteriengewichten multipliziert. Für jede Alternative wird mittels Addition ein Gesamtpunktwert gebildet und daraus eine Alternativen- Rangfolge abgeleitet.

Vorgehen

- 01 Bewertungskriterien festlegen: Die Bewertungskriterien stellen dabei eine Teilmenge der in der Anforderungsliste aufgeführten Anforderungen dar und orientieren sich an der aktuellen Entscheidungssituation.
- 02 Bewertungskriterien gewichten: Je nach Wichtigkeit werden die einzelnen Kriterien gewichtet.
- 03 Punktwerte bestimmen: Für jede Lösungsalternative werden je nach Erfüllungsgrad des Kriteriums Punktwerte vergeben.
- 04 Ermittlung des Gesamtpunktwertes: Dies geschieht durch die Addition der Punkte für alle Kriterien je Alternative.
- 05 Rangfolge ermitteln: Die Lösungsalternativen werden nach Gesamtpunktwert geordnet

Hilfsmittel (in der Box enthalten)
Vorlage der Matrix, Pinnnadeln

Quellen
Innovations-wissen.de
Methodische Entwicklung technischer Produkte, Lindemann



Rückseite

Beispiel „Lieferantenbewertung“

Punktbewertungsverfahren					
Bewertungskriterien	Gewichtung	Lieferant A		Lieferant B	
		Punkte 1 bis 10	Punkte x Gewicht	Punkte 1 bis 10	Punkte x Gewicht
Produktqualität	10	9	90	10	100
Preishöhe	10	6	60	7	70
Lieferzeiten	9	7	63	8	72
Technologie	7	3	21	5	35
Lieferzuverlässigkeit	6	4	24	8	48
Gesamtpunktzahl			258		325
Rang			2		1

Methodenkarte: Sechs Denkhüte

Vorderseite




Anwendungshinweise		Vorgehen
Empfohlene Teamgröße	6 Personen	
Einarbeitungszeit	Ca. 30 Minuten	
Durchführungszeit	Ca. 60 Minuten (abhängig vom Diskussionsbedarf)	
Benötigte Hilfsmittel	Moderator, Karteikarten, Rückzugsraum	
Chancen Teilnehmer lernen unterschiedliche Sichtweisen kennen und eine effiziente Diskussion wird angeregt	Risiken Positionen können übertrieben interpretiert werden und dadurch das Ergebnis verfälscht werden	01 Jedem Teilnehmer wird ein Hut zugeordnet. Wichtig ist es, sich vor der Diskussion auf die zugeordnete Farbe mit den geforderten Eigenschaften einzustellen und in der Diskussion "in der Farbe" zu bleiben 02 Jeder Teilnehmer notiert sich, welche Ziele er zu der jeweiligen Aufgabenstellung und zu seiner zugeordneten Rolle verfolgt 03 Der Moderator eröffnet die Runde und jeder Teilnehmer versucht seine Ziele umzusetzen

Beschreibung der Methode
 Diese Technik ist eine Art Gruppendiskussion (Rollenspiel). Die Teilnehmer nehmen dabei unterschiedliche Rollen ein, die durch verschiedenfarbige Hüte symbolisiert werden. Jeder Hut entspricht einer bestimmten charakteristischen Denkweise oder einem Blickwinkel, wodurch eine effiziente Diskussion beziehungsweise ein Austausch über ein Ziel erreicht werden soll und gleichzeitig kein Blickwinkel außer Acht gelassen werden soll.

Hilfsmittel (in der Box enthalten)
 Karteikarten

Quellen
innovationsmethoden.info
Ideenfindung.de



strukturiert



emotional



pessimistisch



optimistisch



analytisch



kreativ

Rückseite

Überblick der einzelnen Hüte

Hutfarbe	Merkhilfe	Beschreibung
	Weißes Blatt	Analytisches Denken: Konzentration auf Tatsachen, Anforderungen und wie sie erreicht werden können
	Feuer, Wut	Empfinden: Konzentration auf Gefühle und Meinungen, ohne Rechtfertigung intuitiv seine Meinung kundtun (Bauchgefühl)
	Sonne	Optimistisches Denken: Was ist das Best-Case-Szenario, Fokus auf Vorteile und Chancen eines Konzepts
	Dunkel, Trübsal	Kritisches Denken: Risikobetrachtung, Probleme, Skepsis, Kritik und Ängste mitteilen, Was ist das Worst-Case-Szenario
	Natur, Wachstum	Kreatives, assoziatives Denken: Neue Idee, Kreativität
	Himmel	Ordnetendes, moderiertes Denken: Überblick über die Prozesse

Methodenkarte: Mind Mapping

Vorderseite




Anwendungshinweise

Empfohlene Teamgröße	2 bis 10 Personen
Einarbeitungszeit	Ca. 15 Minuten
Durchführungszeit	Stark abhängig vom Detaillierungsgrad
Benötigte Hilfsmittel	Moderator, Darstellungsmöglichkeit (Bsp. Tafel), Rückzugsraum
Chancen	Risiken
Einfach anwendbare, strukturierte Visualisierung eines Systems (Problems)	Ergebnis kann leicht unübersichtlich werden

Beschreibung der Methode
Bei der Mindmap Methode wird mit einer Baumstruktur gearbeitet, wobei wir den Baumstamm durchgesägt in der Vogelperspektive betrachten. Das Thema steht in der Mitte. Von dort gehen beliebig viele Äste und Zweige ab, in denen die Unterpunkte möglichst mit bunten Farben und Schlüsselbildern ergänzt werden.

Vorgehen

- 01 Das Thema wird zentral dargestellt. Da es sich um den wichtigsten Teil der Mind Map handelt, sollte es besonders hervorgehoben werden.
- 02 Nun werden Schlüsselwörter gesammelt, die zum Hauptthema gehören. Sie werden um das Hauptthema herum angeordnet und durch Äste mit dem Hauptthema verbunden.
- 03 Die um das Hauptthema herum angeordneten Schlüsselwörter können nun Ausgangspunkte für weitere Äste sein und diese wiederum wieder für weitere Äste (je nach Detaillierungsgrad beliebig erweiterbar).
Als Empfehlung: Unterschiedliche Farben, Bilder oder das Zusammenfassen von Schlüsselwörtern in Informationsblöcken können den Umgang mit der Komplexität erleichtern.

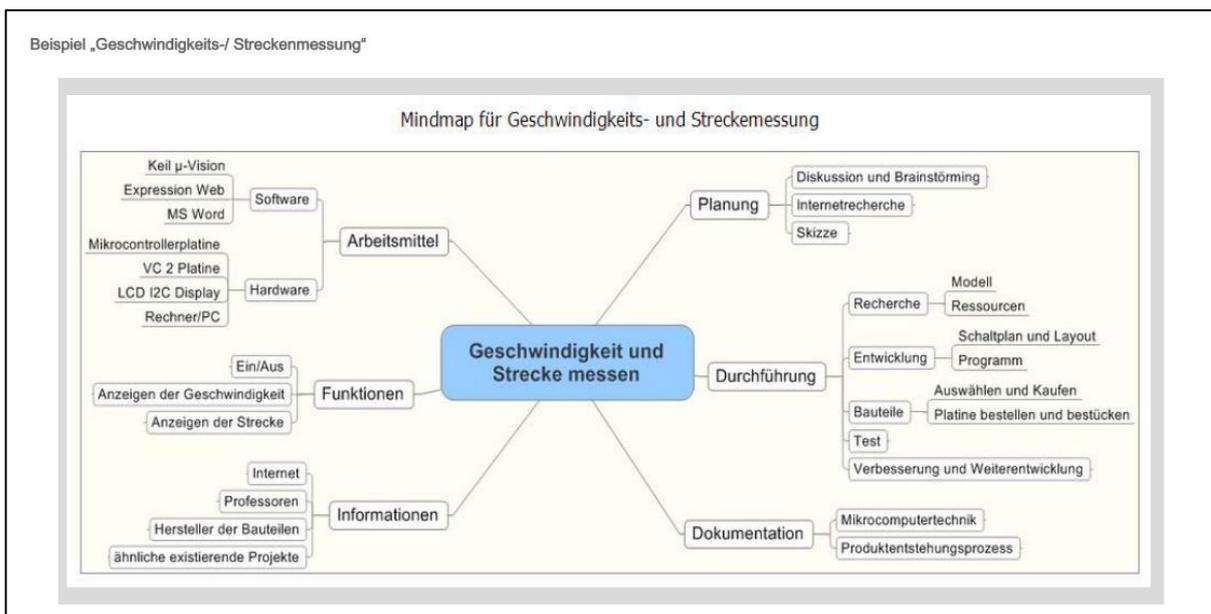
Hilfsmittel (in der Box enthalten)
Karteikarten, Pinnnadeln

Quellen
Innovations-wissen.de
Mindmapping.com

Detaillierungsgrad →



Rückseite



Methodenkarte: Paarweiser Vergleich

Vorderseite




Anwendungshinweise

Empfohlene Teamgröße	Individuelle Anwendung mit einer größtmöglichen Anzahl an Teilnehmern
Einarbeitungszeit	Ca. 30 Minuten
Durchführungszeit	Ca. 60 Minuten für 10 Kriterien
Benötigte Hilfsmittel	Vorlage, Rückzugsraum
Chancen Gegenüberstellung von in der Regel nicht vergleichbaren Kriterien ist möglich	Risiken Begrenzte Differenzierungsmöglichkeiten und Einzelkriterien, die voneinander unabhängig sein müssen

Beschreibung der Methode

Der Paarweise Vergleich ist eine Methode um Alternativen bei der Vorbereitung von Entscheidungen zu bewerten. Dabei können mehrere Kriterien in eine Rangfolge gebracht sowie ihre prozentuale Wertigkeit bestimmt werden. Bewertet wird nicht mit Hilfe vorab definierter Merkmale, sondern indem die einzelnen Kriterien gegeneinander abgewogen werden.

Vorgehen

- 01 **Alternativen festlegen:** Zunächst muss festgelegt werden, welche Alternativen miteinander verglichen werden sollen. Diese Alternativen sollten während der Phase der Ideengenerierung schon entwickelt werden. Möglicherweise muss die Auswahl auf eine handhabbare Menge reduziert werden.
- 02 **Alternativen vergleichen:** Jedem Teilnehmer werden die Varianten paarweise zur Bewertung vorgelegt. Für alle möglichen Paare legt der Teilnehmer anschließend fest, ob und wenn ja welches ihm wichtiger oder geeigneter erscheint. Wenn Ideen oder Lösungen miteinander verglichen werden sollen, erleichtert es die Entscheidung, Bilder, Skizzen oder Steckbriefe der einzelnen Varianten zum besseren Verständnis zur Hand zu haben.
- 03 **Alternativen auswerten:** Für jeden Teilnehmer lässt sich anschließend die Summe für die einzelnen Varianten bilden. In gleicher Weise lassen sich auch die Bewertungen verschiedener Teilnehmer aufaddieren und anschließend auswerten.

Hilfsmittel (in der Box enthalten)

Pinnnadeln

Quellen

sixsigmablackbelt.com
Zangemeister (2008), Innovationsmanagement für Dienstleistung

Rückseite

Beispiel „Autobewertung“

	Markenimage	Preis	Verbrauch	Farbe	
Markenimage	■	2	1	1	
Preis		■	1	0	
Verbrauch			■	0	
Farbe				■	

Schritt 1:
Anwender definiert zunächst die vergleichenden Kriterien

Schritt 2:
Die Kriterien werden in die Matrix eingetragen und miteinander verglichen.
Beschreibung des ersten Eintrags: „Ist Markenimage wichtiger als ein günstiger Preis?“ → Ja, deshalb wird der Wert 2 eingetragen.

Schlüssel:
 2 = Variante (waagrecht) ist wichtiger als Variante (senkrecht)
 0 = Variante (waagrecht) ist weniger wichtig als Variante (senkrecht)
 1 = Variante (waagrecht) ist genauso wichtig wie Variante (senkrecht)

	Markenimage	Preis	Verbrauch	Farbe	
Markenimage	■	2	1	1	4
Preis		■	1	0	1
Verbrauch			■	0	2
Farbe				■	5

Schritt 3:
Die Gegenwerte werden eingetragen und die Summe gebildet.
Ergebnis:
Der Anwender wird bei seiner Fahrzeugwahl die Farbe am höchsten bewerten.

Methodenkarte: Reizwortanalyse

Vorderseite




Anwendungshinweise	
Empfohlene Teamgröße	2 bis 10 Personen
Einarbeitungszeit	Ca. 45 Minuten
Durchführungszeit	Ca. 10 bis 15 Minuten pro Reizwort
Benötigte Hilfsmittel	Moderator, Pinnwand, Reizwortliste, Rückzugsraum
Chancen Generierung radikaler Lösungsideen mit relativ geringem Aufwand	Risiken Qualität der Lösung ist stark abhängig vom Reizwort und das Ergebnis ist nicht immer sinnvoll

Beschreibung der Methode
 Die Reizwortanalyse ist eine typische Konfrontations-Technik. Der Ideensuchende oder die Gruppe setzt sich bewusst einem zufällig gewählten Reizwort aus und versucht anhand dieses Wortes, Ideen zur Fragestellung zu generieren. Der Gedankensprung entsteht dabei indem man versucht eine eigentlich nicht vorhandene Verbindung zwischen Reizwort und Fragestellung herzustellen. Das Gehirn wird also dazu gezwungen, eine Verbindung (Idee) zu finden.

Vorgehen

- 01 Sorgfältige Analyse und Definition des gestellten Problems (Voraussetzung für den Erfolg dieses Verfahrens ist ein umfassendes Problemverständnis)
- 02 Zusammenfassen aller spontan verfügbaren Ideen („Abschöpfen“ der Ideen, eine Art Brainstorming)
- 03 Zufälliges Sammeln einer kleinen Kollektion von Reizwörtern (5 bis 7). Bei technischen Problemstellungen sollten die Reizwörter möglichst gegenständiglich sein. Zur Hilfestellung bei der Suche von Reizwörtern wurde eine Liste von Möglichkeiten angehängt
- 04 Analyse des ersten Reizwortes und Auflistung der dort gefundenen Eigenschaften, Funktionen, Abläufe, Formen, Gestalten, Anordnungen, Handhabungen
- 05 Rückkopplung (bisoziative Verbindung) der Reizwordelemente zum gestellten Problem, um neue Ideen zu generieren
- 06 Wiederholung der Schritte 4 und 5, bis alle Reizwörter durchgearbeitet sind

Hilfsmittel (in der Box enthalten)
 Reizwortliste, Karteikarten, Pinnnadeln

Quellen
 Innovationsinventor.com
 Lindemann, Methodische Entwicklung technischer Produkte



Rückseite



Beispiel für „Dienstleistungsoptimierung im Hotel“

- 01 Zuerst wird schriftlich formuliert, zu welcher Fragestellung eine Idee gesucht wird.
 Hier: „Welche Dienstleistungen könnten wir als klassisches Stadthotel sonst noch anbieten?“
- 02 Nach dem Zufallsprinzip wird ein Begriff (Hauptwort) aus einer Reizwortliste gewählt.
- 03 Zum zufällig gewählten Begriff werden vier bis sechs charakteristische Merkmale aufgeschrieben.
 Wenn der Zufallsbegriff zum Beispiel „Benzin“ ist, dann könnten diese Merkmale so lauten:
 a.) energiespendend b.) flüssig
- 04 Nun wird versucht, zwischen der Themenstellung „Neue Dienstleistungen eines Stadthotels“ und jedem Merkmal Verbindungen herzustellen.
 Welche Ideen könnten zu „energiespendend“ oder „flüssig“ entstehen?
Ideen zum Begriff „energiespendend“
 - Schlafraum für Geschäftsleute zur Verfügung stellen, die nach dem Mittagessen für 30 Minuten kurz ausspannen möchten.
 - Beratungen zum Thema Work-Life-Balance.**Ideen zum Begriff „flüssig“**
 - Zusammenarbeit mit einer Weinkellerei. Wein kann gleich im Restaurant gekauft werden.
 - Gäste können verschiedene Wasserbetten im Hotel testen und kaufen.
05. Den Vorgang für ein neues Reizwort wiederholen

Methodenkarte: TRIZ-Innovationsprinzipien

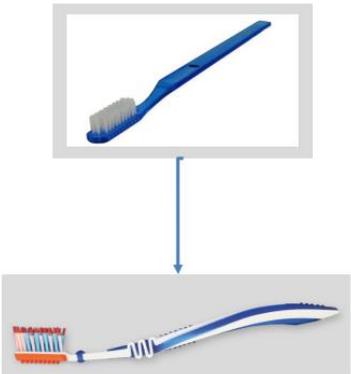
Vorderseite




Anwendungshinweise		Beschreibung der Methode
Empfohlene Teamgröße	Individuelle Anwendung oder als Teamarbeit mit anschließender Diskussion	<p>Das TRIZ Prinzip basiert auf der Annahme, dass einer großen Anzahl von Erfindungen eine vergleichsweise kleine Anzahl von allgemeinen Lösungsprinzipien zugrunde liegt, erst das Überwinden von Widersprüchen innovative Lösungen möglich macht und die Verbesserung technischer Systeme bestimmten Mustern und Gesetzmäßigkeiten folgt.</p> <p>Als Grundlage wurden Patentanmeldungen analysiert und dabei 40 Grundprinzipien identifiziert mit denen es möglich ist, beliebige vergleichbare Lösungsmöglichkeiten zu erarbeiten.</p>
Einarbeitungszeit	Ca. 45 Minuten	
Durchführungszeit	Hoher Zeitaufwand (Mindestens 30 Minuten pro ausgewähltes Prinzip)	
Benötigte Hilfsmittel	Moderator, Liste der 40 innovativen Prinzipien, Rückzugsraum	
Chancen	Konkreter Katalog aus bewährten Lösungsprinzipien steht zur Verfügung	Risiken
		Komplexes Verfahren, welches viel Erfahrung und Sachverstand erfordert
Vorgehen		Hilfsmittel (in der Box enthalten)
01 Beschreibung des Problems		Liste der 40 innovativen Prinzipien, Karteikarten, Pinnnadeln
02 Auswahl eines innovativen Prinzips		Quellen
03 Versuche das innovative Prinzip und seine Unterprinzipien zu verwenden, um Lösungen zu erarbeiten.		Innovationsmethoden.info Lindemann, Methoden der Produktentwicklung

***Bemerkung:** Die 40 innovativen Prinzipien sind als Kartenspiel der Box beigelegt. Zur detaillierteren Beschreibung und zur Veranschaulichung durch eine große Anzahl an weiteren Beispielen ist die App „40 IP“ empfehlenswert.*

Rückseite



Beispiel „Zahnbürste“

01 Problem

Eine normale Zahnbürste verletzt das Zahnfleisch, weil Sie zu fest auf das Zahnfleisch gedrückt werden kann.

02 Auswahl des Prinzips

Prinzip 15 – Dynamisierung; Unterprinzip C – Unbewegliche Objekte beweglich machen.

03 Lösung

Zwischen Griff und Kopf der Zahnbürste wird ein elastisches Element eingebracht, um den Kopf gegenüber dem Griff beweglich zu machen. Die Elastizität kann so eingestellt werden, dass der Kopf bei kritischem Druck zurückweicht.

A17 Fragebogen Evaluationsstudie 1

Folgende Fragen wurden zur Befragung der Mitarbeiter der Magazino GmbH verwendet.

Oberbegriff	Frage	Antwort	Anmerkung	Dazugehörigen Beobachtungen	
Person	Name?				
	Wie schätzen Sie ihr Vorwissen zu Methoden ein?	Sehr hoch/ Hoch/ Mittel/ Gering/ Nicht vorhanden		Fragebogen mit dem Vorwissen	
Projekt (Krise)	Wie schätzen Sie ihr Vorwissen zu Krisen ein?	Sehr hoch/ Hoch/ Mittel/ Gering/ Nicht vorhanden		Fragebogen mit dem Vorwissen	
	Haben Sie die spezifische methodische Unterstützung vom Lehrstuhl PE (TUM) während ihrer Tätigkeit bei Magazino angewendet?	Ja / Nein			
	Für welches Projekt haben Sie die methodische Unterstützung verwendet?				
	Welches Ziel verfolgt das Projekt?				
	In welchem Projektabschnitt befanden Sie sich zum Zeitpunkt der Anwendung?	Konzeptentwicklung/ Produktentwicklung/ Anlaufphase/ Serie			Dokumentation Workshops
	Wie viele Personen sind direkt an dem Projekt beteiligt?				
	Wann ist die Deadline den Abschluss des Projektes bzw. den nächsten wichtigen Meilenstein?				
Krisenvorgehen	Wie würden sie den Zeitdruck einschätzen ?	Sehr hoch/ Hoch/ Mittel/ Gering/ Nicht vorhanden			
	Wie hoch schätzen Sie die Priorität des Projektes für das Unternehmen ein? Was wäre ein Worst- Case Szenario bei nicht Einhaltung der Deadline bzw. beim Misserfolg des Projektes? (Persönlich, Unternehmen)	Sehr hoch/ Hoch/ Mittel/ Gering/ Nicht vorhanden			
Methoden (Bewertung)-> nur bei Anwendung	Haben Sie das nach Lindemann spezifische Vorgehen zur Bewältigung einer Krise angewendet?	Ja / Nein		Dokumentation Workshops	
	Haben Sie Methoden zu einem dieser Schritte angewandt? Welche Methoden?			Dokumentation Workshops	
	Mehrfachanwendungen? Wie oft?				
	Welche detaillierten Anwendungsziele haben Sie mit der jeweiligen Methode verfolgt?	Problemanalyse/ Ideengenerierung/ Ideenbewertung			
	Wie bewerten Sie die angewendeten Methoden?	Sehr Hilfreich / Hilfreiche Ansätze/ Nicht von Nutzen		Jeweilige Methode	Messungsprotokolle mitverwenden
	Würden Sie die Methoden/ eine Methode weiterempfehlen?				
	Wie zufrieden sind Sie mit folgenden Details:			Jeweilige Methode	
	Praktischen Anwendung?	Sehr zufrieden/ Zufrieden/ Weniger zufrieden/ Unzufrieden/ Keine Angabe			Dokumentation Workshops
	Darstellungsart / Design?	Sehr zufrieden/ Zufrieden/ Weniger zufrieden/ Unzufrieden/ Keine Angabe			
	Einteilung der Methoden?	Sehr zufrieden/ Zufrieden/ Weniger zufrieden/ Unzufrieden/ Keine Angabe			
	Lösungsqualität?	Sehr zufrieden/ Zufrieden/ Weniger zufrieden/ Unzufrieden/ Keine Angabe			Dokumentation Workshops
	Lösungsquantität?	Sehr zufrieden/ Zufrieden/ Weniger zufrieden/ Unzufrieden/ Keine Angabe			Dokumentation Workshops
	Einarbeitungszeit?	Sehr hoch/ Hoch/ Mittel/ Gering/ Nicht vorhanden			Dokumentation Workshops
Anwendungszeit?	Sehr hoch/ Hoch/ Mittel/ Gering/ Nicht vorhanden			Dokumentation Workshops	
	Verbesserungsvorschläge?			Dokumentation Workshops, KVP Liste Intranet	
Prinzipien (Bewertung) -> nur bei Anwendung	Haben Sie während des spez. Krisenvorgehens zur Unterstützung die Krisenprinzipien angewendet?				
	Ggf. Warum nicht angewendet?				
	Mehrfachanwendungen? Wie oft?				
	Welche detaillierten Anwendungsziele haben Sie verfolgt?				
	Wie bewerten Sie die angewendeten Prinzipien?	Sehr Hilfreich / Hilfreiche Ansätze/ Nicht von Nutzen			
	Würden Sie die Methoden/ eine Methode weiterempfehlen?				
	Wie zufrieden sind Sie mit folgenden Details:				
Praktische Anwendung?					
Verständlichkeit?					
Darstellungsart / Design?	Sehr zufrieden/ Zufrieden/ Weniger zufrieden/ Unzufrieden/ Keine Angabe				
Einteilung der Prinzipien?					
	Verbesserungsvorschläge?				
Methoden / Prinzipien (Anwendung)	Wussten Sie das Krisenvorgehen, Methoden und Prinzipien zur Problemlösung aufbereitet für Sie zur Verfügung stehen?	Ja / Nein		Jeweils für M, P, KV	
	Sind Ihnen die aufbereiteten Methoden/ Prinzipien in ihrem täglichen Arbeitsumfeld aufgefallen?	Ständig aufgefallen/ Oft aufgefallen/ Selten Wahrgenommen/ Nie gesehen			
	Wie bewerten Sie den Sensibilisierungsgrad gegenüber Methoden (Prinzipien) ?	Sehr hoch/ Hoch/ Mittel/ Gering/ Nicht vorhanden			
	Wie bewerten Sie den Zeitaufwand zur Beschaffung/Zugang erhalten zu den Methoden (Prinzipien)?	Sehr hoch/ Hoch/ Mittel/ Gering/ Nicht vorhanden			
	Wie lange haben Sie zur Auswahl der richtigen Methode(Prinzipien) benötigt?				
	Haben Sie ihre Wahl nochmals revidiert?	Nein/ Ja-> Welche Methode?			
	Kam es zu Fehlanwendungen der Methode?			Nur falls selber ausgewählt	
	Haben Sie zum Verstehen der Methode (Prinzip) zusätzliche Hilfsmittel benötigt? Welche?				
	Wie bewerten Sie den Zeitaufwand zur Beschaffung/Zugang erhalten zu benötigten Hilfsmitteln (Vorlagen etc.)?	Sehr hoch/ Hoch/ Mittel/ Gering/ Nicht vorhanden			
	Waren Hilfsmittel bzw. Methodendarstellungen immer verfügbar? Gab es vom Management (Vorgesetzter) Anweisungen bzw. Hinweise zur Anwendung der Methoden (Prinzip)?				
Wie bewerten Sie die Intensität dieser Hin-/ Anweisungen?	Sehr hoch/ Hoch/ Mittel/ Gering/ Nicht vorhanden				
Ergebnis	Haben Sie ihre angestrebten Projektziel (bzw. Teilziele) erreicht?				
	Hatten die Methoden bzw. das Krisenvorgehen Einfluss auf meine Lösung?				
	Wie hoch bewerten Sie diesen Einfluss?	Sehr hoch/ Hoch/ Mittel/ Gering/ Nicht vorhanden		Falls überhaupt Einfluss hatte	
	Wie zufrieden ist das Management bzw. ihr Vorgesetzter mit dem Ergebnis? (Vermutung)	Sehr zufrieden/ Zufrieden/ Weniger zufrieden/ Unzufrieden/ Keine Angabe			
	Wie bewerten Sie den persönlichen Nutzen der Methoden?	Sehr hoch/ Hoch/ Mittel/ Gering/ Nicht vorhanden			
	Wie bewerten Sie den Nutzen für das Unternehmen?	Sehr hoch/ Hoch/ Mittel/ Gering/ Nicht vorhanden			
	Wie könnte dieser Maximiert werden?				

A18 Fragebögen Evaluationsstudie 2

Deutschsprachiger Fragebogen

Fragebogen zur Evaluation von Fragen in der Produktentwicklung

Fragen können einen leitenden und einen reflektierenden Charakter in der Produktentwicklung einbringen. Speziell in Krisen und Stresssituationen sollen Fragen helfen, das Problem systematisch und strukturiert zu lösen. Für diesen Zweck habe ich in meiner Masterarbeit im Rahmen eines Vorgehensmodells zur Problembewältigung Fragen entwickelt, die den Produktentwickler unterstützen sollen. Die Fragen werden den drei Hauptschritten Problemanalyse, Ideengenerierung und Entscheidungsfindung zugeordnet.

Ziel dieses Fragebogens ist es, die Nützlichkeit dieser ausgewählten Fragen in der Produktentwicklung zu überprüfen.

Bitte nehmen Sie sich die Zeit, nachfolgende Fragen sorgfältig zu beantworten.

Vielen Dank für Ihre Unterstützung. Ihre Daten werden nur für meine Masterarbeit und im Rahmen der Dissertation von Herrn Münzberg verwendet und anonymisiert.

1) Allgemeine Fragen zu Ihrer Person

Geschlecht: w m

Alter:

18-25	26-35	36-45	46-55	>55
-------	-------	-------	-------	-----

Höchster Bildungsabschluss:

Matura/Abitur	Bachelor	Master / Dipl.Ing	Doktor
---------------	----------	-------------------	--------

Nationalität: _____

Muttersprache: _____

2) Spezifische Fragen zu Ihrem Beruf

Position im Unternehmen:

Praktikant	Outperformer	Entwickler	TPL	Projektmanager	andere: _____
------------	--------------	------------	-----	----------------	---------------

Berufserfahrung (in Jahre):

0-3	3-8	8-15	15-25	>25
-----	-----	------	-------	-----

Was entwickeln Sie?

BX	GX	Elemente	andere: _____
----	----	----------	---------------

Waren Sie bereits mit Methoden in der Produktentwicklung konfrontiert? ja nein

3) Evaluation der Fragen

Bitte kreuzen Sie die treffende Spalte an!

Ist die Frage für Sie verständlich?				
	trifft gar nicht zu	trifft nicht zu	trifft zu	trifft sehr zu
Problemanalyse				
Habe(n) ich/wir das Problem verstanden und ist mir/uns das Ziel bekannt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habe(n) ich/wir die aktuellen und gewünschten Eigenschaften vollständig analysiert?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habe(n) ich mir/wir uns Gedanken über nützliche und schädliche Funktionen gemacht?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habe(n) ich/wir vorhandene Lösungen/Patente bewertet?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habe(n) ich/wir nötige Massnahmen untersucht?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habe(n) ich/ wir die Zusammenhänge zwischen den positiven, neutralen und negativen Elementen verstanden?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kann ich/Können wir die Randbedingungen erreichen oder neu verhandeln?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kann ich/ Können wir das technische System optimieren?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ideengenerierung				
Habe(n) ich/wir ausreichend viele Lösungsalternativen gesucht?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Empfinde(n) ich/wir das Ergebnis als zufriedenstellend oder sind weitere Iterationen notwendig?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habe(n) ich/wir die Lösungen methodisch und strukturiert gefunden?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habe(n) ich/wir bekannte Lösungen für ähnliche Probleme gefunden?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Entscheidungsfindung				
Bin ich/sind wir mit der Lösung zufrieden?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habe(n) ich/wir die Entscheidung systematisch und transparent herbeigeführt (vorbereitet, bewertet, interpretiert)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habe(n) ich/wir das Produkt so konstruiert, sodass es die Regeln der konzeptionellen Vollständigkeit und Ästhetik erfüllt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Könnten Sie sich vorstellen, dass Ihnen folgende Fragen bei Ihrer Entwicklungsaufgabe bei Hilti helfen könnten?

	trifft gar nicht zu	trifft nicht zu	trifft zu	trifft sehr zu
Problemanalyse				
Habe(n) ich/wir das Problem verstanden und ist mir/uns das Ziel bekannt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habe(n) ich/wir die aktuellen und gewünschten Eigenschaften vollständig analysiert?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habe(n) ich mir/wir uns Gedanken über nützliche und schädliche Funktionen gemacht?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habe(n) ich/wir vorhandene Lösungen/Patente bewertet?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habe(n) ich/wir nötige Massnahmen untersucht?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habe(n) ich/ wir die Zusammenhänge zwischen den positiven, neutralen und negativen Elementen verstanden?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kann ich/Können wir die Randbedingungen erreichen oder neu verhandeln?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kann ich/ Können wir das technische System optimieren?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ideengenerierung				
Habe(n) ich/wir ausreichend viele Lösungsalternativen gesucht?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Empfinde(n) ich/wir das Ergebnis als zufriedenstellend oder sind weitere Iterationen notwendig?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habe(n) ich/wir die Lösungen methodisch und strukturiert gefunden?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habe(n) ich/wir bekannte Lösungen für ähnliche Probleme gefunden?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Entscheidungsfindung				
Bin ich/sind wir mit der Lösung zufrieden?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habe(n) ich/wir die Entscheidung systematisch und transparent herbeigeführt (vorbereitet, bewertet, interpretiert)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habe(n) ich/wir das Produkt so konstruiert, sodass es die Regeln der konzeptionellen Vollständigkeit und Ästhetik erfüllt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Haben Sie diese oder eine ähnliche Frage in der Vergangenheit in Ihrer beruflichen Tätigkeit bereits angewendet?

	ja	nein
Problemanalyse		
Habe(n) ich/wir das Problem verstanden und ist mir/uns das Ziel bekannt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habe(n) ich/wir die aktuellen und gewünschten Eigenschaften vollständig analysiert?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habe(n) ich mir/wir uns Gedanken über nützliche und schädliche Funktionen gemacht?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habe(n) ich/wir vorhandene Lösungen/Patente bewertet?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habe(n) ich/wir nötige Massnahmen untersucht?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habe(n) ich/ wir die Zusammenhänge zwischen den positiven, neutralen und negativen Elementen verstanden?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kann ich/Können wir die Randbedingungen erreichen oder neu verhandeln?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kann ich/ Können wir das technische System optimieren?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ideengenerierung		
Habe(n) ich/wir ausreichend viele Lösungsalternativen gesucht?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Empfinde(n) ich/wir das Ergebnis als zufriedenstellend oder sind weitere Iterationen notwendig?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habe(n) ich/wir die Lösungen methodisch und strukturiert gefunden?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habe(n) ich/wir bekannte Lösungen für ähnliche Probleme gefunden?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Entscheidungsfindung		
Bin ich/sind wir mit der Lösung zufrieden?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habe(n) ich/wir die Entscheidung systematisch und transparent herbeigeführt (vorbereitet, bewertet, interpretiert)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habe(n) ich/wir das Produkt so konstruiert, sodass es die Regeln der konzeptionellen Vollständigkeit und Ästhetik erfüllt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Anmerkungen/Verbesserungsvorschläge:

Englischsprachiger Fragebogen

Survey for the evaluation of questions in the product development

Questions can have a leading and reflective impact on product development. They can help solve a problem systematically and structurally. This is a great benefit especially during crisis and situations of stress. That is the reason why I generated questions during my master's thesis in the scope of a procedure model that are supposed to assist the product developer. The questions are assigned to the three main steps: problem analysis, creation of ideas and decision-making.

The target of the survey is an evaluation of the usefulness of the selected questions in the product development.

Please take the time to answer the following questions thoroughly.

Thank you for your support. Your information will only be used and anonymized in the context of my master thesis and the dissertation of Mr. Münzberg.

1) General questions about you

Gender: f m

Age:

18-25	26-35	36-45	46-55	>55
-------	-------	-------	-------	-----

Highest education attainment:

A level	Bachelor	Master / Dipl.Ing	doctor
---------	----------	-------------------	--------

Nationality: _____

Mothertongue: _____

2) Specific questions about your job

Position in the company:

Intern	Outperformer	Developer	TPL	Project manager	other: _____
--------	--------------	-----------	-----	-----------------	--------------

work experience (in years):

0-3	3-8	8-15	15-25	>25
-----	-----	------	-------	-----

What do you develop?

BX	GX	elements	other: _____
----	----	----------	--------------

Have you ever been confronted with product development methods? yes no

3) Question evaluation

Please check the relevant column!

Are the questions comprehensible?				
	no	barely	slightly	yes
Problem analysis				
Have I/ Have we understood the problem and do I/ do we know the goal?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Did I/ Did we analyse the current as well as the desired features?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Have I/ Have we thought of useful and detrimental functions?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Did I/ Did we evaluate present solutions/ patents?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Have I/ Have we investigated the measures needed?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Did I/ Did we understand the connection between positive, neutral and negative elements?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Can I/ Can we reach the boundary conditions or renegotiate them?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Can I/ Can we optimize the technical system?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Idea creation				
Have I/ Have we searched for a sufficient number of solutions?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Do I/ Do we feel satisfied with the result or are further iterations necessary?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Have I/ Have we structurally and systematically come to the solution?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Have I/ Have we found already known solutions to similar problems?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Decision-making				
Am I/ Are we satisfied with the solution?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Have I/ Have we precipitated the decision systematically and transparently (prepared, evaluated, interpreted)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Have I/ Have we designed the product to obey the rules of conceptual integrity and aesthetics?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Do you feel the following questions could help you with your development task at Hilti?				
	totally irrelevant	irrelevant	relevant	very relevant
Problem analysis				
Have I/ Have we understood the problem and do I/ do we know the goal?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Did I/ Did we analyse the current as well as the desired features?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Have I/ Have we thought of useful and detrimental functions?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Did I/ Did we evaluate present solutions/ patents?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Have I/ Have we investigated the measures needed?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Did I/ Did we understand the connection between positive, neutral and negative elements?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Can I/ Can we reach the boundary conditions or renegotiate them?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Can I/ Can we optimize the technical system?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Idea creation				
Have I/ Have we searched for a sufficient number of solutions?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Do I/ Do we feel satisfied with the result or are further iterations necessary?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Have I/ Have we structurally and systematically come to the solution?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Have I/ Have we found already known solutions to similar problems?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Decision-making				
Am I/ Are we satisfied with the solution?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Have I/ Have we precipitated the decision systematically and transparently (prepared, evaluated, interpreted)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Have I/ Have we designed the product to obey the rules of conceptual integrity and aesthetics?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Have you ever applied this question or a similar one during your work in the past?		
	yes	no
Problem analysis		
Have I/ Have we understood the problem and do I/ do we know the goal?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Did I/ Did we analyse the current as well as the desired features?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Have I/ Have we thought of useful and detrimental functions?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Did I/ Did we evaluate present solutions/ patents?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Have I/ Have we investigated the measures needed?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Did I/ Did we understand the connection between positive, neutral and negative elements?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Can I/ Can we reach the boundary conditions or renegotiate them?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Can I/ Can we optimize the technical system?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Idea creation		
Have I/ Have we searched for a sufficient number of solutions?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Do I/ Do we feel satisfied with the result or are further iterations necessary?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Have I/ Have we structurally and systematically come to the solution?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Have I/ Have we found already known solutions to similar problems?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Decision-making		
Am I/ Are we satisfied with the solution?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Have I/ Have we precipitated the decision systematically and transparently (prepared, evaluated, interpreted)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Have I/ Have we designed the product to obey the rules of conceptual integrity and aesthetics?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Comments/ suggestions for improvements:

A19 Rangkorrelationskoeffizient *Kendalls Tau*

Der Rangkorrelationskoeffizient *Kendalls Tau* τ ist ein parameterfreies Maß zur Bestimmung der Korrelation von ordinalen Daten. Mithilfe dieses Koeffizienten kann der Zusammenhang zwischen zwei Mengen an Rängen ermittelt werden. Über die Wahrscheinlichkeitsverteilung der untersuchten Variablen muss dabei keine Annahme getroffen werden. Ebenso ist er zur Auswertung von kleinen Stichproben ab $n = 10$ geeignet. (Sheskin, 2003, 1371 f.)

Im Folgenden wird die Berechnung und Auswertung von *Kendalls Tau* an einem einfachen Beispiel erläutert. Mithilfe dieses Vorgehens wurden der Koeffizient als auch die Signifikanz in den Evaluationsstudien 2, 3 und 4 berechnet.

Der Rangkorrelationskoeffizient *Kendalls Tau* bestimmt das Verhältnis von Paaren. Dies erfolgt über einen paarweisen Vergleich der übereinstimmende (konkordanten) und nichtübereinstimmenden (diskordanten) Paare der zu vergleichenden Mengen. Der Wertebereich liegt dabei zwischen „-1“ und „1“. Der Wert „-1“ bedeutet, dass die Werte der betrachteten Menge negativ miteinander korrelieren. Der Wert „1“ bedeutet, dass die Werte der betrachteten Menge miteinander korrelieren. Der Wert „0“ bedeutet, dass die Werte der betrachteten Menge nicht miteinander korrelieren. Die Berechnung von τ erfolgt dabei nach folgender Formel (10-1). –

$$\tau = \frac{n_K - n_D}{\left[\frac{n(n-1)}{2} \right]} \quad (10-1)$$

Mit n_K = Anzahl der konkordanten Paare, n_D = Anzahl der diskordanten Paare und n = Anzahl der betrachteten Ränge. Um Aussagen über die untersuchten Mengen zu machen, werden Hypothesen formuliert, die über die Berechnung der Signifikanz überprüft werden können. Gängige Hypothesen sind:

$$H_1: \tau = 0$$

Die Korrelation zwischen den Werten der Mengen ist Null.

$$H_2: \tau \neq 0$$

Die Korrelation zwischen den Werten der Mengen ist ungleich Null.

$$H_3: \tau < 0$$

Die Korrelation zwischen den Werten der Mengen ist kleiner Null.

$$H_4: \tau > 0$$

Die Korrelation zwischen den Werten der Mengen ist größer Null.

Mithilfe von Formel (10-2) wird die Signifikanz z bestimmt, wodurch die entsprechende Hypothese überprüft werden kann.

$$z = \frac{3\tau\sqrt{n(n-1)}}{\sqrt{2(2n+5)}} \quad (10-2)$$

Dabei sind τ = *Kendalls Tau*-Koeffizient und n = Anzahl der betrachteten Ränge. Kritische Schwellenwerte sind dabei $z_{0,05} = 1,65$ für einen einseitigen Test und $z_{0,05} = 1,96$ für einen

zweiseitigen Test. Bei der Auswertung der Werte helfen Tabellen zur Normalverteilung, wie bei Sheskin (2003, 1651 ff.).

Um das Vorgehen zu verdeutlichen, wird das Vorgehen anhand eines Beispiels nach Sheskin (2003, S. 1374) beschrieben. Bei diesem Beispiel bewerten zwei Ärzte, Dr. X und Dr. Y, zehn Patienten nach ihrem Gesundheitszustand ($1 \triangleq$ beste Gesundheit und $10 \triangleq$ schlechteste Gesundheit). Ihre Bewertung ist in Tabelle 10-5 aufgeführt.

Tabelle 10-5: Bewertung der Patienten

Patient	Ranking Dr. X R_{Xi}	Ranking Dr. Y R_{Yi}
1	7	10
2	1	2
3	8	6
4	10	8
5	9	7
6	6	4
7	5	9
8	3	3
9	2	1
10	4	5

Um den Korrelationskoeffizienten zu bestimmen, werden die Patienten entsprechend der Rangordnung von Dr. X sortiert und die konkordanten und diskordanten Paare bestimmt. Diese sind in Tabelle 10-6 dargestellt. Für die Bestimmung der konkordanten und diskordanten Paare wird immer der Wert der Zahl unter der Doppellinie mit dem Wert über der Doppellinie verglichen. Ist der Wert kleiner, liegt ein diskordantes Paar vor. Ist der Wert größer, liegt ein konkordantes Paar vor.

Tabelle 10-6: Berechnung der konkordanten und diskordanten Paare

Patient	2	9	8	10	7	6	1	3	5	4	ΣC	ΣD
R_{Xi}	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
R_{Yi}	2	1	3	5	9	4	10	6	7	8		
	2	D	C	C	C	C	C	C	C	C	8	1
		1	C	C	C	C	C	C	C	C	8	0
			3	C	C	C	C	C	C	C	7	0
				5	C	D	C	C	C	C	5	1
					9	D	C	D	D	D	1	4
						4	C	C	C	C	4	0
							10	D	D	D	0	3
								6	C	C	2	0
									7	C	1	0
										8	0	0
											$\Sigma \Sigma C = n_K = 36$	$\Sigma \Sigma D = n_D = 9$

Basierend auf dieser Auswertung kann der Wert für τ entsprechend Formel (10-3) bestimmt werden.

$$\tau = \frac{n_K - n_D}{\left[\frac{n(n-1)}{2} \right]} = \frac{36 - 9}{\left[\frac{10(10-1)}{2} \right]} = \frac{27}{45} = 0,60 \quad (10-3)$$

Da $\tau > 0$ ist liegt eine positive Korrelation der Bewertung vor. Entsprechend Formel (10-4) wird die Signifikanz z berechnet.

$$z = \frac{3\tau\sqrt{n(n-1)}}{\sqrt{2(2n+5)}} = \frac{3(0,6)\sqrt{10(9)}}{\sqrt{2(2(10)+5)}} = 2,41 \quad (10-4)$$

Die entsprechenden Hypothesen können mithilfe dieser Signifikanz überprüft werden. Für Hypothese H_1 liegt der Schwellenwert für die ungerichtete Hypothese entsprechend dem zweiseitigen Tests bei $z_{0,05} = 1,96$, wodurch Hypothese H_1 bestätigt wird. Für Hypothese H_3 liegt der Schwellenwert für die gerichtete Hypothese entsprechend des einseitigen Tests bei $z_{0,05} = 1,65$, wodurch Hypothese H_3 ebenfalls bestätigt wird. Details zu dieser Auswertung werden bei Sheskin (2003, S. 1378) beschrieben.

A20 Fragebogenergebnisse von Evaluationsstudie 2

In den folgenden Tabelle 10-7 und Tabelle 10-8 werden die Ergebnisse der Fragebogenstudie bei der Hilti AG zu den Kriterien *verständlich* und *hilfreich* aufgelistet und ausgewertet.

Tabelle 10-7: Ergebnisse und Auswertung des Kriteriums *verständlich*

Fragestellung	Personen																		Mittelwert
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3,89
2	4	3	3	2	2	4	3	4	4	1	4	3	3	4	2	3	3	4	3,11
3	1	3	3	3	4	4	4	4	4	2	3	4	4	3	3	3	3	3	3,22
4	2	4	2	3	2	4	3	4	4	4	4	4	3	4	2	3	4	4	3,33
5	4	4	3	1	3	4	3	2	4	1	4	2	3	4	3	4	2	3	3,00
6	1	2	3	1	3	2	3	2	3	2	1	3	3	4	3	4	4	2	2,56
7	4	4	3	3	4	4	3	4	4	2	2	4	4	4	3	3	4	3	3,44
8	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	1	4	4	2	3	3	4	3,50
9	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	2	3	3	4	3,61
10	4	4	3	4	2	4	1	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3,50
11	2	4	4	3	3	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	3	3	3,33
12	4	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3,82
13	4	3	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3,67
14	4	4	3	3	3	4	4	4	4	2	4	3	4	4	2	3	3	3	3,39
15	2	3	2	2	4	4	2	1	2	3	2	3	2	4	3	0	4	1	2,59
Durchschnitt																		3,33	

Legende: 0 $\hat{=}$ keine Angabe (wurde in die Berechnung nicht mit einbezogen); 1 $\hat{=}$ trifft nicht zu; 2 $\hat{=}$ trifft teilweise zu; 3 $\hat{=}$ trifft zu und 4 $\hat{=}$ trifft vollständig zu

Tabelle 10-8: Ergebnisse und Auswertung des Kriteriums *hilfreich*

Fragestellung	Personen																		Mittelwert
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3,72
2	4	3	3	2	3	4	3	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3,22
3	1	3	3	3	2	3	2	4	4	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3,11
4	2	3	3	4	3		3	4	4	2	4	4	3	4	2	3	4	4	3,29
5	4	3	3	1	3	4	2	3	4	2	4	2	3	4	4	3	3	4	3,11
6	1	3	3	1	3		1	3	4	2	1	4	3	4	4	3	4	2	2,71
7	4	3	4	3	4	2	3	3	4	2	2	3	3	4	3	3	3	3	3,11
8	4	3	3	4	4	4	3	4	4	3	4	2	4	4	2	3	4	4	3,50
9	4	3	3	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	4	4	3,50
10	4	3	3	4	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	3	3,50
11	2	3	3	1	3	2	3	3	4	4	4	3	3	3	2	3	3	3	2,89
12	4	3	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	2	4	4	3	4	3	3,56
13	4	3	3	4	3	3	3	2	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3,50
14	4	3	3	2	2	3	3	4	4	1	3	2	2	4	4	3	3	3	2,94
15	2	3	2	1	3	4	2		2	2	2	3	3	4	4	3	3	1	2,59
Durchschnitt																		3,33	

Legende: 0 $\hat{=}$ keine Angabe (wurde in die Berechnung nicht mit einbezogen); 1 $\hat{=}$ trifft nicht zu; 2 $\hat{=}$ trifft teilweise zu; 3 $\hat{=}$ trifft zu und 4 $\hat{=}$ trifft vollständig zu

A21 Auswertung Fragebögen Evaluationsstudie 2

Auswertung der Fragestellungen hinsichtlich der Häufigkeit ihrer Anwendung.

Tabelle 10-9: Übersicht der Anwendung der Fragestellungen

Fragestellung	Häufigkeit der Anwendung in %
1	100
2	94
3	61
4	78
5	83
6	44
7	78
8	83
9	89
10	78
11	83
12	89
13	100
14	72
15	39

A22 Fragebögen Evaluationsstudie 3

Fragebögen vor dem Praktikum

Fragebogen 1

Seite 1 von 3

1. Fragebogen zu Methoden und Prinzipien

Name, Vorname:	Alter:	<input type="checkbox"/> Männlich <input type="checkbox"/> Weiblich	<input type="checkbox"/> Bachelor <input type="checkbox"/> Master
Fakultät:	Studiengang:	Semester:	Nationalität:
<p>1. Welche Vorlesungen haben Sie gehört?</p> <p><input type="checkbox"/>Grundlagen der Entwicklung und Produktion <input type="checkbox"/>Entwicklungsmanagement</p> <p><input type="checkbox"/>Produktentwicklung und Konstruktion <input type="checkbox"/>Komplexitätsmanagement für die industrielle Praxis</p> <p><input type="checkbox"/>Methoden der Produktentwicklung <input type="checkbox"/>Kostenmanagement in der Produktentwicklung</p> <p><input type="checkbox"/>Management von Geschäftsstrategien <input type="checkbox"/>Modellbildung und Simulation</p>			
<p>2. Welche Softskill-Kurse Ihrer Fakultät haben Sie belegt?</p> <p>_____</p> <p>_____</p>			
<p>3. Haben Sie Erfahrung mit Krisen verursacht durch ein technisches Problem?</p> <p><input type="checkbox"/>ja Woher? _____</p> <p>_____</p> <p><input type="checkbox"/>nein</p>			
<p>4. Was ist für Sie eine Krise? Bitte stichpunktartig beschreiben.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>			
<p>5. Wie würden Sie in einer Krise vorgehen?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>			

6. Welche methodischen Vorgehen/Vorgehensmodelle **kennen** Sie?

- | | | |
|---|--|--|
| <input type="checkbox"/> 9-Felder-Denken | <input type="checkbox"/> Ursache-Wirkungs-Diagramm | <input type="checkbox"/> Mind Map |
| <input type="checkbox"/> 6-3-5 Methode | <input type="checkbox"/> 40 – TRIZ Prinzipien | <input type="checkbox"/> Brainwriting |
| <input type="checkbox"/> Reizwortanalyse | <input type="checkbox"/> Paarweiser Vergleich | <input type="checkbox"/> Gewichtete Punktbewertung |
| <input type="checkbox"/> Six Thinking Hats | <input type="checkbox"/> FMEA | <input type="checkbox"/> Checkliste |
| <input type="checkbox"/> ABC-Analyse | <input type="checkbox"/> Clusteranalyse | <input type="checkbox"/> Brainstorming |
| <input type="checkbox"/> Portfoliobewertung | <input type="checkbox"/> Wirtschaftlichkeitsrechnung | <input type="checkbox"/> Anforderungsliste |
| <input type="checkbox"/> Balanced Scorecard | <input type="checkbox"/> Black Box | <input type="checkbox"/> Einflussmatrix |
| <input type="checkbox"/> Fehlerbaumanalyse | <input type="checkbox"/> Fragebogen | <input type="checkbox"/> Interview |
| <input type="checkbox"/> Kano-Modell | <input type="checkbox"/> Trendanalyse | <input type="checkbox"/> Kosten-Wirksamkeits-Analyse |

Andere:

7. Welche Methoden haben Sie selbst **angewendet**?

- | | | |
|---|--|--|
| <input type="checkbox"/> 9-Felder-Denken | <input type="checkbox"/> Ursache-Wirkungs-Diagramm | <input type="checkbox"/> Mind Map |
| <input type="checkbox"/> 6-3-5 Methode | <input type="checkbox"/> 40 – TRIZ Prinzipien | <input type="checkbox"/> Brainwriting |
| <input type="checkbox"/> Reizwortanalyse | <input type="checkbox"/> Paarweiser Vergleich | <input type="checkbox"/> Gewichtete Punktbewertung |
| <input type="checkbox"/> Six Thinking Hats | <input type="checkbox"/> FMEA | <input type="checkbox"/> Checkliste |
| <input type="checkbox"/> ABC-Analyse | <input type="checkbox"/> Clusteranalyse | <input type="checkbox"/> Brainstorming |
| <input type="checkbox"/> Portfoliobewertung | <input type="checkbox"/> Wirtschaftlichkeitsrechnung | <input type="checkbox"/> Anforderungsliste |
| <input type="checkbox"/> Balanced Scorecard | <input type="checkbox"/> Black Box | <input type="checkbox"/> Einflussmatrix |
| <input type="checkbox"/> Fehlerbaumanalyse | <input type="checkbox"/> Fragebogen | <input type="checkbox"/> Interview |
| <input type="checkbox"/> Kano-Modell | <input type="checkbox"/> Trendanalyse | <input type="checkbox"/> Kosten-Wirksamkeits-Analyse |

Andere:

8. Kennen Sie bestimmte Verhaltensaspekte zur Krisenbewältigung? Woher?

9. Fänden Sie Verhaltensaspekte zur Unterstützung der Krisenbewältigung sinnvoll?

Ja

Nein

K.A.

5.2 Haben Sie die erste Methode für nützlich befunden? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein				
5.2.1 Zeitaufwand				
<input type="checkbox"/> sehr gering <15min	<input type="checkbox"/> gering <30min	<input type="checkbox"/> mittel <3h	<input type="checkbox"/> hoch <1d	<input type="checkbox"/> sehr hoch >2d
5.2.2 Qualität der Lösung				
<input type="checkbox"/> Mangelhaft	<input type="checkbox"/> Ausreichend	<input type="checkbox"/> Befriedigend	<input type="checkbox"/> Gut	<input type="checkbox"/> Sehr gut
5.3. Haben Sie die zweite Methode für nützlich befunden? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein				
5.3.1 Zeitaufwand				
<input type="checkbox"/> sehr gering <15min	<input type="checkbox"/> gering <30min	<input type="checkbox"/> mittel <3h	<input type="checkbox"/> hoch <1d	<input type="checkbox"/> sehr hoch >2d
5.3.2 Qualität der Lösung				
<input type="checkbox"/> Mangelhaft	<input type="checkbox"/> Ausreichend	<input type="checkbox"/> Befriedigend	<input type="checkbox"/> Gut	<input type="checkbox"/> Sehr gut
5.4. Haben Sie die dritte Methode für nützlich befunden? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein				
5.4.1 Zeitaufwand				
<input type="checkbox"/> sehr gering <15min	<input type="checkbox"/> gering <30min	<input type="checkbox"/> mittel <3h	<input type="checkbox"/> hoch <1d	<input type="checkbox"/> sehr hoch >2d
5.4.2 Qualität der Lösung				
<input type="checkbox"/> Mangelhaft	<input type="checkbox"/> Ausreichend	<input type="checkbox"/> Befriedigend	<input type="checkbox"/> Gut	<input type="checkbox"/> Sehr gut
5.5. Haben Sie die vierte Methode für nützlich befunden? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein				
5.5.1 Zeitaufwand				
<input type="checkbox"/> sehr gering <15min	<input type="checkbox"/> gering <30min	<input type="checkbox"/> mittel <3h	<input type="checkbox"/> hoch <1d	<input type="checkbox"/> sehr hoch >2d
5.5.2 Qualität der Lösung				
<input type="checkbox"/> Mangelhaft	<input type="checkbox"/> Ausreichend	<input type="checkbox"/> Befriedigend	<input type="checkbox"/> Gut	<input type="checkbox"/> Sehr gut
5.6. Haben Sie die fünfte Methode für nützlich befunden? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein				
5.6.1 Zeitaufwand				
<input type="checkbox"/> sehr gering <15min	<input type="checkbox"/> gering <30min	<input type="checkbox"/> mittel <3h	<input type="checkbox"/> hoch <1d	<input type="checkbox"/> sehr hoch >2d
5.6.2 Qualität der Lösung				
<input type="checkbox"/> Mangelhaft	<input type="checkbox"/> Ausreichend	<input type="checkbox"/> Befriedigend	<input type="checkbox"/> Gut	<input type="checkbox"/> Sehr gut
5.7. Haben Sie die sechste Methode für nützlich befunden? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein				
5.7.1 Zeitaufwand				
<input type="checkbox"/> sehr gering <15min	<input type="checkbox"/> gering <30min	<input type="checkbox"/> mittel <3h	<input type="checkbox"/> hoch <1d	<input type="checkbox"/> sehr hoch >2d
5.7.2 Qualität der Lösung				
<input type="checkbox"/> Mangelhaft	<input type="checkbox"/> Ausreichend	<input type="checkbox"/> Befriedigend	<input type="checkbox"/> Gut	<input type="checkbox"/> Sehr gut

5.8 Haben Sie die siebente Methode für nützlich befunden?					<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
5.8.1 Zeitaufwand						
<input type="checkbox"/> sehr gering <15min	<input type="checkbox"/> gering <30min	<input type="checkbox"/> mittel <3h	<input type="checkbox"/> hoch <1d	<input type="checkbox"/> sehr hoch >2d		
5.8.2 Qualität der Lösung						
<input type="checkbox"/> Mangelhaft	<input type="checkbox"/> Ausreichend	<input type="checkbox"/> Befriedigend	<input type="checkbox"/> Gut	<input type="checkbox"/> Sehr gut		
5.9 Haben Sie die achte Methode für nützlich befunden?					<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
5.9.1 Zeitaufwand						
<input type="checkbox"/> sehr gering <15min	<input type="checkbox"/> gering <30min	<input type="checkbox"/> mittel <3h	<input type="checkbox"/> hoch <1d	<input type="checkbox"/> sehr hoch >2d		
5.9.2 Qualität der Lösung						
<input type="checkbox"/> Mangelhaft	<input type="checkbox"/> Ausreichend	<input type="checkbox"/> Befriedigend	<input type="checkbox"/> Gut	<input type="checkbox"/> Sehr gut		

2. Fragebogen zu Methoden

Name, Vorname:

1. Mit welchen technischen Problemen (Krisen) waren Sie bei Think.Make.Start konfrontiert? Beschreiben Sie diese bitte kurz.

2. Welche Methode haben Sie zur Problemanalyse angewendet?

9-Felder-Denken

Ursache-Wirkungs-Diagramm

Mind Map

Andere Methoden:

Keine Methoden

Wenn andere oder keine Methoden,
3. Warum haben Sie diese nicht genutzt?

4. Welche Methode haben Sie zur Ideengenerierung angewendet?

6-3-5 Methode

40 – TRIZ Prinzipien

Brainwriting

Reizwortanalyse

Andere Methoden:

Keine Methoden

Wenn andere oder keine Methoden,
5. Warum haben Sie diese nicht genutzt?

6. Welche Methode haben Sie zur Bewertung angewendet?

Paarweiser Vergleich

Gewichtete Punktbewertung

Six Thinking Hats

Andere Methoden:

Keine Methoden

Wenn andere oder keine Methoden,
7. Warum haben Sie diese nicht genutzt?

8. Haben Sie die Methode „9-Felder-Denken“ angewendet?

Ja

Nein

Wenn ja,

8.1 Haben Sie die Methode verstanden?

Ja

Nein

8.2 Haben Sie die Methode für nützlich befunden?

Ja

Nein

8.3 Zeitaufwand

sehr gering
<15min

gering
<30min

mittel
<3h

hoch
<1d

sehr hoch
>2d

8.4 Qualität der Lösung

Mangelhaft

Ausreichend

Befriedigend

Gut

Sehr gut

9. Haben Sie die Methode „Ursache-Wirkungs-Diagramm“ angewendet?

Ja

Nein

Wenn ja,

9.1 Haben Sie die Methode verstanden?

Ja

Nein

9.2 Haben Sie die Methode für nützlich befunden?

Ja

Nein

9.3 Zeitaufwand

sehr gering
<15min

gering
<30min

mittel
<3h

hoch
<1d

sehr hoch
>2d

9.4 Qualität der Lösung

Mangelhaft

Ausreichend

Befriedigend

Gut

Sehr gut

10. Haben Sie die Methode „Mind Map“ angewendet?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein		
Wenn ja,				
10.1 Haben Sie die Methode verstanden?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein		
10.2 Haben Sie die Methode für nützlich befunden?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein		
10.3 Zeitaufwand				
<input type="checkbox"/> sehr gering <15min	<input type="checkbox"/> gering <30min	<input type="checkbox"/> mittel <3h	<input type="checkbox"/> hoch <1d	<input type="checkbox"/> sehr hoch >2d
10.4 Qualität der Lösung				
<input type="checkbox"/> Mangelhaft	<input type="checkbox"/> Ausreichend	<input type="checkbox"/> Befriedigend	<input type="checkbox"/> Gut	<input type="checkbox"/> Sehr gut
11. Haben Sie die Methode „6-3-5“ angewendet?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein		
Wenn ja,				
11.1 Haben Sie die Methode verstanden?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein		
11.2 Haben Sie die Methode für nützlich befunden?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein		
11.3 Zeitaufwand				
<input type="checkbox"/> sehr gering <15min	<input type="checkbox"/> gering <30min	<input type="checkbox"/> mittel <3h	<input type="checkbox"/> hoch <1d	<input type="checkbox"/> sehr hoch >2d
11.4 Qualität der Lösung				
<input type="checkbox"/> Mangelhaft	<input type="checkbox"/> Ausreichend	<input type="checkbox"/> Befriedigend	<input type="checkbox"/> Gut	<input type="checkbox"/> Sehr gut
12. Haben Sie die Methode „40 - TRIZ Prinzipien“ angewendet?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein		
Wenn ja,				
12.1 Haben Sie die Methode verstanden?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein		
12.2 Haben Sie die Methode für nützlich befunden?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein		
12.3 Zeitaufwand				
<input type="checkbox"/> sehr gering <15min	<input type="checkbox"/> gering <30min	<input type="checkbox"/> mittel <3h	<input type="checkbox"/> hoch <1d	<input type="checkbox"/> sehr hoch >2d
12.4 Qualität der Lösung				
<input type="checkbox"/> Mangelhaft	<input type="checkbox"/> Ausreichend	<input type="checkbox"/> Befriedigend	<input type="checkbox"/> Gut	<input type="checkbox"/> Sehr gut
13. Haben Sie die Methode „Brainwriting“ angewendet?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein		
Wenn ja,				
13.1 Haben Sie die Methode verstanden?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein		
13.2 Haben Sie die Methode für nützlich befunden?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein		
13.3 Zeitaufwand				
<input type="checkbox"/> sehr gering <15min	<input type="checkbox"/> gering <30min	<input type="checkbox"/> mittel <3h	<input type="checkbox"/> hoch <1d	<input type="checkbox"/> sehr hoch >2d
13.4 Qualität der Lösung				
<input type="checkbox"/> Mangelhaft	<input type="checkbox"/> Ausreichend	<input type="checkbox"/> Befriedigend	<input type="checkbox"/> Gut	<input type="checkbox"/> Sehr gut

14. Haben Sie die Methode „Reizwortanalyse“ angewendet?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Wenn ja,		
14.1 Haben Sie die Methode verstanden?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
14.2 Haben Sie die Methode für nützlich befunden?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
14.3 Zeitaufwand		
<input type="checkbox"/> sehr gering <15min	<input type="checkbox"/> gering <30min	<input type="checkbox"/> mittel <3h
<input type="checkbox"/> hoch <1d	<input type="checkbox"/> sehr hoch >2d	
14.4 Qualität der Lösung		
<input type="checkbox"/> Mangelhaft	<input type="checkbox"/> Ausreichend	<input type="checkbox"/> Befriedigend
<input type="checkbox"/> Gut	<input type="checkbox"/> Sehr gut	
15. Haben Sie die Methode „Paarweiser Vergleich“ angewendet?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Wenn ja,		
15.1 Haben Sie die Methode verstanden?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
15.2 Haben Sie die Methode für nützlich befunden?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
15.3 Zeitaufwand		
<input type="checkbox"/> sehr gering <15min	<input type="checkbox"/> gering <30min	<input type="checkbox"/> mittel <3h
<input type="checkbox"/> hoch <1d	<input type="checkbox"/> sehr hoch >2d	
15.4 Qualität der Lösung		
<input type="checkbox"/> Mangelhaft	<input type="checkbox"/> Ausreichend	<input type="checkbox"/> Befriedigend
<input type="checkbox"/> Gut	<input type="checkbox"/> Sehr gut	
16. Haben Sie die Methode „Gewichtete Punktbewertung“ angewendet?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Wenn ja,		
16.1 Haben Sie die Methode verstanden?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
16.2 Haben Sie die Methode für nützlich befunden?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
16.3 Zeitaufwand		
<input type="checkbox"/> sehr gering <15min	<input type="checkbox"/> gering <30min	<input type="checkbox"/> mittel <3h
<input type="checkbox"/> hoch <1d	<input type="checkbox"/> sehr hoch >2d	
16.4 Qualität der Lösung		
<input type="checkbox"/> Mangelhaft	<input type="checkbox"/> Ausreichend	<input type="checkbox"/> Befriedigend
<input type="checkbox"/> Gut	<input type="checkbox"/> Sehr gut	
17. Haben Sie die Methode „Six Thinking Hats“ angewendet?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Wenn ja,		
17.1 Haben Sie die Methode verstanden?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
17.2 Haben Sie die Methode für nützlich befunden?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
17.3 Zeitaufwand		
<input type="checkbox"/> sehr gering <15min	<input type="checkbox"/> gering <30min	<input type="checkbox"/> mittel <3h
<input type="checkbox"/> hoch <1d	<input type="checkbox"/> sehr hoch >2d	
17.4 Qualität der Lösung		
<input type="checkbox"/> Mangelhaft	<input type="checkbox"/> Ausreichend	<input type="checkbox"/> Befriedigend
<input type="checkbox"/> Gut	<input type="checkbox"/> Sehr gut	

2. Fragebogen zu Prinzipien

Name, Vorname:

1. Wie haben Sie sich in einer Krise verhalten?

 unreflektiert (Ohne Verhaltensaspekt) reflektiert (Verhaltensaspekte)

Wenn reflektiert,

2. Welche Verhaltensaspekte haben Sie zur Krisenbewältigung angewendet? Finden Sie den Verhaltensaspekt hilfreich?

Nr.	Verhaltensaspekt	hilfreich
1		<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
2		<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
3		<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
4		<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
5		<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
6		<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
7		<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
8		<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein

Fragebögen nach dem Praktikum

Fragebogen 3

Seite 2 von 2

3. Haben Sie Anmerkungen zur vierten Frage?

Ja Nein

Wenn ja, welche ?

2.Fragebogen zu Prinzipien

Name, Vorname:	
1. Haben Sie eines oder mehrere der vorgegebenen 15 Prinzipien während des Eintretens der technischen Probleme (Krise) verwendet? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein Wenn ja,	
2. Welche Prinzipien haben Sie zur Bewältigung dieses technischen Problems genutzt?	
<hr/> <hr/>	
Wenn nein,	
3. Warum haben Sie diese nicht genutzt?	
<hr/> <hr/>	
4.1 Haben Sie Prinzip 1 „Parallele Ursachenforschung“ gelesen?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Wenn ja,	
4.2 Haben Sie das Prinzip verstanden?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Wenn ja,	
4.3 Haben Sie das Prinzip angewendet?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Wenn ja,	
4.4 Finden Sie das Prinzip hilfreich?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
4.5 Kommentar:	
<hr/> <hr/> <hr/>	

5.1 Haben Sie Prinzip 2 „Herstellung und Aufrechterhaltung eines sicheren Zustands“ gelesen? Ja Nein

Wenn ja,

5.2 Haben Sie das Prinzip verstanden? Ja Nein

Wenn ja,

5.3 Haben Sie das Prinzip angewendet? Ja Nein

Wenn ja,

5.4 Finden Sie das Prinzip hilfreich? Ja Nein

5.5 Kommentar:

6.1 Haben Sie Prinzip 3 „Einsatz freier Ressourcen“ gelesen? Ja Nein

Wenn ja,

6.2 Haben Sie das Prinzip verstanden? Ja Nein

Wenn ja,

6.3 Haben Sie das Prinzip angewendet? Ja Nein

Wenn ja,

6.4 Finden Sie das Prinzip hilfreich? Ja Nein

6.5 Kommentar:

7.1 Haben Sie Prinzip 4 „Herstellung räumlicher Nähe und Entfernung“ gelesen? Ja Nein

Wenn ja,

7.2 Haben Sie das Prinzip verstanden? Ja Nein

Wenn ja,

7.3 Haben Sie das Prinzip angewendet? Ja Nein

Wenn ja,

7.4 Finden Sie das Prinzip hilfreich? Ja Nein

7.5 Kommentar:

<hr/> <hr/>	
8.1 Haben Sie Prinzip 5 „Planung, Priorisierung und Delegation von Arbeitsaufträgen mit Zeitangabe“ gelesen?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Wenn ja,	
8.2 Haben Sie das Prinzip verstanden?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Wenn ja,	
8.3 Haben Sie das Prinzip angewendet?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Wenn ja,	
8.4 Finden Sie das Prinzip hilfreich?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
8.5 Kommentar:	
<hr/> <hr/>	
9.1 Haben Sie Prinzip 6 „Verhinderung persönlicher Überlastung“ gelesen?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Wenn ja,	
9.2 Haben Sie das Prinzip verstanden?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Wenn ja,	
9.3 Haben Sie das Prinzip angewendet?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Wenn ja,	
9.4 Finden Sie das Prinzip hilfreich?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
9.5 Kommentar:	
<hr/> <hr/> <hr/>	

10.1 Haben Sie Prinzip 7 „Verringerung des Hierarchiegefälles“ gelesen? Wenn ja,	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
10.2 Haben Sie das Prinzip verstanden? Wenn ja,	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
10.3 Haben Sie das Prinzip angewendet? Wenn ja,	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
10.4 Finden Sie das Prinzip hilfreich?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
10.5 Kommentar:	
<hr/> <hr/> <hr/>	
11.1 Haben Sie Prinzip 8 „Formulierung von Arbeitsaufträgen“ gelesen? Wenn ja,	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
11.2 Haben Sie das Prinzip verstanden? Wenn ja,	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
11.3 Haben Sie das Prinzip angewendet? Wenn ja,	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
11.4 Finden Sie das Prinzip hilfreich?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
11.5 Kommentar:	
<hr/> <hr/> <hr/>	

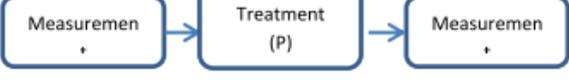
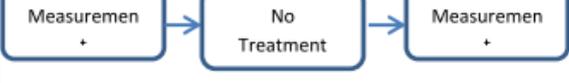
12.1 Haben Sie Prinzip 9 „Verdeutlichung von Zeitspannen“ gelesen? Wenn ja,	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
12.2 Haben Sie das Prinzip verstanden? Wenn ja,	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
12.3 Haben Sie das Prinzip angewendet? Wenn ja,	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
12.4 Finden Sie das Prinzip hilfreich?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
12.5 Kommentar:	
<hr/> <hr/> <hr/>	
13.1 Haben Sie Prinzip 10 „Verwendung von standardisierten Frageformen/Ansagen“ gelesen? Wenn ja,	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
13.2 Haben Sie das Prinzip verstanden? Wenn ja,	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
13.3 Haben Sie das Prinzip angewendet? Wenn ja,	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
13.4 Finden Sie das Prinzip hilfreich?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
13.5 Kommentar:	
<hr/> <hr/> <hr/>	
14.1 Haben Sie Prinzip 11 „Redundante Nutzung von Kommunikationskanälen“ gelesen? Wenn ja,	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
14.2 Haben Sie das Prinzip verstanden? Wenn ja,	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
14.3 Haben Sie das Prinzip angewendet? Wenn ja,	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
14.4 Finden Sie das Prinzip hilfreich?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
14.5 Kommentar:	
<hr/> <hr/> <hr/>	

<hr/>	
15.1 Haben Sie Prinzip 12 „Durchführung eines (De)Briefings“ gelesen? Wenn ja,	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
15.2 Haben Sie das Prinzip verstanden? Wenn ja,	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
15.3 Haben Sie das Prinzip angewendet? Wenn ja,	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
15.4 Finden Sie das Prinzip hilfreich?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
15.5 Kommentar:	
<hr/>	
<hr/>	
<hr/>	
16.1 Haben Sie Prinzip 13 „Einführung von Sanktionsfreiheit“ gelesen? Wenn ja,	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
16.2 Haben Sie das Prinzip verstanden? Wenn ja,	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
16.3 Haben Sie das Prinzip angewendet? Wenn ja,	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
16.4 Finden Sie das Prinzip hilfreich?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
16.5 Kommentar:	
<hr/>	
<hr/>	
<hr/>	

17.1 Haben Sie Prinzip 14 „Verwendung von Checklisten mit genauen Vorgehensweisen“ gelesen?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Wenn ja,		
17.2 Haben Sie das Prinzip verstanden?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Wenn ja,		
17.3 Haben Sie das Prinzip angewendet?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Wenn ja,		
17.4 Finden Sie das Prinzip hilfreich?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
17.5 Kommentar:		
<hr/>		
<hr/>		
<hr/>		
18.1 Haben Sie Prinzip 15 „Anwendung der Methode FORDEC“ gelesen?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Wenn ja,		
18.2 Haben Sie das Prinzip verstanden?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Wenn ja,		
18.3 Haben Sie das Prinzip angewendet?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Wenn ja,		
18.4 Finden Sie das Prinzip hilfreich?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
18.5 Kommentar:		
<hr/>		
<hr/>		
<hr/>		

A23 Beobachtungsplan Evaluationsstudie 3

Zeitplan der Beobachtung

Gruppe	Treatment		Experimentelles Design
	Methoden zur Krisenbewältigung	Prinzipien zur Krisenbewältigung	
A	X	X	
B	X		
C		X	
D			

Regel 1: Beobachtung in Vormittag und Nachmittag werden jeweils in 2 Schichten durchgeführt.

	Schichte 1	Schichte 2
Vormittag	9.00-10.30 Uhr	10.30-12.00 Uhr
Nachmittag	13.00-15.00 Uhr	13.00-15.00 Uhr

Regel 2: Wenn eine Krise in eine Versuchsgruppe entsteht, geht Juan zu dieser Gruppe oder bleibt Juan in dieser Gruppe.

z. B. Wenn eine Krise am 10.10 Vormittag-Schichte 1 in Gruppe B entsteht, geht Juan zu Gruppe B und geht Andreas zu Gruppe D (Juan und Hiwi austauschen)

Tag / Gruppe		A	B	C	D
10.10.16	Vormittag	A _{V-2}	A _{V-1}	J _{V-2}	J _{V-1}
	Nachmittag	A _{N-2}	A _{N-1}	J _{N-2}	J _{N-1}

Regel 3: Wenn Krisen in Versuchsgruppe und (andere Versuchsgruppe) oder Kontrollgruppe gleichzeitig entstehen, bleiben Andreas und Juan in selbst Gruppe.

z. B. Wenn Krisen am 10.10 Nachmittag in Gruppe B und D gleichzeitig entstehen, bleibt Juan in Gruppe D und bleibt Andreas in Gruppe B.

Tag / Gruppe		A	B	C	D	
06.10.16	Donnerstag	Vormittag				
		Nachmittag	J _{N-1}	J _{N-2}	A _{N-1}	A _{N-2}
07.10.16	Freitag	Vormittag	J _{V-2}	J _{V-1}	A _{V-2}	A _{V-1}
		Nachmittag	J _{N-2}	J _{N-1}	A _{N-2}	A _{N-1}
08.10.16	Samstag					
09.10.16	Sonntag					
10.10.16	Montag	Vormittag	A _{V-2}	A _{V-1}	J _{V-2}	J _{V-1}
		Nachmittag	A _{N-2}	A _{N-1}	J _{N-2}	J _{N-1}
11.10.16	Dienstag	Vormittag	J _{V-1}	J _{V-2}	A _{V-1}	A _{V-2}
		Nachmittag	J _{N-1}	J _{N-2}	A _{N-1}	A _{N-2}
12.10.16	Mittwoch	Vormittag	J _{V-2}	J _{V-1}	A _{V-2}	A _{V-1}
		Nachmittag	J _{N-2}	J _{N-1}	A _{N-2}	A _{N-1}
13.10.16	Donnerstag	Vormittag	A _{V-1}	A _{V-2}	J _{V-1}	J _{V-2}
		Nachmittag	A _{N-1}	A _{N-2}	J _{N-1}	J _{N-2}
14.10.16	Freitag	Vormittag	A _{V-2}	A _{V-1}	J _{V-2}	J _{V-1}
		Nachmittag	A _{N-2}	A _{N-1}	J _{N-2}	J _{N-1}
15.10.16	Samstag					
16.10.16	Sonntag					
17.10.16	Montag	Vormittag	J _{V-1}	J _{V-2}	A _{V-1}	A _{V-2}
		Nachmittag	J _{N-1}	J _{N-2}	A _{N-1}	A _{N-2}
18.10.16	Dienstag	Vormittag				
		Nachmittag				

	Schichte 1	Schichte 2
Vormittag	V-1: 9.00-10.30 Uhr	V-2: 10.30-12.00 Uhr
Nachmittag	N-1: 13.00-15.00 Uhr	N-2: 13.00-15.00 Uhr

A24 Checklisten zur Situationsanalyse Evaluationsstudie 3

Seite 1 von 5

Team zur Beobachtung: <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D	Datum:	Uhrzeit zur Beobachtung: <input type="checkbox"/> 9-10.30 Uhr <input type="checkbox"/> 10.30-12 Uhr <input type="checkbox"/> 13-15 Uhr <input type="checkbox"/> 15-17 Uhr	Beobachter:
---	--------	--	-------------

Checkliste zur Auswertung des Prozesses der Krisenbewältigung:

	Prinzipien	Nr.	Messwert der Beobachtung	Ausgewertet	Kommentar
Vorgehen	P1: Parallele Ursachenforschung	1	Nach Entstehung der Krise werden nicht nur Sofortmaßnahmen getroffen, sondern auch wird das technische Problem den Expertenteam abgeleitet, um Ursachen zu erforschen.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	
	P2: Herstellung & Aufrechterhaltung eines sicheren Zustands	2	Bei der Lösung von Krisensituation steht körperlichen und psychischen Schutz von Teammitgliedern.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	
	P4: Herstellung räumlicher Nähe bzw. Entfernung	3	Die Arbeitsplätze der Teammitglieder werden zusammengelegt.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	

Seite 2 von 5

		4	Separate Arbeitsbereiche für Koordinatoren und Krisenteam.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	
	P12: Durchführung eines (De)briefings	5	Die Entscheidungstreffer der Fehlentscheidungen werden nicht bestraft.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	
	P14: Verwendung von Checklisten mit genauen Vorgehensweisen	6	Checklisten werden mit genauen Vorgehensweisen verwendet.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	
	P15: Anwendung der Methode FORDEC	7	Bei der Entscheidungsfindung wird das FORDEC-Verfahrensschema angewandt.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	
Aufgaben	P3: Einsatz freier Ressourcen	8	Die benötigten Ressourcen werden schnell abgeschätzt und zusätzliche Ressourcen eingefordert.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	
		9	Personelle Ressourcen werden verwendet und Vier-Augen-Prinzip wird realisiert.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	
	P5: Planen, Priorisieren und Delegieren von Arbeitsaufträgen mit Zeitangabe	10	Der Teamleiter definiert sinnvolle Arbeitspakete, verteilt und delegiert den Teammitglieder die Arbeitspakete.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	
		11	Die dringenden Teilaufgaben sind zuerst zu lösen.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	

	P8: Formulierung von Arbeitsaufträgen	12	Folgende Elemente einer Arbeitsauftrag werden beschreiben: Teammitglied(er), Arbeitsauftrag, Hilfsmittel, Ziel und Methode.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	
	P9: Verdeutlichung von Zeitspannen	13	Verlauf der Gesamtsituation wird verdeutlicht. Ein zeitlicher Überblick (Zeitmanagement) wird verschafft. z. B. Zeitmanagement-Tool: graphischen Darstellung Gantt-Diagramm	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	
		13	Voraussichtliche Dauer zur Aufgabenerfüllung wird eingeschätzt.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	
Kommunikation	P10: Verwendung von standardisierten Frageformen/Ansagen	14	Offene Frage und geschlossene Frage werden gezielt eingesetzt.	<input type="checkbox"/> Bewusst <input type="checkbox"/> Unbewusst	
	P11: Redundante Nutzung von Kommunikationskanälen	15	Nonverbale Kommunikation und geeignete Medien werden unterstützt.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	
16		Die verschiedenen zur Verfügung stehenden Kommunikationskanäle werden redundant genutzt.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein		
Verhalten	P6: Verhinderung persönlicher Überlastung	17	Der Teamleiter überwacht die persönliche Beanspruchung der Teammitglieder und macht Pause in benötigte Fall.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	

	P7: Verringerung des Hierarchiegefälle	18	Es gibt ein geringer Abstand zwischen den Hierarchieebenen, um offene Kommunikation zu führen.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	
	P13: Einführung einer Sanktionsfreiheit	19	Die Entscheidungstreffer der Fehlentscheidungen werden nicht bestraft.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	

Nr.	Messwerte der Beobachtung	Kommentar
1	Haben die Studenten das Vorgehen nach Münzberg angewendet? Wenn ja, Welche Schritte?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Problemanalyse <input type="checkbox"/> Ideengenerierung <input type="checkbox"/> Bewertung
2	Welche Methode haben die Studenten angewendet?	

A25 Checkliste für Krisen Evaluationsstudie 3

Seite 5 von 5

Checkliste zur Auswertung der Ergebnisse der Krisenbewältigung:

Nr.	Messwerte der Beobachtung		Kommentar
1	Wie lange dauert die Krisenbewältigungsprozess?	<input type="checkbox"/> < 1h <input type="checkbox"/> 1h-3h <input type="checkbox"/> 3h-6h <input type="checkbox"/> >1/2 d <input type="checkbox"/> 1/2d – 1d <input type="checkbox"/> 2d – 3d <input type="checkbox"/> >3d	
2	Haben Sie die Lösung für die Krisen gefunden?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	
3	Wie gut ist die Lösung der Krisenbewältigung?	<input type="checkbox"/> Mangelhaft <input type="checkbox"/> Ausreichend <input type="checkbox"/> Befriedigend <input type="checkbox"/> Gut <input type="checkbox"/> Sehr gut	

A26 Übersicht verwendeter Suchbegriffe in Evaluationsstudie 4

Tabelle 10-10: Übersicht der Suchbegriffe für die literaturbasierte Evaluation

Deutsch	Englisch
Krise	crisis
Krisenbewältigung	crisis management
Krisenmanagement	crisis managemnet
Vorgehen	method
Vorgehensweise	approach
Bericht	report
Einsatzbericht	mission report
Untersuchungsbericht	investigation report
Erkenntnis	lessons learned
Problem	problem
Problemlösung	problem solving

A27 Auswertung Rangkorrelationskoeffizient Kendalls Tau Evaluationsstudie 4

Ermittlung der Korrelation der Prinzipien zwischen dem Terroranschlag vom 11. September 2001 und der Ölkatastrophe der Ölbohrplattform Deepwater Horizon.

Tabelle 10-11: Kendalls Tau-Koeffizient zwischen 9/11 und Deepwater

9/11	Deepwater	<i>K</i>	<i>D</i>	<i>K + D</i>
1	1	14	0	14
2	4	11	2	13
3	2	12	0	12
4	5	10	1	11
5	3	10	0	10
6	10	5	4	9
7	12	3	5	8
8	7	6	1	7
9	9	4	2	6
10	6	5	0	5
11	13	2	2	4
12	8	3	0	3
13	11	2	0	2
14	14	1	0	1
15	15	0	0	0
	Summe	88	17	

Kendalls-Tau-Koeffizient: 0,68

Signifikanz: 3,51

Ermittlung der Korrelation der Prinzipien zwischen dem Terroranschlag vom 11. September 2001 und der Kernkraftwerkskatastrophe von Fukushima.

Tabelle 10-12: Kendalls Tau-Koeffizient zwischen 9/11 und Fukushima

9/11	Fukushima	<i>K</i>	<i>D</i>	<i>K + D</i>
1	1	14	0	14
2	4	11	2	13
3	2	12	0	12
4	5	10	1	11
5	3	10	0	10
6	10	5	4	9
7	12	3	5	8
8	7	6	1	7
9	9	4	2	6
10	6	5	0	5
11	13	2	2	4
12	8	3	0	3
13	11	2	0	2
14	14	1	0	1
15	15	0	0	0
	Summe	88	17	

Kendalls-Tau-Koeffizient: 0,68

Signifikanz: 3,51

Ermittlung der Korrelation der Prinzipien zwischen der Ölkatastrophe der Ölbohrplattform Deepwater Horizon und der Kernkraftwerkskatastrophe von Fukushima.

Tabelle 10-13: Kendalls Tau-Koeffizient zwischen Deepwater und Fukushima

Deepwater	Fukushima	<i>K</i>	<i>D</i>	<i>K + D</i>
1	2	13	1	14
2	3	12	1	13
3	1	12	0	12
4	4	11	0	11
5	5	10	0	10
6	10	5	4	9
7	7	7	1	8
8	9	5	2	7
9	8	5	1	6
10	11	4	1	5
11	12	3	1	4
12	6	3	0	3
13	13	2	0	2
14	14	1	0	1
15	15			0
	Summe	93	12	

Kendalls-Tau-Koeffizient: 0,77

Signifikanz: 4,01

A28 Fragebogen zu den Prinzipien für die Expertenbefragung



Questionnaire: Evaluation of Principles for Solving Crises

Introduction

This questionnaire is part of the Ph.D.-project "Solving Crises in Engineering Product Development" of Christopher Münzberg from the Chair of Product Development (Technical University of Munich). The main goal of this research is to support designers and design teams in solving crises. The support is divided into two parts. The first part is a systematic approach for solving crises. The second part consists principles to support the human behavior in crises.

A crisis is defined as follows:

A product development crisis is an exceptional situation. The situation has an impact on the individual team members, is limited in time, and has ambivalent outcome (the possibility for both a positive as well as disastrous outcome). It has negative connotation. The crisis is caused by undesired and unexpected events. These events are associated with high time and result pressure. (Münzberg et al. 2016)

The goal of this questionnaire is the evaluation of the principles. Principles are defined as "proven [...] tactical measures to manage procedures independently of concrete problems but relating to typical situations" (Lindemann 2016). The principles have been developed in collaboration with the fire brigade Munich and other crisis-proven companies. They have been further elaborated based on literature of Crew Resource Management.

This questionnaire is divided into two parts. The first part gathers individual-related data. These are relevant for the evaluation of the questionnaire and for categorizing the results. The second part evaluates the principles.

All data will be kept anonymous and confidential. They will only be used for this study and will not be transferred to third parties.

If you have questions or want further information about the research do not hesitate to contact me.

Christopher Münzberg, M.Sc.
Technical University of Munich
Department of Mechanical Engineering
Chair of Product Development
Boltzmannstraße 15
85748 Garching, Germany
Tel. +49 89 289 15137
Mail christopher.muenzberg@pe.mw.tum.de

Thank you very much for your support!

Christopher Münzberg

References:

Muenzberg, Christopher; Gericke, Kilian; Oehmen, Josef; Lindemann, Udo (2016): An Exploratory Study of Crises in Product Development. In: Dorian Marjanovic, Mario Štorga, Neven Pavkovic, Nenad Bojčević und Stanko Škec (Hg.): 14th International Design Conference DESIGN 2016. Cavtat, Dubrovnik, Croatia, S. 1533–1542.
Lindemann, U. (2016): Vorlesung SS16 Methoden der Produktentwicklung: Methoden der Produktentwicklung Vorgehensmodelle - Grundprinzipien - Methoden, Garching.



Part 1: Individual-related Data

The following data are needed for the categorization of the evaluation results.

Gender: F M

What is your educational background (apprenticeship, courses of study, areas of study ...)?

What is your position in the company?

How many years of professional experience do you have?

Do you have experiences with crises following the above stated definition?

Yes No

If yes, could you please describe them?



Part 2: Evaluation of Principles

In this part 16 principles will be presented with a short description. Please evaluate these principles for the three criteria: comprehensible, helpful and used. Multiple answers are possible. After the evaluation you have the possibility to comment each principle.

Key

- Comprehensible: I understood the description and could apply the principle in a crisis.
- Helpful: I think this principle is helpful for the application in a crisis.
- Used: I applied this principle in a crisis or in a very similar situation. If it was a similar situation please describe the difference to the above mentioned definition in the comment field.
- Comment field: In this field you have the possibility to comment each principle (e.g. references, method, possible improvements, critique,...) or to describe adaptations you would make to the principle.

	Comprehensible	Helpful	Used
Description			
<p>#1 Parallel measures: limitation of damage and identification of causes To save time and limit damage, do urgent measures and root-cause-analysis in parallel at the beginning of a crisis. Setup an expert team for fast root-cause-analysis. Integrate external experts for special topics in the crisis team.</p>			
<p>Comment:</p>			



Description	C	H	U
<p>#2 Establishment and preservation of a stable state Safety for customers and employees has highest priority. A stable state, i.e. no damage for customers and safe working conditions for employees, has to be established and maintained. To guarantee it, urgent measures (e. g. sales ban, stop of production, usage of older work status) have to be implemented. Maintain the stable state throughout crisis solving to prevent drawbacks.</p>			
<p>Comment:</p>			
<p>#3 Establishment of spatial proximity or distance The crisis management group has to decide which sub-teams work in spatial proximity and distance. These have effects on the efficiency of collaboration and communication. Spatial proximity increases the collaboration and communication inside a sub-team. It minimizes external disturbing effects. The communication between different sub-teams has to be management from the crisis management group. Create spatial distance between the crisis management group and the sub-teams. This allows an overall crisis coordination without disturbing the sub-teams from solving the crisis.</p>			
<p>Comment:</p>			



Description	C	H	U
<p>#4 Introduction of briefings and debriefing Detach crisis teams from daily business. Hold briefings at the setup of a crisis team. With this, the team members get an overview of the situation, switch to crisis mode and are mentally tuned in. During the crisis hold regular briefings to update all members, make important decision and exchange relevant information. After the crisis the implemented measure and the crisis solving process should be reflected upon and analyzed in a debriefing.</p>			
<p>Comment:</p>			
<p>#5 Utilization of checklists Use checklists to minimize iterations, to support systematic and structured approaches and as a guideline in crises. Companies have to prepare checklists in advance. Update the lists as a resilience measure after a crisis. The following information should be included: channels of communication, method application, briefings, contact persons, experts as well as information schemes.</p>			
<p>Comment:</p>			



Description	C	H	U
<p>#6 Application of FORDEC</p> <p>Use FORDEC for systematic and fast decision making as well as solution finding. FORDEC consists of the following six steps:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Facts What is the full extent of the problem? • Options What options are available? • Risks & Benefits What are the risks and benefits associated with each option? • Decision Which option have you decided on? • Execution Execute the selected option. • Check Does the selected option leads to the intended change? 			
<p>Comment:</p>			
<p>#7 Application of available resources</p> <p>Gather all available resource for solving crises. The crisis team must select applicable resources in order to support crisis solving. If resources from other projects are needed to cope with the crisis, they should be assigned to the crisis project. Hence, coping with crises has the highest priority within the company. Resources are: Personnel, competences, machines and budget.</p>			
<p>Comment:</p>			



Description	C	H	U
<p>#8 Four-eye principle Double check all work, e. g. design drawings, to discover and correct mistakes as fast as possible. The additional effort is acceptable as new drawbacks have to be avoided in any case.</p>			
<p>Comment:</p>			
<p>#9 Prioritization, scheduling and delegation of tasks Prioritize, schedule and delegate all tasks to ensure that all team members know what to do when. Allocate attention and resources depending on the priority of a task. Use a traffic light system for task prioritization.</p>			
<p>Comment:</p>			



Description	C	H	U
<p>#10 Phrasing of work orders Use standardized schemes for work orders. They improve the planning and delegation of tasks. On the one hand, the scheme reduces work effort of team leaders for phrasing work order. On the other hand, the understanding of the task for the employee is simplified. A work order can have following scheme: team member(s), task, tools and methods, goals. Further, this increases autonomous decision-making.</p> <p>Comment:</p>			
<p>#11 Clarification of time spans Consistently visualize the current project progress to improve team coordination and to monitor workload and project progress. Therefore, depict tasks, timespans, involved team members as well as deadlines. The schedule should be clearly visible for all team members at all times. Helpful tools are Gantt-charts and whiteboards.</p> <p>Comment:</p>			



Description	C	H	U
<p>#12 Purposeful application of interrogative forms Share information in a standardized manner. This reduces work time and improves information exchange. Use closed questions to gain specific information fast. The answer is a yes/no-type. Open questions do not focus on one specific information. Use them to gain an overview of a situation or for general information exchange. Depending on the time pressure and needed information, team members should use both interrogative forms situational.</p>			
<p>Comment:</p>			
<p>#13 Conscious use of interpersonal communication Effective communication is inevitable in solving crises. Communication has to be simple, clear and understandable. Crisis team members should use face-to-face communication to support the communication with nonverbal expressions (gestures and facial expressions). In addition, use graphical illustrations to visualize ideas and facts. Use all digital communication possibilities (voice- and video-chat, web meetings, etc.) if team members are spatially separated.</p>			
<p>Comment:</p>			



Description	C	H	U
<p>#14 Prevention of personal overload High performance is only possible for short periods. Crisis team members could suffer from physical and mental fatigue. In order to prevent work overload team leaders should evaluate team members' workload and initiate measures if necessary. Define sufficient rest periods. If the team leader recognizes symptoms of fatigue, he will have to decide when replacements of project members are necessary. Protect decision makers from irrelevant information. For that purpose, colleagues should only transfer data directly referring to the crisis project. In this way, decision makers can concentrate on crisis solving and neglect personal and economic advantages.</p>			
<p>Comment:</p>			
<p>#15 Adaption of hierarchy levels High performance collaboration needs a balanced hierarchy level in a crisis team. Steep hierarchy levels prevent right of participation. This may lead to rejection of ideas and opinions. If the level is too flat, this diminishes the leadership of the team leader. Consequently, decisions are not made and coordination is missing.</p>			
<p>Comment:</p>			



Description	C	H	U
<p>#16 Freedom from sanction In crises, decisions have to be made with a lack of information and under time pressure. This increases the possibility of wrong decisions. On the other hand, you have to make decisions to remain operational. To be proactive is better than being reactive in a crisis. In consequence, a wrong decision in retrospective should be free from sanction</p>			
<p>Comment:</p>			

Thank you very much for taking time and supporting my research!

Christopher Münzberg

Dissertationsverzeichnis des Lehrstuhls für Produktentwicklung

Lehrstuhl für Produktentwicklung
Technische Universität München, Boltzmannstraße 15, 85748 Garching
Dissertationen betreut von

- Prof. Dr.-Ing. W. Rodenacker,
- Prof. Dr.-Ing. K. Ehrlenspiel und
- Prof. Dr.-Ing. U. Lindemann

- D1 COLLIN, H.:
Entwicklung eines Einwalzenkalenders nach einer systematischen Konstruktionsmethode. München: TU, Diss. 1969.
- D2 OTT, J.:
Untersuchungen und Vorrichtungen zum Offen-End-Spinnen.
München: TU, Diss. 1971.
- D3 STEINWACHS, H.:
Informationsgewinnung an bandförmigen Produkten für die Konstruktion der Produktmaschine.
München: TU, Diss. 1971.
- D4 SCHMETTOW, D.:
Entwicklung eines Rehabilitationsgerätes für Schwerstkörperbehinderte.
München: TU, Diss. 1972.
- D5 LUBITZSCH, W.:
Die Entwicklung eines Maschinensystems zur Verarbeitung von chemischen Endlosfasern.
München: TU, Diss. 1974.
- D6 SCHEITENBERGER, H.:
Entwurf und Optimierung eines Getriebesystems für einen Rotationsquerschneider mit allgemeingültigen Methoden.
München: TU, Diss. 1974.
- D7 BAUMGARTH, R.:
Die Vereinfachung von Geräten zur Konstanthaltung physikalischer Größen.
München: TU, Diss. 1976.
- D8 MAUDERER, E.:
Beitrag zum konstruktionsmethodischen Vorgehen durchgeführt am Beispiel eines Hochleistungsschalter-Antriebs.
München: TU, Diss. 1976.
- D9 SCHÄFER, J.:
Die Anwendung des methodischen Konstruierens auf verfahrenstechnische Aufgabenstellungen.
München: TU, Diss. 1977.
- D10 WEBER, J.:
Extruder mit Feststoffpumpe – Ein Beitrag zum Methodischen Konstruieren.
München: TU, Diss. 1978.
- D11 HEISIG, R.:
Längencodierer mit Hilfsbewegung.
München: TU, Diss. 1979.

- D12 KIEWERT, A.:
Systematische Erarbeitung von Hilfsmitteln zum kostenarmen Konstruieren.
München: TU, Diss. 1979.
- D13 LINDEMANN, U.:
Systemtechnische Betrachtung des Konstruktionsprozesses unter besonderer Berücksichtigung der Herstellkostenbeeinflussung beim Festlegen der Gestalt.
Düsseldorf: VDI-Verlag 1980. (Fortschritt-Berichte der VDI-Zeitschriften Reihe 1, Nr. 60).
Zugl. München: TU, Diss. 1980.
- D14 NJOYA, G.:
Untersuchungen zur Kinematik im Wälzlager bei synchron umlaufenden Innen- und Außenringen.
Hannover: Universität, Diss. 1980.
- D15 HENKEL, G.:
Theoretische und experimentelle Untersuchungen ebener konzentrisch gewellter Kreisringmembranen.
Hannover: Universität, Diss. 1980.
- D16 BALKEN, J.:
Systematische Entwicklung von Gleichlaufgelenken.
München: TU, Diss. 1981.
- D17 PETRA, H.:
Systematik, Erweiterung und Einschränkung von Lastausgleichslösungen für Standgetriebe mit zwei Leistungswegen – Ein Beitrag zum methodischen Konstruieren.
München: TU, Diss. 1981.
- D18 BAUMANN, G.:
Ein Kosteninformationssystem für die Gestaltungsphase im Betriebsmittelbau.
München: TU, Diss. 1982.
- D19 FISCHER, D.:
Kostenanalyse von Stirnzahnradern. Erarbeitung und Vergleich von Hilfsmitteln zur Kostenfrüherkennung.
München: TU, Diss. 1983.
- D20 AUGUSTIN, W.:
Sicherheitstechnik und Konstruktionsmethodiken – Sicherheitsgerechtes Konstruieren.
Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz 1985. Zugl. München: TU, Diss. 1984.
- D21 RUTZ, A.:
Konstruieren als gedanklicher Prozess.
München: TU, Diss. 1985.
- D22 SAUERMAN, H. J.:
Eine Produktkostenplanung für Unternehmen des Maschinenbaues.
München: TU, Diss. 1986.
- D23 HAFNER, J.:
Entscheidungshilfen für das kostengünstige Konstruieren von Schweiß- und Gussgehäusen.
München: TU, Diss. 1987.
- D24 JOHN, T.:
Systematische Entwicklung von homokinetischen Wellenkupplungen.
München: TU, Diss. 1987.
- D25 FIGEL, K.:
Optimieren beim Konstruieren.
München: Hanser 1988. Zugl. München: TU, Diss. 1988 u. d. T.: Figel, K.: Integration automatisierter Optimierungsverfahren in den rechnerunterstützten Konstruktionsprozess.

Reihe Konstruktionstechnik München

- D26 TROPSCUH, P. F.:
Rechnerunterstützung für das Projektieren mit Hilfe eines wissensbasierten Systems.
München: Hanser 1989. (Konstruktionstechnik München, Band 1). Zugl. München: TU, Diss. 1988 u. d.
T.: Tropschuh, P. F.: Rechnerunterstützung für das Projektieren am Beispiel Schiffsgetriebe.
- D27 PICKEL, H.:
Kostenmodelle als Hilfsmittel zum Kostengünstigen Konstruieren.
München: Hanser 1989. (Konstruktionstechnik München, Band 2). Zugl. München: TU, Diss. 1988.
- D28 KITTSTEINER, H.-J.:
Die Auswahl und Gestaltung von kostengünstigen Welle-Nabe-Verbindungen.
München: Hanser 1990. (Konstruktionstechnik München, Band 3). Zugl. München: TU, Diss. 1989.
- D29 HILLEBRAND, A.:
Ein Kosteninformationssystem für die Neukonstruktion mit der Möglichkeit zum Anschluss an ein CAD-
System.
München: Hanser 1991. (Konstruktionstechnik München, Band 4). Zugl. München: TU, Diss. 1990.
- D30 DYLLA, N.:
Denk- und Handlungsabläufe beim Konstruieren.
München: Hanser 1991. (Konstruktionstechnik München, Band 5). Zugl. München: TU, Diss. 1990.
- D31 MÜLLER, R.:
Datenbankgestützte Teileverwaltung und Wiederholteilsuche.
München: Hanser 1991. (Konstruktionstechnik München, Band 6). Zugl. München: TU, Diss. 1990.
- D32 NEESE, J.:
Methodik einer wissensbasierten Schadenanalyse am Beispiel Wälzlagerungen.
München: Hanser 1991. (Konstruktionstechnik München, Band 7). Zugl. München: TU, Diss. 1991.
- D33 SCHAAL, S.:
Integrierte Wissensverarbeitung mit CAD – Am Beispiel der konstruktionsbegleitenden Kalkulation.
München: Hanser 1992. (Konstruktionstechnik München, Band 8). Zugl. München: TU, Diss. 1991.
- D34 BRAUNSPERGER, M.:
Qualitätssicherung im Entwicklungsablauf – Konzept einer präventiven Qualitätssicherung für die
Automobilindustrie.
München: Hanser 1993. (Konstruktionstechnik München, Band 9). Zugl. München: TU, Diss. 1992.
- D35 FEICHTER, E.:
Systematischer Entwicklungsprozess am Beispiel von elastischen Radialversatzkupplungen.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 10). Zugl. München: TU, Diss. 1992.
- D36 WEINBRENNER, V.:
Produktlogik als Hilfsmittel zum Automatisieren von Varianten- und Anpassungskonstruktionen.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 11). Zugl. München: TU, Diss. 1993.
- D37 WACH, J. J.:
Problemspezifische Hilfsmittel für die Integrierte Produktentwicklung.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 12). Zugl. München: TU, Diss. 1993.
- D38 LENK, E.:
Zur Problematik der technischen Bewertung.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 13). Zugl. München: TU, Diss. 1993.
- D39 STUFFER, R.:
Planung und Steuerung der Integrierten Produktentwicklung.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 14). Zugl. München: TU, Diss. 1993.

- D40 SCHIEBELER, R.:
Kostengünstig Konstruieren mit einer rechnergestützten Konstruktionsberatung.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 15). Zugl. München: TU, Diss. 1993.
- D41 BRUCKNER, J.:
Kostengünstige Wärmebehandlung durch Entscheidungsunterstützung in Konstruktion und Härterei.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 16). Zugl. München: TU, Diss. 1993.
- D42 WELLNIAK, R.:
Das Produktmodell im rechnerintegrierten Konstruktionsarbeitsplatz.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 17). Zugl. München: TU, Diss. 1994.
- D43 SCHLÜTER, A.:
Gestaltung von Schnappverbindungen für montagegerechte Produkte.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 18). Zugl. München: TU, Diss. 1994.
- D44 WOLFRAM, M.:
Feature-basiertes Konstruieren und Kalkulieren.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 19). Zugl. München: TU, Diss. 1994.
- D45 STOLZ, P.:
Aufbau technischer Informationssysteme in Konstruktion und Entwicklung am Beispiel eines elektronischen Zeichnungsarchives.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 20). Zugl. München: TU, Diss. 1994.
- D46 STOLL, G.:
Montagegerechte Produkte mit feature-basiertem CAD.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 21). Zugl. München: TU, Diss. 1994.
- D47 STEINER, J. M.:
Rechnergestütztes Kostensenken im praktischen Einsatz.
Aachen: Shaker 1996. (Konstruktionstechnik München, Band 22). Zugl. München: TU, Diss. 1995.
- D48 HUBER, T.:
Senken von Montagezeiten und -kosten im Getriebebau.
München: Hanser 1995. (Konstruktionstechnik München, Band 23). Zugl. München: TU, Diss. 1995.
- D49 DANNER, S.:
Ganzheitliches Anforderungsmanagement für marktorientierte Entwicklungsprozesse.
Aachen: Shaker 1996. (Konstruktionstechnik München, Band 24). Zugl. München: TU, Diss. 1996.
- D50 MERAT, P.:
Rechnergestützte Auftragsabwicklung an einem Praxisbeispiel.
Aachen: Shaker 1996. (Konstruktionstechnik München, Band 25). Zugl. München: TU, Diss. 1996 u. d. T.: MERAT, P.: Rechnergestütztes Produktleitsystem
- D51 AMBROSY, S.:
Methoden und Werkzeuge für die integrierte Produktentwicklung.
Aachen: Shaker 1997. (Konstruktionstechnik München, Band 26). Zugl. München: TU, Diss. 1996.
- D52 GIAPOULIS, A.:
Modelle für effektive Konstruktionsprozesse.
Aachen: Shaker 1998. (Konstruktionstechnik München, Band 27). Zugl. München: TU, Diss. 1996.
- D53 STEINMEIER, E.:
Realisierung eines systemtechnischen Produktmodells – Einsatz in der Pkw-Entwicklung
Aachen: Shaker 1998. (Konstruktionstechnik München, Band 28). Zugl. München: TU, Diss. 1998.
- D54 KLEEDÖRFER, R.:
Prozess- und Änderungsmanagement der Integrierten Produktentwicklung.
Aachen: Shaker 1998. (Konstruktionstechnik München, Band 29). Zugl. München: TU, Diss. 1998.

- D55 GÜNTHER, J.:
Individuelle Einflüsse auf den Konstruktionsprozess.
Aachen: Shaker 1998. (Konstruktionstechnik München, Band 30). Zugl. München: TU, Diss. 1998.
- D56 BIERSACK, H.:
Methode für Krafteinleitungsstellenkonstruktion in Blechstrukturen.
München: TU, Diss. 1998.
- D57 IRLINGER, R.:
Methoden und Werkzeuge zur nachvollziehbaren Dokumentation in der Produktentwicklung.
Aachen: Shaker 1998. (Konstruktionstechnik München, Band 31). Zugl. München: TU, Diss. 1999.
- D58 EILETZ, R.:
Zielkonfliktmanagement bei der Entwicklung komplexer Produkte – am Bsp. PKW-Entwicklung.
Aachen: Shaker 1999. (Konstruktionstechnik München, Band 32). Zugl. München: TU, Diss. 1999.
- D59 STÖSSER, R.:
Zielkostenmanagement in integrierten Produkterstellungsprozessen.
Aachen: Shaker 1999. (Konstruktionstechnik München, Band 33). Zugl. München: TU, Diss. 1999.
- D60 PHLEPS, U.:
Recyclinggerechte Produktdefinition – Methodische Unterstützung für Upgrading und Verwertung.
Aachen: Shaker 1999. (Konstruktionstechnik München, Band 34). Zugl. München: TU, Diss. 1999.
- D61 BERNARD, R.:
Early Evaluation of Product Properties within the Integrated Product Development.
Aachen: Shaker 1999. (Konstruktionstechnik München, Band 35). Zugl. München: TU, Diss. 1999.
- D62 ZANKER, W.:
Situative Anpassung und Neukombination von Entwicklungsmethoden.
Aachen: Shaker 1999. (Konstruktionstechnik München, Band 36). Zugl. München: TU, Diss. 1999.

Reihe Produktentwicklung München

- D63 ALLMANSBERGER, G.:
Erweiterung der Konstruktionsmethodik zur Unterstützung von Änderungsprozessen in der Produktentwicklung.
München: Dr. Hut 2001. (Produktentwicklung München, Band 37). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D64 ASSMANN, G.:
Gestaltung von Änderungsprozessen in der Produktentwicklung.
München: Utz 2000. (Produktentwicklung München, Band 38). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D65 BICHLMAIER, C.:
Methoden zur flexiblen Gestaltung von integrierten Entwicklungsprozessen.
München: Utz 2000. (Produktentwicklung München, Band 39). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D66 DEMERS, M. T.
Methoden zur dynamischen Planung und Steuerung von Produktentwicklungsprozessen.
München: Dr. Hut 2000. (Produktentwicklung München, Band 40). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D67 STETTER, R.:
Method Implementation in Integrated Product Development.
München: Dr. Hut 2000. (Produktentwicklung München, Band 41). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D68 VIERTLBÖCK, M.:
Modell der Methoden- und Hilfsmiteleinführung im Bereich der Produktentwicklung.
München: Dr. Hut 2000. (Produktentwicklung München, Band 42). Zugl. München: TU, Diss. 2000.

- D69 COLLIN, H.:
Management von Produkt-Informationen in kleinen und mittelständischen Unternehmen.
München: Dr. Hut 2001. (Produktentwicklung München, Band 43). Zugl. München: TU, Diss. 2001.
- D70 REISCHL, C.:
Simulation von Produktkosten in der Entwicklungsphase.
München: Dr. Hut 2001. (Produktentwicklung München, Band 44). Zugl. München: TU, Diss. 2001.
- D71 GAUL, H.-D.:
Verteilte Produktentwicklung - Perspektiven und Modell zur Optimierung.
München: Dr. Hut 2001. (Produktentwicklung München, Band 45). Zugl. München: TU, Diss. 2001.
- D72 GIERHARDT, H.:
Global verteilte Produktentwicklungsprojekte – Ein Vorgehensmodell auf der operativen Ebene.
München: Dr. Hut 2002. (Produktentwicklung München, Band 46). Zugl. München: TU, Diss. 2001.
- D73 SCHOEN, S.:
Gestaltung und Unterstützung von Community of Practice.
München: Utz 2000. (Produktentwicklung München, Band 47). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D74 BENDER, B.:
Zielorientiertes Kooperationsmanagement.
München: Dr. Hut 2001. (Produktentwicklung München, Band 48). Zugl. München: TU, Diss. 2001.
- D75 SCHWANKL, L.:
Analyse und Dokumentation in den frühen Phasen der Produktentwicklung.
München: Dr. Hut 2002. (Produktentwicklung München, Band 49). Zugl. München: TU, Diss. 2002.
- D76 WULF, J.:
Elementarmethoden zur Lösungssuche.
München: Dr. Hut 2002. (Produktentwicklung München, Band 50). Zugl. München: TU, Diss. 2002.
- D77 MÖRTL, M.:
Entwicklungsmanagement für langlebige, upgradinggerechte Produkte.
München: Dr. Hut 2002. (Produktentwicklung München, Band 51). Zugl. München: TU, Diss. 2002.
- D78 GERST, M.:
Strategische Produktentscheidungen in der integrierten Produktentwicklung.
München: Dr. Hut 2002. (Produktentwicklung München, Band 52). Zugl. München: TU, Diss. 2002.
- D79 AMFT, M.:
Phasenübergreifende bidirektionale Integration von Gestaltung und Berechnung.
München: Dr. Hut 2003. (Produktentwicklung München, Band 53). Zugl. München: TU, Diss. 2002.
- D80 FÖRSTER, M.:
Variantenmanagement nach Fusionen in Unternehmen des Anlagen- und Maschinenbaus.
München: TU, Diss. 2003.
- D81 GRAMANN, J.:
Problemmodelle und Bionik als Methode.
München: Dr. Hut 2004. (Produktentwicklung München, Band 55). Zugl. München: TU, Diss. 2004.
- D82 PULM, U.:
Eine systemtheoretische Betrachtung der Produktentwicklung.
München: Dr. Hut 2004. (Produktentwicklung München, Band 56). Zugl. München: TU, Diss. 2004.
- D83 HUTTERER, P.:
Reflexive Dialoge und Denkbausteine für die methodische Produktentwicklung.
München: Dr. Hut 2005. (Produktentwicklung München, Band 57). Zugl. München: TU, Diss. 2005.
- D84 FUCHS, D.:
Konstruktionsprinzipien für die Problemanalyse in der Produktentwicklung.
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 58). Zugl. München: TU, Diss. 2005.

- D85 PACHE, M.:
Sketching for Conceptual Design.
München: Dr. Hut 2005. (Produktentwicklung München, Band 59). Zugl. München: TU, Diss. 2005.
- D86 BRAUN, T.:
Methodische Unterstützung der strategischen Produktplanung in einem mittelständisch geprägten Umfeld.
München: Dr. Hut 2005. (Produktentwicklung München, Band 60). Zugl. München: TU, Diss. 2005.
- D87 JUNG, C.:
Anforderungskklärung in interdisziplinärer Entwicklungsumgebung.
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 61). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D88 HEBLING, T.:
Einführung der Integrierten Produktpolitik in kleinen und mittelständischen Unternehmen.
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 62). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D89 STRICKER, H.:
Bionik in der Produktentwicklung unter der Berücksichtigung menschlichen Verhaltens.
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 63). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D90 NIBL, A.:
Modell zur Integration der Zielkostenverfolgung in den Produktentwicklungsprozess.
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 64). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D91 MÜLLER, F.:
Intuitive digitale Geometriemodellierung in frühen Entwicklungsphasen.
München: Dr. Hut 2007. (Produktentwicklung München, Band 65). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D92 ERDELL, E.:
Methodenanwendung in der Hochbauplanung – Ergebnisse einer Schwachstellenanalyse.
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 66). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D93 GAHR, A.:
Pfadkostenrechnung individualisierter Produkte.
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 67). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D94 RENNER, I.:
Methodische Unterstützung funktionsorientierter Baukastenentwicklung am Beispiel Automobil.
München: Dr. Hut 2007 (Reihe Produktentwicklung) Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D95 PONN, J.:
Situative Unterstützung der methodischen Konzeptentwicklung technischer Produkte.
München: Dr. Hut 2007 (Reihe Produktentwicklung) Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D96 HERFELD, U.:
Matrix-basierte Verknüpfung von Komponenten und Funktionen zur Integration von Konstruktion und numerischer Simulation.
München: Dr. Hut 2007. (Produktentwicklung München, Band 70). Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D97 SCHNEIDER, S.:
Model for the evaluation of engineering design methods.
München: Dr. Hut 2008 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D98 FELGEN, L.:
Systemorientierte Qualitätssicherung für mechatronische Produkte.
München: Dr. Hut 2007 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D99 GRIEB, J.:
Auswahl von Werkzeugen und Methoden für verteilte Produktentwicklungsprozesse.
München: Dr. Hut 2007 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2007.

- D100 MAURER, M.:
Structural Awareness in Complex Product Design.
München: Dr. Hut 2007 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D101 BAUMBERGER, C.:
Methoden zur kundenspezifischen Produktdefinition bei individualisierten Produkten.
München: Dr. Hut 2007 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D102 KEIJZER, W.:
Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken – ein Modell am Beispiel der Automobilindustrie.
München: Dr. Hut 2007 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D103 LORENZ, M.:
Handling of Strategic Uncertainties in Integrated Product Development.
München: Dr. Hut 2009 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2008.
- D104 KREIMEYER, M.:
Structural Measurement System for Engineering Design Processes.
München: Dr. Hut 2010 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2009.
- D105 DIEHL, H.:
Systemorientierte Visualisierung disziplinübergreifender Entwicklungsabhängigkeiten mechatronischer Automobilsysteme.
München: Dr. Hut 2009 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2009.
- D106 DICK, B.:
Untersuchung und Modell zur Beschreibung des Einsatzes bildlicher Produktmodelle durch Entwicklerteams in der Lösungssuche.
München: Dr. Hut 2009 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2009.
- D107 GAAG, A.:
Entwicklung einer Ontologie zur funktionsorientierten Lösungssuche in der Produktentwicklung.
München: Dr. Hut 2010 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2010.
- D108 ZIRKLER, S.:
Transdisziplinäres Zielkostenmanagement komplexer mechatronischer Produkte.
München: Dr. Hut 2010 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2010.
- D109 LAUER, W.:
Integrative Dokumenten- und Prozessbeschreibung in dynamischen Produktentwicklungsprozessen.
München: Dr. Hut 2010 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2010.
- D110 MEIWALD, T.:
Konzepte zum Schutz vor Produktpiraterie und unerwünschtem Know-how-Abfluss.
München: Dr. Hut 2011 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2011.
- D111 ROELOFSEN, J.:
Situationsspezifische Planung von Produktentwicklungsprozessen.
München: Dr. Hut 2011 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2011.
- D112 PETERMANN, M.:
Schutz von Technologiewissen in der Investitionsgüterindustrie.
München: Dr. Hut 2011 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2011.
- D113 GORBEA, C.:
Vehicle Architecture and Lifecycle Cost Analysis in a New Age of Architectural Competition.
München: Dr. Hut 2011 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2011.
- D114 FILOUS, M.:
Lizenzierungsgerechte Produktentwicklung – Ein Leitfaden zur Integration lizenzierungsrelevanter Aktivitäten in Produktentstehungsprozessen des Maschinen- und Anlagenbaus.
München: Dr. Hut 2011 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2011.

- D115 ANTON, T.:
Entwicklungs- und Einführungsmethodik für das Projektierungswerkzeug Pneumatiksimulation.
München: Dr. Hut 2011 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2011.
- D116 KESPER, H.:
Gestaltung von Produktvariantenspektren mittels matrixbasierter Methoden.
München: Dr. Hut 2012 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2012.
- D117 KIRSCHNER, R.:
Methodische Offene Produktentwicklung.
München: TU, Diss. 2012.
- D118 HEPPERLE, C.:
Planung lebenszyklusgerechter Leistungsbündel.
München: Dr. Hut 2013 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2013.
- D119 HELLENBRAND, D.:
Transdisziplinäre Planung und Synchronisation mechatronischer Produktentwicklungsprozesse.
München: Dr. Hut 2013 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2013.
- D120 EBERL, T.:
Charakterisierung und Gestaltung des Fahr-Erlebens der Längsführung von Elektrofahrzeugen.
München: TU, Diss. 2014.
- D121 KAIN, A.:
Methodik zur Umsetzung der Offenen Produktentwicklung.
München: Dr. Hut 2014 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2014.
- D122 ILIE, D.:
Systematisiertes Ziele- und Anforderungsmanagement in der Fahrzeugentwicklung.
München: Dr. Hut 2013 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2013.
- D123 HELTEN, K.:
Einführung von Lean Development in mittelständische Unternehmen - Beschreibung, Erklärungsansatz
und Handlungsempfehlungen.
München: Dr. Hut 2015 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2014.
- D124 SCHRÖER, B.:
Lösungskomponente Mensch. Nutzerseitige Handlungsmöglichkeiten als Bausteine für die kreative
Entwicklung von Interaktionslösungen.
München: TU, Diss. 2014.
- D125 KORTLER, S.:
Absicherung von Eigenschaften komplexer und variantenreicher Produkte in der Produktentwicklung.
München: Dr. Hut 2014 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2014.
- D126 KOHN, A.:
Entwicklung einer Wissensbasis für die Arbeit mit Produktmodellen.
München: Dr. Hut 2014 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2014.
- D127 FRANKE, S.:
Strategieorientierte Vorentwicklung komplexer Produkte – Prozesse und Methoden zur zielgerichteten
Komponentenentwicklung am Beispiel Pkw.
Göttingen: Cuvillier, E 2014. Zugl. München: TU, Diss. 2014.
- D128 HOOSHMAND, A.:
Solving Engineering Design Problems through a Combination of Generative Grammars and Simulations.
München: Dr. Hut 2014 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2014.
- D129 KISSEL, M.:
Mustererkennung in komplexen Produktportfolios.
München: TU, Diss. 2014.

- D130 NIES, B.:
Nutzungsgerechte Dimensionierung des elektrischen Antriebssystems für Plug-In Hybride.
München: TU, Diss. 2014.
- D131 KIRNER, K.:
Zusammenhang zwischen Leistung in der Produktentwicklung und Variantenmanagement –
Einflussmodell und Analyseverfahren.
München: Dr. Hut 2014 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2014.
- D132 BIEDERMANN, W.:
A minimal set of network metrics for analysing mechatronic product concepts.
München: TU, Diss. 2015.
- D133 SCHENKL, S.:
Wissensorientierte Entwicklung von Produkt-Service-Systemen.
München: TU, Diss. 2015.
- D134 SCHRIEVERHOFF, P.:
Valuation of Adaptability in System Architecture.
München: Dr. Hut 2015 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2014.
- D135 METZLER, T.:
Models and Methods for the Systematic Integration of Cognitive Functions into Product Concepts.
München: Dr. Hut 2016 (Reihe Produktentwicklung).
- D136 DEUBZER, F.:
A Method for Product Architecture Management in Early Phases of Product Development.
München: TU, Diss. 2016.
- D137 SCHÖTTL, F.:
Komplexität in sozio-technischen Systemen - Methodik für die komplexitätsgerechte Systemgestaltung in
der Automobilproduktion.
München: Dr. Hut 2016 (Reihe Produktentwicklung).
- D138 BRANDT, L. S.:
Architekturgesteuerte Elektrik/Elektronik Baukastenentwicklung im Automobil
München: TU, Diss. 2017.
- D139 BAUER, W.:
Planung und Entwicklung änderungsrobuster Plattformarchitekturen
München: Dr. Hut 2016 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2016.
- D140 ELEZI, F.:
Supporting the Design of Management Control Systems In Engineering Companies from Management
Cybernetics Perspective
München: TU, Diss. 2015.
- D141 BEHNCKE, F. G. H.:
Beschaffungsgerechte Produktentwicklung – Abstimmung von Produktarchitektur und Liefernetzwerk in
frühen Phasen der Entwicklung
München: TU, Diss. 2017.
- D142 ÖLMEZ, M.:
Individuelle Unterstützung von Entscheidungsprozessen bei der Entwicklung innovativer Produkte.
München: Dr. Hut 2017 (Reihe Produktentwicklung).
- D143 SAUCKEN, C. C. V.:
Entwicklerzentrierte Hilfsmittel zum Gestalten von Nutzererlebnissen.
München: Dr. Hut 2017 (Reihe Produktentwicklung).
- D144 KASPEREK, D.:
Structure-based System Dynamics Analysis of Engineering Design Processes
München: TU, Diss. 2016.

- D145 LANGER, S. F.:
Kritische Änderungen in der Produktentwicklung – Analyse und Maßnahmenableitung
München: Dr. Hut 2017 (Reihe Produktentwicklung).
- D146 HERBERG, A. P.:
Planung und Entwicklung multifunktionaler Kernmodule in komplexen Systemarchitekturen und –
portfolios – Methodik zur Einnahme einer konsequent modulzentrierten Perspektive
München: TU, Diss. 2017.
- D147 HASHEMI FARZANEH, H.:
Bio-inspired design: Ideation in collaboration between mechanical engineers and biologists
München: TU, Diss. 2017.
- D148 HELMS, M. K.:
Biologische Publikationen als Ideengeber für das Lösen technischer Probleme in der Bionik
München: TU, Diss. 2017.
- D149 GÜRTLER, M. R.:
Situational Open Innovation – Enabling Boundary-Spanning Collaboration in Small and Medium-sized
Enterprises
München: TU, Diss. 2016.
- D150 WICKEL, M. C.:
Änderungen besser managen – Eine datenbasierte Methodik zur Analyse technischer Änderungen
München: TU, Diss. 2017.
- D151 DANILIDIS, C.:
Planungsleitfaden für die systematische Analyse und Verbesserung von Produktarchitekturen
München: TU, Diss. 2017.
- D152 MICHAILIDOU, I.:
Design the experience first: A scenario-based methodology for the design of complex, tangible consumer
products
München: TU, Diss. 2017.
- D153 SCHMIDT, D.M.:
Increasing Customer Acceptance in Planning Product-Service Systems
München: Dr. Hut 2017 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2017.
- D154 ROTH, M.:
Efficient Safety Method Kit for User-driven Customization
München: Dr. Hut 2017 (Reihe Produktentwicklung).
- D155 PLÖTNER, M.:
Integriertes Vorgehen zur selbstindividualisierungsgerechten Produktstrukturplanung
TU München: 2017. (als Dissertation eingereicht)
- D156 HERBST, L.-M.:
Entwicklung einer Methodik zur Ermittlung raumfunktionaler Kundenanforderungen in der
Automobilentwicklung
München: Dr. Hut 2017 (Reihe Produktentwicklung).
- D157 KAMMERL, D. M. A.:
Modellbasierte Planung von Produkt-Service-Systemen
TU München: 2017. (als Dissertation eingereicht)
- D158 MÜNZBERG, C. H. W.:
Krisen in der Produktentwicklung und ihre operative Bewältigung
TU München: 2018.
- D159 HEIMBERGER, N.:
Strukturbasierte Koordinationsplanung in komplexen Entwicklungsprojekten
TU München: 2017. (als Dissertation eingereicht)

D160 LANG, A.:

Im Spannungsfeld zwischen Risiken und Chancen – Eine Methode zur Ableitung von Handlungsempfehlungen zur Öffnung der Produktentwicklung
TU München: 2017. (als Dissertation eingereicht)

D161 ALLAVERDI, D.:

Systematic identification of Flexible Design Opportunities in offshore drilling systems
TU München: 2017. (als Dissertation eingereicht)