

Qualitätsmanagement in der zivilen Gefahrenabwehr

Optimierung von Führungsprozessen durch interaktive SOPs

zur Erlangung des akademischen Grades eines
DOKTORS DER INGENIEURWISSENSCHAFTEN (Dr.-Ing.)
der Fakultät für Maschinenbau
der Universität Paderborn

genehmigte
DISSERTATION

von
Dipl.-Wirt.-Ing. Tobias Becker
aus Paderborn

Tag des Kolloquiums: 11. Oktober 2013

Referent: Prof. Dr.-Ing. Rainer Koch

Korreferent: Prof. Dr. techn. Leonhard M. Reindl

Kurzfassung

Um den stetig steigenden Anforderungen in der zivilen Gefahrenabwehr (zunehmend häufigere Naturkatastrophen, technisches Versagen, internationaler Terrorismus) bei gleichzeitig weniger verfügbaren Ressourcen auch in Zukunft gerecht werden zu können, wird in dieser Arbeit untersucht, inwieweit eine Übertragung von Methoden und Konzepten des Qualitätsmanagements (QM) aus der „klassischen“ Anwendungsdomäne, d. h. Maschinenbau, Automobilindustrie etc., auf die Domäne der zivilen Gefahrenabwehr möglich und hilfreich ist. Zu diesem Zweck wird ein Vorgehensmodell entwickelt, welches zur Validierung auf ein konkretes Fallbeispiel angewendet wird: In Kooperation mit dem THW wird gezeigt, dass sich Führungsprozesse bei der Ortung und Bergung von Verschütteten nach einem Gebäudeeinsturz durch ein Workflowmanagementsystem verbessern lassen. Durch die Konzipierung eines auf die zivile Gefahrenabwehr angepassten Workflowmanagementsystems in Form von interaktiven Standard Operating Procedures (SOP) und dessen prototypische Realisierung und Evaluation wird der Nutzen von QM in dieser Domäne nachgewiesen.

Darüber hinaus zeigt die Analyse der Ausgangssituation noch viele weitere Möglichkeiten auf, wo Lösungsansätze des QM in der zivilen Gefahrenabwehr nützlich sein könnten. Mit dem Vorgehensmodell wird eine Grundlage geschaffen, um diese Möglichkeiten wissenschaftlich fundiert bewerten und ggf. weitere Methoden und Konzepte des QM nachhaltig in die zivile Gefahrenabwehr übertragen zu können.

Abstract

To cope with the continuously rising demands in emergency management (increasing numbers of major natural disasters, technical failure, international terrorism) on the one hand and limited resources (e.g., by demographic change) on the other hand, in this thesis it will be analysed if a transfer of quality management methods and concepts from “conventional” application domains, i.e. mechanical engineering, automotive industry, etc., to the domain of emergency management will be possible and useful. To this end a process model will be developed and for validation be applied to a practical case study. In cooperation with the German Federal Agency for Technical Relief (THW) it will be demonstrated that leadership processes during urban search and rescue missions can be improved using a workflow management system. By designing a workflow management system that is tailored to emergency management processes in the form of interactive Standard Operating Procedures (SOP) and by its prototypal implementation and evaluation the benefit of quality management in this domain will be proven. Besides the implementation of interactive SOPs, the analysis of the current situation reveals further potential applications of quality management in the emergency management. The process model will provide a basis for a well-founded evaluation of that potential and, as far as applicable, a sustainable transfer of further quality management methods and concepts to the domain of emergency management.

Vorwort und Danksagung

An der Universität Paderborn stellt der Bereich „Public Safety & Security – Prozesse und Systeme“ seit einigen Jahren einen eigenen Forschungsschwerpunkt in der Fakultät für Maschinenbau dar. Das Fachgebiet Computeranwendung und Integration in Konstruktion und Planung (C.I.K.) untersucht darin die Übertragbarkeit von Methoden und Konzepten – insbesondere aus dem Bereich Informationsmanagement – von der Anwendungsdomäne des Maschinenbaus auf die zivile Gefahrenabwehr. In einer Reihe von Forschungsprojekten wurden innovative Konzepte zum IT-gestützten Sammeln, Aufbereiten und zielgerichteten Bereitstellen von Informationen für verschiedene Anwendungsfälle des Zivil- und Katastrophenschutzes entwickelt. Hierunter fällt vor allem das Projekt I-LOV¹, in dessen Rahmen Erkenntnisse gewonnen wurden, die die wesentliche Grundlage dieser Dissertation darstellen. Daher wurden Teile der Dissertation bereits im Abschlussbericht und auf diversen Konferenzen vorveröffentlicht (siehe nächster Abschnitt).

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Projektpartnern für die gute Zusammenarbeit bedanken, insbesondere beim Technischen Hilfswerk, dessen Mitarbeiter und Ehrenamtliche mit viel Engagement, Einsatz und Aufgeschlossenheit zum Erfolg des Forschungsprojekts beigetragen und diese Dissertation um wertvolle Informationen und persönliche Erfahrungen ergänzt haben. Explizit bedanken möchte ich mich auch bei Prof. Reindl vom IMTEK, Universität Freiburg, der sich als Korreferent für diese Arbeit angeboten hat, sowie natürlich bei meinem Doktorvater Prof. Koch, der mir dieses spannende Forschungsfeld zwischen Maschinenbau, Qualitäts- und Informationsmanagement sowie der zivilen Gefahrenabwehr eröffnet und diese Arbeit überhaupt erst möglich gemacht hat.

Meine Verbundenheit richtet sich aber auch an all diejenigen Kollegen und Kolleginnen, die mich durch ihre Begeisterung für dieses und angrenzende Themen inspiriert haben, die meinen Geist durch fachspezifische Streitgespräche ebenso wie durch grundsätzliche Debatten beflügelt und meine Forschungsarbeit durch konkrete Anregungen und Kritik geprägt haben. In den vergangenen Jahren am C.I.K. haben wir viel Zeit gemeinsam verbracht, Freud und Leid miteinander geteilt. Es war nicht immer ein leichter Weg, aber ein lohnender. An diese Zeit werde ich stets gerne zurückdenken.

Der wichtigste Pfeiler in meinem Leben war und ist jedoch meine Familie, die immer für mich da ist und mir während der gesamten Promotion den Rücken freigehalten hat. Meinen ganz besonderen Dank möchte ich meinem Bruder Michael aussprechen, der mich von der ersten bis zur letzten Seite unterstützt hat und auf den ich mich stets, auch gerne mal kurzfristig, verlassen konnte. Danke.

¹ Das Projekt I-LOV wurde vom BMBF im Rahmen der „Hightech-Strategie: Forschung für die zivile Sicherheit“ gefördert, Förderkennzeichen 13N9759 bis 13N9772.

Letztendlich möchte ich aber auch Ihnen danken, liebe Leserin, lieber Leser, zunächst einmal für Ihr Interesse an diesem Thema. Mein Ziel war es, mit dieser Publikation zur Verbreitung des Qualitätsmanagements über die bekannten Anwendungsdomänen hinweg einen Beitrag zu leisten und den Qualitätsgedanken auch in der Domäne der zivilen Gefahrenabwehr zu verbreiten. Ich hoffe, dass die in dieser Arbeit dokumentierten Erkenntnisse zu weiteren Studien und Folgeprojekten anregen, die darauf abzielen, die interaktiven SOPs weiterzuentwickeln oder weitere Methoden und Konzepte des QM in die zivile Gefahrenabwehr zu überführen. Gerne würde ich mich hierzu mit Ihnen austauschen und mich in diesem Sinne über Fragen oder Anregungen an meine E-Mail-Adresse Tobias.Becker@qm-online.info freuen.

Tobias Becker

im Dezember 2013

Liste der Vorveröffentlichungen

- Koch, R.; Becker, T.; Lee, B.-S.: „Intelligentes sicherndes Lokalisierungssystem für die Rettung und Bergung von Verschütteten“. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt „I-LOV“, Teilvorhaben „SOP-gestütztes Informationssystem SOPHIE“. Hannover: Technische Informationsbibliothek (TIB), 2012
- Schneider, S.; Friberg, T.; Becker, T.; Koch, R.: „Prioritisation of Simulation Models for Ensuring Safety and Security in Underground Stations on the Basis of a Detailed Requirements Analysis“. In: „Future Security Conference“, Bonn, 2012
- Becker, T.; Lee, B.-S.; Koch, R.: „Effiziente Entscheidungsunterstützung im Krisenfall durch interaktive Standard Operating Procedures“. In: Proceedings der „Software Engineering 2011“. Karlsruhe, 2011
- Koch, R.; Pottebaum, J.; Schulz, A.; Becker, T.; Friberg, T.: „Informationsmanagement: Chance oder Risiko?“. Tagungsband der Jahresfachtagung der Vereinigung zur Förderung des deutschen Brandschutzes (vfdb). Berlin, 2011.
- Becker, T.; Lee, B.-S.; Hamp, Q.; Eitelberg, M.; Koch, R.: „Efficient Decision Support for Crisis Management Based on Information Fusion and Modern SOP Algorithms“. Scientific Report auf der „Informatik 2010“. Leipzig, 2010
- Schneider, S.; Pottebaum, J.; Becker, T.; Koch, R.: „Räumungsszenarien bei Großveranstaltungen: Modellierung einer Datenbasis für Planung und Forschung“. Konferenzband der „Informatik 2010“. Leipzig, 2010

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	i
Abstract	i
Vorwort und Danksagung.....	iii
Liste der Vorveröffentlichungen	v
Inhaltsverzeichnis	vii
Abbildungsverzeichnis.....	xi
Tabellenverzeichnis	xiii
Verwendete Abkürzungen	xv
Lebenslauf	clxiii
1 Einleitung.....	1
1.1 Motivation zu dieser Arbeit	1
1.2 Zielsetzung	3
1.3 Vorgehen.....	5
2 Anwendungsdomänen des Qualitätsmanagements	9
2.1 Entwicklung des Qualitätsmanagements.....	9
2.1.1 QM in Industrieunternehmen.....	11
2.1.2 QM in Dienstleistungsunternehmen	12
2.1.3 QM in IT-Unternehmen.....	13
2.1.4 QM in anderen Organisationen	14
2.2 QM in der zivilen Gefahrenabwehr.....	15
2.2.1 Einordnung der Domäne „zivile Gefahrenabwehr“	16
2.2.2 Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben	18
2.2.3 Kritische Infrastrukturen	22
2.2.4 QM-Systeme in der zivilen Gefahrenabwehr.....	25
2.2.4.1 Organisation und Verwaltung	25
2.2.4.2 Verhütung, Vorbereitung, Gefahrenbeseitigung und Wiederherstellung	28
2.2.5 Fazit.....	31
2.3 Entwicklung eines Vorgehensmodells für die Überführung von Methoden und Konzepten des QM in die zivile Gefahrenabwehr	31
2.3.1 Vorgehensmodelle in der Literatur.....	31
2.3.2 Kombination bestehender Vorgehensmodelle.....	33
2.3.3 Ablaufbeschreibung	34

3	Unterstützung von Führungsprozessen durch Workflows.....	39
3.1	Systemabgrenzung.....	40
3.2	Zielanalyse.....	42
3.3	Stand der Technik.....	45
3.4	Analyse des Ist-Zustands.....	50
3.4.1	Ziele und Qualität der Prozessmodellierung	51
3.4.2	Methoden der Prozessmodellierung	52
3.4.3	Das Prozessmodell „Ortung und Bergung von Verschütteten“	54
3.4.3.1	Phase 1: Informationsbeschaffung.....	57
3.4.3.2	Phase 2: Bergung von Verschütteten aus leicht zugänglichen Stellen.....	58
3.4.3.3	Phase 3: Bergung von Verschütteten mit hoher Überlebenserwartung	59
3.4.3.4	Phase 4: Bergung von Verschütteten aus schwer zugänglichen Stellen.....	60
3.4.3.5	Phase 5: Räumung der Schadenstelle	61
3.4.3.6	Identifikation von Führungsprozessen	62
3.4.4	Bewertung des Prozessmodells	63
4	Spezifikation interaktiver Standard Operating Procedures	65
4.1	Funktionen und Darstellung.....	65
4.2	Aufbau einer SOP	70
5	Prototypische Realisierung.....	75
5.1	Abbildung der SOPs in einer Datenbank.....	75
5.2	Entwicklung des IT-Systems	80
5.2.1	Plain Old Java Objects (POJOs).....	82
5.2.2	Objektrelationales Mapping (ORM).....	82
5.2.3	Data Access Objects (DAOs).....	83
5.2.4	Qualitätssicherung	84
5.3	Interaktive SOPs zur Ortung und Bergung von Verschütteten	84
5.3.1	SOP „Phase 2 – Erkundung“	84
5.3.2	SOP „Phase 3 – Ortung (Flächensuche)“	87
5.4	Prototyp eines WFMS für die zivile Gefahrenabwehr	89
6	Evaluation der SOPs	93
6.1	Ziele der Evaluation.....	93
6.2	Evaluationskriterien	96
6.3	Evaluationsmethoden	99
6.4	Evaluationskonzept und -durchführung	103

6.4.1	Thinking-Aloud-Test	105
6.4.2	Übung an einer Planspielplatte.....	107
6.4.3	Feldtest.....	108
6.5	Ergebnisse der Evaluation	108
6.5.1	Thinking-Aloud-Test	109
6.5.2	Übung an der Planspielplatte.....	110
6.5.3	Feldtest.....	111
6.6	Interpretation der Ergebnisse	111
7	Schlussfolgerungen	115
7.1	Interaktive SOPs	116
7.1.1	Objekt- und Ereignisorientierung statt funktionaler Ablauforientierung	116
7.1.2	Kontinuierliche Verbesserung durch Lessons Learned	120
7.1.3	Nutzenbetrachtung und Einsatzgebiete	121
7.1.4	Ausblick	122
7.2	Validierung des Vorgehensmodells	122
8	Zusammenfassung	125
9	Literaturverzeichnis.....	129
10	Anhang	143

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Ziele dieser Arbeit	4
Abbildung 1.2: Aufbau der Arbeit	6
Abbildung 2.1: Entwicklung des Qualitätsmanagements	10
Abbildung 2.2: Die vier Phasen des „Security Cycle“	18
Abbildung 2.3: Zeitlicher Verlauf zum Schutzziel „kritischer Wohnungsbrand“	21
Abbildung 2.4: Einheiten des QM in der zivilen Gefahrenabwehr	25
Abbildung 2.5: Vorgehensmodell (Ablaufbeschreibung) zur Überführung von Methoden und Konzepten des QM in die zivile Gefahrenabwehr.....	35
Abbildung 3.1: Mögliches Szenario für die Ortung und Bergung von Verschütteten	42
Abbildung 3.2: Einordnung interaktiver SOPs in den Stand der Technik.....	50
Abbildung 3.3: Prozessaufnahme durch Beobachtung einer Übung zur Ortung/Bergung	55
Abbildung 3.4: Prozessmodell der fünf Phasen der Ortung und Bergung (Übersicht)	56
Abbildung 3.5: Teilprozess „Erkundung des Einsatzgebiets“ in der Phase 1	57
Abbildung 3.6: Beispiel einer Lageführung beim THW	58
Abbildung 3.7: Teilprozess „Weiterführende Erkundung“ in der Phase 2.....	59
Abbildung 3.8: Teilprozess „Ortung (Flächensuche)“ in der Phase 3	60
Abbildung 3.9: Teilprozess „Ortung (gezieltes Vordringen)“ in der Phase 4	61
Abbildung 3.10: Teilprozess „Trümmer abtragen“ in der Phase 5	62
Abbildung 4.1: Darstellung einer interaktiven SOP in Form einer Checkliste am Beispiel „Phase 4 – Sicherung eines Schadenelements“	69
Abbildung 4.2: Weitere Funktionen einer interaktiven SOP (Ausschnitt aus der SOP „Phase 2 – Bergung aus leicht zugänglicher Stelle“)	70
Abbildung 4.3: Schematischer Aufbau einer interaktiven SOP (Metamodell)	72
Abbildung 5.1: Trennung von Logik und Inhalt einer interaktiven SOP.....	76
Abbildung 5.2: ER-Modell zur Abbildung von SOPs in einer Datenbank	77
Abbildung 5.3: Ausschnitt aus dem ER-Modell (Aufbau einer Checkliste)	79
Abbildung 5.4: Ausschnitt aus dem Klassendiagramm (Aufbau einer Checkliste)	79
Abbildung 5.5: Architektur des IT-Systems (Darstellung als Schichtenmodell).....	81

Abbildung 5.6: SOP-Modell „Phase 2 – Erkundung“	85
Abbildung 5.7: Ausschnitt aus der Checkliste „Umweltgefahren“	86
Abbildung 5.8: SOP-Modell „Phase 3 – Ortung (Flächensuche)“	88
Abbildung 5.9: Grafische Benutzeroberfläche des Workflowmanagementsystems für die Evaluation des SOP-Moduls	91
Abbildung 6.1: Unterteilung des Begriffs Systemakzeptanz	98
Abbildung 6.2: Klassifikation von Datenerhebungsmethoden	100
Abbildung 6.3: Dreistufiger Evaluationsprozess mit Optimierungsschleifen	104
Abbildung 6.4: Lagekarte zum beschriebenen Szenario im Thinking-Aloud-Test	106
Abbildung 6.5: Darstellung eines Ortungseinsatzes auf einer Planspielplatte	107
Abbildung 6.6: Feldtest mit mobiler IT auf dem THW-Übungsgelände in Hoya.....	108
Abbildung 7.1: Entwurf eines optimierten Prototyps (Integration von interaktiven SOPs und digitaler Lagekarte)	117
Abbildung 7.2: Hierarchische Darstellung von Einsatz-Objekten und deren SOPs.....	118
Abbildung 7.3: Eine mögliche Darstellung des WFMS auf einem mobilen Endgerät	119
Abbildung 10.1: Ursache-Wirkungs-Diagramm zur Identifikation von Anforderungen an eine Methode zur Berechnung des optimalen Fluchtwegs aus einer U-Bahn-Station.....	145
Abbildung 10.2: Beispiel einer Taschenkarte des THW zur Führung und Lagedarstellung ...	149
Abbildung 10.3: Beispiel einer der interaktiven SOP angehängten PDF-Datei.....	150
Abbildung 10.4: HTML-JavaScript-basierter SOP-Demonstrator	151
Abbildung 10.5: Modell einer Test-SOP (Kurzfassung) zur Verifizierung des Prototyps	157
Abbildung 10.6: Protokoll für den Thinking-Aloud-Test (erste Evaluationsstufe).....	161

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Typische Qualitätsmerkmale von Software	14
Tabelle 2.2: Klassifizierung eines Schadensereignisses.....	17
Tabelle 3.1: Anforderungen an ein WFMS für die zivile Gefahrenabwehr	45
Tabelle 3.2: Aus dem Prozessmodell identifizierte Führungsprozesse.....	63
Tabelle 5.1: Beispiel einer automatischen Einsatzdokumentation.....	92
Tabelle 6.1: Ergebnisse des Thinking-Aloud-Tests	110
Tabelle 6.2: Erkenntnisse aus der Planspielübung.....	110
Tabelle 6.3: In der Evaluation identifizierte Zielgruppen für interaktive SOPs.....	113
Tabelle 10.1: Auszug aus dem Anforderungskatalog zur Auswahl und Optimierung einer Methode zur Bestimmung des optimalen Fluchtwegs aus einer U-Bahn-Station.....	146
Tabelle 10.2: Mögliche Kriterien zur Bewertung der Qualität eines Prozessmodells	148
Tabelle 10.3: Standards für die Evaluation	160

Verwendete Abkürzungen

API	A pplication P rogramming I nterface
ASH	A bstützs Y stem- H olz
BMBF	B undes m inisterium für B ildung und F orschung
BMI	B undes m inisterium des I nnern
BPEL	B usiness P rocess E xecution L anguage
BPM(N)	B usiness P rocess M odelling (and N otation)
BOS	B ehörden und O rganisationen mit S icherheitsaufgaben
DAO	D ata A ccess O bject
DeGEval	D eutsche G esellschaft für E valuation
DGQ	D eutsche G esellschaft für Q ualität
DPMO	D efects P er M illion O pportunities
EAL	E insatz a bschnitt s leiter
EFQM	E uropean F oundation for Q uality M anagement
EGS	E insatz- G erüst s ystem
EPK	E reignis g esteuerte P rozess k ette
ERM	E ntity R elationship M odel
ExBa	E xcellence B arometer
FMEA	F ehler m öglichkeiten- und E influss a nalyse
FwDV	F euer w ehr- D ienst v orschrift
GUI	G raphical U ser I nterface
IDEF	I ntegrated D efinition
I-LOV	I ntelligentes sicherndes L okalisierungssystem für die R ettung und B ergung von V erschütteten
IKT	I nformations- und K ommunikation t echnologie
IR	I nfrarot (Ortung t echnologie)
KRITIS	K ritische I nfrast r uktur
KVP	K ontinuierlicher V erbesserungs p rozess
MVM	M ünchener V orgehens m odell

NPO	Non-Profit-Organisation
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ORM	Objektrelationales Mapping
OSGi	Open Services Gateway initiative
PDCA	Plan-Do-Check-Act
POJO	Plain Old Java Object
QFD	Quality Function Deployment
QMS	Qualitätsmanagementsystem
RHKM	Ruf-Horch-Klopf-Methode
RHT	Rettungshunde-Team
SADT	Structured Analysis and Design Technique
SE	Schadenelement
SK	Schadenskonto
SKK	Ständige Konferenz für Katastrophenvorsorge und Katastrophenschutz
SOP	Standard Operating Procedure
SOPHIE	Standard Operating Procedures Hierarchical Information Exchanger
SPC	Statistical Process Control
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threads
THW	Technisches Hilfswerk
UEA(L)	Untereinsatzabschnitt(sleiter)
UML	Unified Modeling Language
WF	Workflow
WWF	Windows Workflow Foundation
WFMS	Workflowmanagementsystem
XML	Extensible Markup Language

1 Einleitung

Seit der Einführung der Statistischen Prozessregelung in den 1930er-Jahren unterliegt das Qualitätsmanagement (QM) einem ständigen Wandel [PfSc07, S.16-33]. Kontinuierlich werden neue Methoden zur Qualitätssicherung entwickelt oder aus anderen ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen übernommen (SPC, Quality Function Deployment, FMEA u. v. m.) und zu neuen Managementkonzepten (z. B. Null-Fehlerstrategie, Kaizen) zusammengefügt, vgl. [Pfei01]. Seit der großflächigen Verbreitung des Total Quality Management und Six Sigma wird in Teilen sogar von einer „QM-Philosophie“ gesprochen, die nicht nur einen Methodenkoffer bereitstellt und das Qualitätsmanagement in die Verantwortung nimmt, sondern eine neue Art zu denken propagiert. Ziel ist es, ein Qualitätsbewusstsein in der gesamten Organisation zu schaffen, von der Geschäftsleitung bis zum Arbeiter bzw. Angestellten einer jeden Abteilung. Nachdem der Mehrwert des QM nicht nur im Maschinenbau, der Elektrotechnik und der Automobilindustrie erkannt wurde, findet QM immer weitere Verbreitung, sowohl regional als auch über verschiedene Branchen hinweg (produzierende Industrie, Dienstleister, Softwarehäuser). Durch seine positiven Effekte nimmt die Bedeutung des Qualitätsmanagements in fast allen Organisationen zu [PfSc07]. Dazu zählen ebenso gemeinnützige Organisationen, die öffentliche Verwaltung und Krankenhäuser sowie seit einigen Jahren auch einzelne Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS), vgl. [DGQ05], [FFQM10], [DGQ11]. Die vorliegende Dissertation soll zu dieser Entwicklung einen Beitrag leisten und die „Philosophie“ des Qualitätsmanagements in der Domäne der zivilen Gefahrenabwehr weiter verbreiten. Die Motivation hierzu, die Ziele, die mit dieser Arbeit verfolgt werden, sowie die wissenschaftliche Vorgehensweise werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.

1.1 Motivation zu dieser Arbeit

„Seit dem 11. September 2001 ist vor allem die Bedrohung durch den internationalen Terrorismus die Haupttriebfeder staatlicher Schutz- und Sicherheitsanstrengungen“, beginnt das Bundesministerium des Innern (BMI) eine Gefährdungsanalyse zum Schutz Kritischer Infrastrukturen [BMI09]. Seit den Terroranschlägen 2001 in New York, 2004 in Madrid und 2005 in London haben die von Menschen verursachten Katastrophen eine neue Dimension der Gewalt und Zerstörung erreicht. Bei der Zerstörung des World Trade Centers starben fast 3.000 Menschen. Der Anschlag auf Madrid forderte 191 Opfer, die Serie von Bombenexplosionen in Londoner U-Bahnen noch einmal 50. Weitere Terroranschläge ereigneten sich in Bali, Istanbul, Moskau, Beslan und anderen Orten [WWW08b]. Im Rahmen einer volkswirtschaftlichen Betrachtung zeigt Schneider zudem auf, dass Terroranschläge nicht nur Menschenleben kosten, sondern auch immensen finanziellen Schaden anrichten [Schn11]. Die Anzahl der religiös oder politisch motivierten Anschläge, die auf eine „Schwächung oder Zer-

störung“ der westlichen Welt abzielen, habe sich weltweit von 208 in 2003 auf über 700 im Jahr 2007 erhöht. In vielen Fällen konnte Schneider eine Veränderung des Ausgabenverhaltens beobachten, einen Kursverfall von Aktien, Produktivitätsverluste, eine Erhöhung von Versicherungsprämien etc.

Über Terroranschläge hinaus kommt es zu technischen Unfällen und menschlichem Versagen wie bei der Reaktorkatastrophe in Fukushima oder dem Einsturz des Kölner Stadtarchivs, vgl. [WWW11a], [BBK09], [WWW10b]. Aber auch neue Technologien, wie z. B. Photovoltaikanlagen, stellen Rettungskräfte vor große Herausforderungen. Wegen der Gefahr durch Stromschläge können Gebäude mit Solaranlagen auf dem Dach bei Bränden oft nicht gelöscht werden [WWW10c]. Darüber hinaus wird die Erde mit immer mehr Naturkatastrophen größeren Ausmaßes konfrontiert. Deutschland sei vor allem von Wetterextremen, wie schweren Stürmen oder Starkniederschlägen betroffen, so das BMI weiter, „der wissenschaftlich untermauerte und in seinen Auswirkungen immer stärker zu spürende Klimawandel wird die Weltgemeinschaft zukünftig langfristig und intensiv beschäftigen“ [BMI09]. Das Rote Kreuz berichtet, die Zahl der durch den Klimawandel verursachten Naturkatastrophen habe sich innerhalb von 20 Jahren (1988 bis 2008) verdoppelt, dies bedeute ca. 400 schwere Überschwemmungen, Stürme und Hitzewellen pro Jahr [WWW08a].

Die Einsatzbereitschaft und Effektivität der zivilen Gefahrenabwehr war schon immer ein wichtiger Bestandteil der Gesellschaft, dennoch ist die Bedeutung dieser Domäne seit Beginn des 21. Jahrhunderts stark gewachsen – zumindest rückt der Schutz der öffentlichen Sicherheit immer stärker in den Fokus der Politik und der Bevölkerung. Seit 2007 ist die Sicherheitsforschung als Schwerpunkt im siebten EU-Forschungsrahmenprogramm fest verankert. Die Europäische Union investiert seitdem mehrere Milliarden Euro in die Forschung und Entwicklung neuer Technologien und Lösungen zur Prävention und Beseitigung von Gefahren durch Terrorismus, Kriminalität und Naturkatastrophen [WWW07]. Auf dem 6. Europäischen Bevölkerungs- und Katastrophenschutzkongress im September 2010 betonte die EU-Kommissarin für humanitäre Hilfe und Krisenschutz Kristalina Georgiewa die Bedeutung des Katastrophenschutzes. Die EU habe in den vergangenen zehn Jahren einen deutlichen Anstieg an Naturkatastrophen registriert. Dies betreffe sowohl die Häufigkeit als auch den daraus resultierenden finanziellen Schaden sowie den personellen Aufwand. Gleichzeitig müssen BOS zukünftig jedoch mit weniger Ressourcen auskommen. Staatssekretär Fritsche vom BMI forderte indes eine Verbesserung bestehender Verfahren sowie eine organisations- und länderübergreifende Zusammenarbeit. Wolf-Dieter Lukas vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) stellte auch die Bedeutung der deutschen Sicherheitsforschung als Beitrag zum EU-Forschungsprogramm heraus. Das BMBF hat seit 2007 im Rahmen des Sicherheitsforschungsprogramms 235 Millionen Euro für die Entwicklung innovativer Technologien, Erforschung neuartiger organisatorischer Konzepte und die Definition von Handlungsstrategien bereitgestellt [WWW11b].

Um den hohen Anforderungen an die zivile Gefahrenabwehr gerecht zu werden, werden hier bereits viele ingenieurwissenschaftliche Methoden angewendet (z. B. Tragwerkslehre, Statik-Berechnungsverfahren, Simulationen, Thermodynamik, Strömungslehre). Diese Methoden haben sich nicht nur in der Domäne des Maschinenbaus bewährt, sondern auch beim Brandschutz, der Gebäudeeinsturzüberwachung oder der Planung von Großveranstaltungen (vgl. [GHM01], [KatS261], [Hoss09] u. a.). So können zum Beispiel numerische Strömungsberechnungsverfahren für Gase und Flüssigkeiten auch dazu genutzt werden, um Personenströme zu beschreiben und die Evakuierung von Gebäuden zu modellieren, da sich Menschenmengen bei hoher Dichte ähnlich bewegen wie Flüssigkeiten [ZZL09]. Um aber auch die zukünftigen Herausforderungen in der zivilen Gefahrenabwehr bewältigen zu können, das heißt

- größere, länger andauernde und komplexere Rettungseinsätze,
- Probleme aber auch Möglichkeiten durch Einsatz neuer Technologien (z. B. Gefahr durch Photovoltaikanlagen, vgl. [WWW10c], oder aber Unterstützung durch verbesserte Ortungstechnologien, vgl. [HKR11]),
- häufigere Naturkatastrophen größeren Ausmaßes,
- weniger zur Verfügung stehende Ressourcen,

müssen neue Konzepte entwickelt bzw. die bestehenden optimiert werden (vgl. Technischer Bericht von Lang zur Zukunft der Feuerwehrtechnik [Lang10, S. 17-19, 40, 46]). Zu diesem Zweck soll in dieser Arbeit untersucht werden, inwieweit eine Übertragung von Methoden und Konzepten des Qualitätsmanagements aus der „klassischen“ Anwendungsdomäne auf die Domäne der zivilen Gefahrenabwehr möglich und hilfreich ist. Aufbauend auf Armin Töpfers Abhandlung über die „7 Missverständnisse und die 7 Erfolgsfaktoren des Qualitätsmanagements“ [Töpf10], soll in dieser Dissertation gezeigt werden, dass QM ebenso wie in Industrieunternehmen nicht nur Kosten erzeugt, sondern auch in der zivilen Gefahrenabwehr positive Veränderungen in der Organisation vorantreibt und eine reale Unterstützung im Einsatz bietet. Tatsächlich gibt es bereits einige praktische Anwendungsbeispiele von Qualitätsmanagementsystemen in der zivilen Gefahrenabwehr. Darüber hinaus existieren hier jedoch, wie in Abschnitt 2.2 ausführlicher gezeigt wird, viele weitere, ungenutzte Potentiale für die Anwendung von QM.

1.2 Zielsetzung

Die Auflistung potentieller Methoden und Konzepte des QM, deren Anwendung in der zivilen Gefahrenabwehr grundsätzlich plausibel erscheint, beschreibt das Potential dieses Themas und damit auch die Motivation zu dieser Forschungsarbeit. Es muss jedoch im Einzelnen untersucht werden, welche dieser Methoden bzw. Konzepte tatsächlich für die zivile Gefahrenabwehr geeignet sind und dort einen realen Mehrwert erzeugen können. Da eine vollständige Bewertung aller potentiellen Methoden und Konzepte in nur einer Arbeit nicht

möglich ist, soll hier stattdessen ein generelles Vorgehensmodell zur Überführung von Methoden und Konzepten aus den klassischen Ingenieurwissenschaften in die zivile Gefahrenabwehr entwickelt werden, auf dessen Grundlage weitere Untersuchungen erfolgen können. Ein fundiertes Vorgehensmodell ist sehr wichtig, da viele Beispiele und Veröffentlichungen (z. B. [Hach05, S. 30] und [Lenk98, S. 159-181]) zeigen, dass Methoden nicht unreflektiert von einer Anwendungsdomäne in eine andere übertragen werden sollten, sondern den individuellen Rahmenbedingungen angepasst werden müssen. Das erarbeitete Vorgehensmodell wird anschließend auf ein konkretes Fallbeispiel angewendet, um in dieser Arbeit

1. exemplarisch den Nutzen von QM in der zivilen Gefahrenabwehr nachzuweisen und
2. eine Aussage über die Eignung und Angemessenheit des Vorgehensmodell für die Bewertung der Übertragbarkeit weiterer Methoden und Konzepte machen zu können (Abbildung 1.1, horizontal).

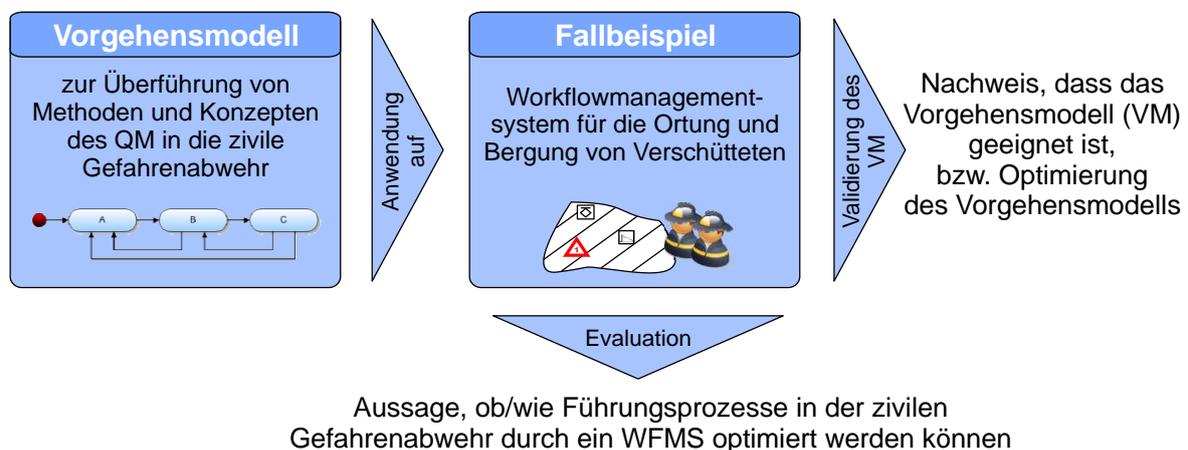


Abbildung 1.1: Ziele dieser Arbeit

Quelle: Verfasser

Fallbeispiel „Ortung und Bergung von Verschütteten“

Bei Rettungseinsätzen sind Führungskräfte oft einem hohen Stresspegel ausgesetzt. Entscheidungen müssen unter hohem Zeitdruck gefällt werden und obwohl die Einsätze zunehmend komplexer werden, stehen den Verantwortlichen oft zu wenige Informationen zur Verfügung oder sie leiden unter einer regelrechten Informationsflut. Daher sind Führungskräfte häufig auf eine Entscheidungsunterstützung und standardisierte Vorgehensmodelle angewiesen [GCVH+03, S. 240], [FEMA99, S. 2-8]. Bei seltenen Einsätzen kommt erschwerend hinzu, dass die Führungskräfte manchmal selbst nur über geringe spezifische Einsatzerfahrung verfügen. Dies betrifft vor allem Mitglieder ehrenamtlicher Einrichtungen, die nur an wenigen realen Einsätzen teilnehmen, z. B. des Technischen Hilfswerks (THW). Eine der

wichtigsten Aufgaben des THW ist die Ortung und Bergung² von Verschütteten nach einem Gebäudeeinsturz. Dieses Szenario ereignet sich in Deutschland nur wenige Male pro Jahr³, sodass die meisten THW-Zugführer⁴ gar keine Einsatzerfahrung haben oder maximal einen Einsatz selbst miterlebt haben. Diese Einsätze sind zwar selten, führen aber immer wieder zu hohem Sachschaden und fordern oftmals Menschenleben.⁵

In vielen Unternehmen werden heute Workflowmanagementsysteme (WFMS) als Werkzeug zur Prozessoptimierung eingesetzt. Aus diesem Grunde wurde im Forschungsprojekt I-LOV untersucht, ob auch die Führungsprozesse durch ein WFMS unterstützt werden können bzw. wie dieses WFMS gestaltet sein sollte.⁶ Diese Fragestellung wird im Rahmen dieser Dissertation als Arbeitshypothese beschrieben:

Hypothese: Die Führungsprozesse des THW bei der Ortung und Bergung von Verschütteten nach einem Gebäudeeinsturz lassen sich durch Etablierung eines Workflowmanagementsystems optimieren.

Zur Verifizierung dieser Hypothese soll auf Grundlage einer detaillierten Analyse der domänenspezifischen Rahmenbedingungen ein Prototyp eines WFMS für die zivile Gefahrenabwehr entwickelt werden, der als Werkzeug für eine umfangreiche Evaluation genutzt werden kann. Durch die Evaluation dieses Prototyps kann dann eine Aussage darüber getroffen werden, ob, und wenn ja, wie Führungsprozesse in der zivilen Gefahrenabwehr durch ein WFMS optimiert werden können (Abbildung 1.1, vertikal).

1.3 Vorgehen

Die Abbildung 1.2 fasst den Aufbau und das Vorgehen in dieser Arbeit stichpunktartig zusammen. Um diese Arbeit in den aktuellen Stand von Forschung und Anwendung einordnen zu können, wird in Kapitel 2 zunächst die Ausgangssituation beschrieben. Dies umfasst einerseits die Entwicklung des Qualitätsmanagements im 20. und frühen 21. Jahrhundert, andererseits den Aufbau und die Charakteristika der zivilen Gefahrenabwehr. Es wird ausführlich dargelegt, in welchem Ausmaß QM in der zivilen Gefahrenabwehr bereits Anwendung findet und welches Potential noch zu untersuchen ist. Um dieses Potential nutzen zu können, wird

² Das THW spricht bei Rettungseinsätzen i. d. R. von „bergen“ – bei lebendigen sowie bei toten Personen; vgl. DIN 14011, Kapitel 3.2.2.9.

³ Bei zurzeit 66 THW-Ortsverbänden wird jeder einzelne Verband im Durchschnitt nur alle fünf bis zehn Jahre zu einem solchen Einsatz angefordert.

⁴ Für sämtliche Definitionen taktischer bzw. Führungseinheiten und -verbände von Feuerwehr und THW sei auf die Norm DIN 14011, Kapitel 3.6.4 ff. verwiesen.

⁵ vgl. z. B. Gebäudeeinstürze in Gladbeck, 2008, Teltow, Wittenberge und Köln, 2009, Erdbeben in Haiti 2010, Kolumbien 2011 oder Spanien 2012

⁶ Die in „I-LOV“ vom Verfasser dieser Arbeit erzielten Ergebnisse werden als Teil dieser Dissertation vorgestellt.

in Abschnitt 2.3 das Vorgehensmodell zur Überführung von Methoden und Konzepten des QM in die zivile Gefahrenabwehr entwickelt.

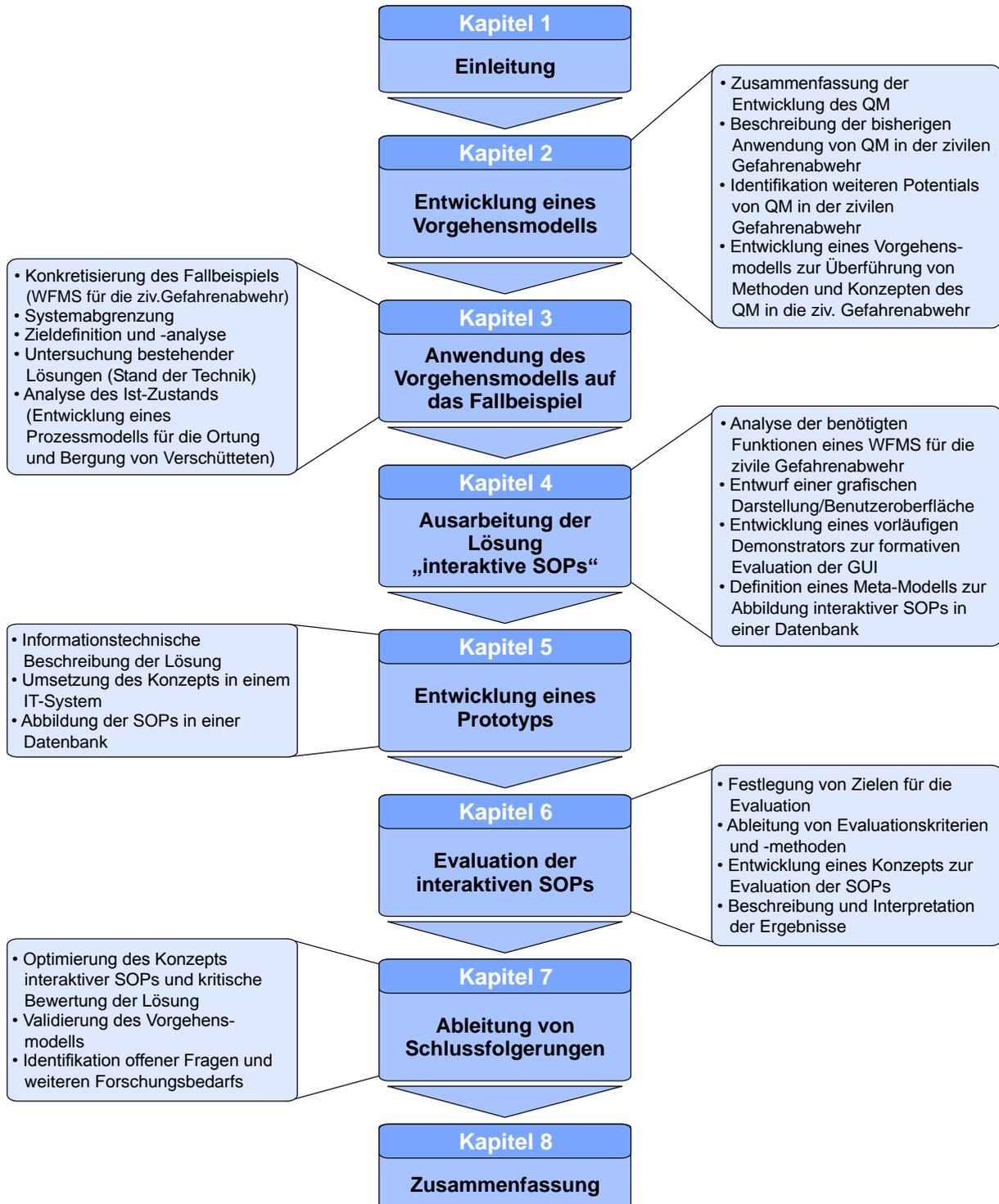


Abbildung 1.2: Aufbau der Arbeit

Quelle: Verfasser

Die Anwendung des Vorgehensmodells auf das oben beschriebene Fallbeispiel beginnt in Kapitel 3 und wird in Kapitel 7 abgeschlossen. Die Gliederung der folgenden Kapitel ergibt sich folglich aus dem Vorgehensmodell (detaillierte Beschreibung erfolgt in Abschnitt 2.3.3). Kapitel 3 umfasst die Grobplanung, d. h. die Systemabgrenzung, Zieldefinition und -analyse sowie eine Untersuchung des Stands der Technik zur Optimierung von Führungsprozessen. Da sich im späteren Verlauf zeigen wird, dass sich keine der bestehenden Lösungen als geeignet oder leicht modifizierbar erweist, ist eine neue Lösung zu entwickeln. Hierbei handelt es sich um sogenannte „interaktive SOPs“, eine auf die zivile Gefahrenabwehr zugeschnittene Art eines WFMS (vgl. Abschnitt 3.3). Für das konkrete Fallbeispiel „Ortung und Bergung von Verschütteten“ werden die Prozesse des THW in einem Prozessmodell abgebildet und die Führungsprozesse identifiziert (Analyse des Ist-Zustands). Auf Grundlage einer Analyse der benötigten Funktionen eines WFMS für die zivile Gefahrenabwehr wird im Kapitel 4 ein detailliertes Soll-Konzept für den Lösungsansatz „interaktive SOPs“ ausgearbeitet. In diesem Kapitel werden ausführlich die Funktionen, die Darstellung und der Aufbau von interaktiven SOPs beschrieben. Die technische Umsetzung des Konzepts in einem IT-System und die Abbildung der SOPs in einer Datenbank erfolgen in Kapitel 5. Durch die Evaluation des Prototyps in Kapitel 6 sollen zum einen die Erkenntnisse gewonnen werden, ob und wie Führungsprozesse in der zivilen Gefahrenabwehr durch ein WFMS optimiert werden können, und zum anderen Verbesserungspotentiale identifiziert werden, um das WFMS weiter zu optimieren. Hierfür werden Evaluationskriterien und -methoden ausgewählt und in ein Evaluationskonzept integriert. Die Beschreibung und Interpretation der Ergebnisse bilden das Fundament für weitere Schlussfolgerungen. In Kapitel 7 wird das Konzept interaktiver SOPs einer weiteren Optimierung und anschließend einer kritischen Bewertung unterzogen.

Nach Abschluss des Fallbeispiels kann auch eine Aussage über die Eignung und Angemessenheit des Vorgehensmodells für die Überführung von Methoden und Konzepten des QM in die zivile Gefahrenabwehr gemacht werden. Mit einer Zusammenfassung aller wesentlichen Ergebnisse und der daraus gewonnenen Erkenntnisse schließt das Kapitel 8 diese Dissertation ab.

2 Anwendungsdomänen des Qualitätsmanagements

Das Qualitätsmanagement umfasst alle „aufeinander abgestimmte Tätigkeiten zum Leiten und Lenken einer Organisation bezüglich Qualität“ [ISO9000, Abschnitt 3.2.8]. Es ist ein interdisziplinär ausgerichtetes Instrument zur Sicherung und Verbesserung der Qualität von Produkten, Prozessen und Systemen (allgemein „Einheiten“). Das QM bedient sich Methoden und Konzepten verschiedener Ingenieurwissenschaften (FMEA, Prozessanalyse u. a.), aber auch der Statistik (SPC, Pareto-Analyse), der Organisationswissenschaften (Kaizen, Kanban, Prozessmanagement), des Informationsmanagements (WFMS), der Psychologie (Motivation) und der Systemtechnik (Nutzwertanalyse). Die folgenden Abschnitte geben eine Zusammenfassung der Entwicklung des QM über verschiedene Branchen hinweg bis zu den Einsatzmöglichkeiten von QM in der zivilen Gefahrenabwehr. In Abschnitt 2.2 werden die besonderen Charakteristika dieser Domäne beschrieben und der Begriff „Qualität“ in diesem Kontext näher erläutert. Anhand von Beispielen, Veröffentlichungen, Interviews und Fachvorträgen werden der Bedarf, der aktuelle Stand der Anwendung sowie das Potential von QM in der zivilen Gefahrenabwehr aufgezeigt. Zur weiteren Erforschung und Realisierung dieses Potentials wird in Abschnitt 2.3 ein Vorgehensmodell zur Überführung von Methoden und Konzepten des QM in die zivile Gefahrenabwehr entwickelt.

2.1 Entwicklung des Qualitätsmanagements

Die Entwicklung des Qualitätsmanagements umfasst sowohl die Integration und Weiterentwicklung von Methoden und neuen Managementkonzepten als auch die Verbreitung des Qualitätsbewusstseins über verschiedene Anwendungsdomänen hinweg. Hatte das QM noch seinen Ursprung in Industrieunternehmen wie dem Maschinenbau, wird es heute auch in vielen IT-Unternehmen, bei Dienstleistern und in anderen Organisationen eingesetzt. Das QM wurde in den letzten hundert Jahren von einer Vielzahl von Personen (Wissenschaftler wie Anwender) vorangetrieben. Auch viele kulturelle, geschichtliche und politische Rahmenbedingungen haben Einfluss auf die Entwicklung genommen [PfSc07, S. 16]. Eine vollständige Zusammenfassung ist daher kaum möglich. Stattdessen sollen die wichtigsten Veränderungen im 20. Jahrhundert aufgezeigt werden, um den kontinuierlichen Wandel des QM zu verdeutlichen (Abbildung 2.1).

Während bis zur Industrialisierung im Handwerk noch jedes Produkt einzeln gefertigt und durch den Meister oder die Zunft kontrolliert wurde (100%-Prüfung), war dies mit dem Beginn der Massenproduktion zum Ende des 19. Jahrhunderts nicht mehr möglich. Die Massenproduktion erforderte eine Arbeitsteilung, so dass nicht mehr jeder Mitarbeiter für sein eigenes Produkt verantwortlich war, sondern nur noch einen Teil der Prozesskette darstellte. Die Warenausgangsprüfung erfolgte meist stichprobenartig durch einen Qualitätskontrollleur. Die Produkte wurden nach guten bzw. schlechten Teilen unterschieden, um zu verhin-

dem, dass fehlerhafte Ware ausgeliefert wird. Die nicht akzeptablen Erzeugnisse wurden aussortiert. Dieses Verfahren war aber erstens sehr teuer (hohe Ausschussquoten) und zweitens führte die Trennung von Produktion und Kontrolle zu einem Mangel an Qualitätsbewusstsein. Mit zunehmender Konkurrenz waren die Industrieunternehmen gezwungen, die Kosten für Fehlproduktion zu senken und ihre Produktion an den Anforderungen der Kunden auszurichten, die wiederum höhere Qualität forderten [KASW07, S. 548 ff.]. Aus diesen Gründen wurde die Prüfung in den Prozess hinein verlegt, d. h. es wurden nicht nur das fertige Produkt am Warenausgang geprüft, sondern auch die Zwischenergebnisse in der Produktion. Walter A. Shewhart trieb in den 1930er-Jahren wesentlich die Statistische Prozessregelung (SPC) voran, welche zwei revolutionäre Grundsätze verfolgte: Prüfung der Produktionsprozesse statt der fertigen Endprodukte, d. h. Fehlervermeidung statt -beseitigung, und Regelung der Prozesse auf Grundlage statistischer Berechnungsverfahren; vgl. [Pfei01, S. 501-506] nach [Shew31]. Hierzu wurde verstärkt auf die Partizipation der Mitarbeiter gesetzt und die Werker selbstprüfung wieder eingeführt. Dadurch konnten zwar die Qualität gesteigert und die Fehlerkosten deutlich reduziert werden, doch schon bald kamen führende QM-Vertreter zu der Erkenntnis, dass Fehler nicht nur in der Produktion entstehen, sondern bereits in der Planung und Entwicklung. Aus dieser Einsicht heraus wurden zunächst Qualitätsplanungs- und Risikobewertungsmethoden wie die FMEA eingeführt, in den 1980ern entstand dann ein neuer, systematischer Qualitätsmanagementansatz. Qualität ist nicht länger nur die Aufgabe der Produktion, sondern der gesamten Organisation; Qualität bezieht sich nicht nur auf Produkte, sondern auch auf die Prozesse und Workflows, das Personal und die Lieferanten einer Organisation (Total Quality Management), vgl. [ISO9000], [ISO9001], [Pfei01, S. 5-30], [Roth04, S. 38-62]. [PfSc07, S. 16-33], [Zoll11, S. 28]

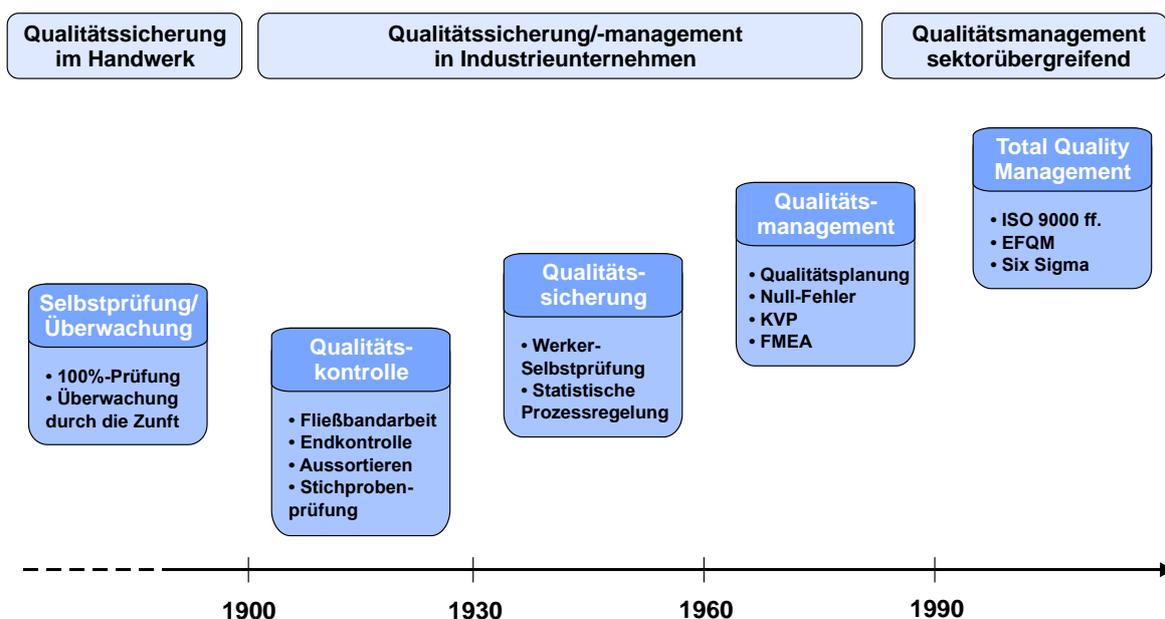


Abbildung 2.1: Entwicklung des Qualitätsmanagements

Quelle: Verfasser nach [Zoll11, S. 27]

2.1.1 QM in Industrieunternehmen

Als W. E. Deming das Potential der angewandten Statistik, der SPC, eines kollektiven Qualitätsbewusstseins und des PDCA-Zyklus (plan-do-check-act) Anfang der 50er-Jahre in Japan verbreitete, erhielt er dort große Aufmerksamkeit [PfSc07, S. 15-33] nach [Demi86]. Die japanische Industrie erkannte schnell, dass SPC sowohl die Qualität als auch die verfahrenstechnische Ausbeute erhöht und dennoch die Produktionskosten durch Reduzierung von Abfall und Nacharbeit senkt [WeBr91, S. 1 f.], [Pfei01, S. 515-534]. Durch den Einfluss der japanischen Philosophie entstand ein neues Qualitätsbewusstsein: Nicht mehr Ausschuss zu produzieren und diesen anschließend zu korrigieren, sondern erst gar keine Fehler zu machen, war von nun an das Normal – und Fehler eine Abweichung von diesem Normal. Kaoru Ishikawa [Ishi90] entwickelte zu diesem Zweck, aufbauend auf den Lehren Demings, die „7 Quality Control Tools“, die alle Angestellten anwenden sollten: das Ursache-Wirkungs-Diagramm, Entwicklungsdiagramm, Verhältnisdiagramm, Verlaufdiagramm, Histogramm, Pareto-Diagramm und die Qualitätsregelkarte. Um Fehler nicht zu wiederholen, wurde ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess implementiert. Das Konzept der kontinuierlichen Verbesserung wurde aus der japanischen Philosophie des Kaizen abgeleitet und in leicht abgewandelter Form in Europa und den USA eingeführt [Imai93, S. 15 ff.]. Ziel ist die fortwährende Steigerung der Kundenzufriedenheit – dazu zählen sowohl externe als auch unternehmensinterne Kunden – und die kontinuierliche Verbesserung aller Leistungen und Tätigkeiten im Unternehmen unter Einbeziehung aller Mitarbeiter. Wie der Name bereits ausdrückt, handelt es sich beim kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP) nicht um eine absolute Größe, sondern um ein „moving target“ mit immer wieder höher definierten Zielen. Er strebt einen Zielzustand an, der niemals erreicht werden kann, solange die Kundenanforderungen gleichermaßen steigen. Das Konzept der kontinuierlichen Verbesserung findet sich ebenfalls in der Total-Quality-Management-Initiative des Null-Fehler-Programms wieder. Fehler seien weder normal noch gebe es eine akzeptable Fehlerquote. Ein ähnliches Konzept beinhaltet das Qualitätsprogramm „Six Sigma“. Es rückt ein wenig von der extremen Forderung „null Fehler“ ab, jedoch wird eine Fehlerquote definiert, die dem sehr nahe kommt. Ziel des Six-Sigma-Programms ist eine maximale Fehlerquote von 3,4 Defects Per Million Opportunities (DPMO). [Pfei01, S. 30-39], [PfSc07, S. 15-33], [Freh94, S. 108-111]

Um Fehler im Vorhinein auszuschließen, wird auch die Planung und Entwicklung von Produkten und Prozessen immer häufiger durch Methoden und Werkzeuge des QM unterstützt, z. B. das Quality Function Deployment (QFD), die Fehlerbaumanalyse, Fehlerfortpflanzungsrechnung und Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA). Die Qualität von Zulieferteilen wird durch ein strategisches Beschaffungsmanagement und eine regelmäßige Lieferantenbewertung, -auditierung und -entwicklung gesichert. [Pfei01, S. 312-409, 458-476]

2.1.2 QM in Dienstleistungsunternehmen

Der Aufbau des QM-Systems eines Dienstleisters (tertiärer Sektor) orientiert sich i. d. R. an denselben Standards wie das QM-System eines Industrieunternehmens (z. B. ISO 9001). Allerdings sind Dienstleistungen im Gegensatz zu Sachgütern immaterielle, d. h. nicht greifbare oder vermessbare Güter. Eine einheitliche Definition des Begriffs „Dienstleistung“ gibt es nach Schlick und Rochhold (in [PfSc07, S. 943]) bislang nicht, in der einschlägigen Literatur werden meist nur Charakteristika einer Dienstleistung genannt: Gemäß dem „Uno-actu-Prinzip“ fallen Produktion und Konsumption einer Dienstleistung zeitlich zusammen, daher sind sie z. B. nicht teilbar, transportfähig, lagerfähig oder konservierbar [PfSc07, S. 943]. Bei der Dienstleistungserstellung wird häufig auch der Leistungsnehmer oder zumindest eines seiner Verfügungsobjekte eingebunden (Integration externer Faktoren). Dies führt zu einer großen Heterogenität in der Produktion, da Leistungen bei jedem Auftrag kunden- oder objektspezifisch neu erstellt werden müssen und daher nur bedingt standardisiert werden können. In der Praxis ist eine exakte Abgrenzung zwischen dem zweiten (industriellen), und dritten Sektor jedoch oft schwierig, da Sachgüter nicht selten mit einer zusätzlichen Leistung verkauft werden und Dienstleistungen i. d. R. materielle Produkte verwenden, verbrauchen oder verarbeiten. [Bruh11, S. 19-24], [MeBr06, S. 67 f.], [PfSc07, S. 943 f.]

Nach dem Uno-actu-Prinzip können fehlerhafte Leistungen nicht im Rahmen einer Ausgangskontrolle aussortiert, sondern bestenfalls nachgebessert werden. Daher ist für Dienstleistungsunternehmen die Qualitätsvorausplanung, d. h. die Fehlervermeidung in der Entwicklung, noch wichtiger als für Industrieunternehmen. Hier können – an die Dienstleistungsentwicklung angepasst – die bereits bekannten Methoden Quality Function Deployment [Pfei01, S. 314-320] und Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse [Pfei01, S. 394-409] eingesetzt werden [Bruh11, S. 207, 312 f.]. Ein weiteres Verfahren zur Qualitätssicherung von Dienstleistungen ist das Service Blueprinting, mit dem Prozesse aus Kundensicht analysiert werden können [Ever97; S. 94-97], [Flie09]. In Ergänzung zu anderen Prozessmodellen wird hier zusätzlich die Intensität der Kundenintegration im Dienstleistungsprozess abgebildet.

Die Qualität einer Dienstleistung ist auf Grund der oben genannten Charakteristika schwieriger zu bewerten als die eines materiellen Produktes. Sie wird nicht nur anhand eines vermessbaren Ergebnisses, sondern vielmehr von der kundenspezifischen Erwartungshaltung bestimmt. Daher unterscheiden die meisten Autoren zwischen der objektiv mess- bzw. bewertbaren Qualität (z. B. Reaktionszeit, Durchlaufzeit, Verfügbarkeit) und der vom Kunden subjektiv wahrgenommenen Qualität (z. B. Ambiente, Freundlichkeit und Hilfsbereitschaft des Personals), vgl. [PfSc07, S. 944], [Bru11, S. 39 f.] u. a. Die subjektive Qualitätsbewertung beruht auf einem Vergleich der erwarteten zur erbrachten Leistung. Individuellen Bedürfnissen und Erfahrungen entsprechend kann die Qualität ein und derselben Leistung somit unterschiedlich bewertet werden (z. B. die vom Kunden *empfundene* Reaktionszeit). Im Laufe

der Jahre haben sich mehrere Ansätze zur Bewertung der Qualität einer Dienstleistung entwickelt. Hier sei u. a. auf das Qualitätsmodell von Donabedian (Unterscheidung von Potential-, Prozess- und Ergebnisqualität), die Qualitätsdimensionen von Zeithaml et al. (Zuverlässigkeit, Entgegenkommen, Vertrauenswürdigkeit, Erreichbarkeit etc.) sowie auf das GAP-Modell („Lücken“ zwischen der vom Kunden erwarteten und der vom Anbieter tatsächlich erbrachten Leistung) verwiesen. [PfSc07, S. 944-949], [Bruh11, S. 99-137], [Dona05], [ZBG13, S. 35-45 und 87-92]

2.1.3 QM in IT-Unternehmen

Die Produkte des quartären Sektors (Informations- und Telekommunikationstechnologien) lassen sich in drei Kategorien einteilen:

- Materielle Güter (z. B. PCs, Telefone, Datenträger)
- Immaterielle Güter (z. B. Anwendungen, Netzwerke)
- Dienstleistungen (z. B. Installationen, Benachrichtigungen, Schulungen)

Die Produktion materieller Güter wurde in Abschnitt 2.1.1, die Bereitstellung von Dienstleistungen in Abschnitt 2.1.2 bereits thematisiert, sodass im Folgenden nur noch die Entwicklung immaterieller Güter, konkret die Softwareentwicklung, beschrieben werden muss. Das Qualitätsmanagement in IT-Unternehmen bezieht sich zum einen auf das zu entwickelnde Produkt, zum anderen auf die zur Erstellung des Produkts benötigten Prozesse (Datenmodellierung, Programmierung, Softwaretest, Fehlerverfolgung u. a.). [Bart00, S. 25 f., 35 f.]

Softwarequalität lässt sich wie die Qualität jedes materiellen Produktes als die Eignung, festgelegte und vorausgesetzte Anforderungen zu erfüllen, definieren. Diese sollten, ähnlich wie in einem Lasten- oder Pflichtenheft, bei Projektbeginn in einem Software-Qualitätsplan festgeschrieben werden. Diese Dokumentation enthält idealtypisch auch eine Beschreibung des Zielsystems und der Vorgehensweise zur Implementierung, Messung und Bewertung der Ziele bzw. der Zielerreichung. In der ISO/IEC 25010 sind Qualitätsmerkmale definiert, die auf jede Art von Software angewendet werden können (Tabelle 2.1), wobei die Bedeutung der einzelnen Merkmale je nach Software und Einsatzzweck variieren kann. [Bart00, S. 38 f.], [PfSc07, S. 823-843]

Qualitätsmerkmal	Beschreibung
Funktionalität	Vorhandensein eines Satzes von Funktionen mit spezifizierten Eigenschaften (Beschreibung eines Feinkonzepts)
Zuverlässigkeit	Fähigkeit der Software, ihr Leistungsniveau unter festgelegten Bedingungen über einen festgelegten Zeitraum aufrechtzuerhalten (z. B. Erreichbarkeit)
Benutzbarkeit	Aufwand, der zur Benutzung erforderlich ist, und individuelle Beurteilung einer Benutzung durch die vorausgesetzte Gruppe von Benutzern (Usability)

Effizienz	Verhältnis zwischen Leistungsniveau der Software (Performance) und dem Umfang der eingesetzten Betriebsmittel unter festgelegten Bedingungen
Änderbarkeit	Aufwand, der zur Durchführung vorgegebener Änderungen notwendig ist
Übertragbarkeit	Eignung einer Software, von einer Umgebung in eine andere übertragen werden zu können (Portabilität)

Tabelle 2.1: Typische Qualitätsmerkmale von Software

Quelle: Verfasser nach [ISO25010]

Die Maßnahmen zur Sicherung der Softwarequalität lassen sich in drei Kategorien einteilen:

- Organisatorische Maßnahmen
- Konstruktive Maßnahmen
- Analytische Maßnahmen

Die organisatorischen Maßnahmen betreffen vor allem die Einführung und Pflege eines Qualitätsmanagementsystems. Hierzu sei beispielsweise auf die Norm ISO 90003 verwiesen, welche die ISO 9001 um softwarespezifische Anforderungen ergänzt. Ziel der konstruktiven Maßnahmen ist es, potentielle Fehler in der Soft- und Hardware zu vermeiden. Methoden und Werkzeuge sind unter anderem der Qualitätsplan (s. oben), das Konfigurationsmanagement, der Integrations-, Test- und Wartungsplan, die Anforderungsanalyse, das Quality Function Deployment, Rapid Prototyping, FMEA, Datenflussdiagramme und Entity-Relationship-Modelle. Die Unified Modeling Language (UML) hat sich in den letzten Jahren als formale Sprache zur objektorientierten Analyse, Design, Visualisierung und Dokumentation von Software durchgesetzt. Analytische Maßnahmen sollen Fehler aufdecken, um diese beseitigen und eine Aussage über die Qualität des Produktes oder von Teilergebnissen treffen zu können (Verifizierung und Validierung). Verifizierung ist die Überprüfung auf Übereinstimmung mit den Vorgaben; bei der Validierung wird die Software einem umfangreichen Abnahmetest unterzogen. Zu den analytischen Methoden und Werkzeugen zählen Code-Inspektionen oder Code-Walkthroughs, Anforderungs-, Entwurfs- und Testplan-Reviews, Modultests, Black- und White-Box-Tests, Integration-, System- und Feldtests. Statische Analysen können automatisiert Fehler im Quellcode aufdecken, nicht genutzte Funktionen oder Variablen, fehlende Initialisierungen, Deklarationen etc. [PfSc07, S. 823-843]

2.1.4 QM in anderen Organisationen

Neben Industrie-, Dienstleistungs- und IT-Unternehmen existieren noch weitere Organisationen, die zwar formal zum tertiären Sektor zählen, aber auf Grund ihrer Ziele und ihres Leistungsspektrums eine besondere Stellung einnehmen. Dies sind zum Beispiel öffentliche Einrichtungen, Interessensverbände, karitative Einrichtungen, Hilfs- und Rettungsorganisationen, Umwelt-, Natur- und Tierschutzorganisationen u. v. m.

Unternehmen, die einen Total-Quality-Management-Ansatz verfolgen, kennen nicht nur die Anforderungen der Shareholder und der Kunden des Unternehmens, sondern auch die Bedürfnisse der Mitarbeiter, Lieferanten und der Gesellschaft. Bei Non-Profit-Organisationen (NPO) ist diese Sichtweise noch wesentlich stärker ausgeprägt. Das Ziel von NPOs ist nach Stockmann [Stoc06] nicht die Gewinnmaximierung, sondern Wohltätigkeit, Solidarität, Fürsorge, Nachhaltigkeit, Umweltschutz etc. Oft werden mehrere, gleichrangige Ziele verfolgt. Bei vielen Organisationen ist nicht einmal klar abzugrenzen, wer genau der „Kunde“ ist. Der Leistungsempfänger (z. B. von Sozialhilfe oder Stipendien) ist nicht zwangsläufig derjenige, der diese Leistung auch bezahlt (z. B. der Staat). Auch muss der Geldgeber (z. B. die Verwaltung) nicht gleichzeitig Auftraggeber (z. B. Gesetzgeber) sein. Diese verschiedenen Kunden haben oftmals unterschiedliche Bedürfnisse und Interessen, die sich mitunter auch entgegenstehen können. Dies führt zwangsläufig zu einer unterschiedlichen Bewertung der Qualität einer Leistung. Manchmal ist sich der Kunde seiner eigenen, zumindest langfristigen, Bedürfnisse selbst gar nicht bewusst. Stattdessen stehen häufig der Staat, die Umwelt oder die Gesellschaft im Mittelpunkt der Betrachtung. [Stoc06, S. 44-57]

Ein Pflegedienst zum Beispiel kann als klassischer Dienstleister betrachtet werden. Sein Ziel ist nicht die Gewinnmaximierung, aber auf Grund knapper Ressourcen (Mitarbeiter, Finanzen, Benzin etc.) sind viele Pflegedienste zu wirtschaftlichem Handeln verpflichtet.⁷ Einer Studie der Deutschen Gesellschaft für Qualität (DGQ) zufolge, trägt das Qualitätsmanagement maßgeblich zum wirtschaftlich-nachhaltigen Erfolg von Pflegeheimen, Krankenhäusern und anderen Einrichtungen des deutschen Gesundheitswesens bei [DGQ11].

Krankenhäuser sind sogar zur Einführung und Aufrechterhaltung eines QM-Systems verpflichtet. Seyfarth-Metzger et al. zeigen an konkreten Beispielen, dass QM dazu beitragen kann, neben dem Qualitätsniveau eines Krankenhauses auch die Patientensicherheit und Wirtschaftlichkeit zu steigern. Durch eine systematische Gestaltung der Prozesse und Workflows der Kundenbefragung, des Beschwerdemanagements, der Komplikations- und der Infektionserfassung, der Erstellung von Patientenpfaden etc. können die Abläufe verbessert, der Aufwand reduziert und der Nutzen vergrößert werden. [SVK05, S. 757-764]

2.2 QM in der zivilen Gefahrenabwehr

In der Domäne der zivilen Gefahrenabwehr ist das Qualitätsmanagement noch wenig verbreitet oder es wird kontrovers diskutiert. Obwohl die Notwendigkeit von QM in diesem Bereich längst erkannt wurde und es auch schon einige positive Beispiele für die Umsetzung von QM in der zivilen Gefahrenabwehr gibt (vgl. [FFQM10], [WWW12a] u. a.), geht die Einführung von Methoden und Konzepten des QM nur langsam voran. Dies lässt sich vornehm-

⁷ Zusammenfassung von Gesprächen mit dem Caritasverband für das Erzbistum Paderborn am 8.9.2011

lich – wie in anderen Branchen zu Beginn auch – durch Hemmnisse in Form von Unkenntnis, Missverständnissen, sprachlichen Unterschieden und einer fehlenden Vorbildfunktion der obersten Leitung⁸ begründen, vgl. Töpfer [Töpf10]. Schon die Grundbegriffe des QM sind problembehaftet. Begriffe, wie sie in der DIN EN ISO 9000 verwendet werden, bedürfen einer neuen Interpretation, um den Charakteristika dieser Domäne gerecht zu werden. Auch die Frage „Was ist Qualität?“ kann in diesem Kontext nicht ohne Weiteres beantwortet werden. Um diese Hürden zu überwinden, soll im Folgenden die Domäne der zivilen Gefahrenabwehr genauer beschrieben werden, um mögliche „Kunden“ zu identifizieren und einen Ansatz zur Bewertung von Qualität zu finden.

2.2.1 Einordnung der Domäne „zivile Gefahrenabwehr“

Die Ständige Konferenz für Katastrophenvorsorge und Katastrophenschutz (SKK) definiert die Gefahrenabwehr als die Gesamtheit aller „Maßnahmen zur Erhaltung bzw. Wiederherstellung der öffentlichen Sicherheit mit dem Ziel der

- a) Verhütung von Gefahren (Vorbeugung) und
- b) Beseitigung eingetretener Gefahren“.

Die öffentliche Sicherheit umfasst dabei die „Unversehrtheit von Leben, Gesundheit, Ehre, Freiheit und Eigentum der Bürger sowie Funktionsfähigkeit und Bestand des Staates und seiner Einrichtungen“. [SKK06]

Störungen der öffentlichen Sicherheit können durch „ein Naturereignis, technische bzw. organisatorische Fehler oder menschliches Verhalten“ verursacht werden [SKK06]. Sie können nach Jul [Jul07] durch drei wesentliche Merkmale klassifiziert werden: der Art, der Antizipierbarkeit und des Ausmaßes der Gefahr. Gefahren können eine ganze Gesellschaft und ihre Infrastruktur betreffen (z. B. bei einem Erdbeben) oder auf bestimmte Bereiche begrenzt sein (EDV durch Computer-Viren). Sie können vorhersagbar sein (z. B. Unwetter) oder nicht vorhersagbar (Terroranschläge). Gleiches gilt für die Beeinflussbarkeit: Während Naturkatastrophen in vielen Fällen nicht oder nur durch langfristige, technologische oder gesellschaftliche Veränderungen zu vermeiden sind (Beispiel Klimawandel), können Chemie- oder Verkehrsunfälle oft durch sorgfältige Sicherheitsmaßnahmen (z. B. Fahrerassistenzsysteme) verhindert werden.

Das Ausmaß eines Schadensereignisses lässt sich nach Jul durch seine Größe, Reichweite und Dauer einordnen (Tabelle 2.2). Die Größe beschreibt den Umfang, in dem betroffene Personen verletzt, getötet oder in ihrer Lebenssituation beeinträchtigt werden. Die Reichweite

⁸ „Die Unterstützung der obersten Leitung ist unabdingbar“, Zitat von Claudia Welker, Geschäftsführerin der DGQ Weiterbildung, auf der Konferenz „Führungskräfte Forum Qualitätsmanagement – Qualitätsmanagement in Sicherheitsbehörden“

bezieht sich auf die Ausdehnung des sozio-geografischen Schadensgebiets. Die Dauer gibt die Zeit zwischen Eintritt der Störung und ihrer Beseitigung an. Bei einem Unfall bleiben die Kommune und ihre Infrastruktur vollständig funktionsfähig. Die Gefahrenbeseitigung wird selbstständig durchgeführt. Ein Großschadensereignis [DIN13050, Kap. 3.13] betrifft hingegen eine ganze Region mit einer großen Anzahl von Verletzten oder Erkrankten. Die Region und ihre Infrastruktur bleiben weitestgehend intakt, jedoch werden häufig Polizei und Rettungskräfte von umliegenden Städten und Gemeinden um Unterstützung bei der Gefahrenabwehr gebeten. Bei einer Katastrophe nach DIN 13050, Kap. 3.18, werden oft ein Großteil der Infrastruktur zerstört und schwere Schäden angerichtet. Daher werden Rettungskräfte häufig auch international angefordert (vgl. Haiti). [Jul07]

	Unfall	Großschadensereignis	Katastrophe
Größe	Schaden an einzelnen Personen oder Sachen	Große Anzahl von Verletzten oder Erkrankten	Schwere Schäden an der Infrastruktur
Reichweite	Regional begrenzt	Betrifft eine ganze Region	Globales Schadensereignis
Dauer	Bis zu mehreren Stunden	Bis zu mehreren Tagen	Mehrere Monate
Beispiele	Gebäudebrand, Verkehrsunfall	Einsturz des Kölner Stadtarchivs	Erdbeben in Haiti, Reaktor-katastrophe Fukushima

Tabelle 2.2: Klassifizierung eines Schadensereignisses

Quelle: Verfasser nach [Jul07] und [DIN13050]

Das European Security Research & Innovation Forum (ESRIF) untergliedert die Gefahrenabwehr in vier Phasen⁹:

1. **Prevention**, dt. Vorbeugung, Verhütung
2. **Preparation & Protection**, dt. Vorbereitung & Schutz
3. **Response**, dt. Reaktion
4. **Recovery**, dt. Wiederherstellung

Für Szenarien mit einem hohen Gefährdungspotential gilt es zunächst, mögliche Risiken zu analysieren und zu bewerten, um den Schadenseintritt zu verhindern oder das Schadenspotential zu verringern. Für den Fall, dass ein Schaden nicht verhütet werden kann, müssen Vorbereitungen für eine schnelle Reaktion und den Schutz von Personen, Gebäuden, Kritischen Infrastrukturen und der Industrie getroffen werden. Notfallpläne müssen entwickelt und kontinuierlich aktualisiert werden. Durch die Installation von Frühwarnsystemen können Gefahrenabwehrmaßnahmen oft schon vor Eintritt des Schadensereignisses eingeleitet und so ggf. die Auslöser beseitigt werden (z. B. Notabschaltung bei kritischer Temperatur). Wäh-

⁹ Einteilung nach ESRIF, Final Report 2009 bzw. US-amerikanischem Vorbild (vgl. National Preparedness Guidelines der Homeland Security, FEMA, 2007)

rend die vorbeugenden Maßnahmen (Prevention) und die Vorbereitung auf den Ernstfall (Preparation) langfristig geplant werden können, ist in der Response-Phase eine schnelle Reaktion erforderlich. Dies beinhaltet die Einrichtung einer Führungsorganisation (z. B. gemäß [FwDV100]), die Bekämpfung von Feuer oder anderer akuter Gefahren, eine schnelle medizinische Versorgung etc. Nach der Gefahrenbeseitigung sowie der Rettung und Versorgung aller Betroffenen beginnt die Wiederherstellung (Recovery) der Situation vor dem Schadensereignis. Durch eine rückblickende Bewertung des Einsatzes können Lessons Learned gewonnen und Verbesserungspotential identifiziert werden, die in einer Optimierung der ersten Phasen umgesetzt werden können. Auf diese Weise entsteht ein sogenannter „Security Cycle“ (Abbildung 2.2). [KPSB+11], [WaTu08, S. 41 f.]

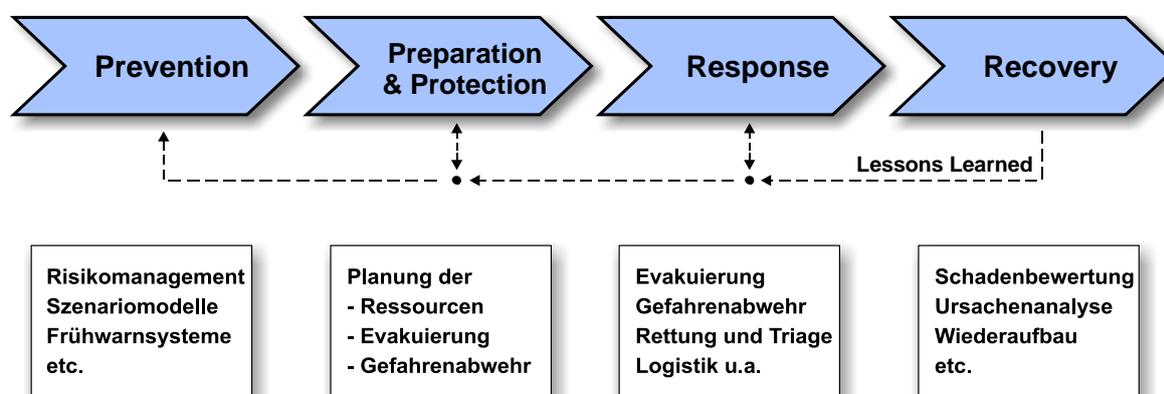


Abbildung 2.2: Die vier Phasen des „Security Cycle“

Quelle: Verfasser nach ESRIF/FEMA

2.2.2 Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben

Zu den Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) zählen neben den Feuerwehren und den Polizeien noch eine Reihe weiterer Hilfsorganisationen, u. a.:

- Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW)
- Rettungsdienste (DRK, ASB, DLRG, JUH u. v. m.)
- Rettungshundestaffeln
- Betreiber von Rettungshubschraubern (ADAC, Deutsche Rettungsflugwacht u. v. m.)
- Zoll

Während in vielen Ländern wie den USA nur professionelle Einsatzkräfte für die Gefahrenabwehr eingesetzt werden [Jul07], welche ggf. durch Freiwillige ergänzt werden, können in Deutschland auch die Freiwillige Feuerwehr oder in seltenen Fällen das Technische Hilfs-

werk¹⁰ Einsätze selbstständig durchführen, vgl. [DV1100, Kap. 4.3]. Die konkrete Ausgestaltung der gesetzlichen Rahmenbedingungen obliegt zwar den Ländern, vgl. z. B. [FSHG98], in der Regel übernimmt jedoch die Feuerwehr die Einsatzleitung und fordert weitere Hilfsorganisationen an, die sich in die Führungsstruktur der Feuerwehr einordnen. In komplexen, z. B. überregionalen Krisenfällen wird meist ein zusätzlicher Krisenstab eingerichtet.

Die Aufgaben der BOS sind vielfältig. Während die Hauptaufgabe der Feuerwehr früher noch die Brandbekämpfung war, ist es heute die technische Hilfeleistung. Aus dem technischen Bericht von Lang geht hervor, dass sich die Anzahl der Einsätze im Bereich Brandbekämpfung über die letzten Jahrzehnte kaum verändert hat; die Häufigkeit technischer Hilfeleistungen hat sich hingegen von 1976 bis 2006 deutlich mehr als verdoppelt [Lang10, S. 39 f.]. Die technische Hilfeleistung umfasst gemäß der Ständigen Konferenz für Katastrophenvorsorge und Katastrophenschutz bzw. nach DIN 14011 alle Maßnahmen zur Abwehr von Gefahren für Leben, Gesundheit und Sachen, die aus Explosionen, Überschwemmungen, Unfällen und ähnlichen Ereignissen entstehen [SKK06], [DIN14011, K. 3.2.1.2], zum Beispiel

- Einsätze bei Verkehrsunfällen,
- die Beseitigung von Ölspuren,
- Eindämmung von Gefahrstoffen,
- Rettung von Personen und Tieren,
- Hochwasserschutz,
- die Beseitigung von Sturmschäden (z. B. umgeknickte Bäume) und
- die Aufrechterhaltung der Infrastruktur (z. B. Stromversorgung).

Die deutliche Zunahme an technischen Hilfeleistungen führt Lang im Wesentlichen auf die fortschreitende Technologisierung der Gesellschaft zurück. Mit der zunehmenden Mobilität der Bürger und Waren steigt zum Beispiel das Verkehrsaufkommen. Dies führt wiederum zu mehr Unfällen. Aber auch wenn Fahrzeuge durch Weiterentwicklungen im Bereich sicherheitsgerechte Konstruktion und Material immer stabiler werden, steigen die technischen Anforderungen zur Rettung von Unfallopfern (elektronische Sicherungen, schwer schneidbare Karosseriebauteile etc.). [Lang10, S. 39-41]

Das THW wird häufig zur Unterstützung bei Einsätzen zur

- Ortung und Rettung von Personen,
- Sicherung von Schäden an Gebäuden und Bauwerken,
- Schaffung von Zuwegen, Brücken, Stegen etc.,
- Einrichtung und Betrieb von Logistiksystemen sowie
- Trinkwasseraufbereitung und Stromversorgung

¹⁰ ca. 80.000 ehrenamtliche Helfer(innen) in ganz Deutschland, Stand 2012
(http://www.thw.de/DE/Mitmachen-Unterstuetzen/Ehrenamt/ehrenamt_node.html)

angefordert [THW07b]. Rettungsdienste übernehmen die medizinische Versorgung und Betreuung, der Polizei obliegt die Aufrechterhaltung von Gesetz und Ordnung.

Diese Auflistung von Aufgaben gibt nur einige Beispiele aus einem umfangreichen Katalog von Einsatzoptionen der BOS wieder, wobei jeder Einsatz wiederum besonderen Rahmenbedingungen unterliegt und dadurch, trotz vieler Standardisierungsbemühungen, individuell ist. Durch diese Vielfältigkeit ist es nur sehr schwer möglich, die Qualität der Leistungen von BOS zu beschreiben. Die deutsche Gesellschaft für Qualität definiert Qualität sehr allgemein als die realisierte Beschaffenheit einer Einheit (Produkte, Prozesse, Systeme u. a.) bezüglich Qualitätsanforderungen des Kunden [DGQ09], vgl. [ISO9000]. Die Problematik beginnt mit der Definition des „Kunden“. Die Kundenorientierung ist ein zentrales Ziel modernen Qualitätsmanagements. Häufig behaupten Entscheider in öffentlichen Einrichtungen jedoch, es gäbe gar keine Kunden, bestenfalls Leistungsadressaten [DGQ05, S. 21]. Dass im Falle eines Gebäudeeinsturzes o. ä. keine Kunden im alltäglichen Verständnis gemeint sind (Käufer, die das „Produkt Gefahrenabwehr“ erwerben möchten und dazu möglicherweise mehrere „Angebote“ verschiedener „Lieferanten“ vergleichen), ist offensichtlich. In der DIN EN ISO 9000 sind Kunden ganz allgemein als „Organisation oder Person, die ein Produkt empfängt“ definiert. Ob diese Zielgruppe „Kunde“, „Leistungsadressat“, „Stakeholder“ oder „interessierte Parteien“ (vgl. [ISO9000, Kap. 3.3.5, 3.3.7]) genannt wird, ist unerheblich. Der erste Schritt muss sein, diese Zielgruppe zu identifizieren. Kunden und weitere interessierte Parteien von BOS sind häufig

- die Betroffenen, die wohl das stärkste Interesse an der Gefahrenabwehr haben,
- deren Angehörige, die um Beteiligte besorgt sind,
- die Öffentlichkeit, Anwohner, Eigentümer etc., deren Leben, Gesundheit, Eigentum oder Freiheit weiterhin bedroht sind, sowie
- der Staat, der für die Aufrechterhaltung der Infrastrukturen verantwortlich ist.

Der zweite Schritt ist die Festlegung der betrachteten Einheiten. Einheiten können die Einsätze selbst sein (vgl. Liste der Einsatzoptionen oben), Prozesse, Personen oder die gesamte Organisation. Für eine objektive Bewertung der Qualität müssen im dritten Schritt messbare Anforderungen an die Einheiten festgelegt werden. Die Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren (AGBF) in der Bundesrepublik Deutschland hat für die Produkte „Brandbekämpfung“ und „Technische Hilfeleistung“ bezogen auf ein „standardisiertes Schadensereignis“ drei Qualitätskriterien definiert:

1. Hilfsfrist
2. Funktionsstärke
3. Erreichungsgrad

Zur Definition der Hilfsfrist eignen sich nur die Zeitabschnitte, die von der Feuerwehr beeinflussbar und messbar sind, d. h. Gesprächs- und Dispositionszeit, Ausrückzeit und Anfahrts-

zeit. Die AGBF definiert die Hilfsfrist als die „Zeitdifferenz zwischen dem Beginn der Notrufabfrage (...) und dem Eintreffen des ersten Feuerwehrfahrzeuges an der Einsatzstelle“ [AGBF98]. Bei einem „kritischen Wohnungsbrand (müssen) die ersten zehn Funktionen¹¹ innerhalb von acht Minuten nach Alarmierung“ am Einsatzort verfügbar sein (Abbildung 2.3). Mit zehn Funktionen kann die Menschenrettung in der Regel jedoch nur unter vorübergehender Vernachlässigung der Eigensicherung erfolgen [FwDo01, S. 54]. Daher müssen spätestens 13 Minuten nach der Alarmierung (Gefahr eines „Flash-Over“) mindestens 16 Funktionen vor Ort sein. Der Erreichungsgrad ist der prozentuale Anteil der Einsätze, bei dem die Qualitätsanforderungen zur Hilfsfrist und zur Funktionsstärke eingehalten werden. [AGBF98]

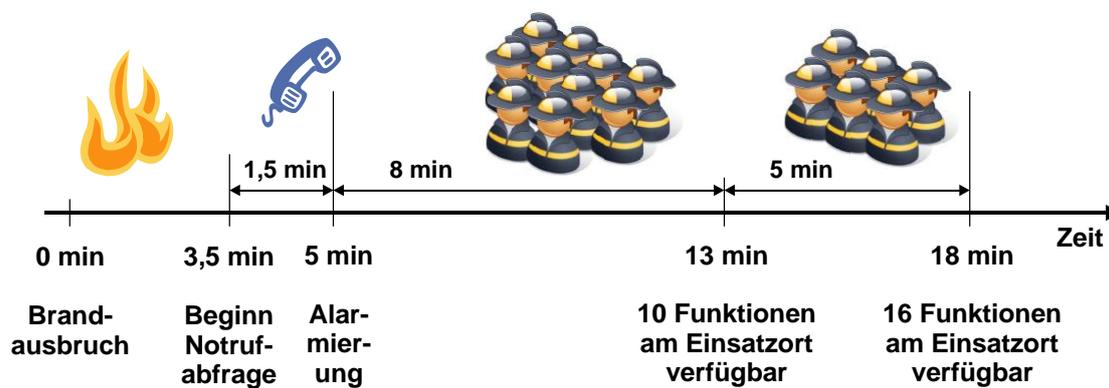


Abbildung 2.3: Zeitlicher Verlauf zum Schutzziel „kritischer Wohnungsbrand“

Quelle: Verfasser nach [AGBF98]

Die Feuerwehr Dortmund beispielsweise strebt „bei allen ‚kritischen‘ Schadensereignissen (an), dass sie die Einsatzstellen in 90 % aller Einsatzfälle mit einer ‚Grundschatzeinheit‘, bestehend aus einem Einsatzleitwagen, einem Hilfeleistungslöschfahrzeug und einer Drehleiter mit insgesamt 10 Funktionen Besatzung in maximal 8 Minuten erreicht.“ [FwDo01, S. 4]

Primäre Ziele eines Rettungsdiensteinsatzes sind die Notfallrettung und der Krankentransport (vgl. [DIN13050, 3.44]). Für die Bewertung der Qualität eines Einsatzes fasst Hellmich [Hell10] verschiedene Ansätze zusammen (z. B. „Messung der Überlebensrate“, „Anzahl Transporte im Verhältnis zu den Einsätzen“, „Vergleich des Zustands des Patienten vor und nach dem Einsatz“). Bisher konnte jedoch keine der Definitionen wirklich überzeugen. Denn die Erreichbarkeit der Primärziele hängt stark von externen Faktoren ab, auf die der Rettungsdienst keinen Einfluss hat. Hellmich hat aus diesem Grund den Qualitätsbegriff neu definiert als den „Vergleich des Erreichten in Bezug auf das Machbare und das Wünschenswerte bzw. individuell unter Beachtung ethischer Ansprüche und rechtlicher Möglichkeiten festgelegt“. Hier wird versucht, das erreichte Ergebnis mit dem bestmöglichen zu vergleichen. Die Bestimmung des bestmöglichen Ergebnisses für individuelle Einsätze ist wegen der

¹¹ Gruppenführer, Truppführer/-mann, Maschinist etc. (vgl. Definition nach DIN 14011, Kapitel 3.6.5)

Vielzahl unbekannter Variablen (Vorerkrankung des Patienten, Wirkung bestimmter Medikamente/Verfahren etc.) allerdings nur sehr schwer möglich und kaum objektiv nachvollziehbar. Leichter lässt sich hingegen die Prozessqualität bestimmen (z. B. Unfälle auf Einsatzfahrten, Diagnose stimmt mit Klinikdiagnose überein, Hygienezustand und Einsatzbereitschaft der Fahrzeuge). [Hell10, S. 16-22, 77]

Einen weiteren Ansatz für die Leistungsbewertung von BOS haben Barton und Beynon in [BaBe11, S. 356-367] am Beispiel der britischen Polizei vorgestellt. Jedes Polizeirevier wird auf Qualitätsmerkmale innerhalb der folgenden sieben Leistungsbereiche untersucht:

- Abbau von Kriminalität
- Ermittlungsarbeit
- Verbesserung der öffentlichen Sicherheit
- Hilfeleistung
- Bürgerorientierung
- Ressourcenverbrauch
- Örtliche Polizeiarbeit

Um die starken regionalen Unterschiede auszugleichen, erfolgt die Leistungsbewertung für jeden dieser Bereiche jedoch nicht absolut, sondern im Verhältnis zur durchschnittlichen Leistung einer sehr ähnlichen Gruppe von Polizeirevieren. Über diesen Vergleich wird anschließend ein Trend ermittelt, d. h. die relative Leistung eines Polizeireviers wird noch einmal mit der Leistung aus dem Vorjahr verglichen.

2.2.3 Kritische Infrastrukturen

Neben den oben aufgeführten BOS gibt es noch eine weitere Gruppe von Organisationen in der zivilen Gefahrenabwehr: die Betreiber Kritischer Infrastrukturen. Das Bundesministerium des Innern (BMI) definiert Kritische Infrastrukturen als „Organisationen und Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen eintreten würden“ [BMI09]. Zu den grundlegenden Infrastrukturen der Bundesrepublik Deutschland gehören nach Festlegung des BMI z. B.

- die Energieversorgung,
- Informations- und Kommunikationstechnologien,
- Transport und Verkehr und
- die (Trink-) Wasserversorgung und Abwasserentsorgung.

Deren Schutz ist eine wichtige Aufgabe sowohl staatlicher als auch unternehmerischer Sicherheitsvorsorge [BMI09]. Da in Deutschland die meisten Infrastrukturen privatwirtschaftlich betrieben werden, kooperiert der Staat mit öffentlichen und privaten Akteuren bei der

Erarbeitung von Analysen und Schutzkonzepten. Er steuert „primär moderierend, nötigenfalls normierend, die Maßnahmen zur Sicherung und zur Sicherstellung des Gesamtsystems sowie der Systemabläufe“. Die Verantwortung privater Betreiber einer Kritischen Infrastruktur im Rahmen der zivilen Gefahrenabwehr bezieht sich demnach überwiegend auf die ersten beiden Phasen des Security Cycles (Vorbeugung und Schutz). Energieversorgungsunternehmen sind beispielsweise gesetzlich verpflichtet, ein sicheres, zuverlässiges und leistungsfähiges Versorgungsnetz zu betreiben, Telekommunikationsanbieter müssen durch technische Vorkehrungen und sonstige Maßnahmen die Kommunikations- und Datenverarbeitungssysteme gegen unerlaubte Zugriffe schützen.¹² [BMI09]

Das Bundesministerium des Innern (BMI) sieht insbesondere in dem Umstand, dass ein System desto häufiger und selbstverständlicher benutzt werde, je robuster es ist, ein gefährliches Paradoxon: „In dem Maße, in dem ein Land in seinen Versorgungsleistungen weniger stör anfällig ist, wirkt sich jede Störung umso stärker aus“ [BMI09]. Es entstehe ein trügerisches Gefühl von Sicherheit. Öffentliche Verkehrsmittel zum Beispiel spielen eine bedeutende Rolle im Leben vieler Menschen, insbesondere in Großstädten. Zu den Hauptverkehrszeiten halten sich sehr viele Personen an Bahnsteigen, in Wartehallen und in den Transportmitteln selbst auf. Je zuverlässiger und sicherer Busse und Bahnen werden, desto mehr Menschen werden sie nutzen. Brände, Giftgasanschläge oder andere Notfälle stellen eine immer größer werdende Gefahr dar, weil sich immer mehr Menschen auf engem Raum aufhalten. Dieses Paradoxon beschreibt einen Kreislauf¹³, dem nur durch eine kontinuierliche Verbesserung begegnet werden kann. Immer höhere Anforderungen an die eigentliche Dienstleistung sowie an die Sicherheit, aber auch an das subjektive Sicherheitsempfinden, verlangen eine immer höhere Qualität Kritischer Infrastrukturen. Hier zeigt sich der Bedarf nach einem systematischen Qualitätsmanagement im Bereich der zivilen Gefahrenabwehr.

Die Qualität im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) bezieht sich zum einen auf den Kernprozess „Beförderung“ inklusive unterstützender Prozesse wie Ticketkauf, Beratung etc., zum anderen auf die Sicherheit während, vor und nach der Fahrt. Im Forschungsprojekt OrGaMIR^{plus} werden beispielsweise die Möglichkeiten zur dynamischen Fluchtweglenkung aus einer U-Bahn-Station detailliert untersucht. Zu diesem Zweck wurde speziell für den Prozess „Bestimmung des optimalen Fluchtwegs einer Person aus einer U-Bahn-Station“ ein Anforderungskatalog entwickelt, auf dessen Grundlage fundierte Ansatzpunkte für eine optimierte Entfluchtung identifiziert werden können. Die Kunden im Sinne einer Qualitätsbetrachtung sind die Passagiere, die sich vor oder nach einer Fahrt in der U-Bahn-Station aufhalten sowie Bahnangestellte, Handwerker, Ladenbesitzer u. a., die im Gefahrenfall ebenfalls

¹² Weitere Kritische Infrastrukturen sind u. a. die medizinische Versorgung, die Nahrungsmittelindustrie, der Finanz- und Versicherungssektor, die Regierung und öffentliche Verwaltung, Medien und Kulturgüter.

¹³ Die Erhöhung der Sicherheit führt zu einer intensiveren Nutzung z. B. öffentlicher Verkehrsmittel, dies wiederum erhöht das Gefahrenpotential und erfordert weitere Sicherheitsvorkehrungen etc.

aus der Station gelenkt werden müssen. Die ISO 9000 unterscheidet zwischen von Kunden festgelegten, d. h. explizit genannten, und vorausgesetzten, d. h. unausgesprochenen, Qualitätsanforderungen [ISO9000, Kap. 3.1.2]. Da sich Kunden aber nur sehr selten konkrete Gedanken über die Prozesse der Gefahrenabwehr, zum Beispiel die Berechnung des optimalen Fluchtwegs, machen bzw. die hierfür eingesetzten Methoden und Werkzeuge gar nicht kennen, führt eine direkte Befragung i. d. R. nur zu sehr oberflächlichen und abstrakt formulierten Anforderungen, vgl. [PfSc07, S. 375 f.]. Stattdessen bietet die Erfassung des Sicherheitsempfindens der Kunden einen Ansatzpunkt für eine tiefergehende Analyse der vorausgesetzten Anforderungen, vgl. [Schu09].

In einer umfänglichen Stakeholderanalyse wurden in OrGaMIR^{Plus} zunächst die interessierten Parteien, vgl. [ISO9000], identifiziert und deren individuellen Ziele untersucht. Zur Beschreibung der Ausgangs- und Zielsituation wurden dann Blueprint-Diagramme unter Berücksichtigung der für die Kunden sichtbaren und nicht sichtbaren Aktivitäten entsprechend der „Line of Visibility“ [Flie09] modelliert und Ursache-Wirkungs-Beziehungen in einem Ishikawa-Diagramm [Ishi90] gegenübergestellt (vgl. Ansatz der induktiven und deduktiven Anforderungsanalyse des Verfassers in [SFBK12]). Insgesamt wurden 32 Anforderungen erhoben und mit Hilfe einer Zielanalyse gewichtet, sodass eine Aussage über die Qualität einer Methode zur Bestimmung des optimalen Fluchtwegs getroffen werden kann (siehe Anhang A).

Fazit

Dieses und die Beispiele aus Abschnitt 2.2.2 zeigen, dass, wie die Qualität einer Dienstleistung gegenüber der Qualität eines materiellen Produktes, auch die Qualität des immateriellen Produktes „Gefahrenabwehr“ nur schwer zu bewerten ist (vgl. auch [Hach05, S. 22]). Dennoch existieren Ansätze zur Leistungsbewertung von BOS und Kritischen Infrastrukturen, welche als Grundlage weiterer Forschungsarbeit verwendet werden können. Für ein konsolidiertes Verständnis von QM in der zivilen Gefahrenabwehr gibt die Abbildung 2.4 einen Überblick über die hier zu betrachtenden Einheiten. In dieser Arbeit werden zwei Hauptakteure in der zivilen Gefahrenabwehr unterschieden: Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (Feuerwehr, THW etc.) und Betreiber Kritischer Infrastrukturen (Energieversorger, ÖPNV etc.). Ihre Aufgaben und Produkte (Brandbekämpfung, technische Hilfeleistung etc.) können als Einheiten im Sinne einer Qualitätsbetrachtung verstanden werden. Kunden und weitere interessierte Parteien (Betroffene, Angehörige etc.) haben Anforderungen an diese Einheiten. Der Grad der Erfüllung dieser Anforderungen ist ein Maß für die Qualität in der zivilen Gefahrenabwehr.

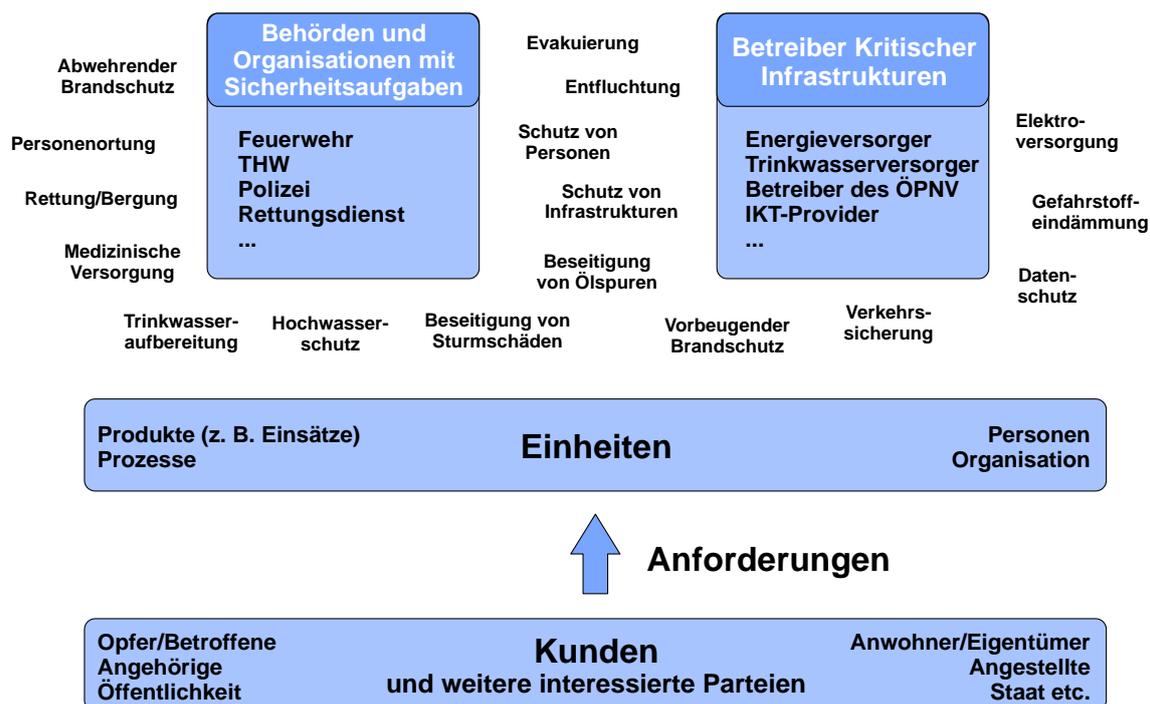


Abbildung 2.4: Einheiten des QM in der zivilen Gefahrenabwehr

Quelle: Verfasser

2.2.4 QM-Systeme in der zivilen Gefahrenabwehr

Zu den Aufgaben der BOS gehören jedoch nicht nur die Gefahrenprävention und -abwehr, sondern auch die Organisation und Verwaltung im Nicht-Einsatzfall. Beide Aspekte werden im Folgenden genauer betrachtet.

2.2.4.1 Organisation und Verwaltung

Eine öffentliche Behörde kann nach Hach grundsätzlich als Dienstleistungsunternehmen bezeichnet werden [Hach05]. Betreiber Kritischer Infrastrukturen zählen ohnehin zum tertiären Sektor und die Prozesse der Organisation und Verwaltung von BOS unterscheiden sich nicht so sehr von den Management- und Supportprozessen industrieller Unternehmen oder Dienstleister. Es bestehen einige konkrete Unterschiede zwischen einer öffentlichen Verwaltung und der eines Wirtschaftsunternehmens, aber auch viele Gemeinsamkeiten. Diese Gemeinsamkeiten in Zielen und dem Qualitätsbewusstsein wurden 2009 in einer Studie der DGQ¹⁴ nachgewiesen. Obwohl der Einsatz von Methoden und Konzepten des QM in öffentli-

¹⁴ Im Jahr 2009 führte die Deutschen Gesellschaft für Qualität eine Studie zum Thema „Qualität in der öffentlichen Verwaltung“ durch und publizierte ihre Auswertungen auf Konferenzen [FFQM10] und als Printmedium [DGQ10]. Es wurden insgesamt 950 Interviews geführt, davon 250 mit Verwaltungsleitern bzw. ihren Stellver-

chen Behörden bisher nur schwach ausgeprägt ist (beschränkt sich häufig auf ein internes Vorschlagswesen) und nur in seltenen Fällen Mitarbeiter mit QM-spezifischer Ausbildung angestellt sind, sprechen die meisten Befragten dem QM für die Zukunft eine sehr hohe Bedeutung zu. Im Vergleich zu privatwirtschaftlichen Unternehmen sind Kommunen jedoch deutlich stärker an politische und rechtliche Vorgaben gebunden. So ist zum Beispiel das Dienstleistungsportfolio oft gesetzlich vordefiniert. Die Ausrichtung einer öffentlichen Dienstleistung orientiert sich nicht nur am Markt, sondern an Gesetzen und Richtlinien mit geringen Gestaltungsspielräumen. Durch heterogene Kundengruppen (Antragsteller, Gesetzgeber, andere Behörden etc.) ist eine öffentliche Verwaltung gezwungen, unterschiedliche Ziele zu verfolgen, die darüber hinaus bei politischen Veränderungen variieren können. [Hach05, S. 21-30], [DGQ10]

Die Kernaussagen von Hach werden durch die Deutsche Gesellschaft zur Zertifizierung von Managementsystemen (DQS)¹⁵ unterstützt:

„Herausforderungen der öffentlichen Verwaltung sind mit denen der Privatwirtschaft durchaus vergleichbar. (...) Die Verwaltungen unterliegen immer mehr der Aufgabe der Modernisierung, und genau wie die Privatwirtschaft muss diese Aufgabe mit den vorhandenen Mitteln und Ressourcen bewältigt werden. Dazu kommt auch in diesem Sektor, dass Stellen nicht mehr nachbesetzt bzw. keine neuen Stellen geschaffen werden. Umso wichtiger sind klare Strukturen, Festlegung von Verantwortlichkeiten, die Beschreibung von Nahtstellen und eine klare Darstellung der Prozesse zur Identifikation von systematischen Fehlern und zur besseren Modernisierung.“ [WWW12b]

Ziel des 2006 von der Bundesregierung beschlossenen Programms „Zukunftsorientierte Verwaltung durch Innovationen“ war es, den Staat und dessen Verwaltung durch die Einführung eines umfassenden Qualitätsmanagements auf die steigenden Anforderungen besser vorzubereiten. Dies wurde auch auf der Konferenz „Führungskräfte Forum Qualitätsmanagement – Qualitätsmanagement in Sicherheitsbehörden“¹⁶ noch einmal unterstrichen. In ihren Vorträgen stellten u. a. Thiel¹⁷ und Ritzert¹⁸ die Bedeutung des Qualitäts- und Informationsmanagements heraus: Durch eine stärkere Prozessorientierung und Einführung von Managementstrukturen könne Effizienz erzielt und den gestiegenen Kundenbedürfnissen begegnet werden [FFQM10]. Die DQS hat seit 2006 einige Erfahrungen in der Zusammenarbeit mit

tretern, 100 mit Entscheidern/Geschäftsführern kommunaler Eigenbetriebe und 100 mit Geschäftsführern/Inhabern privater Dienstleistungsunternehmen.

¹⁵ Interview mit Katrin Schiller, Leiterin Regionalstelle Stuttgart und verantwortliche Koordinatorin für Qualitätsmanagement in der öffentlichen Verwaltung bei der DQS.

¹⁶ Veranstaltung des Behörden Spiegel und der Deutschen Gesellschaft für Qualität, 2010, Frankfurt a. M.

¹⁷ Georg Thiel, ständiger Vertreter der Abteilungsleiterin O im Bundesministerium des Innern

¹⁸ Rolf Ritzert, Leiter des Fachgebiets Betriebswirtschaftslehre – Public Management (Polizei), Deutsche Hochschule der Polizei

öffentlichen Behörden und Betreibern Kritischer Infrastrukturen sammeln können und kommt zu dem Schluss, QM sei für jede Unternehmung erfolgsrelevant, für private Dienstleister ebenso wie für die öffentliche Verwaltung. [WWW12c]

Speziell für den öffentlichen Sektor wurde in den 1990er Jahren der Begriff „New Public Management“ (NPM, dt. „neues Steuerungsmodell“) geprägt. Ziel des NPM ist die Zusammenführung von Aufgaben, Verantwortung und Kompetenz, d. h. eine dezentrale Eigenverantwortung öffentlicher Angestellter, eine stärkere Zielorientierung, stärkere Kunden- bzw. Bürgerorientierung und die Übernahme von betriebswirtschaftlichen Steuerungsmodellen, Personal- und Qualitätsmanagement. Hach kritisiert allerdings die undifferenzierte Gleichstellung von öffentlichen Behörden und privaten Unternehmen und die damit vielfach unreflektiert vorgenommene Übertragung von Methoden und Konzepten. Noch deutlicher äußert sich Lenk: Was in einigen Organisationen funktioniert, müsse nicht zwangsläufig in allen öffentlichen Verwaltungen¹⁹ und deren Leistungsprozessen gleichermaßen erfolgreich sein. Lenk unterstreicht insbesondere die staatliche Hoheit vieler öffentlicher Organisationen zur Gewährleistung von Sicherheit und zur Gefahrenabwehr und die daraus resultierende Verpflichtung der Organisation zur besonderen Sorgfalt und Verantwortung der Gesellschaft gegenüber. Für staatliche Institutionen können nicht nur die Effizienz ausschlaggebend sein, sondern auch die Wirkung des Handelns oder Nichthandelns auf die Gesellschaft, die Umwelt und die Handlungsfähigkeit des Staates (Zuverlässigkeit, Naturschutz, Nachhaltigkeit etc.). Effektivitätseinbußen aus Gründen der Verfolgung enger Effizienzziele müssten unbedingt vermieden werden. [Hach05, S. 27-30], [Lenk98, S. 159-181]

Lenks Kritik an der Effizienzorientierung ist durchaus nachvollziehbar, jedoch ist QM nicht nur mit Einsparungen, Aufgaben- und Personalabbau gleichzusetzen. QM kann auch als Unterstützung eingesetzt werden, um den Nutzen staatlichen Handelns zu vergrößern (Prozessoutput erhöhen), oder um unnötige Arbeitsschritte in Prozessen zu entdecken und zu eliminieren (Blind- und Fehlleistung verringern). Die Wirkung von QM hängt in erster Linie von den definierten Zielen und der Qualitätspolitik ab [ISO9001, Kap. 5.3]. Nach ihr richten sich die Kennzahlen (Kundenzufriedenheit²⁰ oder Kosten) und die einzusetzenden Methoden (Evaluation oder Rationalisierung).

In vielen öffentlichen Institutionen sind Qualitätsmanagementsysteme (QMS) auch schon lange vorhanden, sie werden nur nicht so genannt.²¹ Es werden Ziele vereinbart, Abläufe beschrieben und Umfragen durchgeführt; dies sind elementare Bestandteile eines QMS, vgl.

¹⁹ Lenk bezieht sich in seiner Publikation vornehmlich auf „eingreifende Verwaltungen“, z. B. die Polizei, verallgemeinert seine Aussagen aber auf öffentliche Verwaltungen.

²⁰ Fallbeispiel „Einheitliche Behördennummer 115“: 75 % der Anrufe sollen innerhalb von 30 s angenommen, mind. 65 % der Anrufe sollen sofort fallabschließend beantwortet werden [FFQM10].

²¹ Interview mit Benedikt Sommerhoff, Seniorberater der DGQ, seit vielen Jahren Erfahrung in der Beratung von Krankenhäusern, Polizeieinrichtungen und weiteren Behörden des öffentlichen Dienstes

[ISO9001]. Darüber hinaus gibt es auch einige Beispiele für eine gelungene Einführung und anschließende Zertifizierung von QMS; sowohl große als auch kleinere Feuerwehren und Rettungsdienste haben sich nach DIN EN ISO 9001 zertifizieren lassen [WWW12a]:

- Feuerwehr und Flughafenfeuerwehr München
- Feuerwehr Offenbach
- Feuerwehr Korbach
- Feuerwehr/Rettungsdienst Essen
- Feuerwehr/Rettungsdienst Hannover
- Feuerwehr/Rettungsdienst Herne
- Rettungsdienst Paderborn

Die Zertifizierung der Berufsfeuerwehr München hat nach Oberbranddirektor Schäuble viele positive Veränderungen bewirkt, insbesondere klarere Verantwortlichkeiten, eine bessere Bewertungsmöglichkeit für Führungskräfte durch ein optimiertes Berichtswesen, Stärkung der Steuerung durch die Führungskräfte, strukturierteres Arbeiten und eine transparentere Darstellung von Zusammenhängen und Nahtstellen [FFQM10]. Weitere Beispiele sind ausführlich im DGQ-Band 35-01 beschrieben, u. a. die Einführung

- eines KVP in der Stadtverwaltung Mannheim [DGQ05, S. 28-46],
- eines QMS nach ISO 9001
 - in allen Organisationseinheiten der Stadtverwaltung Offenbach, darunter auch die Feuerwehr und das Umweltamt [DGQ05, S. 47-76] und
 - im Bundesamt für Strahlenschutz [DGQ05, S. 147-155],
- einer Excellence-Strategie nach dem EFQM-Modell
 - im Bundespolizeipräsidium Ost [DGQ05, S. 76-100] sowie
 - in der Polizeidirektion Offenburg [DGQ05, S. 117-137].

Dem Landeskriminalamt Baden-Württemberg, in dem 2006 ein QMS nach EFQM-Standard eingeführt wurde, wurde 2009 als erster Behörde bundesweit die Auszeichnung „Recognised for excellence – 5 Sterne“ verliehen und damit dessen Leistungen in den Bereichen Führung, Strategie, Mitarbeiterorientierung, Partnerschaften, Ressourcen- und Prozessmanagement in besonderer Weise gewürdigt [WWW10a].

2.2.4.2 Verhütung, Vorbereitung, Gefahrenbeseitigung und Wiederherstellung

Im vorigen Abschnitt wurde gezeigt, dass zwischen dem QM in privatwirtschaftlichen Unternehmen und dem QM in der zivilen Gefahrenabwehr viele Gemeinsamkeiten bestehen. Die genannten Beispiele beziehen sich jedoch größtenteils auf die Organisation und Verwaltung. Demgegenüber weisen Prozesse der Vorbeugung und Beseitigung von Gefahren besondere Eigenschaften auf, die im Folgenden näher betrachtet werden sollen.

Die Phase Prevention des Security Cycles aus Abschnitt 2.2.1 ist der Fehlervorbeugung in Industrieunternehmen sehr ähnlich. Richtlinien und gesetzliche Vorgaben wie z. B. Brandschutzverordnungen verfolgen das Ziel, den Eintritt eines Schadensereignisses präventiv zu verhindern oder zumindest den möglichen Schaden gering zu halten. Hierzu werden mögliche Risiken identifiziert und anschließend deren Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadenspotential bewertet [KPSB+11]. Dieses Vorgehen ähnelt stark einer Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse, vgl. [Pfei01, S. 394-409], die jedoch deutlich umfangreicher ist. Die Übertragbarkeit der FMEA-Methode auf die zivile Gefahrenabwehr stellt demnach eine interessante Forschungsfrage dar. Auch die Anwendung einer Systemanalyse oder der Fehlerbaumanalyse sollten auf Ihre Eignung zur Verhütung eines Schadensereignisses hin untersucht werden. Mit ihrer Hilfe könnte die Ausfallwahrscheinlichkeit kritischer Bauteile durch konstruktive Maßnahmen oder Austausch von Komponenten reduziert werden [Pfei01, S. 348-355].

Für die Vorbereitung auf ein Schadensereignis (Preparation) bieten sich ebenfalls verschiedene Methoden des QM an. Zum einen könnte die FMEA hier weiterverwendet werden, zum anderen könnte ein Ishikawa-Diagramm dazu benutzt werden, Ursache-Wirkungs-Beziehungen grafisch darzustellen und durch eine strukturierte Vorgehensweise Einflussgrößen zu identifizieren [Ishi90], [SFBK12]. Im Forschungsprojekt EVA wurde ein Konzept entwickelt, welches die Planung eines Großereignisses durch Etablierung eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses unter Ausnutzung von Prognoseergebnissen einer Personenstromsimulation optimiert [SPBK10]. Durch die konsequente Auswertung der Planungs- und Verlaufsdaten früherer Großereignisse können Vorsorgemaßnahmen auf einer empirischen Datenbasis festgelegt und Parameter für Berechnungsmethoden und Simulationen genauer bestimmt werden. Die Übertragbarkeit dieses Konzepts auf andere Szenarien ist noch zu untersuchen. Zum Schutz Kritischer Infrastrukturen können, wie das Forschungsprojekt OrGaMIR^{plus} zeigt, Gefahren durch Informationsaggregation und kennwertbasierte Prozessüberwachung erkannt werden. Eine Untersuchung der Anwendbarkeit statistischer Prozesskontrolle (SPC) zur früheren Gefahrendetektion durch Analyse von Messwertabweichungen liegt daher sehr nahe, vgl. Abschnitt 2.1.1. Diese Beispiele zeigen bereits, dass QM-Methoden in der zivilen Gefahrenabwehr ein großes Potential besitzen, das zurzeit noch unerforscht ist.

In der Response-Phase ist die Hauptaufgabe von Einsatzkräften, Personen zu evakuieren, Verletzte und Verschüttete zu retten sowie Gefahren einzudämmen und zu bekämpfen. Diese Einsätze sind oft durch viele verschiedene Einflussfaktoren gekennzeichnet, z. B. durch Gefahren und eine dynamische Entwicklung. Mögliche Gefahren nach der „AAAAA B C EEEEE“-Klassifikation von Graeger et al. [GCVH+03] sind Gefahren durch Atemgifte, Angstreaktion (Menschen handeln in ungewohnten Situationen oft irrational), Ausbreitung des Gefahrenbereichs, atomare Strahlung, Absturz, biologische und chemische Stoffe, Erkrankung (bzw. Verletzung), Explosion, Einsturz, Elektrizität und Ertrinken (bzw. Wasser). Es muss im-

mer von mindestens einer oder mehreren Gefahren ausgegangen werden. Dies erfordert eine klare Strategie, eine flexible Taktik und individuelle Lösungen. Die Tatsache, dass oft Menschenleben in Gefahr sind und die Lage dynamisch ist und ohne Eingriff eskalieren könnte, macht eine schnelle Reaktion notwendig. Hinzu kommen erschwerte Arbeitsbedingungen durch das Tragen von Schutzkleidung und zusätzlicher Ausrüstung oder bei widrigen Bedingungen (schlechtes Wetter, Rauch). Zudem sind reale Übungen wegen der hohen Kosten und Gefahren oft nur schwer, wenn überhaupt, möglich. Der psychische Druck wird häufig durch ein hohes Medieninteresse verstärkt. Es besteht die Gefahr, dass Informationen falsch weitergegeben werden (zu viele oder zu wenige, falsche oder ungleiche Informationen an verschiedene Medien). Dies führt dazu, dass der Funk abgehört wird, und ermittelnde Reporter den Einsatz behindern. [GCVH+03, S. 17, 59 f., 223- 234], [KoPI11], [WaTu08, S. 40]

Auf Grund der Vielfalt sind die oben beschriebenen Charakteristika in einigen Einsätzen stärker, in anderen Einsätzen weniger stark ausgeprägt. Die Entscheidungsprobleme sind jedoch grundsätzlich durch eine

- hohe Komplexität,
- starke Vernetzung,
- Intransparenz und
- Dynamik

charakterisiert [BPK09], [HaWe08, S. 82-88] nach [SSW94, S. 252]. Es sind viele Variablen zu berücksichtigen. Entscheidungen bedingen sich gegenseitig und verursachen unbeabsichtigte Nebenwirkungen. Viele wichtige Informationen sind dem Entscheidungsträger gar nicht bekannt, denn es ist nicht immer möglich, alle Informationen, die zur Entscheidungsfindung nötig sind, zeitnah zu erhalten. Informations- und Workflowmanagementsysteme zur Entscheidungsunterstützung bieten hier ein großes Potential, vgl. [KoPI11], [HGR12], [BLK11].

In der letzten Phase (Recovery) geht es einerseits darum, alle Schäden zu beseitigen und die Infrastruktur (Gebäude, Energie, Verkehr, Kommunikation etc.) wiederaufzubauen, andererseits darum, aus dem Schadensereignis zu lernen (Anpassung der Einsatztaktik, bauliche Maßnahmen etc.) [KPSB+11]. Durch eine Analyse der Ursachen und der eingeleiteten Gegenmaßnahmen können Erkenntnisse zur Verhütung sowie zur Vorbereitung und Reaktion (Phasen eins bis drei) auf ähnliche oder wiederkehrende Bedrohungen gewonnen werden (Lessons Learned). Hierzu könnten im QM häufig verwendete Methoden der Statistik [Pfei01, S. 355-394] angewendet werden: z. B. Korrelationsanalyse, Varianzanalyse, Regressionsanalyse, Mustererkennung oder Paretoanalyse.

Nach Koch bietet der Einsatz von Informationsmanagement in allen Phasen Potential zur Unterstützung der Einsatzführung und -lenkung. Durch den zunehmend vereinfachten Zugriff auf Informationen ergeben sich beträchtliche Chancen, Prozesse zu optimieren, Prognosen treffen zu können, Gefahren zu reduzieren und die Entscheidungsfindung zu unterstützen. In

den kritischen Phasen der Gefahrenabwehr, vornehmlich in der Response-Phase, ist jedoch eine unbedingte Zuverlässigkeit erforderlich. Da kein IT-System eine hundertprozentige Zuverlässigkeit gewährleisten kann, sind stets Kompensations- oder alternative Werkzeuge als Rückfallebene vorzuhalten. [KHLPO7], [KPSB+11]

2.2.5 Fazit

Die grundsätzliche Eignung des Qualitätsmanagements für die Domäne der zivilen Gefahrenabwehr wurde anhand einer Reihe positiver Beispiele in der Organisation und Verwaltung von BOS nachgewiesen. Das QM umfasst jedoch viele weitere Methoden, deren Anwendbarkeit in den vier Phasen der zivilen Gefahrenabwehr noch nicht hinreichend untersucht wurde. Eine Übertragung der oben beispielhaft genannten Methoden in die zivile Gefahrenabwehr sollte jedoch nur mit Bedacht erfolgen. In vielen Publikationen wird die häufig undifferenzierte Gleichstellung von privaten Unternehmen mit öffentlichen Institutionen und die damit vereinfacht vorgenommene Übertragung von Methoden und Konzepten des QM kritisiert (vgl. [Hach05, S. 30], [Lenk98, S. 159-181] und [Stoc06, S. 57-59]). Aus diesem Grunde soll im folgenden Kapitel ein wissenschaftlich fundiertes Vorgehensmodell zur Überführung von Methoden und Konzepten des QM aus den klassischen Ingenieurwissenschaften in die Domäne der zivilen Gefahrenabwehr entwickelt werden. Dieses Vorgehensmodell wird dann ebenfalls als Grundlage für den weiteren Aufbau dieser Dissertation dienen.

2.3 Entwicklung eines Vorgehensmodells für die Überführung von Methoden und Konzepten des QM in die zivile Gefahrenabwehr

Für die Entwicklung eines Vorgehensmodells zur Übertragung von Methoden und Konzepten des QM auf die zivile Gefahrenabwehr kann auf verschiedene Problemlösungsmodelle zurückgegriffen werden. Diese Modelle stellen Handlungsempfehlungen dar, die zu eigenen Denkprozessen anregen sollen, um der jeweiligen Situation angepasste Vorgehenspläne zu entwickeln [PBF07, S. 189 f.].

2.3.1 Vorgehensmodelle in der Literatur

In seiner Dissertation hat Saak [Saak06, S. 34 ff.] die bekanntesten Vorgehensmodelle zur Problemlösung aus verschiedenen Bereichen (Ingenieurwissenschaften, Psychologie u. a.) gegenübergestellt. Als grobe Einteilung lassen sich zwei Arten von Problemlösungsprozessen unterscheiden: Die ist-zustandsorientierte Vorgehensweise und die soll-zustandsorientierte Vorgehensweise. Erstere stellt die Ausgangssituation in den Vordergrund und beginnt mit einer detaillierten Anforderungsanalyse, auf deren Basis Lösungen erarbeitet werden. Die soll-zustandsorientierte Vorgehensweise verfolgt einen pragmatischeren Ansatz, indem zu-

nächst eine nach Saak „ideale Vorstellung“ von der Lösung (Soll-Zustand) entworfen und diese anschließend soweit vereinfacht wird, bis sie unter den gegebenen Umständen (Ist-Zustand) realisiert werden kann. Dies hat den Vorteil, dass Lösungen schneller gefunden werden können, da ausschweifende Situationsanalysen vermieden werden, jedoch den Nachteil, dass bei einer voreiligen Festlegung auf eine Lösung die Problemanalyse zu oberflächlich bleibt und wesentliche Probleme nicht erkannt werden. [Saak06, S. 31 f.]

Für die Übertragung von Methoden und Konzepten des QM auf die zivile Gefahrenabwehr kommen prinzipiell beide Vorgehensweisen in Betracht. Unter Berücksichtigung der Kritik von Hach, Lenk und Stockmann an der oftmals unreflektierten Übernahme von Verfahrensabläufen wird hier die ist-zustandsorientierte Vorgehensweise bevorzugt. Darüber hinaus ist das Vorgehensmodell möglichst allgemein und flexibel zu halten, um die Übertragbarkeit *beliebiger* Methoden und Konzepte des QM zu ermöglichen. Es darf nicht auf spezielle Probleme ausgerichtet sein, wie zum Beispiel der Problemlösungsprozess nach VDI 2221, der sich konkret auf die Entwicklung eines Produktes bezieht. Aus dem gleichen Grund scheiden auch die REFA-Methode oder 6-Stufen-Methode vom Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e.V. aus. Die REFA-Methode stellt eine Weiterentwicklung der Wertanalyse (nach DIN 69910) und des IDEALS-Konzepts nach Nadler [Nadl69] dar. Ziele sind eine optimierte Arbeitsplatzgestaltung, Rationalisierung und Betriebsorganisation. Die Vorgehensweise wird zudem nur statisch beschrieben. Andererseits sollte das Vorgehensmodell auch nicht zu allgemein sein. So beschreibt das TOTE²²-Schema [PaBe93] zwar einen nachvollziehbaren heuristischen Denkablauf in Form eines kurzen Regelkreises, der bei einfachen Problemen Anwendung findet, für komplexere Probleme fehlt jedoch eine systematische und strukturierte Vorgehensweise. Ein ähnlicher Einwand gilt für das angewandte Problemlösungsverhalten nach Sell [Sell89], das lediglich einen allgemeinen Ablaufplan darstellt, der weder durch detaillierte Arbeitsschritte, noch durch gezielte Methodenanwendung unterstützt wird.

Einen vielversprechenden Ansatz, der die obigen Anforderungen erfüllt, bietet das Münchener Vorgehensmodell (MVM) nach Lindemann [Lind09, S. 46-54]. Das MVM ermöglicht einen problemorientierten Forschungsansatz, dem eine nachvollziehbare Systematik zu Grunde liegt. Um flexibel auf Anforderungsänderungen während der Projektlaufzeit reagieren zu können, erlaubt es eine variable Vorgehensreihenfolge. Das MVM baut dabei auf bekannten Vorgehensmodellen auf und versucht, deren gemeinsamen Grundgedanken zu übernehmen, aber deren Schwächen zu kompensieren und eine weitgehende Kompatibilität zu erhalten. Das MVM hat seinen Ursprung zwar ebenfalls in der Produktentwicklung, es lässt sich jedoch auf Grund seiner abstrakt formulierten Beschreibung auf ähnliche Probleme übertragen.

²² Abkürzung für **T**est - **O**perate - **T**est - **E**xit

2.3.2 Kombination bestehender Vorgehensmodelle

Das MVM beschreibt sieben Schritte, die zur Lösung von Problemen sequenziell und, sofern erforderlich, auch iterativ durchlaufen werden [Lind09, S. 46-54]:

- **Ziel planen:** Definition des Ziels, Festlegung von Zwischenzielen, Analyse des Ist-Zustands und der Einflussfaktoren
- **Ziel analysieren:** Beschreibung des Zielzustands, Definition von Anforderungen an das Endergebnis und Zwischenziele
- **Problem strukturieren:** Übersichtliche Darstellung des betrachteten Systems zum besseren Verständnis auf einem abstrahierten Niveau, Untergliederung in Teilsysteme und Definition von Schwerpunkten
- **Lösungsideen ermitteln:** Suche nach vorhandenen Lösungen und Generieren neuer Lösungen
- **Eigenschaften ermitteln:** Ermittlung der Ausprägungen relevanter Merkmale der Lösungen, um eine Aussage über die Anforderungserfüllung, d. h. die Qualität der Alternativen treffen zu können
- **Entscheidungen herbeiführen:** Bewertung und Auswahl von Lösungsalternativen
- **Zielerreichung absichern:** Identifikation und Bewertung möglicher Risiken, Planung von Maßnahmen zur Reduzierung deren Eintrittswahrscheinlichkeit oder des Schadensausmaßes (entspricht den Aufgaben des Projekt- bzw. Risikomanagements)

Die Reihenfolge ist dabei nicht bindend, sondern kann je nach Anwendungsfall variiert werden. Abschließend sollte über das eigene Vorgehen reflektiert werden, um den Lernprozess zu unterstützen und Folgeprojekte erfolgreicher oder schneller durchführen zu können. [Lind09, S. 46-54]

Das MVM berücksichtigt jedoch nicht die Phase der eigentlichen Umsetzung. Diese und der Schritt „Nacharbeiten und Lernen“ werden in der SPALTEN²³-Methodik von Saak [Saak06, S. 34-40] explizit aufgeführt. Die SPALTEN-Methodik beschreibt eine universelle Vorgehensweise zur Problemlösung, die auf dem Systems Engineering und der VDI-Richtlinie 2221 basiert, aber nicht auf spezielle Probleme begrenzt ist, sondern sich je nach Randbedingung und Komplexitätsgrad der Situation anpasst. Durch die Ergänzung des letzten Schritts („Lernen“) wird eine kontinuierliche Verbesserung in den Problemlösungsprozess integriert.

Zwischen der Umsetzung und der Nacharbeit sollte aber nach Vaishnavi/Kuechler [VaKu08, S. 19-22] noch die Evaluation stehen, um zu prüfen, ob die Ziele auch vollständig erfüllt wurden. Abweichungen von den definierten Zielen und Nebenzielen sind systematisch aufzudecken. Da Non-Profit-Organisationen ihre Kunden oft nicht genau definieren bzw. deren unterschiedliche Ziele nicht in Einklang bringen können (vgl. Abschnitt 2.1.4), orientieren sie

²³ Abkürzung für Situationsanalyse, Problemeingrenzung, Alternative Lösungssuche, Lösungsauswahl, Tragweitenanalyse, Entscheiden und Umsetzen, Nacharbeiten und Lernen

sich oft nicht an den Kunden, sondern an der beabsichtigten Wirkung ihres Handelns, vgl. [Stoc06, S. 63 f.]. Für die Messung einer Wirkung und vor allem für die Analyse von Ursache-Wirkungs-Beziehungen werden immer häufiger Methoden der Evaluation angewendet. Einer Studie von Brandt zufolge nimmt die Bedeutung der Evaluation als Legitimations- und Analysemethode in Deutschland wie auch in der gesamten Europäischen Union seit einigen Jahren stetig zu [Bran09, S. 72-78]. Durch den Einsatz von Evaluationsmethoden können neue Erkenntnisse über das ursprüngliche Problem und die umgesetzte Lösung gewonnen und Verbesserungspotentiale identifiziert werden.

Weitere Problemlösungsmodelle wie von Schweizer, Kepner, Tregoe, Schregenberger u. a. brauchen hier nicht näher erläutert zu werden, da sie sich von den vorgenannten nur geringfügig unterscheiden, vgl. [Saak06, S. 50 ff.]. Insgesamt weisen die untersuchten Vorgehensmodelle deutlich mehr Gemeinsamkeiten als Unterschiede auf, weswegen durch die Integration weiterer Vorgehensmodelle kein Mehrwert zu erwarten ist.

2.3.3 Ablaufbeschreibung

Auf Grundlage der ausgewählten Vorgehensmodelle, die entweder generisch ausgelegt oder der Produktentwicklung entlehnt sind, kann nun ein Vorgehensmodell zur Übertragung von Methoden und Konzepten des QM auf die zivile Gefahrenabwehr entwickelt werden. Daraus ergibt sich das in Abbildung 2.5 dargestellte Ablaufschema.

An erster Stelle stehen die grobe Definition des Ziels, die Eingrenzung des zu verbessernden Systems und die Abgrenzung von dem, was nicht betrachtet werden soll, um eine begründete Vorauswahl möglicher Methoden zu treffen (**Ziel planen**). Im Rahmen der Ist-Zustandsanalyse können beispielsweise ein Szenario beschrieben, die Charakteristika und Prozesse der Anwendungsdomäne herausgearbeitet und alle relevanten Stakeholder identifiziert werden. Hieraus lassen sich wiederum Anforderungen an die Methode und dazu notwendige Werkzeuge (IT-Unterstützung, Tabellen, Formblätter etc.) ableiten (**Ziel analysieren**). Im zweiten Schritt wird also das Ziel, das durch die Einführung von Methoden und Konzepten des QM erreicht werden soll, genauer beschrieben, ohne jedoch – im Gegensatz zur soll-zustandsorientierten Vorgehensweise – eine konkrete Lösung vorwegzunehmen. Zum Abschluss der Vorbereitungsphase bietet es sich häufig an, die Problemstellung in Teilprobleme zu untergliedern und für ein besseres Verständnis grafisch darzustellen (**Problem strukturieren**).

Zur Lösungsfindung kann auf **bestehende Lösungen** zurückgegriffen oder eine **neue Lösung** entwickelt werden. Zunächst sollte der Stand der Technik auf bekannte Methoden, Methodenvarianten und dazugehörige Werkzeuge hin untersucht und deren Eigenschaften – mit Blick auf die Übertragbarkeit in die zivile Gefahrenabwehr – ermittelt werden. Wie oben schon ausgeführt, bedient sich das Qualitätsmanagement verschiedener Disziplinen (Ingeni-

eurwissenschaften, Organisationswissenschaften, Informationsmanagement u. a.). Daher sollte sich die Recherche nicht nur auf „klassische“ QM-Methoden beschränken.

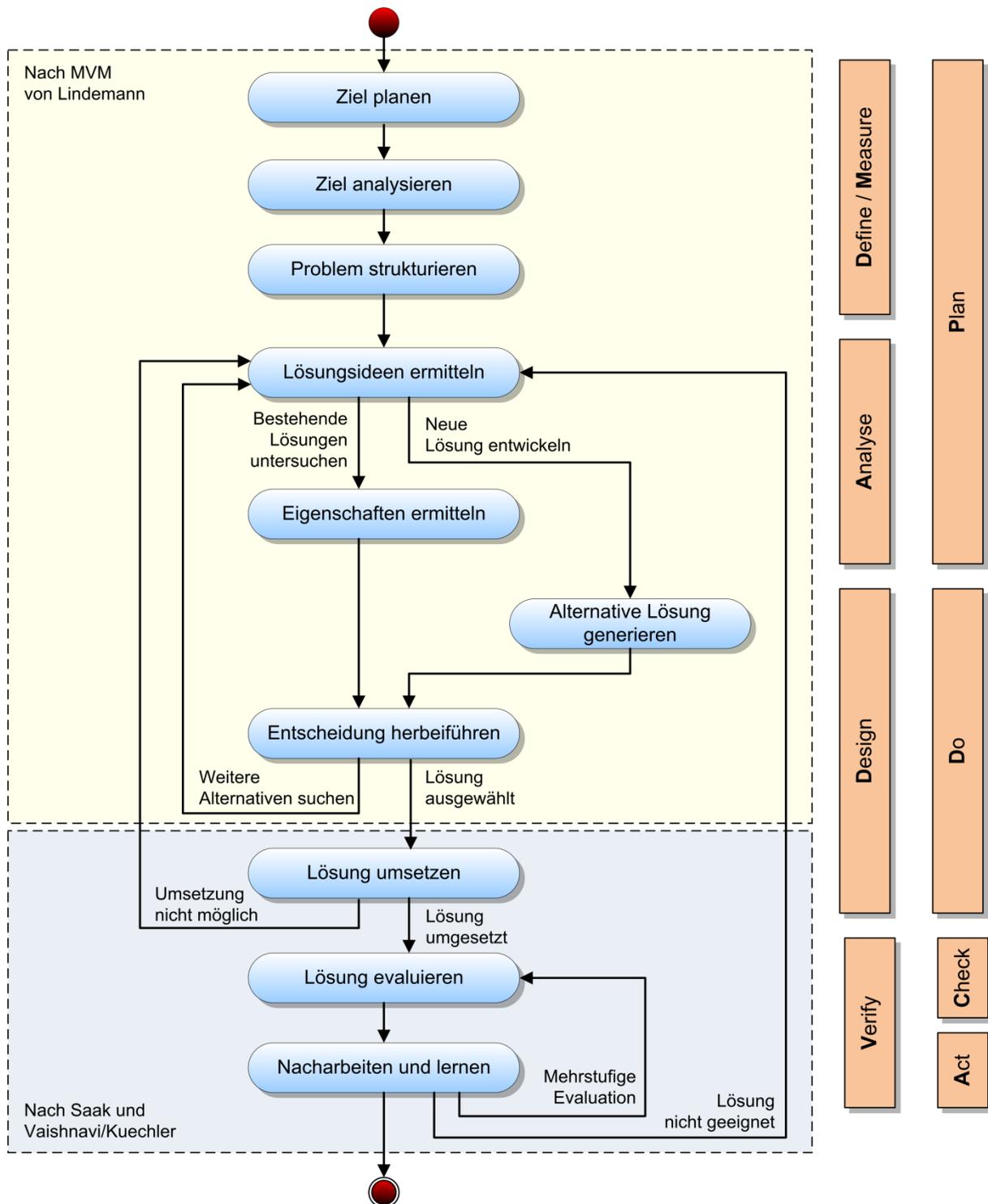


Abbildung 2.5: Vorgehensmodell (Ablaufbeschreibung) zur Überführung von Methoden und Konzepten des QM in die zivile Gefahrenabwehr

Quelle: Verfasser

Für den Einsatz in der zivilen Gefahrenabwehr können Methoden modifiziert, kombiniert oder auch vollständig neu entwickelt werden. Genauso können bestehende Werkzeuge zu Methoden zugeordnet oder für den speziellen Anwendungsfall neu entwickelt werden. Um eine **Entscheidung herbeizuführen**, werden alle Alternativen verglichen und die am besten geeignete ausgewählt. Hierfür bieten sich unterschiedliche, im QM bekannte Bewertungsverfahren wie die Nutzwertanalyse, das Portfolio, eine Pro-Contra-Analyse o. Ä. an. Falls keine Lösung den Anforderungen entspricht, sind weitere Alternativen zu suchen und die Bewertung zu wiederholen (nötigenfalls ist das Projekt an dieser Stelle abzubrechen).

Für die ausgewählte Lösung wird anschließend ein Soll-Konzept erstellt und die Methode genau beschrieben (**Lösung umsetzen**). Falls neue Werkzeuge notwendig sind, werden diese prototypisch implementiert und in die bestehenden Abläufe integriert, ggf. müssen dazu die Prozesse angepasst werden. Nach einer ausreichenden Schulung der Mitarbeiter bzw. der Einsatzkräfte kann ein erster Testlauf gestartet werden. Dieser Testlauf bildet den Übergang zur Evaluation (**Lösung evaluieren**). Dieser Schritt beinhaltet im einfachsten Fall eine Verifizierung gegenüber den Anforderungen, eine Validierung des Nutzens der Methode und deren Werkzeuge für das beabsichtigte Ziel oder eine Bewertung soziologischer, psychologischer und anderer Aspekte (Gesundheit, Klima, Umweltschutz etc.). Die Ziele und der Umfang der Evaluation sind möglichst genau zu definieren, da sich aus ihnen anschließend die Evaluationskriterien und -methoden ergeben. Es folgen weitere Testläufe unter simulierten oder realen Einsatzbedingungen (mehrstufige Evaluation). Der Ablauf und die Ergebnisse der Evaluation sollten sorgfältig dokumentiert werden. Durch Auswertung der Evaluationsergebnisse kann weiteres Verbesserungspotential identifiziert werden, welches, soweit möglich, direkt umzusetzen ist (**Nacharbeiten und lernen**). Jede Veränderung der Lösung (Optimierung) muss einer erneuten Evaluation unterzogen werden. In einer kritischen Reflexion sollten der Mehrwert der Methode bzw. der Werkzeuge bestimmt und alle Erkenntnisse dokumentiert und anderen Personen verfügbar gemacht werden. Ergibt die Evaluation, dass die Lösung nicht geeignet ist, sind alternative Lösungsideen zu ermitteln und zu implementieren. Andernfalls ist als Ergebnis festzuhalten, dass die ausgewählten Methoden und Konzepte des QM für das eingangs definierte Ziel keinen Mehrwert bringen oder zumindest dass keine befriedigende Lösung gefunden werden konnte.

Wie beim MVM ist die Reihenfolge der Aktivitäten nicht bindend, sondern kann je nach Anwendungsfall variiert werden. Es ist grundsätzlich möglich, sofern sinnvoll, einzelne Schritte zu wiederholen oder auszulassen (zur besseren Lesbarkeit sind in Abbildung 2.5 nur die wichtigsten Wiederholungen eingezeichnet).

Dieses Vorgehen beinhaltet implizit auch den PDCA-Zyklus nach Shewhart/Deming [Demi86, S. 86-90] und das DMADV-Phasenmodell zur Entwicklung bzw. Weiterentwicklung neuer Produkte und Prozesse nach Six Sigma [SMMR09, S. 13 f.]. Die vorbereitenden Schritte (Zieldefinition, Ein-/Abgrenzung, Anforderungsermittlung) entsprechen der Define- und

Measure-Phase nach Six Sigma oder dem „Plan“ im PDCA-Zyklus. Die Analyse möglicher Lösungen (Untersuchung des Stands der Technik, Entwicklung alternativer Lösungen) entspricht der Analyse-Phase. Die Ausarbeitung und anschließende Umsetzung eines Soll-Konzepts finden sich in der Design- bzw. Do-Phase wieder.

Das Thema Evaluation wird im DMADV- und vor allem im PDCA-Zyklus nicht in dem Umfang dieser Ausarbeitung thematisiert. Hier geht das Vorgehensmodell deutlich über die im QM bekannten Ansätze hinaus, um tiefere Erkenntnisse über Wirkungen und Nebenwirkungen, vgl. Stockmann und Meyer [StMe10, S. 16, 70], zu erlangen und fundierte Aussagen über die Ursache-Wirkungs-Beziehungen treffen zu können. Bei DMADV und PDCA stehen vielmehr die Überwachung von Kennzahlen („Verify“/„Check“) im Vordergrund, da beide Vorgehensmodelle für Verbesserungsprojekte in betriebswirtschaftlichen Unternehmen und nicht für wissenschaftliche Untersuchungen konzipiert wurden. Die Act-Phase leitet, ähnlich dem Schritt „Nacharbeiten und lernen“, eine kontinuierliche Verbesserung ein.

3 Unterstützung von Führungsprozessen durch Workflows

Das im vorigen Kapitel entwickelte Vorgehensmodell zur Übertragung von Methoden und Konzepten des QM auf die zivile Gefahrenabwehr wird im Folgenden an einem konkreten Fallbeispiel angewendet. Die Potentialanalyse in Abschnitt 2.2 hat einen Bedarf an Unterstützung durch Informations- und Qualitätsmanagement in der Reaktion auf ein Schadensereignis (Response) aufgezeigt. Die hohe und kontinuierlich ansteigende Komplexität von Einsätzen erfordert nach Lang ein zunehmend großes Hintergrundwissen. Hinzu kommen immer mehr Regelungen und Forderungen, neue taktische Vorgehensweisen und technische Weiterentwicklungen. Selbst erfahrene Einsatzkräfte benötigen ein Set von Standard-Verfahrensweisungen, auf das sie sich in Extremsituationen – nicht zuletzt aus rechtlichen Gründen – verlassen können. Insbesondere ehrenamtliche Einsatzkräfte verfügen häufig über weniger umfangreiche Erfahrungen und haben nicht ausreichend Zeit für intensive Weiterbildungen, die sie unabhängig von ihrem eigentlichen Beruf durchführen müssten. So kommt Lang zu dem Schluss, dass die Lösung nicht ausschließlich in der Ausbildung und Vermittlung dieser Verfahrensweisungen liegen kann. [Lang10, S. 41, 45 f.]

In privatwirtschaftlichen Organisationen werden heute oftmals Workflowmanagementsysteme eingesetzt, um an einem Prozess beteiligten Mitarbeitern zur richtigen Zeit alle für eine Aufgabe notwendigen Informationen und Verfahrensregeln bereitzustellen. Daher soll im Folgenden ein WFMS speziell für die zivile Gefahrenabwehr entwickelt werden. Das THW ist ein Beispiel für eine Organisation der zivilen Gefahrenabwehr, die hauptsächlich von freiwilligen Einsatzkräften getragen wird. Zu den Schwerpunktaufgaben des THW gehören die Ausleuchtung eines Einsatzgebietes, die Überwachung und das Abstützen einsturzgefährdeter Gebäude, die Ortung von verschütteten Personen und die Bergung von Personen, Tieren und Gegenständen. Ein sehr bekanntes Beispiel dafür ist der Einsturz des Kölner Stadtarchivs, bei dem die Berufsfeuerwehr Köln auf Grund des hohen Schadensausmaßes nach etwa einer viertel Stunde das THW alarmierte (ausführlicher Bericht in [BBK09]). Insgesamt waren mehr als 1.500 freiwillige THW-Helfer aus mehr als 55 Ortsverbänden inklusive der Fachgruppe Ortung und Rettungshunden beteiligt. Zur Führung der eigenen Einheiten richtete das THW neben der Technischen Einsatzleitung eine Führungsstelle ein und übernahm die Leitung eines eigenen Einsatzabschnitts. Da der Anwendungsfall „Ortung und Bergung von Verschütteten nach einem Gebäudeeinsturz“ ein realistisches Einsatzszenario widerspiegelt, soll dieser als Beispiel für den Einsatz eines WFMS untersucht werden.

Ausgehend von dem Vorgehensmodell aus Abschnitt 2.3.3 ergibt sich für dieses Kapitel der folgende Aufbau: An erster Stelle steht die Definition des Ziels (*Ziel planen*). Die Charakteristika der Anwendungsdomäne wurden in Abschnitt 2.2 bereits ausführlich dargestellt. Daraus wurde ein Handlungsbedarf hergeleitet und das Ziel beschrieben. Im folgenden Abschnitt wird nun mit Hilfe eines Szenarios die Systemabgrenzung vorgenommen. Dies ermöglicht es, den Zielzustand, der durch ein Workflowmanagement erreicht werden soll, genauer zu be-

schreiben (*Ziel analysieren*), d. h. die Anforderungen an das WFMS zu identifizieren (Abschnitt 3.2). Die Problemstrukturierung erfolgt hier anhand der beiden Aspekte

- inhaltliche Repräsentation der Abläufe (Prozessmodell) und
- technische Umsetzung des WFMS (Implementierung eines IT-Systems).

Während in Abschnitt 3.3 der Stand der Technik auf bestehende Lösungen hin untersucht wird, erfolgt in Abschnitt 3.4 die Analyse des Ist-Zustands, in der alle relevanten Prozesse in einem Prozessmodell abgebildet und die relevanten Führungsprozesse identifiziert werden. Im Kapitel 4 wird anschließend das Soll-Konzept erarbeitet, welches in Kapitel 5 prototypisch umgesetzt und in Kapitel 6 evaluiert wird.

3.1 Systemabgrenzung

Die Systemabgrenzung im Rahmen der Zielplanung erfolgt hier anhand eines Szenarios. Für die folgende Zielanalyse und Anforderungserhebung ebenso wie für die spätere Evaluation hat es sich in vielen IT-Projekten als nützlich erwiesen, konkrete Szenarien auszuarbeiten. Diese unterstützen den Kommunikationsprozess mit Stakeholdern und erleichtern die Definition des Systemkontextes. Auf diese Weise können Anforderungen verständlich und nachvollziehbar definiert werden. [CoBa04, S. 52 f.], [RoRo99, S. 25], [PoRu09, S. 19 f.]

Als Szenario sei angenommen, dass ein Gebäude eingestürzt und Personen unter diesem Gebäude oder unter anliegenden Randtrümmern verschüttet sind. Grundsätzlich können unterschiedliche Gebäudetypen betrachtet werden, z. B. Einfamilienhäuser, Altbauten (Reihenbebauung, Altbauhäuser), Hallen (Fabrikhalle, Messehalle, Flughafen, Bahnhof), öffentliche Bauten (Bürohaus, Schule, Universität, Krankenhaus, Hochhaus), Stahlbeton- und Plattenbauten. Häufige Schadensursachen für einen Gebäudeeinsturz sind Gasexplosion, Brand, Unwetter, Materialermüdung und Überlastung [GHM01, S. 22]. Dabei entstehen Schadensformen wie Randtrümmer, horizontale oder geneigte Schichtungen, gefüllte oder angeschlagene Räume u. v. m.²⁴

Das THW wird in solchen Szenarien häufig zur Einsatzunterstützung für die Ortung und Bergung von Verschütteten angefordert. Die organisatorische Einordnung des THW in die bestehende Führungsstruktur ist von Einsatz zu Einsatz verschieden. Im Inland übernimmt in der Regel die Feuerwehr die Einsatzleitung. Die Führungsstruktur kann je nach taktischen Erfordernissen funktional oder räumlich aufgebaut werden [GCVH+03, S. 77-84], [FwDV100]. Im ersten Fall ordnet sich das THW in die funktionale Führungsstruktur der Feuerwehr ein und übernimmt speziell die Aufgaben der Ortung und Rettung. Im zweiten Fall übernimmt das THW selbst die Verantwortung für einen räumlich begrenzten Einsatzabschnitt (bzw.

²⁴ Im Rahmen eines THW-Workshops vom 19. bis 22. November 2008 in der THW Bundesschule in Neuhausen wurden fünf typische Schadensszenarien eines Gebäudeeinsturzes erarbeitet.

Untereinsatzabschnitt)²⁵ und bearbeitet alle Phasen des Einsatzes von der Ersterkundung bis Einsatzabschluss [vfdb0301] selbst. Darüber hinaus können auch Mischformen vorkommen. Um die Führungsprozesse des THWs in vollem Umfang abbilden zu können, wird hier ein Szenario mit räumlicher Aufbauorganisation gewählt, in der das THW einen eigenen Einsatzabschnitt zugewiesen bekommt. In Abgrenzung zu Personal- und Logistikprozessen (Sachgebiete 1 und 4 des Stabes nach DV1-100) sollen im Rahmen dieser Arbeit nur die Prozesse der Lageerfassung/-darstellung und der Einsatzplanung/-durchführung (Sachgebiete 2 und 3) betrachtet werden, vgl. [DV1100].

Zur Unterstützung der Anforderungserhebung, Prozessmodellierung und Evaluation sei folgendes **Szenario** definiert²⁶. Ein öffentliches Verwaltungsgebäude mit

- Plattenbau und Flachdach,
- Stahlbetonwänden, die eine Stärke von 30 cm aufweisen,
- sechs Stockwerken und einer Tiefgarage, in der sich auch die Versorgungsanlagen und Räumlichkeiten für die Hauswirtschaft befinden,
- Fahrstuhl und Treppenhaus

stürzt um elf Uhr nach einer Gasexplosion im Keller ein. Es herrscht Frühsommerwetter mit 20 Grad Celsius und bewölktem Himmel. Um 14 Uhr trifft der erste technische Zug mit der Fachgruppe Ortung (TZ-O) an der Schadenstelle ein. Der Zugführer erhält von der Einsatzleitung folgende Informationen:

- Die Explosionsursache ist unklar.
- Die Anzahl der Beteiligten ist unbekannt.
- Die Randtrümmer wurden oberflächlich von den Feuerwehkräften abgesucht.
- Der innere Bereich des Gebäudes ist nicht freigegeben.
- Die Rettungshundeteams des DRK wurden alarmiert.
- Alle Brände wurden gelöscht und die Löscharbeiten sind damit beendet.
- Alle Versorgungsleitungen des Gebäudes wurden abgeschaltet.
- Zusätzliche Kräne wurden angefordert, können aber wegen Platzmangels zurzeit nicht direkt am Einsatzort platziert werden.
- Bereitstellungsräume werden eingerichtet.
- Es sind keine Gebäudepläne vorhanden. Eine Lageskizze muss erstellt werden.

Die Abbildung 3.1 zeigt eine mögliche Lagekarte des THW-Einsatzabschnitts mit fünf Schadenskonten²⁷ und den dazugehörigen Schadenelementen. Im Norden und Süden bilden teil-

²⁵ Ein nach taktischen Erfordernissen festgelegter Teil oder Aufgabenbereich einer Einsatzstelle [DIN14011]

²⁶ Im Rahmen eines weiteren THW-Workshops am 27. und 28. Juli 2009 in der THW-Zentrale in Bonn wurde ein realistisches, aber möglichst generisches Szenario erarbeitet, das eine große Einsatzbandbreite und alle 5 Phasen der Ortung und Bergung abdeckt.

²⁷ Unterteilung eines (Unter-)Einsatzabschnitts, meist Zuordnung zu einem Schadenelement

weise begehbare Randtrümmer die Schadenskonten 1 und 2. Das Schadenskonto 3 umfasst den Bereich in und um das Treppenhaus. Durch die Steifigkeit des Fahrstuhlschachts ist dieser Teil des Gebäudes größtenteils stehengeblieben. Von einem Baufachberater wurde jedoch eine „No-Go-Area“ festgelegt, die nicht ohne vorherige Sicherung betreten werden darf (Gefahr durch freihängende, absturzgefährdete Rutschflächen).

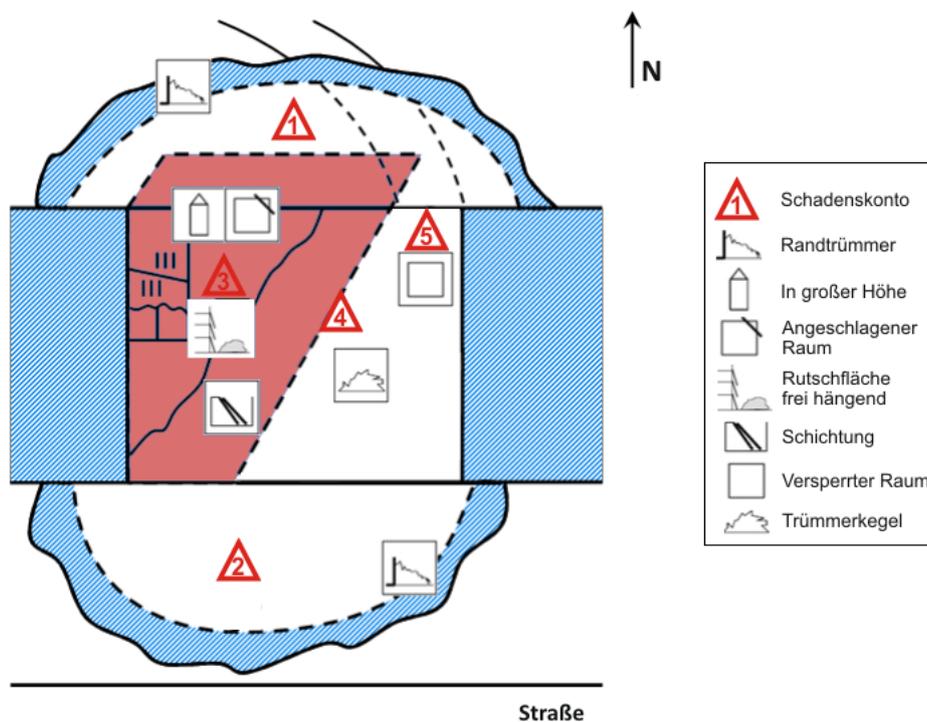


Abbildung 3.1: Mögliches Szenario für die Ortung und Bergung von Verschütteten

Quelle: Verfasser/THW

Der östliche Teil des Gebäudes ist vollständig eingestürzt, das Schadenskonto 4 besteht nur noch aus einem unstrukturierten Trümmerkegel. Die Tiefgarage, deren Einfahrt jedoch durch Trümmerschutt versperrt ist, bildet das Schadenskonto 5. Im Westen und Osten grenzen zwei weitere Gebäude an, die noch unbeschädigt, d. h. begehbar sind.

3.2 Zielanalyse

Es soll ein Prototyp eines Workflowmanagementsystems entwickelt werden, anhand dessen evaluiert werden kann,

1. ob sich Führungsprozesse in der zivilen Gefahrenabwehr – am Beispiel der Ortung und Bergung von Verschütteten – durch ein WFMS optimieren lassen und
2. wie dieses WFMS gestaltet sein sollte.

Ein Geschäftsprozess ist eine zielgerichtete, zeitlich-logische Abfolge von Aufgaben [GeGa99, S. 3]. Ein **Führungsprozess** ist demnach ein geplanter Ablauf von logisch verknüpften Aktivitäten zur Leitung und Lenkung einer Organisation. Fast alle Phasen des Führungsprozesses stellen reine Informationsprozesse dar. Kontinuierlich werden Informationen gewonnen, verarbeitet, bewertet und Schlussfolgerungen gezogen, die wiederum in Befehle und Aufträge umgesetzt werden. Grundsätzlich lässt sich ein Führungsprozess als Regelkreis auffassen und in vier Phasen einteilen: Planung, Entscheidung, Durchsetzung und Kontrolle. Die Planung beispielsweise kann wiederum in Zielbildung, Problemanalyse, Alternativensuche, Prognose und Bewertung unterteilt werden, vgl. [JBQ11, S. 119-124], [HuZa08, S. 16-18].

Dies sind auch die wesentlichen Schritte, die durch das WFMS verbessert werden sollen, um die Entscheidungsfindung zu unterstützen. Die Feuerwehr-Dienstvorschrift (FwDV) 100 definiert den Führungsvorgang als einen zielgerichteten, immer wiederkehrenden und in sich geschlossenen Denk- und Handlungsablauf. Dabei werden Entscheidungen vorbereitet und umgesetzt [FwDV100]. Der Führungskreislauf der FwDV 100 unterscheidet drei Phasen²⁸:

- Lagefeststellung (Erkundung der Lage / Kontrolle)
- Planung mit Beurteilung der Lage und Entschluss
- Befehlsgebung

Gehring und Gadatsch definieren einen Workflow als einen rechnerunterstützten Abschnitt eines Geschäftsprozesses. Während ein Geschäftsprozess vorschreibt, *was* zu tun ist, beschreibt ein Workflow die Art und Weise, *wie* (und wann) etwas getan werden sollte, und stellt dazu detailliertere Informationen zur Verfügung [GeGa99, S. 4]. Er kann sich über den gesamten Prozess erstrecken oder nur Teile davon abdecken. Ein **Workflowmanagement-system** ist nach Müller ein IT-System, welches die Modellierung, Ausführung und Steuerung von Prozessen durch eine Software oder eine Kombination mehrerer Softwarekomponenten unterstützt [Müll05, S. 8-11]. Die Ziele Workflow-basierter Lösungen sind vielfältig, in dem Beitrag „Workflow-Trends 2000“ [NN00] sind 17 verschiedene Ziele beschrieben. Für die **Optimierung von Führungsprozessen in der zivilen Gefahrenabwehr** sind auf Grundlage des Kapitels 2.2 vor allem die folgenden fünf Ziele relevant:

- Kanalisierung der Informationsflut: Durch eine Verdichtung der verfügbaren Informationen auf die relevanten Inhalte wird der Aufwand für die Führungskraft zur Informationsgewinnung und -verarbeitung reduziert, sodass sie sich vollständig auf die Lagebewertung konzentrieren kann.
- Gezielte Bereitstellung von Informationen und Dokumenten: Durch die Bereitstellung aller notwendigen Informationen zur richtigen Zeit können Entscheidungen auf einer fundierten Grundlage getroffen werden.

²⁸ Planung und Entscheidung (bzw. Entschluss) werden hier zu einer Phase zusammengefasst.

- Strukturierung komplexer Vorgänge: Durch das WFMS generierte Handlungsempfehlungen, die stets der aktuellen Situation angepasst sind, kann das Risiko von Personen-, Umwelt- und Sachschäden durch falsche, zu verzögerte oder fehlende Entscheidungen/Handlungen in komplexen Situationen reduziert werden (Verbesserung des Einsatzerfolgs).
- Beschleunigung des Einsatzablaufs: Durch ein strukturiertes Vorgehen und schnelle, fundierte Entscheidungen können Opfer in kürzerer Zeit geortet und geborgen werden. Dies ist vor allem in zeitkritischen Situationen (z. B. bei Erstickungsgefahr) wichtig.
- Kontinuierliche Verbesserung: Durch die Integration von Best Practices in die Workflows werden die Prozesse langfristig verbessert.

Die **Anforderungen an ein WFMS** für die zivile Gefahrenabwehr ergeben sich aus den Anforderungen des zukünftigen Anwenders (mittels Nutzerbefragung gewonnen), den Charakteristika der Anwendungsdomäne (vgl. Abschnitt 2.2) und dem betrachteten Szenario (Abschnitt 3.1) sowie aus verschiedenen Literaturquellen (vgl. Vorgehen nach Pohl und Rupp [PoRu09, S. 27-65]) und lassen sich wie folgt zusammenfassen²⁹:

Nr.	Anforderung
A01	Führungs-/entscheidungsrelevante Informationen müssen gesammelt, verarbeitet und dokumentiert werden [KPSB+11].
A02	Alle notwendigen Informationen, Dokumente und Fachwissen müssen zur richtigen Zeit, d. h. der aktuellen Einsatzsituation entsprechend, durch ein Pull- oder Push-Verfahren ³⁰ bereitgestellt werden [KPSB+11], [KoPI11].
A03	Informationen müssen so aufbereitet sein, dass sie zur Entscheidungs- und Handlungsunterstützung genutzt werden können [KPSB+11], [Nort11, S. 191]. Diese Informationen könnten auch zu einem „Learning while doing“ führen [Jul07].
A04	Ein Informationsüberschuss muss vermieden werden. Dennoch soll bei Bedarf Zugriff auf alle relevanten Informationen möglich sein. [WaTu08, S. 47], [KPSB+11]
A05	Die Workflows müssen dynamisch und interaktiv sein, um stets Handlungsempfehlungen, die der aktuellen Situation angepasst sind, anzuzeigen. Durch die Interpretation von Nutzereingaben soll die Kontextsensibilität erhöht werden. Da komplexe Einsätze mit vielen Gefahren und dadurch mit schwerwiegenden Konsequenzen verbunden sein können, muss das WFMS auf mögliche Gefahren hinweisen, um die Sicherheit an der Einsatzstelle zu erhöhen [GCVH+03, S. 60, 241], [KoPI11].
A06	Den Workflows soll ein strukturiertes und standardisiertes Vorgehensmodell zugrunde liegen [GCVH+03, S. 240], [FEMA99, S. 2-8]. Dieses muss aktuelle Gesetze, Vorschriften und Normen berücksichtigen [KoPI11].

²⁹ Für die Formulierung der Anforderungen wurde die Systematik von Pohl und Rupp zugrunde gelegt. Dementsprechend werden die Anforderungen in Muss- und Soll-Anforderungen unterschieden.

³⁰ Dies bedeutet nur auf Anfrage des Nutzers (Pull) oder unmittelbar ohne Zutun des Nutzers (Push).

A07	Die Workflows sollen die Planung und Koordination unterstützen und die Ressourcenverfügbarkeit sichern [Jul07].
A08	Die Workflows müssen flexibel sein, um individuellen Krisensituationen gerecht zu werden und auf unerwartete Ereignisse reagieren zu können. Um sich ändernden Rahmenbedingungen anpassen zu können, muss es möglich sein, von vorgegebenen Standardvorgehensmodellen abzuweichen. [WaTu08, S. 47], [GrSe05], [Allw98, S. 2], [Stäh11], [JLP10], [MAP07], [Jul07]
A09	Prozess- und Workflowänderungen sollen einfach und ohne Programmierkenntnisse umsetzbar sein [Stäh11], um weitere Szenarien und neue Best Practices zu ergänzen.
A10	Für die Nachbereitung und zur Erhöhung der Rechtssicherheit sollen alle Workflows und Nutzereingaben dokumentiert werden [KoPI11].
A11	Das WFMS muss kombinierbar mit bestehenden Arbeitsweisen sein, um eine IT-Abhängigkeit zu vermeiden [KPSB+11], [KoPI11].
A12	Das WFMS muss einfach „mit wenigen Klicks“ zu bedienen sein, sowohl in der Führungsstelle als auch im Feld (Nutzung mobiler IT, z. B. PDAs, Tablets, Smartphones) [KoPI11].
A13	Das WFMS muss definierte Schnittstellen aufweisen, um in andere IT-Systeme integriert werden zu können, vgl. [BLK11].
A14	Das WFMS muss zuverlässig, d. h. ausfallsicher sein. Grundsätzlich muss die erfolgreiche Durchführung eines Einsatzes auch ohne WFMS möglich sein [KPSB+11], [KoPI11], [Jul07].
A15	Die Workflowinhalte sowie die grafische Benutzeroberfläche (GUI) des WFMS sollen weiteren von Anwendern explizit genannten Anforderungen genügen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Übersichtliche Anzeige leicht verständlicher Handlungsempfehlungen ▪ Intuitive Bedienung (besonders für „Nichttechniker“) ▪ Geeignete Darstellung von Workflows, die nur kurz zu bearbeiten sind, und von Workflows, die mehrere Stunden andauern ▪ Standardisierung und Wiederverwendung von Teilprozessen und Aktivitäten (einheitliche Formulierungen, Vermeidung von Inkonsistenzen)

Tabelle 3.1: Anforderungen an ein WFMS für die zivile Gefahrenabwehr

Quelle: Verfasser

3.3 Stand der Technik

Die Workflow Management Coalition (WFMC)³¹ unterscheidet vier grundlegende Arten von Workflows:

- Ad-hoc-Workflows unterstützen wenig strukturierte und schwer vorhersagbare Prozesse, die einer starken Variation unterliegen.
- Collaborative Workflows unterstützen das gemeinsame Arbeiten mehrerer Akteure an einem Prozess.

³¹ Zusammenschluss von weltweit mehr als 300 Entwicklern, Anwendern und Forschungsgruppen im Bereich des Workflow- und Geschäftsprozessmanagements (<http://www.wfmc.org>)

- Administrative Workflows unterstützen strukturierte und vorhersagbare Prozesse, die jedoch weder besonders strategisch, wertschöpfend noch zeitkritisch sind.
- Production Workflows unterstützen stark strukturierte und vordefinierte Prozesse, die meist zeitkritisch oder von strategischer Bedeutung sind. [Müll05, S. 8]

Für die Unterstützung von Führungsprozessen in der Response-Phase kommen jedoch nur Ad-hoc-Workflows in Betracht, da Rettungseinsätze grundsätzlich einer hohen Komplexität, starken Vernetzung, Intransparenz und Dynamik unterliegen (vgl. Abschnitt 2.2.4.2). Die zu treffenden Entscheidungen und Maßnahmen ändern sich mit jedem Einsatz und der Einsatzablauf ist nur schwer vorherzusagen. Administrative und Production Workflows sind deshalb für diesen Anwendungsfall ungeeignet. Einsatz- und Abschnittsleiter werden zwar von einem Stab unterstützt, die Führungsverantwortung ist jedoch unteilbar. Daher eignen sich Collaborative Workflows durchaus für die Stabsarbeit oder die Planung und Einsatzvorbereitung (vgl. [PRW12b], [SCHA08]), nicht jedoch für die Einsatz- bzw. Abschnittsleitung in der Response-Phase.

Die WFMS, die für industrielle Anwendungen (z. B. Imixs, Pavone, vgl. [Matt12] u. a.) oder zum Beispiel im Gesundheitswesen (vgl. [RDMK00]) angeboten werden, sind eher unflexibel, da der Kontrollfluss zumeist statisch modelliert wird. Die Aktivitäten der zivilen Gefahrenabwehr können jedoch oft nicht in einem exakt vordefinierten Workflow-Modell festgehalten werden. Es kann nur ein grobes Konzept hinterlegt werden. Die Workflowmodelle müssten dann während der Laufzeit an die spezifische Situation angepasst werden, sobald detailliertere Informationen zur Verfügung stehen. Die meisten WFMS können dies jedoch nicht. [Heek06], [BPR07], [RPA08], [SeBr09], [JLP10], [PRW12a]

Ein Beispiel für eine frei verfügbare Entwicklungsumgebung, die es Entwicklern ermöglichen soll, komplexe Workflows am Rechner abzubilden, ist die von Microsoft bereitgestellte Windows Workflow Foundation (WWF), vgl. Scribner und Esposito. Die Arbeitsabläufe, bestehend aus Aktivitäten und Zuständen, lassen sich grafisch modellieren. Dabei können auf vordefinierte Aktivitäten zurückgegriffen oder auch eigene Arbeitsanweisungen erstellt werden. Darüber hinaus kann den einzelnen Workflow-Komponenten anschließend ein Code hinzugefügt werden, um sie näher zu beschreiben und sie mit Regeln zu verknüpfen. Die WWF enthält die komplette Infrastruktur mit Multithreading-Funktionalität, um Workflows zu definieren, zu instanzieren und zu verwalten. Es beinhaltet ein Workflow-Modul, eine .NET-verwaltete API, Laufzeitdienste sowie einen visuellen Designer und Debugger. Das Microsoft Visual Studio bietet zwei Arten von Workflows an: Der sequenzielle Workflow eignet sich für Vorgänge, die durch eine Folge aufeinander abgestimmter Arbeitsschritte beschrieben werden können. Der Statusmechanismus-Workflow besteht aus einem definierten Startstatus, der durch auftretende Ereignisse und durchgeführte Aktionen in einen anderen Status übergeht, und endet mit einem definierten Endstatus. [Scri07, S. 4-9], [Espo05]

Durch Individualprogrammierung könnten die Workflows an die Charakteristika der zivilen Gefahrenabwehr angepasst werden – dies allerdings auch nur auf einem Windows-Rechner. Jansen, Lijnse und Plasmeijer haben parallel zu dieser Dissertation ein WFMS speziell für die Gefahrenabwehr entwickelt. Das iTask-System [JLP10] ermöglicht eine Modellierung und datenbasierte dynamische Steuerung von Workflows für BOS. Die iTasks beschreiben eine Kombination von Aufgaben, die von Menschen und/oder automatisierten Prozessen durchgeführt werden. Tasks können sowohl sequenziell als auch parallel ausgeführt werden. Über iTask-Exceptions können für den Fall, dass der normale Ablauf geändert wird, neue Prozeduren aufgerufen werden. Mit Hilfe der Programmiersprache CLEAN können domänenspezifische Objekte und Aktivitäten erzeugt werden [JLP10]. In der Regel sind Einsatzkräfte jedoch weder Modellierer noch Programmierer, sodass auch diese Lösung die Anforderungen aus Abschnitt 3.2 noch nicht vollständig erfüllen kann (z. B. einfache Prozess- und Workflowänderungen ohne Programmierkenntnisse).

Im Forschungsprojekt ERMA (Electronic Risk Management Architecture) wurde ein kennzahlenbasiertes Entscheidungsunterstützungssystem für kleine bis mittelgroße Kommunen, öffentliche Einrichtungen und private Organisationen entwickelt, die mit Aufgaben der Risikoanalyse und -abwehr betraut wurden. Neben einem Frühwarnsystem und einem Modul zur Unterstützung der Kommunikation zwischen der Gemeinde, BOS und den Bürgern enthält es ebenfalls ein WFMS, das Routine-Aufgaben unterstützen soll. Hier liegt der Fokus allerdings mehr auf der Planung und der Verbesserung der Vorbereitung und weniger auf dem Einsatz. [BPR07], [RPA08]

Technische Informationen, Gefahrenhinweise z. B. bei gefährlichen Substanzen, und taktische Empfehlungen über Vorgehen und verfügbare Gerätschaften sind auch Forschungsgegenstand in den vom BMBF geförderten Projekten SAFeR (Strategische und Ablaufunterstützende Einsatzinformationen für Feuerwehr und Rettungsdienst) und GÜTER (Gefahrgut-Überwachung und Rückverfolgung beim Transport durch Elektronik und RFID). Über mobile Endgeräte werden den Einsatzkräften zu vordefinierten Einsatzfällen Hilfetexte und ergänzende Abbildungen direkt am Einsatzort bereitgestellt. Während SAFeR auf dem Pull-Prinzip (Informationen auf Anfrage) basiert, werden die Benutzer bei GÜTER entsprechend der Einsatzdaten automatisch informiert (Push-Prinzip). [KHLPO7]

Picot nimmt eine zur Workflow Management Coalition ähnliche Einteilung von Workflow-Arten vor. Anhand der fünf Kriterien Komplexität, Grad der Veränderlichkeit, Detaillierungsgrad, Grad der Arbeitsteilung und Interprozessverflechtung unterscheidet der Autor drei Prozesstypen:

- Routineprozesse sind strukturiert, standardisiert und planbar. Sie zeichnen sich durch eine hohe Arbeitsteilung, jedoch nur wenige Prozess-Schnittstellen aus.
- Regelprozesse sind vorstrukturiert und grob planbar, werden jedoch häufig von verschiedenen Akteuren individuell verändert.

- Einmalige Prozesse sind kaum planbar und ihre genauen Abläufe nicht definiert.

Führungsprozesse eines Rettungseinsatzes sind, wie oben beschrieben, kaum planbar und in ihrer individuellen Ausprägung nahezu einmalig. Als Unterstützungswerkzeug schlägt Müller hier einen Workflow in Form einer Checkliste vor. [Müll05, S. 8-10] nach [PiRo95]

Standard Operating Procedures

Viele Organisationen der zivilen Gefahrenabwehr beschreiben ihre Standardvorgehensweisen in Handbüchern. Diese enthalten oft wertvolle Informationen darüber, welche Aktivitäten in welcher Reihenfolge ergriffen werden sollten, um möglichst effektiv auf ein Notfallszenario reagieren zu können. Sie sollen Entscheidungsträgern in komplexen Situationen helfen, schwierige Aufgaben mit steigenden Anforderungen bei geringen Budgets, personellen und materiellen Ressourcen zu bewältigen. Darüber hinaus tragen diese Prozessbeschreibungen zu einer Standardisierung der Prozesse der Organisation bei und sichern so das bestehende Qualitätsniveau und auch die Kooperationsfähigkeit. Für diese Prozessbeschreibungen haben sich im Laufe der Zeit verschiedene Begriffe entwickelt. Im US-amerikanischen Raum werden sie häufig als Standard Operating Guidelines (SOG) bezeichnet, im deutschen Raum spricht man vielerorts von Standard-Einsatzregeln (SER). Die meisten Beispiele lassen sich jedoch unter dem Namen Standard Operating Procedure (SOP) finden. SOPs kommen ursprünglich aus dem medizinischen Bereich (in zahlreichen Veröffentlichungen werden unterschiedliche Aufgaben und Behandlungspfade beschrieben, z. B. [MAP07], [Sige08], [MSKK03], [BIHe08]). Aber auch in verwandten Domänen wie der Lebensmitteltechnologie, Biologie und Chemie [Reeu01] sowie in der Luft- und Raumfahrt zählen SOPs zu den gebräuchlichen Werkzeugen.³² Daher soll für Beschreibungen von Standardvorgehensweisen im Folgenden nur noch der Begriff Standard Operating Procedures verwendet werden. [FEMA99, S. 2-14], [Sige08], [GCVH+03, S. 240 ff.]

Es existieren viele Handbücher und Leitfäden zum Verfassen effektiver SOPs, die eine ausführliche Hilfestellung bei der Erstellung, Einführung und Evaluation von SOPs geben [RaBa06], [EPA07]. Alle Quellen haben jedoch gemein, dass sie SOPs als Klartext-Prozessbeschreibungen betrachten. Die meisten SOPs haben einen Umfang von 5 bis 20 DIN-A4-Seiten, einige gehen sogar darüber hinaus. Der Nutzen dieser Handbücher ist aufgrund fehlender oder unzureichender Formalisierung und IT-Unterstützung gerade in einer zeitkritischen Situation nur begrenzt [PRB07], [SeBr09]. Sie können gut für die Einsatzvorbereitung, zur Ausbildung von Führungskräften oder für Übungen genutzt werden. Aber für eine effiziente Entscheidungsunterstützung in einem realen Krisenfall sind diese Regelwerke zu umfangreich. Während eines echten Einsatzes ist die verfügbare Zeit zur Entscheidungsfindung

³² vgl. <http://sop.nfsmi.org/HACCPBasedSOPs.php>, <http://www.tva.gov/kingston/sap>, <http://search.nasa.gov/search/search.jsp?nasalInclude=standard+operating+procedure> u. v. m.

in der Regel sehr knapp. Die Führungskraft braucht deswegen zur richtigen Zeit die richtigen Informationen und Handlungsempfehlungen. Der Einsatzleiter bzw. ein Abschnittsleiter hat in einer angespannten Lage nicht ausreichend Zeit, um mehrere Seiten eines Handbuchs zu lesen bzw. die für ihn zurzeit relevanten Abschnitte zu suchen.

Wesentlich effizienter als Textbeschreibungen sind SOPs, die als Flussdiagramm oder Checkliste dargestellt werden. Beide Darstellungsformen ermöglichen einen schnellen Überblick über alle notwendigen Arbeitsschritte, die noch durchzuführen sind. Die Checkliste als eine Reihe von Arbeitsanweisungen, die einfach abgehakt werden, ist sehr übersichtlich und einfach zu handhaben. Sie ist ideal für starre Prozesse, die immer in der gleichen Reihenfolge ablaufen: Arbeitsschritt 1, gefolgt von Arbeitsschritt 2, gefolgt von ... Arbeitsschritt n. Sobald allerdings Flexibilität verlangt wird, stößt die Checkliste schnell an ihre Grenzen. Ist die Reihenfolge abhängig von äußeren Parametern, muss mit Verweisen gearbeitet werden: „Wenn Bedingung A erfüllt, weiter mit Arbeitsschritt 3, sonst weiter bei Arbeitsschritt 9“. Bei komplexeren Prozessen mit mehreren Parametern ist die Checkliste nicht mehr hilfreich. Etwas mehr Flexibilität bietet das Flussdiagramm, da dieses grafisch arbeitet und so multiple Verweise ermöglicht (vgl. Abschnitt 3.4.2). Allerdings ist auch hier ersichtlich, dass sich bei umfangreicheren Prozessen das Flussdiagramm auf mehrere DIN-A4-Seiten erstreckt, die Verweise über mehrere Seiten gehen und die Führungskraft durch häufiges Umblättern und Suchen nicht mehr wirklich effizient unterstützt wird. Aus diesem Grunde sind beide Darstellungsformen auch nur bedingt geeignet, um der Führungskraft zusätzliche Informationen oder Best Practices kontextsensitiv bereitzustellen.

Fazit

Es gibt verschiedene Ansätze, Führungsprozesse in der zivilen Gefahrenabwehr durch WFMS oder SOPs zu unterstützen. Es konnte im Stand der Technik jedoch keine Methode bzw. kein Werkzeug ermittelt werden, welches die Anforderungen aus Abschnitt 3.2 vollständig erfüllt. Existierende WFMS sind nicht in der Lage, die in der Gefahrenabwehr notwendige Flexibilität in den Führungsprozessen zu gewährleisten, ohne auf Individualprogrammierung zurückzugreifen (vgl. Anforderungen A05, A08 und A09). Papierbasierte SOPs können keine Kontextsensitivität bereitstellen. Daher soll eine alternative Lösung entwickelt werden, die die Vorteile eines WFMS mit den Vorteilen herkömmlicher SOPs verbindet. So wie in Industrieunternehmen Geschäftsprozesse in einem Qualitätsmanagement-Handbuch dokumentiert werden, auf dessen Grundlage Workflows zur Unterstützung operativer Tätigkeiten entwickelt werden (Abbildung 3.2 links), sollen in dieser Arbeit Einsatzführungsprozesse, die üblicherweise in Form von SOPs, SOGs, SER, Dienstvorschriften o. ä. beschrieben sind, durch *interaktive* SOPs unterstützt werden (Abbildung 3.2 rechts). Interaktive SOPs stellen eine besondere Unterart eines Workflows dar, die sich speziell an den Rahmenbedingungen der zivilen Gefahrenabwehr orientiert (z. B. Einsatz auf mobiler IT im Feld). Sie sollen, wie in der

Literatur empfohlen, in Form von Checklisten dargestellt werden, die jedoch nicht, wie in einem Buch, statisch sind, sondern mit Hilfe von IT dynamisch zusammengestellt werden. Durch die Interaktion des Nutzers mit dem IT-System (Ein-/Ausgabe von Daten/Informationen) sollen der Führungskraft stets die bestmöglichen Handlungsempfehlungen aufgezeigt werden, die der aktuellen Situation entsprechen (Situational Awareness [Ends00]). In Abgrenzung zu bestehenden WFMS können interaktive SOPs auch ohne Programmierkenntnisse definiert werden.

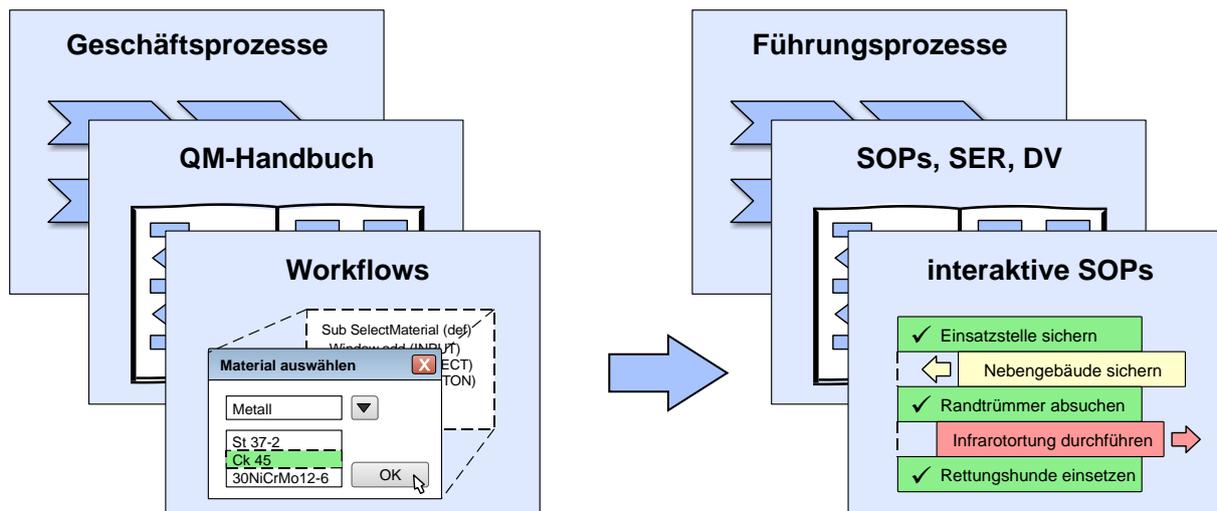


Abbildung 3.2: Einordnung interaktiver SOPs in den Stand der Technik

Quelle: Verfasser

3.4 Analyse des Ist-Zustands

Als Grundlage für ein WFMS sollen die bisherigen Prozesse des THW bei der Ortung und Bergung untersucht und in einem Modell abgebildet werden. Die Qualität eines Prozessmodells hängt sehr stark von den Zielen ab, die mit diesem Modell verfolgt werden sollen [BRU00], [Kobl10, S. 97], [BKR08, S. 17-21]. Daher wird der Zweck des Prozessmodells in Abschnitt 3.4.1 genauer analysiert und aus diesem anschließend Qualitätsanforderungen an das zu entwickelnde Modell abgeleitet. Abschnitt 3.4.2 gibt einen groben Überblick über die verfügbaren Methoden der Prozessmodellierung.

Das Prozessmodell „Ortung und Bergung von Verschütteten“ wird in Abschnitt 3.4.3 als ein Zwischenergebnis aus dem Forschungsprojekt I-LOV anhand ausgewählter Teilprozesse vorgestellt und anschließend einer kritischen Bewertung unterzogen. Die Evaluation und Verbesserung des Prozessmodells anhand der zuvor aufgestellten Qualitätskriterien stellt einen wichtigen Zwischenschritt zur Überführung der abstrakten Prozessbeschreibungen in real nutzbare Workflows dar.

3.4.1 Ziele und Qualität der Prozessmodellierung

Ein **Prozessmodell** ist eine zielorientierte und vereinfachte Abbildung komplexer Abläufe durch Abstraktion [Stac73, S. 131-133], [Schu95, S. 10 f.]. Es ist für gewöhnlich nicht vollständig, sondern beschreibt nur die wesentlichen Aspekte oder Teilprozesse, die für einen bestimmten Zweck benötigt werden. Nach J. Becker et al. [BKR08, S. 51-58] wird im Allgemeinen zwischen dem Zweck der Organisationsgestaltung (Organisationsdokumentation, Prozessverbesserung, Wissensmanagement etc.) und der Anwendungssystemgestaltung (Softwareentwicklung, Workflowmanagement, Simulation etc.) unterschieden. In diesem Fall soll ein WFMS zur Unterstützung der Führungsprozesse des (Unter-)Einsatzabschnittsleiters bei der Ortung und Bergung von Verschütteten entwickelt werden. Die Analyse des Ist-Zustands soll dabei helfen, eine geeignete Modellierungssprache zu definieren und die notwendigen Abläufe/Entscheidungen zu identifizieren. Zu diesem Zweck ist es notwendig, zunächst ein gemeinsames Verständnis über die den Workflows zugrundeliegenden Prozesse zu schaffen und das Wissen, das einzelne Zugführer gesammelt haben, zu formalisieren. Das Prozessmodell soll also zunächst die Kommunikation mit Domänenexperten unterstützen, um eben dieses Modell zu optimieren und weiter zu vervollständigen. Dies ermöglicht letztendlich die Definition optimierter Standard Operating Procedures. Das Prozessmodell weist demnach sowohl einen deskriptiven Charakter (Beschreibung der Realität) als auch einen präskriptiven Charakter (Abbildung der Soll-Situation) auf, vgl. [Kobl10, S. 99 f.], [Gada10, S. 253 ff.].

Die **Qualität von Prozessmodellen** wird schon seit längerer Zeit diskutiert [BKR08, S. 46 f.]. In der Literatur werden sehr viele Qualitätsanforderungen vorgestellt. Bislang konnte jedoch keine Einigkeit über die Auswahl oder Gewichtung von Qualitätsmerkmalen oder deren Messung bzw. Bewertung erzielt werden. Gründe hierfür sind nach Kobler die Vielzahl von Zielen, Methoden und Werkzeugen der Prozessmodellierung [Kobl10, S. 132-137], vgl. 3.4.2. Einige Autoren beschränken sich daher auf die Formulierung allgemeingültiger Modellierungsrichtlinien, z. B. die „Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung“ nach Becker et al. [BRS95] oder die „Seven Process Modeling Guidelines (7PMG)“ von Mendling et al. [MRA09].

Im Anhang B wurden die in der Literatur am häufigsten genannten Kriterien zur Bewertung der Qualität von Prozessmodellen zusammengefasst. Im Rahmen dieser umfassenden Studie konnte jedoch kein Konzept entwickelt werden, welches die verschiedenen Meinungen der einzelnen Autoren zusammenführt, um die Qualität eines Prozessmodells objektiv, d. h. unabhängig vom Betrachter zu messen. Eine eindeutige, allgemein anerkannte Liste von Anforderungen an das Prozessmodell zur Ortung und Bergung kann hier also nicht gegeben werden. Stattdessen werden im Folgenden Anforderungen erhoben, die aus der Perspektive des Verfassers am besten zu den Zielen des Modells beitragen.

Für die **Entwicklung eines IT-Systems** und die **Abbildung von Workflows** in diesem

- muss das Prozessmodell syntaktisch korrekt sein,
- muss das Prozessmodell möglichst vollständig bzw. erweiterbar sein,
- sollten Layout, Muster und Benennung des Prozessmodells standardisiert sein,
- sollte das Prozessmodell modular aufgebaut sein, sodass Aufgaben, Teilprozesse und Prozesse wiederverwendet werden können,

vgl. [EmHa72, S. 32, 47-49], [BRS95], [Silv08], [MRA09].

Für die **Kommunikation mit Domänenexperten** (gemeinsames Verständnis)

- sollte das Prozessmodell semantisch korrekt sein,
- muss das Prozessmodell übersichtlich und verständlich sein,
- muss das Prozessmodell eindeutig sein,
- muss das Prozessmodell einfach zu ändern bzw. zu erweitern sein,

vgl. [EmHa72, S. 32, 52], [BRS95], [BRU00], [MRA09].

3.4.2 Methoden der Prozessmodellierung

Für die Modellierung von Prozessmodellen stehen verschiedene Methoden zur Verfügung. In der Domäne der zivilen Gefahrenabwehr verhilft oft eine grafisch orientierte Prozessmodellierung mit standardisierter Notation Modellierern, Softwareentwicklern und Domänenexperten zu einem gemeinsamen Verständnis der Abläufe und Vorgehensweisen [KoPI11] nach [Allw98]. Inzwischen existieren viele Diagrammsprachen zur Darstellung von Objekten, Daten- und Kontrollflüssen, z. B. SADT-/ IDEF-Diagramme, Petri-Netze, EPK, Swimlanes, BPMN und UML [Gada10, S. 70 f.]. Die meisten Sprachen sind sich sehr ähnlich. Die Darstellung von Prozessmodellen erfolgt über Graphen, d. h. einer Kombination aus Knoten und Kanten. Einfache geometrische Formen (Rechtecke, Rauten, Kreise etc.) werden durch Linien und Pfeile zu einem Netzwerk kombiniert (z. B. nach DIN 66001). Die sogenannten **Flussdiagramme** sind leicht zu erstellen, sehr gut verständlich und sehr anschaulich. In der Regel können die visualisierten Prozesse des Flussdiagramms auch ohne Kenntnis der verwendeten Symbole und Regeln verstanden werden. Aus einem Flussdiagramm lässt sich ablesen, wie Vorgaben (Input) in Ergebnisse (Output) verarbeitet werden, wie Prozessschritte miteinander verbunden sind und welche Informationen zur Ausführung bzw. Durchführung von Prozessschritten notwendig sind. Einfache Flussdiagramme sind jedoch nicht sehr genau. Entscheidungen können nur durch eine Raute dargestellt werden. Der Modellbetrachter muss selbst interpretieren, welcher Weg bzw. welche Wege weiter verfolgt werden sollen. Petri-Netze, BPMN, EPK, UML u. a. ermöglichen durch eine umfangreichere Syntax eine genauere Repräsentation von Prozessen. Mittels UND-, ODER- und EXKLUSIV-ODER-Beziehungen lassen sich komplexere Verknüpfungen von Aktivitäten und Bedingungen darstellen. [Wilh07, S. 227 f.], [Gada10, S. 97 ff., 189 ff.], [KSG05], [RQZ12, S. 266 f.]

Zu den meist genutzten Notationen gehören die Ereignisgesteuerten Prozessketten (EPK) und die Unified Modeling Language (UML) [Gada10, S. 70 f.]. In bisherigen Forschungsprojekten für die zivile Sicherheit hat sich gezeigt, dass (erweiterte) **Ereignisgesteuerte Prozessketten** für die Domäne der zivilen Gefahrenabwehr sehr geeignet sind [LPK10]. EPKs werden als „alternierende Abfolge von Ereignissen und Funktionen“ dargestellt. Funktionen sind Tätigkeiten, die zu einem bestimmten Zweck durchgeführt werden. Ereignisse lösen eine Funktion aus oder beschreiben den zu erreichenden Zustand. Die Ausführung einer Funktion führt dabei stets zu einem oder zu mehreren Ereignissen (Zuständen), die, vom Endereignis abgesehen, wieder eine oder mehrere Funktionen auslösen. Die Verknüpfung von Ereignissen und Funktionen erfolgt über Kanten und Konnektoren (UND, ODER, XODER). Zusätzlich können dem Prozessmodell „organisatorische Einheiten“, „Prozesswegweiser“, „Informationsobjekte“ und „Anwendungssysteme“ zugeordnet werden. Die Vorteile von EPK-Modellen sind eine leichte Verständlichkeit, ein hoher Bekanntheitsgrad sowie Genauigkeit und Eindeutigkeit. [KSG05], [Gada10, S. 189 f., 206 f.], [Müll05, S. 94-99, 112]

Auf der anderen Seite bietet sich für die Anwendung und Entwicklung eines IT-Systems die **Unified Modelling Language** an. Soll nach dem Modellierungsvorgang eine Software zur Unterstützung der Prozesse eingesetzt werden, so wird üblicherweise auf die objektorientierte Modellierungssprache UML zurückgegriffen [KSG05]. UML hat sich nach Hohler in den letzten Jahren als formale Sprache zur objektorientierten Analyse, Planung und Visualisierung von Softwaresystemen und Geschäftsprozessmodellen durchgesetzt [PfSc07, S. 838]. UML unterstützt die objektorientierte Entwicklung und Implementierung von IT-Systemen. Sie enthält Konzepte für die Systemanforderungs-, Analyse-, Entwurfs- und Implementierungsphase. UML-Diagramme können, je nach Programmiersprache, direkt in Quellcode umgesetzt werden. Für diese Arbeit sind insbesondere das Aktivitätsdiagramm (für die Beschreibung der Abläufe) und das Klassendiagramm (für die Beschreibung der Datenbank) nützlich. Weitere Diagrammtypen sind u. a. das Use-Case-Diagramm (Anwendungsfälle), Interaktionsdiagramm (Reihenfolge und Zusammenspiel von Interaktionen), Zustandsdiagramm (dynamisches Verhalten des Systems) und das Implementierungsdiagramm (Komponenten). UML-Diagramme sind ebenso wie die EPKs weit verbreitet und eindeutig, jedoch weniger leicht verständlich und selbsterklärend. Der Entwurf verschiedener Diagramme ist sehr aufwändig, erleichtert jedoch die spätere Umsetzung erheblich. Der Entwicklungsschwerpunkt wird aus der Implementierungsphase in die Konzeptionsphase vorverlegt und ermöglicht so die Vermeidung von Fehlentwicklungen (vgl. Bedeutung der Qualitätsvorausplanung in den Abschnitten 2.1.1 bis 2.1.3). [Müll05, S. 99-113], [RQZ12]

Daher soll im Folgenden auf UML-Diagramme zurückgegriffen werden, um das Prozessmodell der Ortung und Bergung zu beschreiben und später das WFMS zu konzipieren. Für die Prozessmodellierung gibt es auf dem deutschsprachigen Markt ca. 160 IT-Werkzeuge, die z. B. in einer BPM-Marktstudie des Fraunhofer Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisati-

on [KKSZ11] verglichen wurden. Als Vorgehensweise zur Prozessmodellierung wird in der Literatur überwiegend der **Top-Down-Ansatz** empfohlen. Zuerst sollte eine Prozesslandkarte erstellt werden, um einen Überblick über alle wesentlichen Prozesse zu geben (grobe Darstellung der Kernprozesse). Eine Prozesslandkarte kann auch dazu dienen, die relevanten Prozesse überhaupt erst zu identifizieren. Anschließend wird das Prozessmodell sukzessive detailliert, d. h. die Prozesse werden in Teilprozesse und schließlich in Schritte zergliedert. Prozesse wie die der Ortung und Bergung, die dynamischen Rahmenbedingungen unterliegen, brauchen jedoch ausreichend Freiheitsgrade, um flexibel reagieren zu können [GrSe05]. Um ein Mindestmaß an Standardisierung in individuelle Prozesse zu integrieren, schlagen Schmelzer und Sesselmann die Modellierung mehrerer Prozessvarianten oder eine geringere Granularität vor [ScSe10, S. 199-201]. Grundsätzlich sollte das Prozessmodell so einfach wie möglich und nur so komplex wie nötig gestaltet sein. Durch eine hohe **Partizipation** der Entscheidungsträger und späteren Nutzer soll die Akzeptanz des Prozessmodells sichergestellt werden. [Müll05, S. 113 f., 130 f.]

3.4.3 Das Prozessmodell „Ortung und Bergung von Verschütteten“

Für die Entwicklung des Prozessmodells wurden verschiedene Quellen herangezogen. Aufbauend auf einer intensiven Literaturrecherche zu den Themen

- zivile Gefahrenabwehr (z. B. [Jul07], [Lang10], [KoPl11], vgl. Abschnitte 2.2.1 ff.),
- Führung und Einsatztaktik (z. B. [vfdb0301], [KatS261], [DV1100] und [FwDV100])
- Gesetze, Verordnungen und Richtlinien (z. B. Zivilschutzgesetz [ZSG04] und THW-Helferrechtsgesetz, -Mitwirkungsverordnung bzw. -Helferrichtlinie [THW07a]),
- Bauteilüberwachung und -sicherung (z. B. [GHM01] und [Hoss09]) sowie
- Ortungstechnologien (z. B. [Budd03] und [HKR11]) u. a.

wurden Aus- und Weiterbildungsunterlagen sowie weitere Dokumente und Informationsmaterialien des THW und der Feuerwehr ausgewertet, z. B. Stärke- und Ausstattungsnachweise (StAN), Fahrzeug-/Gerätebeschreibungen und Taschenkarten (Beispiel in Anhang C). In mehrtägigen Anwender-Workshops wurden gemeinsam mit dem THW Schadensszenarien und Standardvorgehensweisen diskutiert. Durch die Beobachtung von Übungen konnten weitere Erkenntnisse über die Ortung und Bergung gewonnen werden. Dies umfasst sowohl strategisch-taktische Entscheidungen als auch operative Tätigkeiten (Abbildung 3.3).

Darüber hinaus wurden über 30 weitere THW-Helfer aus verschiedenen Ortsverbänden in die Prozessaufnahme mit einbezogen. In Form von strukturierten Einzelinterviews oder offenen Gruppendiskussionen wurden gezielte Fragen gestellt, um einzelne Sachverhalte zu klären, oder Kreativitätstechniken und Szenarien eingesetzt, um neue Erkenntnisse und Ansichten zu gewinnen (z. B. „Was würden Sie tun wenn ..., angenommen dass ...?“).

In Anlehnung an Kobler [Kobl10, S. 107-109] wurde bei der Modellierung insgesamt ein iteratives Vorgehen zugrunde gelegt. Zunächst wurde ein abstraktes Prozessmodell erstellt. Dieses wurde dann nach neuen Erkenntnissen weiterentwickelt und wiederum mit den Endanwendern besprochen etc.



Abbildung 3.3: Prozessaufnahme durch Beobachtung einer Übung zur Ortung/Bergung

Quelle: Verfasser (Foto), THW (Personen)

Das in den folgenden Abschnitten beschriebene Prozessmodell der „Ortung und Bergung von Verschütteten“ spiegelt im Wesentlichen den Ist-Zustand wieder. Nach der Eliminierung von Redundanzen, Beseitigung von Schwachstellen und Ergänzung um neue Erkenntnisse, Technologien und praktische Erfahrungen beschreibt es den Soll-Ablauf. Da nur vereinzelt **Prozessverbesserungen** vorgenommen wurden, unterscheiden sich Ist- und Soll-Modell nur geringfügig. Im Vordergrund stehen vielmehr die **Standardisierung** des Prozessmodells und die Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses.

Das Modell ist eine Aggregation von Informationen aus verschiedenen Quellen. Insbesondere in den Interviews konnte festgestellt werden, dass viele Zug- und Gruppenführer ihre eigene Vorstellung des „idealen“ Einsatzablaufs haben und gerne ihre bisherigen Erfahrungen teilen. Die für das Prozessmodell wichtigen Informationen müssen herausgefiltert und heterogene Aussagen konsolidiert werden. Mit jeder zusätzlichen Quelle wurde das Prozessmodell weiter detailliert und anschließend wieder abstrahiert, um einerseits ein gemeinsames Vorgehen zu identifizieren, andererseits aber auch einzelne Erfahrungen berücksichtigen zu können.

Die Ortung und Bergung von Verschütteten ist in **fünf Phasen** unterteilt. Die Abbildung 3.4 zeigt das oberste Abstraktionsniveau des entwickelten Prozessmodells der Ortung und Ber-

gung von Verschütteten nach einem Gebäudeeinsturz (Aktivitätsdiagramm gemäß UML-Standard [RQZ12]). Die Phase 1 beginnt mit der Ersterkundung, Lagedarstellung und Lagebesprechung sowie der Sicherung der Einsatzstelle. In den Phasen 2 bis 4 werden die Ortung und Bergung durchgeführt – erst im Randtrümmerbereich (Phase 2), dann innerhalb des eingestürzten Gebäudes mit leichtem Gerät (Phase 3) und später mit schwerem Gerät (Phase 4). In der letzten Phase werden die Trümmer abgetragen und abschließende Maßnahmen durchgeführt.

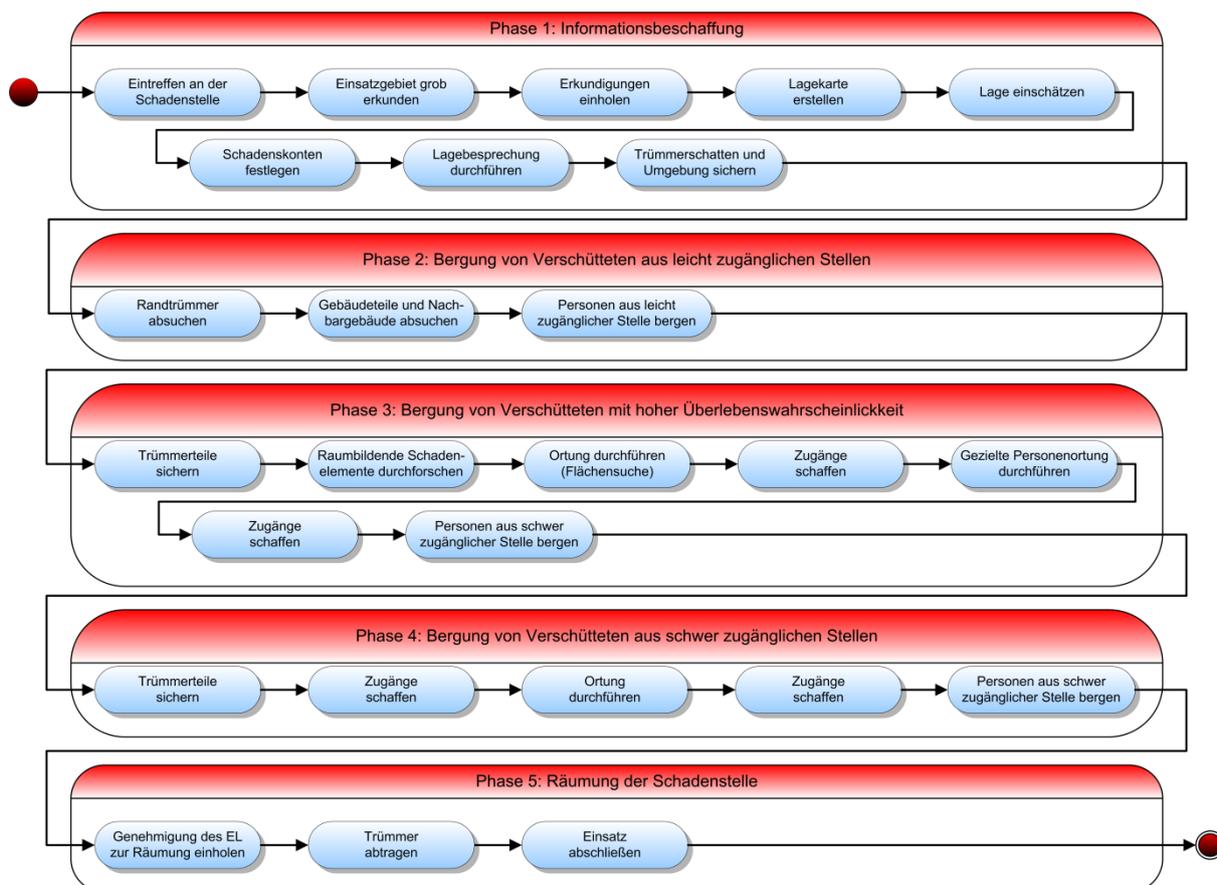


Abbildung 3.4: Prozessmodell der fünf Phasen der Ortung und Bergung (Übersicht)

Quelle: Verfasser/I-LOV

Darüber hinaus gibt es phasenübergreifende Nebenläufigkeiten wie „Beobachter abstellen und wechseln“, „Gefahren erkennen und beseitigen“ und „Einsatz dokumentieren“, die immer wieder bzw. kontinuierlich durchzuführen sind. Hierzu zählt auch das „Prüfen, ob Spezialgeräte und/oder weitere Einsatzkräfte notwendig sind“. Auf Grund des hohen Zeitdrucks bei einem Rettungseinsatz sind An- bzw. Nachforderungen so früh wie möglich durchzuführen.

In den folgenden Abschnitten wird das Prozessmodell weiter ausgearbeitet und durch Darstellung einiger Teilprozesse veranschaulicht.

3.4.3.1 Phase 1: Informationsbeschaffung

Das Ziel der ersten Phase ist die Beschaffung zahlreicher einsatzrelevanter Informationen. Nach dem Eintreffen an der Schadenstelle beginnt der Einsatz mit einer ersten Erkundung des Einsatzgebiets (Abbildung 3.5). Hier wird eine Lagekarte erstellt und die Trümmerstruktur darin eingetragen. Zusätzlich sind raumbildende Elemente und Orte mit hoher Überlebenswahrscheinlichkeit zu markieren. Der Lage entsprechend wird der Einsatzabschnitt dann in einzelne Schadenskonten unterteilt. Nach Einschätzung der Lage unter Berücksichtigung sämtlicher möglicher Gefahren ist zu entscheiden, ob weitere Einsatzkräfte oder Spezialgeräte erforderlich sind. In der Lagebesprechung erfolgen die Einteilung der Trupps und die Aufgabenverteilung. Dazu gehören unter anderem die Sicherung des Trümmerschattens und der Umgebung – Maßnahmen der Gefahrenbeseitigung wie zum Beispiel Brandschutz obliegen der Feuerwehr. Anschließend sind das direkt umliegende Schadensgebiet zu erkunden, d. h. die Trümmerstruktur zu analysieren, weitere Gefahren festzustellen und Schadenelemente festzulegen sowie der Verbleib möglicher verschütteter Personen zu klären. Durch Anfragen beim Einwohnermeldeamt und der Polizei bzw. durch Befragen von Anwohnern und Zeugen, Eigentümern, Vermietern und Angehörigen wird eine Liste vermisster Personen erstellt.

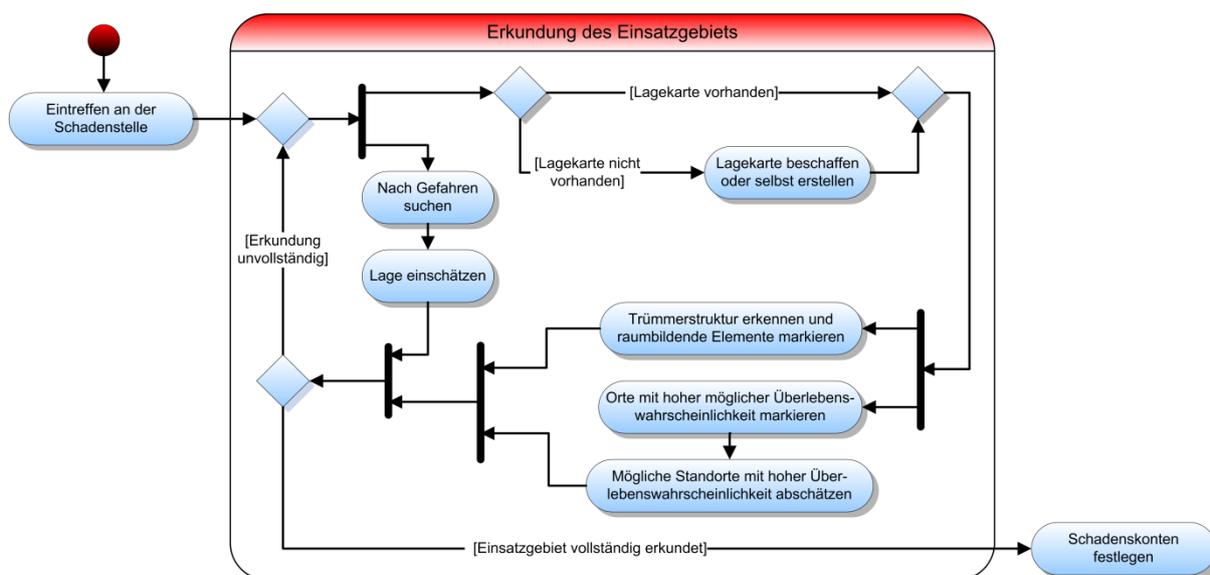


Abbildung 3.5: Teilprozess „Erkundung des Einsatzgebiets“ in der Phase 1

Quelle: Verfasser/I-LOV

Die **Lagedarstellung** erfolgt in den meisten Ortsverbänden über eine papiergebundene Freihandskizze, die anschließend auf ein Whiteboard in bzw. an der Führungsstelle übertragen wird (vgl. [GCVH+03, S. 50 f.]). Abbildung 3.6 zeigt die aktuelle Arbeitsweise eines THW-Ortsverbandes. Auf der linken Seite der Tafel werden allgemeine Informationen eingetragen (z. B. aktuelles Wetter und Stärkeplanung). In der Mitte werden mit Hilfe standardisierter taktischer Zeichen gemäß THW-Dienstvorschrift DV 1-102 [DV1102] die Lagekarte skizziert

und rechts Schadenskonten angelegt, denen aktuelle Tätigkeiten und Befunde u. a. zugeordnet werden. Genau an dieser Stelle setzt jedoch diese Arbeit an. Durch ein WFMS könnten handschriftliche Aufgabenbeschreibungen, die auf einem Stück Papier eingetragen werden, ersetzt werden.

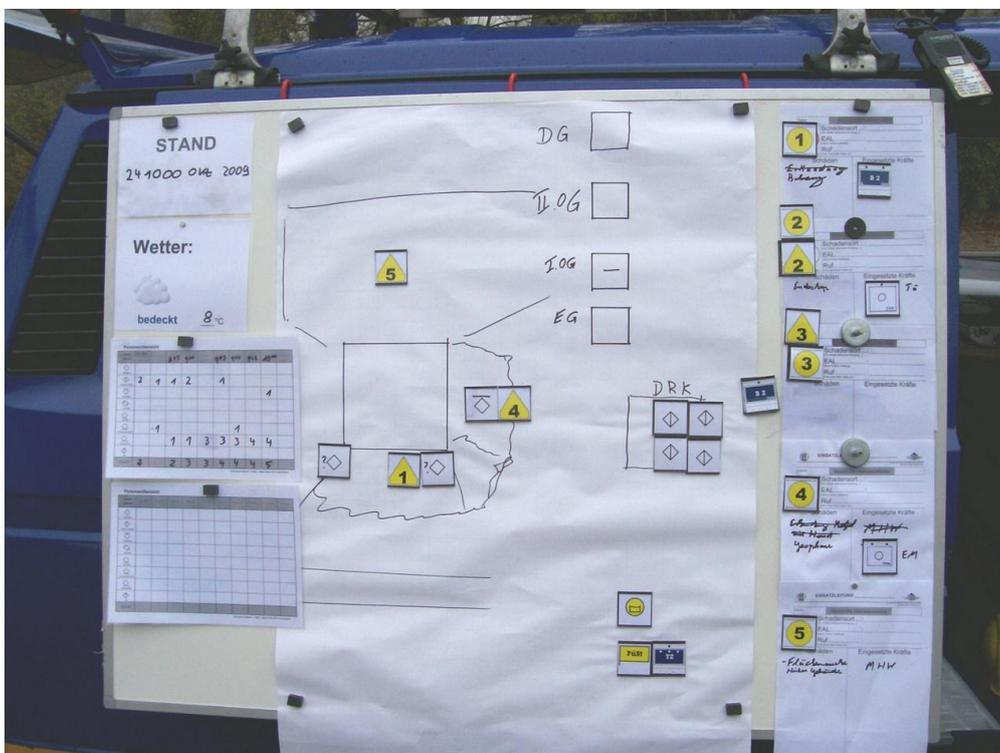


Abbildung 3.6: Beispiel einer Lageführung beim THW

Quelle: Verfasser (Foto), THW (Darstellung)

3.4.3.2 Phase 2: Bergung von Verschütteten aus leicht zugänglichen Stellen

Die zweite Phase umfasst die weiterführende Erkundung des Schadensgebiets und die Bergung von verschütteten, eingeklemmten oder bewusstlosen Personen aus leicht zugänglichen Schadenelementen. Hierzu werden die Randtrümmer, angrenzende Nebengebäude und alle leicht zugänglichen Räume abgesucht (Abbildung 3.7). Um Gefahren durch weitere Einstürze oder sonstige Veränderungen der Trümmerstruktur (insbesondere beim Besteigen der Trümmer durch die Einsatzkräfte) vorzubeugen, ist es ratsam, einen Beobachter abzustellen. Personen, die ohne schweres Gerät befreit werden können, werden sofort geborgen und an den Rettungsdienst übergeben. Für Verschüttete aus einer *schwer* zugänglichen Stelle sind nach einer Restrisikoanalyse der Trümmerstruktur die Prozesse aus der Phase 3 anzuwenden. Ist das Schadensgebiet vollständig erkundet, kann die Phase 2 abgeschlossen werden.

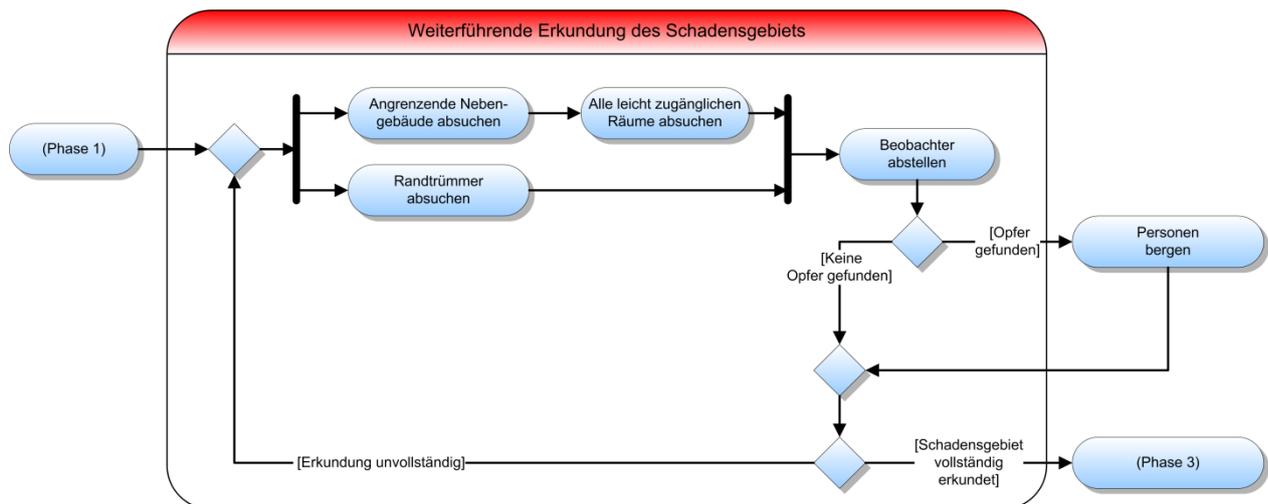


Abbildung 3.7: Teilprozess „Weiterführende Erkundung“ in der Phase 2

Quelle: Verfasser/I-LOV

3.4.3.3 Phase 3: Bergung von Verschütteten mit hoher Überlebenserwartung

Das Ziel der Phase 3 ist die Ortung und Bergung von Verschütteten aus schwer zugänglichen Stellen, bei denen eine hohe Überlebenswahrscheinlichkeit zu erwarten ist. Hierzu müssen gegebenenfalls ein- oder absturzgefährdete Bauteile abgestützt bzw. abgefangen werden. Weiterhin sollte die Schadenstelle kontinuierlich auf mögliche Veränderungen hin beobachtet werden. Um eine permanent hohe Aufmerksamkeit sicherzustellen, sollten die Beobachter in regelmäßigen Abständen ausgewechselt werden. Falls kein Zugang zum Opfer besteht, muss dieser erst geschaffen werden. Anschließend ist die Person aus der schwer zugänglichen Stelle zu bergen und dem Rettungsdienst zu übergeben. Wurden alle Opfer aus den Phasen 2 und 3 geborgen, folgt die Durchforschung sämtlicher raumbildender Schadenelemente. Die bisherige Vorgehensweise beim THW ist im Regelfall zunächst der Einsatz einer biologischen Ortung, gefolgt von einer technischen Nachortung. Als biologische Ortung kommen die Ruf-Horch-Klopf-Methode (RHKM), sofern die Trümmer begehbar sind, und Rettungshunde (sobald verfügbar) zum Einsatz. Zur genauen Lokalisierung eines Verschütteten werden akustische oder optische Ortungstechnologien verwendet (je nach Verfügbarkeit Geophone, Infrarot- oder Endoskopkamera). Jede Fachgruppe Ortung ist mit mindestens einem technischen Ortungsgerät ausgestattet.

Mit der Entwicklung neuer Ortungstechnologien im Forschungsprojekt I-LOV [HKR11] werden die Prozessmodelle um eine Mobilfunkortung, einen Erkundungsroboter und eine neue Endoskopkamera ergänzt. Solange es noch keinen Anhaltspunkt gibt, gilt es, das Schadensgebiet großräumig abzusuchen (Abbildung 3.8). Wird eine Person direkt gesichtet, ist diese zu bergen. Kann eine verschüttete Person nur vermutet werden (z. B. Handy geortet) oder die exakte Position nicht bestimmt werden (z. B. Hund angeschlagen, aber kein Sichtkon-

takt), muss eine gezielte Nachortung erfolgen. Um ein Mobiltelefon zu orten, wird eine Feldstärkemessung durchgeführt. Anschließend sind alle Ergebnisse in die Lagekarte einzutragen.

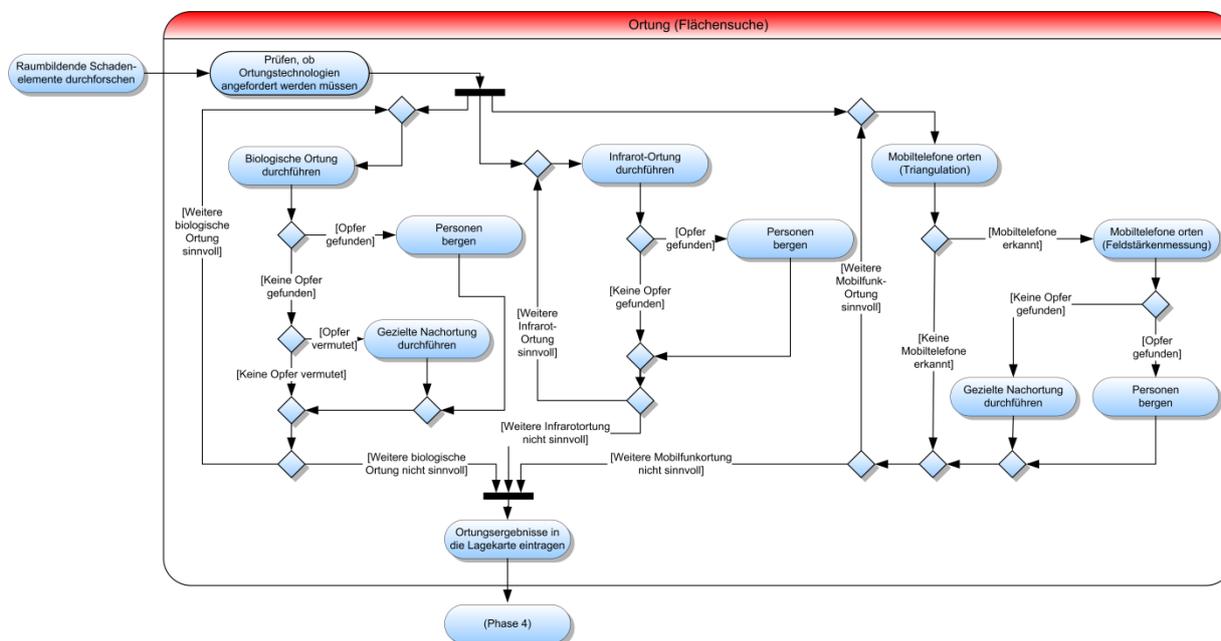


Abbildung 3.8: Teilprozess „Ortung (Flächensuche)“ in der Phase 3

Quelle: Verfasser/I-LOV

Für eine gezielte Lokalisierung von Verschütteten kommen nun die technischen Ortungsgeräte Geophon, Bioradar, Endoskopkamera und die Erkundungsrobotik in Betracht (vgl. Abbildung 3.9 im folgenden Abschnitt).

3.4.3.4 Phase 4: Bergung von Verschütteten aus schwer zugänglichen Stellen

Das Prozessmodell der Phase 4 entspricht im Wesentlichen dem der vorigen Phase, nur mit dem Unterschied, dass zu diesem Zeitpunkt keine hohe Überlebenschance mehr zu erwarten ist. Nach etwa 120 Stunden besteht in der Regel nur noch eine geringe Wahrscheinlichkeit, Personen lebend zu bergen. Das Prozessmodell umfasst in dieser Phase demnach die Teilprozesse

- Sicherung der Trümmerteile (abstützen, abfangen, abtragen etc.),
- Zugänge schaffen (Trümmer abtragen, Betonplatten anheben, bohren etc.),
- Ortung vorbereiten,
- Flächensuche (vgl. Abbildung 3.8) und
- gezieltes Vordringen (Abbildung 3.9) sowie
- Bergung aus schwer zugänglicher Stelle.

Nach der Bergung sämtlicher Opfer kann diese Phase abgeschlossen werden, d. h. Abzug der Einsatzkräfte und Einsatz an anderen Schadenstellen. Hierfür ist jedoch die Genehmigung der übergeordneten Einsatzleitung notwendig.

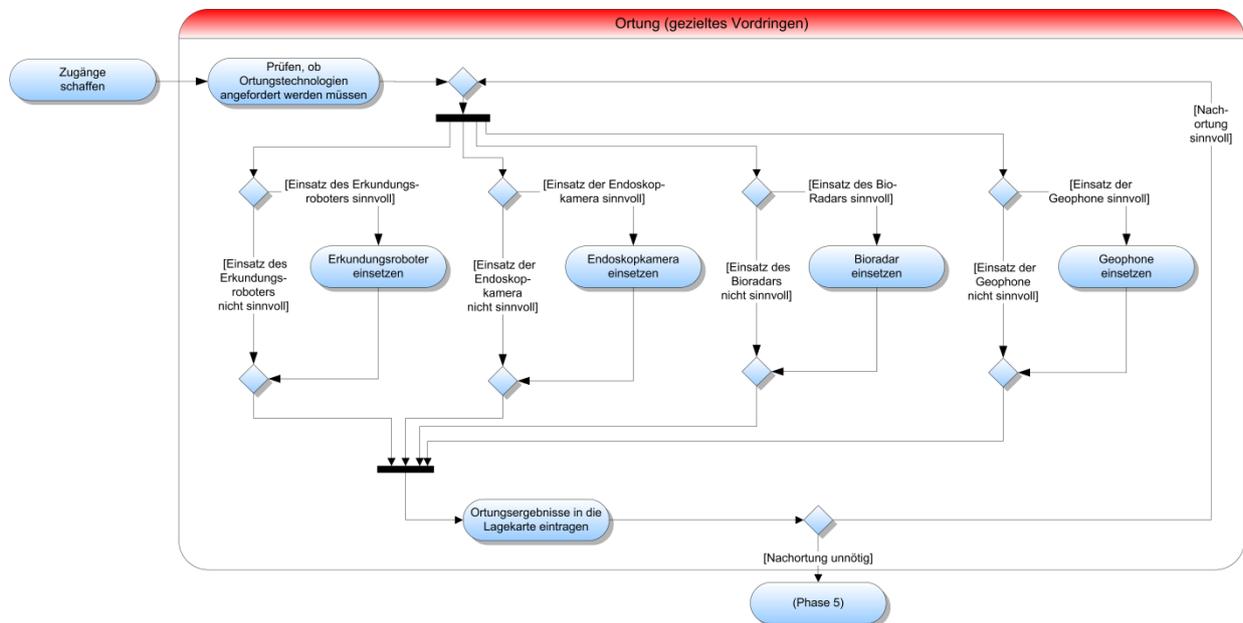


Abbildung 3.9: Teilprozess „Ortung (gezieltes Vordringen)“ in der Phase 4

Quelle: Verfasser/I-LOV

3.4.3.5 Phase 5: Räumung der Schadenstelle

Der Ortungs- und Bergungseinsatz bei einem Gebäudeeinsturz endet mit der endgültigen Räumung der Schadenstelle (Abbildung 3.10). Entscheidet der Einsatzleiter, dass die Ortung in ausreichendem Umfang durchgeführt wurde, werden zum Beispiel keine weiteren Personen vermisst oder ist eine Lebendrettung nicht mehr zu erwarten, dürfen die Trümmer auch mit schwerem Gerät abgetragen werden.

Dabei sollte dennoch mit großer Sorgfalt vorgegangen werden, um wertvolle Gegenstände nicht zu zerstören oder mögliche Leichname nicht zu entstellen. Darüber hinaus kann nie mit absoluter Sicherheit festgestellt werden, dass keine weiteren Überlebenden verschüttet sind. Sollte beim Abtragen der Trümmer ein nicht vorhergesehener Hohlraum entdeckt werden, sind sofort alle Geräte abzuschalten und die Ortung in diesem Bereich wieder aufzunehmen.

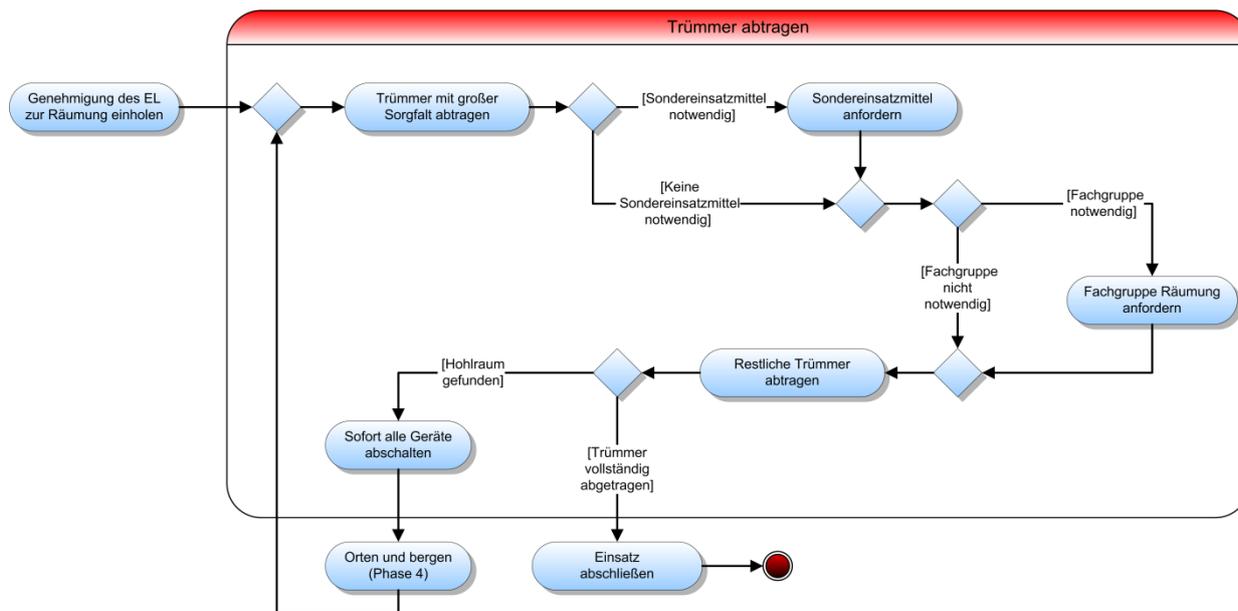


Abbildung 3.10: Teilprozess „Trümmer abtragen“ in der Phase 5

Quelle: Verfasser/I-LOV

3.4.3.6 Identifikation von Führungsprozessen

Aus diesem Prozessmodell lassen sich nun die Führungsprozesse, die im WFMS abgebildet werden sollen, identifizieren. Hierzu werden inhaltlich zusammenhängende Aktivitäten, die eine

- Lagefeststellung (Erkundung der Lage, Kontrolle),
- intensivere Planung (Zielbildung, Problemanalyse, Alternativensuche/-bewertung),
- taktische Entscheidung (Beurteilung der Lage, Entschluss) und/oder
- Befehlsgebung

darstellen oder erfordern, voneinander abgegrenzt (vgl. Abschnitt 3.2: Definition Führungsprozess) und in Tabelle 3.2 zusammengefasst. Die Prozesse werden demnach so ausgewählt, dass in sich geschlossene Aufgabenkomplexe entstehen (z. B. Sicherung, Ortung, Bergung).

Phase	Prozessname	Aufgaben/Verantwortung des Abschnittsleiters
1	Ersterkundung des Einsatzgebiets	Lagefeststellung, Gefahren erkennen, Schadenskonten festlegen und Aufgaben verteilen etc.
1	Erkundigung/Befragungen	Anfrage beim Einwohnermeldeamt und Polizei, Befragung von Zeugen, Anwohnern etc.
1	Sicherung der Einsatzstelle	Gefahren feststellen und beseitigen, Beobachter einteilen, Spezialgerät anfordern etc.
2	Weiterführende Erkundung	Randtrümmer und Umgebung absuchen

2	Bergung aus leicht zugänglicher Stelle	Personen bergen, befragen, registrieren
3	Sicherung eines Schadenelements	Bauteile abstützen, abfangen, abtragen, etc.
3	Durchforschen eines Schadenskontos	Hohlräume abschätzen und sonstige raumbildende Schadenelemente durchsuchen
3	Ortung (Flächensuche/Nachortung)	Auswahl und Einsatz von Ortungstechnologien
3	Bergung aus schwer zugänglicher Stelle	Sichern, Zugänge schaffen, bergen
4	Sicherung eines Schadenelements	Bauteile abstützen, abfangen, abtragen, etc.
4	Ortungsvorbereitung	Weitere Zeugen befragen, Aussagen analysieren
4	Ortung (gezieltes Vordringen)	Auswahl und Einsatz von Ortungstechnologien
4	Bergung aus schwer zugänglicher Stelle	Sichern, Zugänge schaffen, bergen
5	Trümmer abtragen	Genehmigung des Einsatzleiters einholen, Trümmer abtragen
5	Einsatzabschluss	Einheiten entlassen, Einsatzdokumentation

Tabelle 3.2: Aus dem Prozessmodell identifizierte Führungsprozesse

Quelle: Verfasser

3.4.4 Bewertung des Prozessmodells

Das Prozessmodell deckt die fünf Phasen der Ortung und Bergung vom „Eintreffen an der Schadenstelle“ bis zum „Abschluss der Einsatzdokumentation“ vollständig ab, kann aber bei Bedarf um neue Funktionen bzw. Verzweigungen erweitert werden. Eine Übertragbarkeit auf weitere Szenarien ist nach aktuellem Stand jedoch nur durch Neumodellierung möglich. Dieser Aspekt muss bei der Entwicklung des WFMS noch verbessert werden. Das Diagramm wurde entsprechend der Notation für UML-Aktivitätsdiagramme [RQZ12, S. 263 ff.] modelliert und durch die Verwendung von Templates weist es ein einheitliches, durchgängiges Layout auf. Gleiches gilt für die Beschriftung der einzelnen Elemente. Alle Aktivitäten wurden als Infinitivkonstruktion formuliert (Objekt, Infinitiv, Spezifikation), vgl. [MRA09]. Ferner ist das Modell modular aufgebaut. Durch den hohen Grad der Standardisierung können Aufgaben und (Teil-)Prozesse mehrfach verwendet werden.

Das Prozessmodell erfüllt demzufolge alle Anforderungen aus Abschnitt 3.4.1, die sich auf das Ziel „Entwicklung eines IT-Systems und Abbildung von Workflows in diesem“ beziehen.

Das Prozessmodell wurde mehrfach mit verschiedenen Zug- und Gruppenführern diskutiert und im Rahmen eines Workshops auch der THW-Leitung zur Korrektur vorgelegt. Vollständigkeit kann auf Grund der Einsatzvariabilität nicht gewährleistet werden, wurde aber auch nicht als Ziel oder Anforderung definiert. Daher kann davon ausgegangen werden, dass das Modell semantisch korrekt ist. Das Diagramm wurde von fast allen THW-Helfern schnell und richtig verstanden. Einzelne Unklarheiten oder Mehrdeutigkeiten wurden korrigiert. Änderungen und Ergänzungen des Modells sind ebenfalls schnell und einfach durchführbar.

Insgesamt hat sich das Prozessmodell als Diskussionsgrundlage bewährt und konnte ein gemeinsames Verständnis zwischen Modellierer und THW-Mitgliedern schaffen. Es erfüllt demzufolge auch die Anforderungen aus Abschnitt 3.4.1, die sich auf das Ziel „Kommunikation mit Domänenexperten“ beziehen.

Fazit

Das Prozessmodell „Ortung und Bergung von Verschütteten“ schafft Transparenz über die Standardvorgehensweise des THW bei Gebäudeeinstürzen, zeigt Ressourcenbedarfe auf und fördert die Kommunikation zwischen Führungskräften sowie die kritische Reflexion der eigenen Vorgehensweise.³³ Das UML-Aktivitätsdiagramm bildet insgesamt eine solide Grundlage für die inhaltliche (Kap. 4) und technische (Kap. 5) Konzipierung eines WFMS.

³³ Vergleichbar mit den Erkenntnissen von Peinel et al. in „The Myth of Business Process Modelling for Emergency Management Planning“ [PRW12]

4 Spezifikation interaktiver Standard Operating Procedures

Auf Grundlage der Zielanalyse, der Anforderungen und des entwickelten Prozessmodells aus dem vorigen Kapitel wird nun der Lösungsansatz weiter konkretisiert. Die Workflows sollen den Einsatzkräften in Form von interaktiven Standard Operating Procedures³⁴ angezeigt werden. Im Einzelnen werden die Funktion und die Darstellung von SOPs sowie deren Aufbau beschrieben.

4.1 Funktionen und Darstellung

Bisher wurde festgelegt, dass die SOPs über geeignete Informationstechnologien in Form von Checklisten dargestellt werden. Handlungsempfehlungen sollen stets der aktuellen Situation entsprechen. Hierfür ist es notwendig, dass der Benutzer des IT-Systems Daten eingeben kann und diese über definierte Regeln verarbeitet werden. Den Nutzereingaben entsprechend werden die Checklisten dynamisch zusammengestellt, sodass sie nur Einträge enthalten, die entsprechend der hinterlegten Regeln in einer Situation angemessen sind. Aus den Anforderungen aus Abschnitt 3.2 ergeben sich weitere **benötigte Funktionen**:

- Anzeige von Handlungsempfehlungen, Warnungen und wichtigen Hinweisen zur richtigen Zeit (Push-Verfahren)
- Anzeige von Zusatzinformationen, die für die Führung bzw. Entscheidungsfindung bekannt sein müssen (Push-Verfahren), und umfangreicheren/ergänzenden Informationen, Dokumenten und Fachwissens, die einen weiteren Mehrwert bringen könnten (Pull-Verfahren)
- Verkettung von SOPs für eine automatische Ablaufsteuerung
- Aufforderung zur Eingabe von Daten (Interaktivität/Situational Awareness)
- Möglichkeit zur Änderung der Ablaufsteuerung durch zusätzliche, nicht vom System geforderte Nutzereingaben (Flexibilität)
- Möglichkeit, vom Standardvorgehensmodell abzuweichen (Flexibilität)
- Aufforderung zur Bestätigung, dass vorgeschlagene Maßnahmen durchgeführt oder wissentlich nicht durchgeführt wurden (Dokumentation)
- Automatische Dokumentation aller SOPs und Nutzereingaben
- Möglichkeit zur Auswahl verschiedener Szenarien (z. B. Gebäudeeinsturz, Hochwasser, Ölschaden)
- Bereitstellung von Schnittstellen zur Integration des WFMS in andere IT-Systeme

Die Hauptanforderungen an die Darstellung der SOPs sind Übersichtlichkeit, leichte Verständlichkeit, intuitive Bedienbarkeit, einheitliche Formulierungen und die Eignung für so-

³⁴ Da sich „interaktive“ Standard Operating Procedures lediglich eines anderen Mediums bedienen (IT statt Papier), können diese im weiteren Verlauf ebenfalls als SOPs abgekürzt werden.

wohl kurze als auch lange SOPs (bezogen auf die Anzeigedauer und die Anzahl der Checklisten-einträge). Daraus ergibt sich, in Anlehnung an die Konstruktionsvorschläge³⁵ von Grief und Seidlmeier [GrSe05], das folgende Konzept:

Interaktive SOPs werden in Form von Checklisten dargestellt. Eine SOP besteht dabei aus einer oder aus einer Folge von Checklisten. Eine Checkliste beschreibt eine Gruppe von zusammengehörenden Arbeitsschritten, die zu einem gemeinsamen Ziel durchgeführt werden sollten. Sie besteht aus **Handlungsempfehlungen**, **Fragen** und **Warnungen** bzw. wichtigen **Hinweisen**. Die Checklisten unterliegen einem standardisierten Aufbau. Ganz oben werden farblich abgesetzt Warnungen und Hinweise angezeigt, die in einer bestimmten Situation relevant sein könnten. Anschließend folgen die Handlungsempfehlungen, bis weitere Vorschläge von zusätzlichen Nutzereingaben abhängig sind, die durch Fragen eingefordert werden (vgl. Abbildungen auf Seiten 69 und 70). Der Übersicht halber sollten Checklisten allerdings nicht mehr als ca. sechs Arbeitsschritte umfassen. Die Warnungen und Hinweise können auch direkt oberhalb einer Handlungsempfehlung platziert werden, wenn sie sich nur auf einen konkreten Arbeitsschritt beziehen. Checklisteneinträge sollten in sich wiederum standardisiert aufgebaut sein, z. B. bei

- Handlungsempfehlungen: Objekt-Infinitiv-Konstruktionen („Einsatzstelle sichern!“),
- Fragen: gleiche Fragewörter („Muss ...?“) oder „Tragen Sie folgende Werte ein: ...“,
- Warnungen: Substantiv-Konstruktionen („Vorsicht! Verletzungsgefahr.“)

Handlungsempfehlungen werden im Sinne einer Feedbackfunktion zusammen mit einer dreigliedrigen Antwortmöglichkeit dargestellt: Arbeitsschritt

- „durchgeführt“
- „noch nicht durchgeführt“
- „irrelevant (überspringen)“

Standardmäßig ist ein Arbeitsschritt bei Anzeige einer neuen Checkliste „noch nicht durchgeführt“. Erst nachdem eine Aufgabe vollständig abgeschlossen worden ist, ändert der Nutzer den Status auf „durchgeführt“. Trifft der verantwortliche Abschnittsleiter die bewusste Entscheidung, einer Handlungsempfehlung nicht nachzukommen, markiert er sie als „irrelevant“ und überspringt diese. Grundsätzlich trägt der Einsatzleiter bzw. innerhalb eines Einsatzabschnitts der Abschnittsleiter die Verantwortung und entscheidet, welche Tätigkeiten durchgeführt werden und welche unnötig sind [FwDV100]. Für die Entscheidungsunterstützung kann ein IT-System jedoch hilfreiche **Zusatzinformationen** bereitstellen. Als integraler Bestandteil der Checkliste können zu jedem Eintrag kurze Hinweistexte ergänzt werden, die schnell zu erfassen sind, aber einen deutlichen Mehrwert darstellen. Alternativ oder ergän-

³⁵ Grief und Siedlmeier beschreiben in [GrSe05] ein Konzept zur Modellierung von Flexibilität mit EPK. Die fünf hierin vorgestellten Konstruktionsvorschläge werden in diesem Kapitel auf die Entwicklung interaktiver SOPs übertragen.

zend können zusätzliche Dokumente als PDF (Handbücher, Grafiken, Tabellen etc., vgl. Beispiel in Anhang D) hinterlegt werden, die nur auf Anforderung angezeigt werden. Dies kann in weniger zeitkritischen Phasen sehr hilfreich sein.

Durch die Beantwortung von **Fragen** tritt der Benutzer mit dem IT-System in eine Interaktion. Es lassen sich Entscheidungsfragen und Aufforderungen, bestimmte Werte einzugeben, unterscheiden. Entscheidungsfragen erlauben nur zwei Antwortmöglichkeiten: ja und nein. Bei anderen Fragen können verschiedene Datentypen angegeben werden (z. B. Text, Zahlen oder eine Auswahl aus verschiedenen Optionen). Grundsätzlich erfordern Entscheidungsfragen – da es nur zwei Möglichkeiten gibt – weniger Zeit des Bedieners, konkrete Zahlenwerte erlauben aber eine differenzierte Auswertung und Schlussfolgerung. Beispielsweise können verschiedene Intervalle für Messwerte definiert werden, anhand derer eine abgestufte Gefahrenbewertung vorgenommen wird (z. B. keine/geringe/mittlere/hohe Gefahr) und verschiedene Warnhinweise gegeben werden. (z. B. „weiterarbeiten“, „Schutzkleidung anlegen“, „Lebensgefahr“). **Warnungen und Hinweise** sind für die Sicherheit der Rettungskräfte, der Opfer und anderer Beteiligter sehr wichtig und werden daher deutlich sichtbar dargestellt, haben aber technisch keine weitere Bedeutung und auch keinen Einfluss auf den weiteren Programmablauf.

Erst wenn alle Arbeitsschritte „durchgeführt“ oder „irrelevant“ sind, kann eine Checkliste abgeschlossen werden. So wird sichergestellt, dass keine wichtigen Maßnahmen/Entscheidungen vergessen werden. Alle Nutzereingaben werden automatisch protokolliert und können so für die spätere Einsatzdokumentation verwendet werden. Die SOPs sind derart ausgelegt, dass nach Ermessen des Einsatz-/Abschnittsleiters vom Standardvorgehensmodell abgewichen werden kann. Alle Abweichungen sollten jedoch in der Einsatzdokumentation begründet werden. Nach dem Abschluss einer Checkliste wird entweder eine weitere Checkliste angezeigt oder die SOP beendet. Jede darauffolgende Checkliste wird wieder dynamisch, d. h. entsprechend der aktuellen Situation bzw. den neuen Nutzereingaben, zusammengestellt.

Ist eine SOP mit einer Folge-SOP verknüpft, wird diese automatisch gestartet (**Verkettung von SOPs**). In der Regel werden Arbeitsabläufe innerhalb eines Schadenskontos nacheinander ausgeführt, beginnend mit der Phase 1 bis zum Einsatzende in der Phase 5. Die Phasen können allerdings nicht immer eindeutig getrennt werden – von der Phase 5 abgesehen, deren Eintritt vom Einsatzleiter stets genehmigt werden muss. Wird beispielsweise bei der Erkundung der Randtrümmer in der Phase 2 ein Opfer entdeckt, kann es erforderlich sein, eine Bergung gemäß Phase 3 zu starten und dann wieder in die vorige Phase zurückzukehren.

Da mehrere Schadenskonten parallel bearbeitet werden, kann es zwar zu gegenseitigen Abhängigkeiten/Beeinträchtigungen kommen (z. B. akustische Ortung in einem Schadenskonto während einer Kernlochbohrung in einem anderen Schadenskonto), es ist aber nicht davon

auszugehen, dass sich alle Schadenskonten in der gleichen Phase befinden. Und auch innerhalb eines Schadenskontos kann es erforderlich oder sinnvoll sein, dass mehrere SOPs gleichzeitig durchlaufen werden. Werden beispielsweise bei einer Ortung zwei verschüttete Personen entdeckt, wird die Ortung vorübergehend ausgesetzt (Ortungsteams bleiben in Bereitschaft) und eine parallele Bergung eingeleitet. Während ein Opfer direkt geborgen werden kann, müssen die Trümmer, in denen sich das zweite Opfer befindet, zuerst gesichert werden, sodass ein Zugang geschaffen werden kann, um die Person zu befreien. Anschließend können die Ortungsteams ihre Arbeit wieder aufnehmen.

Dies ist auch ein Beispiel für ein weiteres Element interaktiver SOPs: **Ereignisse** [GrSe05]. Ereignisse sind plötzlich auftretende Situationsveränderungen, die eine schnelle Reaktion erfordern, wie der Fund einer verschütteten Person oder die Entdeckung eines Hohlraums. Wird bei Arbeiten mit schwerem Gerät (z. B. Räumung) ein Hohlraum entdeckt, müssen der aktuelle Prozess sofort unterbrochen und der Hohlraum auf mögliche Verschüttete hin untersucht werden. Hierzu werden neben der Checkliste „Ereignisbuttons“ angezeigt, bei deren Auswahl automatisch, ohne Verzögerung, die nächstlogische SOP (in diesem Beispiel die SOP „Ortung“) gestartet wird. Darüber hinaus können SOPs aber auch manuell gestartet werden. Dies ist insbesondere in den Phasen 3 und 4 sehr nützlich, wenn der Einsatzablauf nicht mehr vorwiegend sequenziell verläuft, sondern an verschiedenen Orten mehrere Handlungsstränge parallel ablaufen, oder wenn das WFMS erst zu einem späteren Zeitpunkt eingesetzt wird und die ersten Maßnahmen schon abgeschlossen sind.

Auf diese Weise wird ein standardisierter Einsatzablauf mit standardisierten Handlungsempfehlungen, jedoch mit einem hohen Maß an Flexibilität erreicht. Die Abbildung 4.1 zeigt beispielhaft die Sicherung des Schadenelements „Halber Raum mit Rutschfläche“ (Phase 4). Die SOP „Sicherung“ besteht aus nur einer Checkliste mit sechs Handlungsempfehlungen, einem Hinweis und zwei Ereignissen. Die Handlungsempfehlungen sind speziell auf die Sicherung eines halben Raums mit Rutschfläche angepasst und vom Abstraktionsniveau her auf den Abschnittsleiter abgestimmt, der die Aufgaben delegiert und ggf. die Ergebnisse kontrolliert. Die eigentliche Durchführung, d. h. die operativen Tätigkeiten werden von den Einsatzkräften im Feld durchgeführt und bedürfen keiner Workflows. Bei einem Klick auf das Ereignis „Veränderung der Schadenstelle“ wird der Benutzer aufgefordert, weitere Parameter (Umgebungsbedingungen) einzugeben bzw. vorige Eingaben zu korrigieren, damit folgende SOPs wieder der veränderten Situation angepasst sind. Durch die Auswahl des Ereignisses „Opfer gefunden“ wird die SOP „Bergung“ gestartet.

Sicherung (Checkliste 1/1, Phase 4)

Sicherung des Schadenelements:
 Halber Raum / Rutschfläche

<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Prüfen, ob Spezialgeräte und/oder weitere Einsatzkräfte angefordert werden müssen!
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Von der Rutschfläche belastete Decke unterstützen!
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Wände abstützen, die mit Horizontalkräften belastet sind!
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Rutschfläche prüfen und ggf. sichern durch Stützkonstruktion (ASH, EGS, Bau-/Holzstützen)!
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Prüfen, ob Rutschfläche mit Hebegerät angehoben werden sollte, evtl. mit einem Kran bzw. Greifer fixieren!
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Prüfen, ob Beobachter abgestellt werden muss!
Irrelevant (überspringen)			
Noch nicht durchgeführt			
Durchgeführt			

Abbildung 4.1: Darstellung einer interaktiven SOP in Form einer Checkliste am Beispiel „Phase 4 – Sicherung eines Schadenelements“

Quelle: Verfasser/I-LOV

Weitere Funktionen einer interaktiven SOP sind in Abbildung 4.2 dargestellt, die einen Ausschnitt aus der SOP „Phase 2 – Bergung aus leicht zugänglicher Stelle“ zeigt. Unter dem Warnhinweis, in der zweiten Phase noch kein „schweres Gerät“ zu verwenden, folgen die Handlungsempfehlungen, die verschüttete Person zu bergen und zu registrieren. Zur Arbeitsanweisung „Bergen“ wird eine Zusatzinformation gegeben, die noch einmal darauf hinweist, dass schweres Gerät erst ab der dritten Phase eingesetzt werden darf. Bei der Registrierung wird nach dem Namen oder anderweitiger Identifikation der Person gefragt. Hier kann der Benutzer einen beliebigen Text eingeben, der anschließend automatisch in die Einsatzdokumentation übernommen wird. Anschließend folgt eine Entscheidungsfrage, ob weitere Personen zu bergen sind (ja/nein).

The screenshot displays an interactive SOP interface with the following elements:

- Warning:** A red banner at the top reads "kein schweres Gerät einsetzen !" (Do not use heavy equipment!).
- Task Step 1:** A blue box contains the instruction "Person aus leicht zugänglicher Stelle bergen!" (Rescue person from easily accessible location!). Below it, a grey box provides a note: "Bergung von schwer verschütteten Personen (mit schwerem Gerät) erst in Phase 3/4." (Rescue of heavily buried persons (with heavy equipment) only in Phase 3/4).
- Task Step 2:** A blue box contains the instruction "Person registrieren!" (Register person!). Below it, a grey box has a text input field labeled "Name/Identifikation:" with the value "Steffen Schneider".
- Progress Indicators:** A vertical bar on the left shows three radio buttons. The first is selected. Below the bar, a blue bar indicates "Irrelevant (überspringen)" (Irrelevant (skip)), a light blue bar indicates "Noch nicht durchgeführt" (Not yet performed), and a white bar indicates "Durchgeführt" (Performed).
- Decision Point:** An orange box asks "Müssen jetzt weitere Personen geborgen werden?" (Do more people need to be rescued now?). Below it, two orange bars represent the options "Nein" (No) and "Ja" (Yes).
- Navigation:** At the bottom, there are two buttons: "Veränderung der Schadenstelle" (Change damage location) and "Weiter >>" (Next >>).

**Abbildung 4.2: Weitere Funktionen einer interaktiven SOP
(Ausschnitt aus der SOP „Phase 2 – Bergung aus leicht zugänglicher Stelle“)**

Quelle: Verfasser/I-LOV

Beide Abbildungen sind Teil eines vorläufigen HTML-JavaScript-basierten Demonstrators, der zum Zweck einer formativen Evaluation in Vorbereitung auf die Realisierung des eigentlichen Prototyps entwickelt wurde. Mit Hilfe dieses Demonstrators lassen sich im Vorhinein Darstellungs- und Bedienkonzepte mit den späteren Benutzern des Workflowmanagementsystems testen, sodass die Implementierung des Prototyps auf einer empirisch abgesicherten Grundlage erfolgt. Die Abbildung 10.4 im Anhang E zeigt eine vollständige Bildschirmkopie dieses Demonstrators.

4.2 Aufbau einer SOP

Ähnlich der Beschreibung eines Geschäftsprozesses wird der Kontext einer SOP zunächst textuell beschrieben und ein Ablaufdiagramm definiert den genauen Verlauf. Die Einbettung der SOP in die übergeordnete Prozesslandschaft erfolgt anhand der folgenden Abschnitte:

- Inhalt und Zweck der SOP: z. B. Informationsbeschaffung, Vorbereitung, Sicherung
- Gefahren und Hinweise: z. B. Einsturzgefahr, Glatteis, Restriktionen
- Eingaben: z. B. Messwerte, Entscheidungen, Auswahl einer Ortungstechnologie
- Ausgaben: z. B. Einsatzparameter, Ablaufparameter, Schadenelement
- Ereignisse und Schnittstellen: z. B. Opfer gefunden (Schnittstelle zur SOP „Bergung“) Hohlraum gefunden (Schnittstelle zur SOP „Ortung“)
- Bemerkungen: weitere wichtige und prozessrelevante Informationen

Für die persistente Abbildung der SOPs in einer Datenbank unter Berücksichtigung aller oben genannten Funktionen und besonderen Usability-Anforderungen bzw. Darstellungsrichtlinien für die Anwendung in der zivilen Gefahrenabwehr (vgl. Abschnitte 3.2 und 4.1) bedarf es einer speziellen Modellierungssprache. Diese baut grundsätzlich auf bestehenden Prozessmodellierungssprachen (UML-Aktivitätsdiagramme u. a.) auf. Erfahrungen zeigen aber, dass diese nicht ideal für die Entwicklung von Workflows für die zivile Gefahrenabwehr sind [IEH09]. Diese Art von Prozessmodellen ist sehr abstrakt und daher für Nicht-Programmierer nur bedingt geeignet. Eine angepasste Modellierungssprache, die deutlich näher an der späteren Darstellung ist, soll die eigenständige Definition von Workflows durch Domänenangehörige ohne Programmierkenntnisse fördern. Durch die Erweiterung der Funktionalität der bekannten Notationen lassen sich Handlungsempfehlungen, Fragen, Warnungen und Ereignissen zu Checklisten und wiederverwendbaren Teilchecklisten gruppieren und komplexere Abhängigkeiten (verschachtelte UND-/ODER-Verknüpfungen) intuitiver beschreiben. Die Verwendung einer erweiterten Modellierungssprache soll ebenfalls eine spätere flexible Übertragbarkeit auf weitere Szenarien ermöglichen.

Die Darstellung und der Funktionsumfang der erweiterten Modellierungssprache werden in Abbildung 4.3 zu einem **Metamodell** zusammengefasst: Jede SOP besteht aus einer oder aus mehreren Checklisten, die jeweils durch zwei **Separatoren** begrenzt werden (Start und Ende der Checkliste). Innerhalb einer Checkliste können Arbeitsanweisungen und Fragen (**Checklisteneinträge**) sowie Hinweise bzw. Warnungen definiert werden, die später über die grafische Benutzeroberfläche (**GUI**) ausgegeben werden (vgl. Konstruktionsideen³⁵ 1 und 2 in [GrSe05]). Hier zeigt sich ein Vorteil dieser Darstellungsform gegenüber EPK und anderen üblicherweise verwendeten Modellierungssprachen. Das Prozessmodell ermöglicht schon eine sehr genaue Vorstellung von der späteren Visualisierung. Betrachtet man nur die GUI-Elemente zwischen zwei Checklisteneparatoren, erhält man eine grobe Darstellung dieser Checkliste. Dies erweist sich insbesondere bei der Kommunikation mit Domänenexperten als sehr nützlich (vgl. Abschnitt 3.4.1). Bei jedem Checklisteneintrag kann der Benutzer dazu aufgefordert werden, eine oder mehrere **Eingaben** zu machen. Dies können, wie aus der Softwareentwicklung bekannt, Texteingaben sein (Strings, z. B. Name der geretteten Person), Zahlenwerte (Integers, Floats, z. B. Messwerte), Ja/Nein-Entscheidungen (Booleans, z. B. Sicherung nötig?) oder Auswahlfelder (Arrays, z. B. Auswahl einer Ortungstechnologie). Diese Inputs können unter einem definierten **Variablen**namen entweder für eine spätere Verwendung abgespeichert oder auch direkt in der folgenden Checkliste ausgewertet werden. In diesem Fall bildet die Nutzereingabe die Grundlage für eine **Systemabfrage**. Dies kann eine simple Ja/Nein-Entscheidung sein (z. B. wahr/falsch, gleich/kleiner/größer-Vergleiche) oder auch eine verschachtelte Abfrage (z. B. Messwert innerhalb der Toleranzen, also x größer als Minimum und x kleiner als Maximum) oder eine Fallunterscheidung (z. B. wenn akustische Ortung ausgewählt dann ..., wenn optische Ortung dann ..., sonst ...).

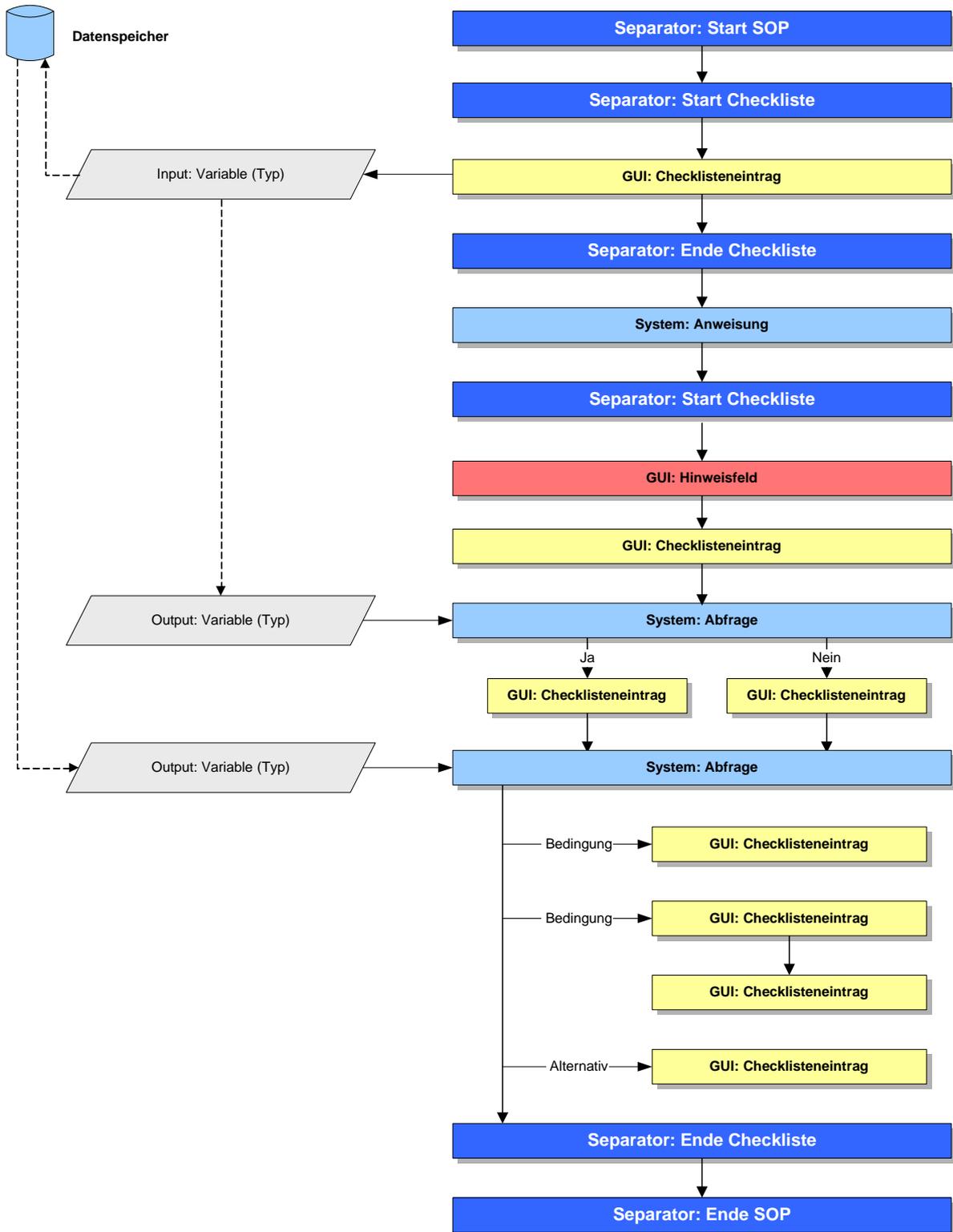


Abbildung 4.3: Schematischer Aufbau einer interaktiven SOP (Metamodell)

Quelle: Verfasser

Je nach Bedingungen und Ausprägungen der Variablen folgt ein anderer Checklistenbeitrag.³⁶ Variablen, die für eine spätere Verwendung abgespeichert wurden, können auch als Standardeinstellung (Vorgabewerte) für Eingabefelder verwendet werden. Wurden beispielsweise die an der Einsatzstelle verfügbaren Ortungstechnologien schon in das System eingetragen, werden diese Ortungstechnologien bei einer weiteren Abfrage bereits vormarkiert. Gleichermaßen werden bei der Ortungsvorbereitung nur die Technologien angezeigt, die tatsächlich verfügbar sind.

Dabei ist allerdings zu beachten, dass SOPs zeitgleich in verschiedenen Schadenskonten ausgeführt werden. Wenn beispielsweise im Schadenskonto „Ost“ Deckenteile herabhängen (Variable „Schadenelement“ wird im Schadenskonto 2 gespeichert), darf die SOP im Schadenskonto „West“ nicht irrtümlich hier zur Sicherung von Deckenteilen auffordern, sondern muss die Variable „Schadenelement“ des Schadenskonto 3 abfragen. Schadenskontenspezifische Variablen werden für jedes Schadenskonto einzeln gespeichert. Globale Variablen (z. B. Wetterdaten) gelten für jedes Schadenskonto – sofern im einzelnen Schadenskonto nicht ein anderer Wert unter diesem Variablennamen gespeichert wurde. Demzufolge ist beim Auslesen von Variablen aus dem Datenspeicher zuerst das jeweilige Schadenskonto auszulesen und erst dann der globale Speicher. Dies ist allerdings schon Teil der Implementierung (vgl. Konstruktionsidee 4 in [GrSe05]).

Über **Systemanweisungen** lassen sich Checklisten oder Teile von Checklisten, die mehrfach verwendet werden, in die SOP importieren. Eine Folge von Arbeitsschritten, die an verschiedenen Stellen eines Einsatzes sinnvoll ist, muss nur einmal definiert werden und kann dann in verschiedene SOPs integriert werden. Dies betrifft beispielsweise die Prüfung auf mögliche Gefahren durch Umwelteinflüsse (Feuchtigkeit und niedrige Temperaturen) und ggf. Anzeige einer Warnmeldung („Vorsicht! Glättegefahr“). Während der Arbeiten auf Trümmerteilen (Phase 2-4) sollte diese Prüfung stets durchgeführt werden.

Mittels Systemanweisungen können auch Folge- oder parallele SOPs gestartet werden. Durch die „fünf Phasen der Ortung und Bergung“ ist ein grundlegender Einsatzablauf vorgegeben (vgl. Abschnitt 3.4.3). Nach der Ersterkundung werden die Randtrümmer abgesucht – bei Bedarf werden Sicherungsarbeiten durchgeführt und gefundene Personen geborgen. In der dritten und vierten Phase verzweigen sich die Aktivitäten in Sicherung, Durchforschen, Ortung und Bergung in verschiedenen Schadenskonten. Alle Handlungsstränge vereinigen sich jedoch unweigerlich beim Eintritt in Phase 5. Denn diese darf erst begonnen werden, wenn alle anderen Aktivitäten beendet wurden. Dann folgen die Räumung des Schadensgebiets und abschließende Tätigkeiten. So können einige SOPs in eine vordefinierte Reihenfol-

³⁶ Theoretisch können beliebig viele Variablen und Bedingungen über UND/ODER/XODER miteinander verknüpft und beliebig viele Pfade erzeugt werden. Um der Anforderung Verständlichkeit gerecht zu werden, sollte die Komplexität von Systemabfragen jedoch so gering wie möglich gehalten werden.

ge gebracht werden, während andere je nach Einsatzlage auszuführen sind (vgl. [GrSe05], Konstruktionsideen 3 und 5).

Für den Fall, dass eine einfache Logik, wie sie hier beschrieben wurde, nicht ausreicht, kann mit einer Systemanweisung auch zusätzlicher Programmcode aufgerufen werden. Hier können beispielsweise komplexe Berechnungen durchgeführt oder eine automatische Einsatzdokumentation gespeichert werden. Grundsätzlich sollte nach jeder Checkliste die vordefinierte Funktion „Einsatzdokumentation ergänzen“ aufgerufen werden, damit alle SOPs und Nutzereingaben in einem Protokoll dokumentiert werden. Über diese Schnittstelle können die Funktionalitäten des SOP-Moduls zusätzlich erweitert werden, um die Flexibilität zu erhöhen und eine Übertragbarkeit der Lösung auf andere Szenarien zu gewährleisten.

Alle interaktiven Standard Operating Procedures eines Einsatzszenarios werden zunächst textuell beschrieben und mit den Elementen dieses Metamodells definiert. Im Grunde unterscheidet sich diese Beschreibung inhaltlich nicht von herkömmlichen SOPs (vgl. Abschnitt 3.3). Der eigentliche Mehrwert, d. h. eine leichte und effiziente Handhabung, wird erst durch die folgende Implementierung erzielt.

5 Prototypische Realisierung

Um die interaktiven Standard Operating Procedures gemäß den im vorigen Kapitel erarbeiteten Spezifikationen in ein IT-System umsetzen zu können, wird im Folgenden ein Konzept zur Abbildung von SOPs in einer Datenbank erarbeitet (Abschnitt 5.1). Zu diesem Zweck wird ein Entity-Relationship-Modell erstellt, das anschließend in ein Klassendiagramm überführt wird. Dieses ermöglicht es, ohne großen Aufwand den Quellcode zur Entwicklung eines Prototyps zu erzeugen.

Im Rahmen des Forschungsprojekts I-LOV wurde gemeinsam mit weiteren Projektpartnern das IT-System „SOPHIE“ (Standard Operating Procedures Hierarchical Information Exchanger) entwickelt, das neben den interaktiven SOPs noch weitere Funktionalitäten wie ein Rollenbegriffungskonzept, eine Schadenskontenverwaltung, und eine digitale Lagekarte für den Ortungs- und Bergungseinsatz umfasst, vgl. [BLK11]. Es existieren zwar Schnittstellen zwischen den einzelnen Teilmodulen, jedes Modul ist für sich jedoch eigenständig lauffähig. Daher wird im Abschnitt 5.2 nur die Implementierung des SOP-Moduls näher beschrieben. Auf Grundlage des in Kapitel 3 aufgestellten Prozessmodells werden anschließend in Abschnitt 5.3 beispielhaft zwei SOPs zur Ortung und Bergung von Verschütteten modelliert und in das IT-System integriert. Abschnitt 5.4 umfasst eine Beschreibung des ersten Prototyps, der für die Evaluation verwendet wurde.

5.1 Abbildung der SOPs in einer Datenbank

Für die Speicherung in einer Datenbank werden die SOPs in Logik und Inhalt unterteilt. Die Inhalte, d. h. die Beschreibung der einzelnen Checklisteninhalte, werden in Sinne einer Modularisierung einmalig definiert und können bei mehrfacher Verwendung in verschiedenen SOPs³⁷ an unterschiedlichen Stellen eingefügt werden. In der logischen Struktur werden dann Verweise auf diese Checklisteninhalte gesetzt, durch eine serielle Verknüpfung in eine sinnvolle Reihenfolge gebracht und zu individuellen Checklisten gruppiert. Durch die Wiederverwendung von Inhalten werden Redundanzen innerhalb der Datenbank vermieden und Formulierungen standardisiert. Alle aus dieser Untergliederung resultierenden Objekte (SOPs, Checklisten, Handlungsempfehlungen, Abfragen, Hinweise, Zusatzinformationen, verschiedene Eingabetypen, Ereignisse etc.) werden in einem Entity-Relationship-Modell (kurz ER-Modell/ERM) bzw. Klassendiagramm abgebildet. Die logische Struktur wird durch Relationen zwischen den Objekten realisiert. Durch die Verwendung von Referenzen auf Variablen, deren Werte der Benutzer in vorherigen Checklisten oder SOPs eingegeben hat, werden diese Relationen mit zusätzlichen Bedingungen angereichert.

³⁷ Beispielsweise wird die Aufforderung, Sicherheitsvorkehrungen zu treffen, über den gesamten Einsatz hinweg an vielen Stellen erscheinen und Teil mehrerer SOPs sein.

Während eines Einsatzes liest ein Algorithmus die logische Struktur aus der Datenbank, beginnend mit dem ersten Checklistenobjekt einer SOP. Über einen Verweis auf den entsprechenden Inhalt wird die konkrete Arbeitsanweisung eingelesen. Der Algorithmus folgt anschließend der Verknüpfung zum jeweils folgenden Objekt und den darauf folgenden Objekten und fügt die einzelnen Inhalte zu einer Checkliste zusammen, die über die GUI des Hauptprogramms ausgegeben wird (siehe Abbildung 5.1). Erkennt der Algorithmus eine bedingte Verknüpfung, gelangt er über eine Relation zum folgenden Objekt. Je nach Ausprägung der abgefragten Variablen zeigt die Verknüpfung auf einen anderen Checklisteneintrag. Beispielsweise sollte ein Nachbargebäude nur durchsucht werden, wenn es nicht einsturzgefährdet ist (Bedingung A erfüllt), andernfalls ist dieses erst abzustützen. So ergeben sich multiple Pfade. Je nach Benutzereingaben werden die Checklisten unterschiedlich zusammengestellt. Das SOP-Modul erzeugt selbstständig die jeweils passende Prozessvariante, vgl. [GrSe05]. [BLK11]

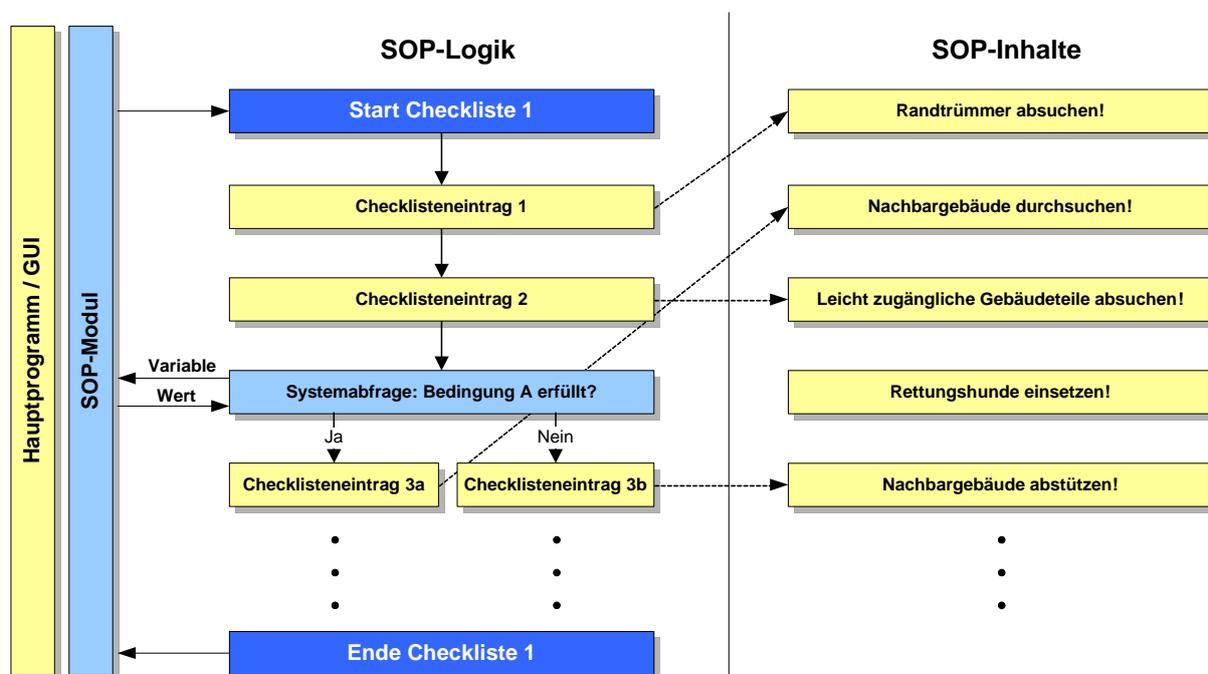


Abbildung 5.1: Trennung von Logik und Inhalt einer interaktiven SOP

Quelle: Verfasser

Das zugehörige **ER-Modell** nach Chen [Chen76, S. 10 ff.], um SOPs persistent abzuspeichern, ist in Abbildung 5.2 dargestellt. SOPs werden einem oder mehreren Szenarien zugeordnet (oben links). So können einige SOPs der Ortung und Bergung nicht nur bei einem Gebäudeeinsturz, sondern auch zum Beispiel bei einer Überschwemmung verwendet werden. Andere SOPs hingegen werden sich je nach Einsatzart grundsätzlich unterscheiden, sodass sie speziell für ein einziges Szenario konzipiert sind.

Gleichermaßen wird über die Relation „gehört zu“ festgelegt, in welcher Einsatzphase die SOP vorgeschlagen werden soll, in welcher Reihenfolge sie angezeigt wird und ob die SOP automatisch gestartet werden soll. Zu einer SOP können Ereignisse zugeordnet werden (oben rechts), die bei Eintritt wiederum andere SOPs starten. Ein automatischer SOP-Start kann aber auch über Systemanweisungen (hier „Startbefehl“, links) erfolgen, die eine spezielle Form (Vererbung) eines SOP-Elements (Mitte) darstellen. Die Entität „SOP-Element“ repräsentiert die oben angesprochenen **SOP-Inhalte**, d. h. Checklisten bzw. Checklisteneinträge, Arbeitsanweisungen Fragen, Gefahrenhinweise und Programmbefehle. Diese werden auch bei mehrfacher Verwendung nur einmal definiert und anschließend über die Entität „SOP-Element in SOP“ einer oder mehreren SOPs zugeordnet. Jede SOP hat als 1. Element ein „SOP-Element in SOP“. Dieses wiederum hat Nachfolger in fester Reihenfolge oder über Entscheidungsknoten (rechts), die abhängig von Einsatzdaten und Bedingungen (Einsatzdaten werden mit vorgegebenen Werten verglichen) zu einem Folge-SOP-Element in SOP weiterleiten (**SOP-Logik**). Einsatzdaten werden über Ja-Nein-Fragen oder über Eingabefelder in das IT-System eingegeben (unten rechts).

Dieser Zusammenhang sei an folgendem Beispiel verdeutlicht: Der Benutzer wird in einer Arbeitsanweisung aufgefordert, eine Messung vorzunehmen und den Messwert in ein Eingabefeld einzutragen. Dieser Wert wird in dem entsprechenden Einsatzdatum gespeichert (Datum im Sinne von Faktum, nicht notwendigerweise eine Tages-/Zeitangabe). Bei der Zusammenstellung der darauffolgenden Checkliste trifft die SOP-Logik auf ein SOP-Element in SOP, das ein Entscheidungsknoten ist, der wiederum von diesem Einsatzdatum abhängig ist. Über die Relation „leitet weiter zu“ wird verglichen, ob der Messwert zwischen 1,5 und 1,7 liegt ($\text{Einsatzdatum} \geq 1,5$ und $\text{Einsatzdatum} \leq 1,7$). Trifft diese Bedingung zu, verweist die Verknüpfung auf ein SOP-Element Gefahr, sonst auf eine weitere Arbeitsanweisung.

Da die Checklisten den zentralen Bestandteil jeder SOP bilden, ist dieser Ausschnitt aus dem ERM in Abbildung 5.3 noch einmal vergrößert dargestellt. Eine Checkliste kann zunächst mit einem individuellen Text, d. h. einer Überschrift versehen werden. Ferner hat sie beliebig viele Checklisteneinträge, die über das Attribut „Position“ in eine Reihenfolge gebracht werden. Es gibt drei Arten (Vererbungen) von Checklisteneinträgen: Gefahrenhinweise, Arbeitsanweisungen und Ja-Nein-Fragen. Letztere sind stets mit einem Boolean-Einsatzdatum verknüpft. Arbeitsanweisungen können beliebig viele Eingabefelder besitzen, die über das Attribut „Text“ für den Bediener beschrieben werden. Die Eingabefelder sind mit beliebigen Einsatzdaten verknüpft (Integer, String etc.). Jeder Checklisteneintrag kann mit zusätzlichen Hinweistexten und anderen Informationen (z. B. PDF-Dateien) angereichert werden.

Allerdings kann eine Checkliste auch andere Checklisten beinhalten, indem sie über die Relation „hat“ wieder auf eine Entität „Checkliste“ verweist. Dies ist besonders nützlich, wenn nicht nur einzelne Checklisteneinträge, sondern ganze Gruppen von Checklisteneinträgen mehrfach verwendet werden sollen.

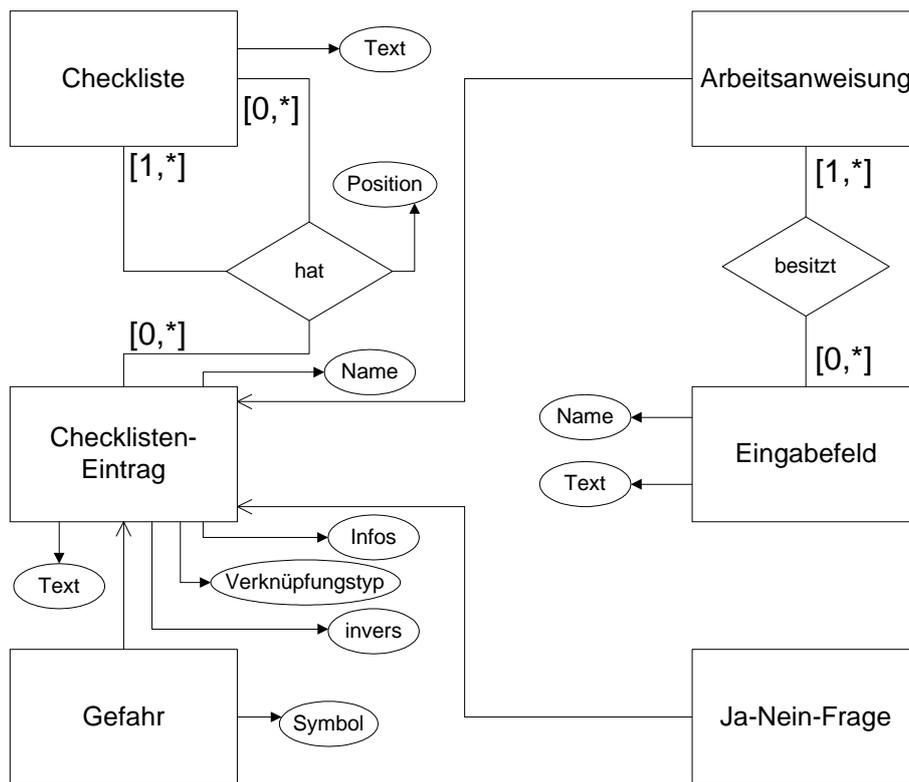


Abbildung 5.3: Ausschnitt aus dem ER-Modell (Aufbau einer Checkliste)

Quelle: Verfasser/I-LOV

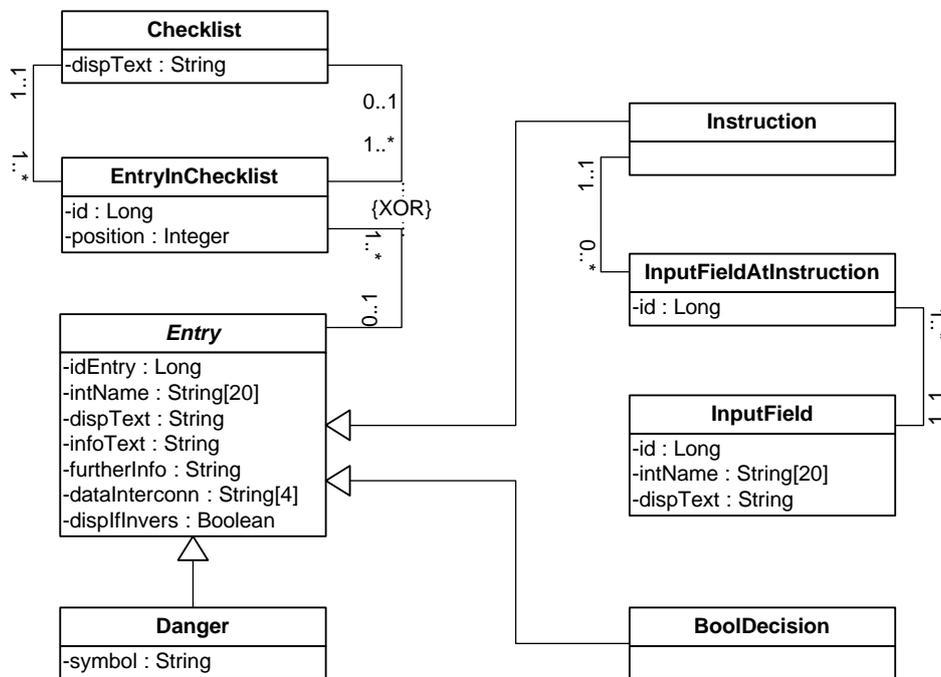


Abbildung 5.4: Ausschnitt aus dem Klassendiagramm (Aufbau einer Checkliste)

Quelle: Verfasser/I-LOV

Für die Implementierung des IT-Systems wird das ER-Modell in ein **Klassendiagramm** nach UML-Standard [RQZ12, S. 107-169] übersetzt, da sich dieses deutlich näher am späteren Quellcode orientiert. Abbildung 5.4 zeigt beispielhaft den Ausschnitt „Checkliste“ aus dem Klassendiagramm (für die Kommunikation mit anderen Entwicklern und die Definition von Schnittstellen zu anderen Modulen wird üblicherweise als gemeinsame Sprache Englisch gewählt).

5.2 Entwicklung des IT-Systems

Aus der Anforderungsanalyse in Abschnitt 3.2 und den allgemeinen Qualitätskriterien an Software in Abschnitt 2.1.3 lassen sich die folgenden Spezifikationen für die technische Umsetzung des IT-Systems ableiten:

- Dokumentation aller SOPs und aller Nutzereingaben
- Anwendbarkeit auf mobile IT (Notebooks, PDAs, Tablets, Smartphones), d. h. leichte Übertragbarkeit der Software (Portabilität/Plattformunabhängigkeit)
- Definierte Schnittstellen für die Integration in andere IT-Systeme
- Zuverlässigkeit des IT-Systems (Ausfallsicherheit)
- Leichte Änder-/Erweiterbarkeit des IT-Systems

Darüber hinaus stellt Müller folgende Qualitätsanforderungen an die Entwicklung eines Workflowmanagementsystems [Müll05, S. 61 f.]:

- Modularität des IT-Systems
- Performance und Skalierbarkeit

Absolute Ausfallsicherheit wäre in dieser Domäne eine Idealvorstellung, kann aber niemals erreicht werden. Stattdessen wird das IT-System redundant ausgelegt. Sämtliche Datenbanken werden stetig untereinander synchronisiert. Da ohnehin mehrere Endgeräte zur Verfügung stehen sollten (für den Einsatz sowohl in der Führungsstelle als auch im Feld), kann ein beliebiger Client ohne größeren Zeitverlust die Funktion des Servers übernehmen, falls dieser einmal ausfallen sollte. Alle Geräte werden mit der gleichen Software ausgestattet, lediglich die Anmeldung (z. B. in der Rolle des Abschnittsleiters, Gruppenführers oder Fachberaters) bestimmt die Lese- und Schreibrechte des Nutzers und Funktion des Geräts. Dadurch können sämtliche Rechner beliebig ausgewechselt werden. Die Frage der Zuverlässigkeit wird so vielmehr zu einer Frage der Hardwareverfügbarkeit (Investitionskosten). Grundsätzlich kann der Einsatz aber auch jederzeit ohne IT-System weitergeführt werden. Durch die Einführung von interaktiven SOPs entstehen keine IT-Abhängigkeiten³⁸. Performance und

³⁸ solange die SOPs als Entscheidungs- und Führungsunterstützung und nicht als Ersatz für eine solide Ausbildung oder eigenes Nachdenken verstanden werden

Skalierbarkeit stellen in diesem Fall keine besondere Herausforderung dar, da keine umfangreichen Berechnungen oder sonstige ressourcenintensiven Aufgaben durchgeführt werden.

Als Programmiersprache bietet sich hier **Java** an. Zu den Vorteilen von Java gehören u. a. die geforderte Plattformunabhängigkeit, die freie Verfügbarkeit, auch vieler zusätzlicher Bibliotheken, und die weite Verbreitung. Eins der bekanntesten Frameworks für die modulare Softwareentwicklung ist das von der OSGi Alliance: Das **OSGi-Framework**³⁹ verbindet verschiedene Dienste, die jeweils in sich geschlossen sind und eigenständig genutzt werden können. Jeder Dienst verfügt über eine öffentliche Schnittstelle und muss in einem Verzeichnis registriert werden. Die Dienste können on-the-fly geändert, erweitert, ausgetauscht, hinzugefügt oder entfernt werden („Hot Deployment“). Dies erfordert jedoch einen erhöhten Planungsaufwand, denn die Schnittstellen müssen vor Beginn der Implementierung genau definiert werden.

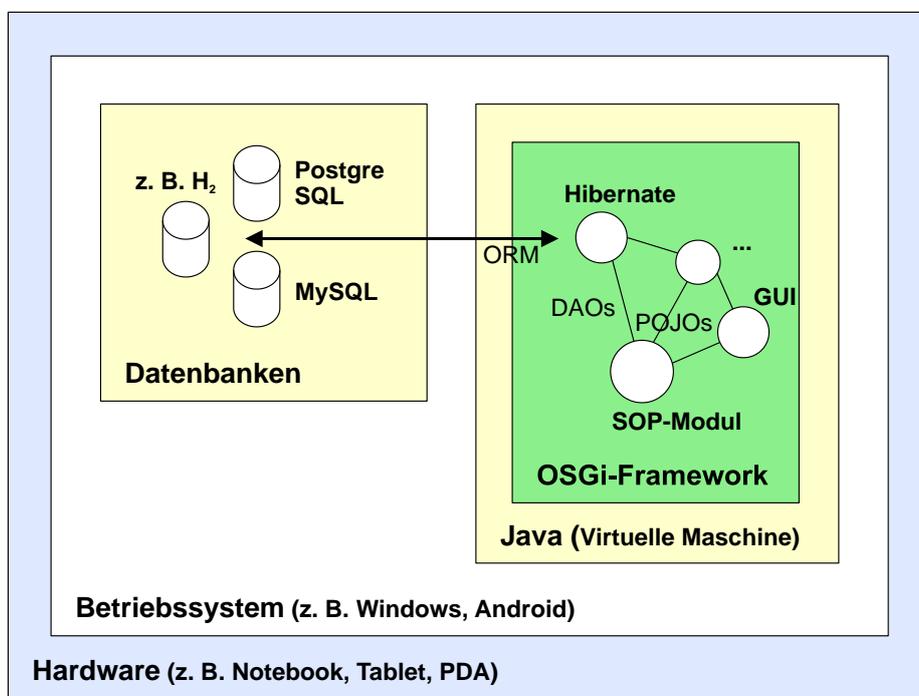


Abbildung 5.5: Architektur des IT-Systems (Darstellung als Schichtenmodell)

Quelle: Verfasser

Für den Datenbankzugriff bietet sich das ebenfalls plattformunabhängige **Hibernate-Framework**⁴⁰ an [MiLi07, S. 45 f.]. Die Datenbank soll für jeden Rechner frei wählbar sein. Mit Hilfe von Hibernate können verschiedene Datenbanken (z. B. H₂, MySQL, PostgreSQL) angebunden werden, ohne dass der Quellcode verändert werden muss. Über ein objektrelati-

³⁹ <http://www.osgi.org/About/Technology>

⁴⁰ <http://www.hibernate.org/docs>

onales Mapping (ORM) wird ein Strukturbruch zwischen objektorientierter Programmiersprache und relationaler Datenbanksprache vermieden. Daraus ergibt sich der in Abbildung 5.5 dargestellte Aufbau des IT-Systems.

Im Folgenden werden die drei Schnittstellen-Bezeichner ORM, DAOs (Data Access Objects) und POJOs (Plain Old Java Objects) näher erläutert.

5.2.1 Plain Old Java Objects (POJOs)

Nach der Auswahl der einzusetzenden Technologien kann das Klassendiagramm nun in Quellcode („einfache Objekte“) umgesetzt werden. Anhand zweier Beispiele (Checkliste und Arbeitsanweisung) soll das Vorgehen kurz erläutert werden. In Java sieht die Klasse Checklist folgendermaßen aus:

```
public class Checklist extends SOPItem {  
  
    private String dispText;  
    private Set<EntryInChecklist> entries = new HashSet<EntryInChecklist>();  
    private Set<EntryInChecklist> inChecklists = new HashSet<EntryInChecklist>();  
  
    public Checklist() {}  
  
    public Checklist(String intName, String dispText) {  
        super(intName);  
        this.dispText = dispText;  
        this.entries = new HashSet<EntryInChecklist>();  
        this.inChecklists = new HashSet<EntryInChecklist>();  
    }  
  
    public String getDispText() {  
        return dispText;  
    }  
  
    public void setDispText(String dispText) {  
        this.dispText = dispText;  
    }  
    [...]  
}
```

Die Klasse Checklist erbt die Eigenschaften und Funktionen der abstrakten Klasse SOPItem und wird dem Klassendiagramm aus Abbildung 5.4 entsprechend um einen String „dispText“ und die Relationen „entries“ und „inChecklists“ ergänzt. Der vollständige Quellcode kann im Anhang F nachgelesen werden. Alle anderen Klassen wurden nach dem gleichen Prinzip in Java-Code beschrieben, wie auch die Klasse Instruction (Arbeitsanweisung, eine Unterart des Checklistenentries), siehe ebenfalls Anhang F.

5.2.2 Objektrelationales Mapping (ORM)

Für das objektrelationale Mapping bietet Hibernate die Möglichkeit, dies über „Java-Annotations“ umzusetzen. Diese werden allerdings erst in höheren Java-Versionen unterstützt und machen nach Minter und Linwood den Quellcode der Java-Klassen sehr unüber-

sichtlich [MiLi07, S. 110 f.]. Deshalb wurden hier XML-Dateien für das Mapping verwendet, z. B. für die Klasse Checklist (vollständiger Quellcode im Anhang F, Abschnitt b):

```
<joined-subclass name="Checklist" extends="SOPItem">
  <key column="idSOPItem">
  </key>

  <property name="dispText" column="dispText" type="string">
  </property>

  [...]
</joined-subclass>
```

5.2.3 Data Access Objects (DAOs)

Für den Zugriff auf die Datenbank werden üblicherweise sogenannte Data Access Objects erstellt. Diese DAOs beinhalten alle notwendigen Funktionen zum Erstellen, Ändern, Auslesen und Löschen von Daten. Hierdurch kann die Datenbanklogik von der restlichen Programmierung getrennt werden. [MiLi07, S. 72 ff. und 205 ff.]

Die grundlegenden Funktionen für den Datenbankzugriff wurden zu einer Klasse DAO zusammengefasst, die diese an alle weiteren DAO-Klassen vererbt (siehe Anhang F, Abschnitt c). So ergibt sich folgendes DAO für die Klasse Checklist:

```
public class DAOChecklist extends DAO {
  public DAOChecklist() {}

  public Checklist createChecklist(String intName, String dispText) {
    begin();
    Checklist checklist = new Checklist(intName, dispText);
    getSession().save(checklist);
    commit();
    return checklist;
  }

  public void save(Checklist checklist) {
    begin();
    getSession().update(checklist);
    commit();
  }

  [...]
}
```

Über die DAOs lassen sich nun alle SOPs, inklusive Checklisten, Ereignisse, Entscheidungsknoten etc. mit geringem Aufwand erstellen, in einer beliebigen Datenbank speichern und wieder auslesen, modifizieren und löschen.

5.2.4 Qualitätssicherung

Zur Absicherung der Softwarequalität können konstruktive und analytische Maßnahmen eingesetzt werden (vgl. Abschnitt 2.1.3). Über den HTML-basierten Demonstrator (Abschnitt 4.1) und die oben beschriebenen Diagramme hinaus werden hier Code-Inspektionen, Black-Box- und White-Box-Tests eingesetzt, um die Validität des Quellcodes sicherzustellen.

Zusätzlich zeigt die Abbildung 10.5 im Anhang G eine **Test-SOP**, die sämtliche Funktionalitäten einer interaktiven SOP abdeckt, um zu überprüfen, ob das in Abschnitt 4.2 definierte Metamodell vollständig und richtig in Java und XML umgesetzt worden ist. Bei dieser SOP steht weniger die Sinnhaftigkeit der einzelnen Handlungsempfehlungen im Vordergrund als vielmehr die Verwendung und Kombination aller möglichen Checklistenbeiträge, Parameter, Entscheidungsknoten und Systemanweisungen. Die prototypische Umsetzung dieser SOP und anschließende Testreihen mit verschiedenen Nutzereingaben bestätigen, dass die interaktiven SOPs genau so funktionieren, wie sie in Kapitel 4 beschrieben wurden.

5.3 Interaktive SOPs zur Ortung und Bergung von Verschütteten

Mit Hilfe des oben dargestellten technischen Konzepts und dessen Umsetzung in Java- bzw. XML-Quellcode lassen sich nun alle entsprechend dem obigen Metamodell modellierten SOPs in einem Prototyp abbilden. In Abschnitt 3.4.3.6 wurden 15 Führungsprozesse voneinander abgegrenzt. Im Folgenden sollen beispielhaft zwei von ihnen in interaktive SOPs übersetzt werden.

5.3.1 SOP „Phase 2 – Erkundung“

Ziel dieser Standard Operating Procedure ist das Absuchen der Randtrümmer, der Nebengebäude und aller leicht zugänglichen Räume, um Personen in leicht zugänglichen Schadenelementen zu finden, welche anschließend ohne schweres Gerät geborgen werden können. Mögliche **Gefahrenquellen** bestehen, wie bei fast allen SOPs, durch ungünstige Umwelt- bzw. Wetterbedingungen (Sturm, Gewitter, starker Regen, Hochwasser, Erdbeben, Temperaturen unter dem Gefrierpunkt etc.). Die Handlungsempfehlungen zum Absuchen der Randtrümmer, der Nebengebäude und der leicht zugänglichen Räume sollten jedoch nur angezeigt werden, wenn diese auch jeweils vorhanden sind. Dazu werden drei **Eingangsinformationen** benötigt, jeweils des Typs Boolean (ja/nein):

- Gibt es in dem Schadenskonto Randtrümmer?
- Gibt es an das Schadenskonto angrenzende, erhaltene Gebäude?
- Gibt es in dem Schadenskonto leicht zugängliche Räume?

Ausgaben zeigen sich nur in Form einer den Einsatzparametern angepassten Zusammensetzung der Checkliste. Zusätzliche Informationen werden in dieser SOP nicht erhoben. Allerdings können zwei **Ereignisse** eintreten:

- Opfer gefunden: Wird eine verschüttete oder anderweitig verunglückte Person gefunden, wird automatisch die SOP „Phase 2 – Bergung“ gestartet.
- Veränderung der Schadenstelle: Bei diesem Ereignis wird die gleichnamige SOP „Veränderung der Schadenstelle“ (ohne spezifische Phase) aufgerufen.

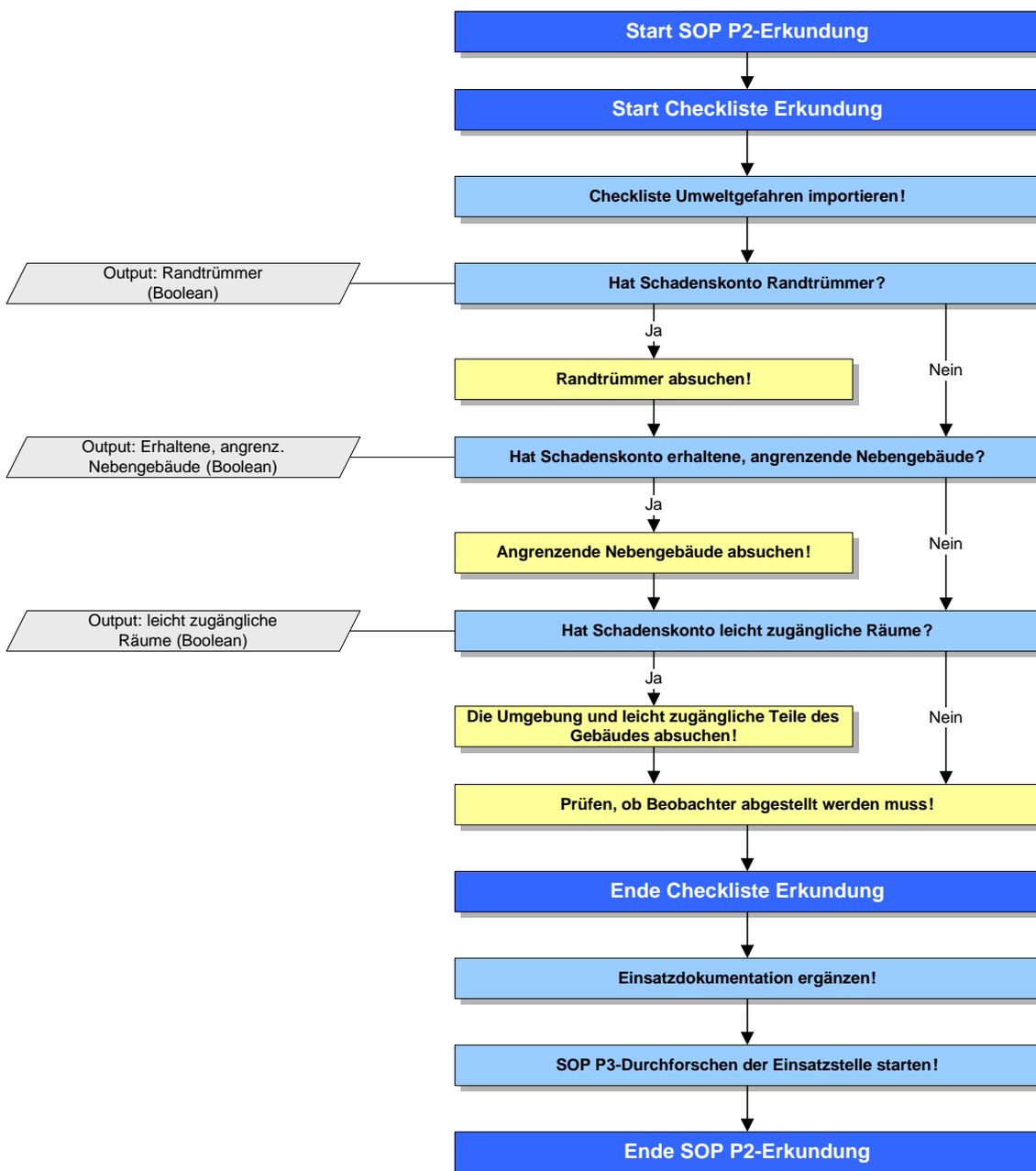


Abbildung 5.6: SOP-Modell „Phase 2 – Erkundung“

Quelle: Verfasser/I-LOV

Auf Grundlage dieser allgemeinen Beschreibung und des Prozessmodells in Abschnitt 3.4.3.2 kann das **SOP-Modell** in Abbildung 5.6 aufgestellt werden. Die SOP „Erkundung“ besteht aus nur einer Checkliste, in die zunächst die Teilcheckliste „Umweltgefahren“ integriert wird. Hier wird geprüft, ob Umweltbedingungen vorliegen, die eine mögliche Gefahrenquelle darstellen, und dementsprechend eine Warnung ausgegeben werden soll (Abbildung 5.7). Diese Teilcheckliste kann in nahezu allen SOPs wiederverwendet werden. Anschließend werden die drei Handlungsempfehlungen

- „Randtrümmer absuchen!“,
- „Angrenzende Nebengebäude absuchen!“ und
- „Die Umgebung und leicht zugängliche Teile des Gebäudes absuchen!“

angezeigt, sofern die jeweiligen Ausgabe-Bedingungen erfüllt sind (die Boolean-Werte werden aus dem Datenspeicher abgerufen). Ferner sollte der Einsatzabschnittsleiter oder ein Baufachberater prüfen, ob zur Absicherung der Rettungskräfte – wie auch möglicher Opfer – ein Beobachter abgestellt werden muss. Nach Abschluss der Checkliste werden die Einsatzdokumentation ergänzt und die Folge-SOP „Durchforschen der Einsatzstelle“ in Phase 3 aufgerufen.

Bei der Übersetzung des UML-Aktivitätsdiagramms in eine SOP ist zu beachten, dass sich das Prozessmodell nicht immer eins zu eins umsetzen lässt. Beispielsweise müssen parallele Abläufe (Verzweigungen im Aktivitätsdiagramm) in einer Checkliste sequenziell (untereinander) angeordnet werden. Die Checkliste kann im Einsatz jedoch wieder parallel abgearbeitet, d. h. Tätigkeiten zeitgleich durchgeführt werden. Außerdem sollten die Formulierungen angepasst werden, sodass sie erstens leichter verständlich, aber dennoch kurz und präzise sind und zweitens dem benötigten Abstraktionsgrad der Führungsebene entsprechen.

Einige Pfade im Aktivitätsdiagramm lassen sich auch besser als Ereignis abbilden (z. B. „Opfer gefunden“), da diese zu einem beliebigen Zeitpunkt eintreten können und nicht erst nach dem Abschluss der vorherigen Aktivität.

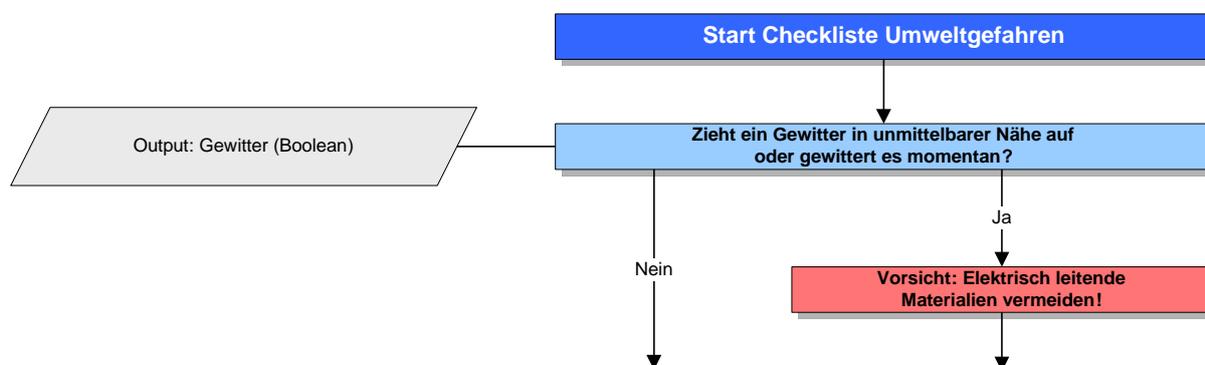


Abbildung 5.7: Ausschnitt aus der Checkliste „Umweltgefahren“

Quelle: Verfasser/I-LOV

Die Übersetzung des SOP-Modells in entsprechenden Quellcode kann im Anhang F (Abschnitt d) nachgelesen werden. Die formale Sprache des SOP-Metamodells ermöglicht es auch Nicht-Programmierern, SOPs mit Hilfe eines SOP-Editors, der aus dem Prozessmodell automatisch den entsprechenden Quellcode generiert, zu erstellen und/oder zu ändern. Besonders vorteilhaft ist hierbei die für Einsatzkräfte einfache Modellierung, da die Darstellung schon der späteren Visualisierung in Form von Checklisten sehr nahe kommt.

5.3.2 SOP „Phase 3 – Ortung (Flächensuche)“

Nach der eher groben Erkundung der Randtrümmer folgt in Phase 3 eine intensivere Ortung unter Einsatz von Rettungshunden und moderner Ortungstechnologie. Solange noch kein konkreter Verdacht besteht, sollte mit einer Flächensuche begonnen werden. Ergibt die Flächensuche jedoch einen unsicheren Befund, d. h. wird an einer Stelle eine Person als verschüttet vermutet (z. B. Handy geortet) oder kann die exakte Position nicht bestimmt werden (z. B. Hund angeschlagen, aber kein Sichtkontakt), muss eine gezielte Nachortung erfolgen. Mögliche Gefahrenquellen bestehen hier wie bei der Erkundung nur durch ungünstige Umwelt- bzw. Wetterbedingungen (s. oben). Die benötigten Eingangsinformationen beziehen sich auf die Verfügbarkeit der einzelnen für die Flächensuche vorgesehenen Ortungstechnologien:

- Sind Rettungshundeteams verfügbar? Typ: Boolean
- Ist Mobilfunkortung verfügbar? Typ: Boolean
- Ist Infrarot-Ortung verfügbar? Typ: Boolean

Die Ergebnisse (hier Befunde) werden nicht in der SOP eingetragen, sondern in einer Lagekarte. Für die Ablaufsteuerung der SOPs sind nur die folgenden Ereignisse wichtig:

- Opfer geortet: Wird eine verschüttete Person geortet (Position bekannt), wird automatisch die SOP „Phase 3 – Bergung“ gestartet.
- Opfer vermutet: Wird ein Opfer vermutet (Befund oder Position ungewiss), folgt die SOP „Phase 3 – Ortung (gezieltes Vordringen)“.

Auf Grundlage dieser Beschreibung und des Prozessmodells in Abschnitt 3.4.3.3 kann das folgende **SOP-Modell** aufgestellt werden (Abbildung 5.8). Die SOP „Ortung (Flächensuche)“ besteht aus nur einer Checkliste, die jedoch sehr umfangreich ist. Die Arbeitsanweisungen zur Durchführung einer Mobilfunkortung, zur Infrarot- (IR) und biologischen Ortung werden alle gleichzeitig angezeigt. Auch hier werden die Checklisteneinträge sequenziell dargestellt, die Ortung kann jedoch – mit geringfügigen Einschränkungen – parallel erfolgen. Der verantwortliche Einsatzabschnittsleiter entscheidet, welche Ortungsmethoden angefordert und eingesetzt werden sollen.

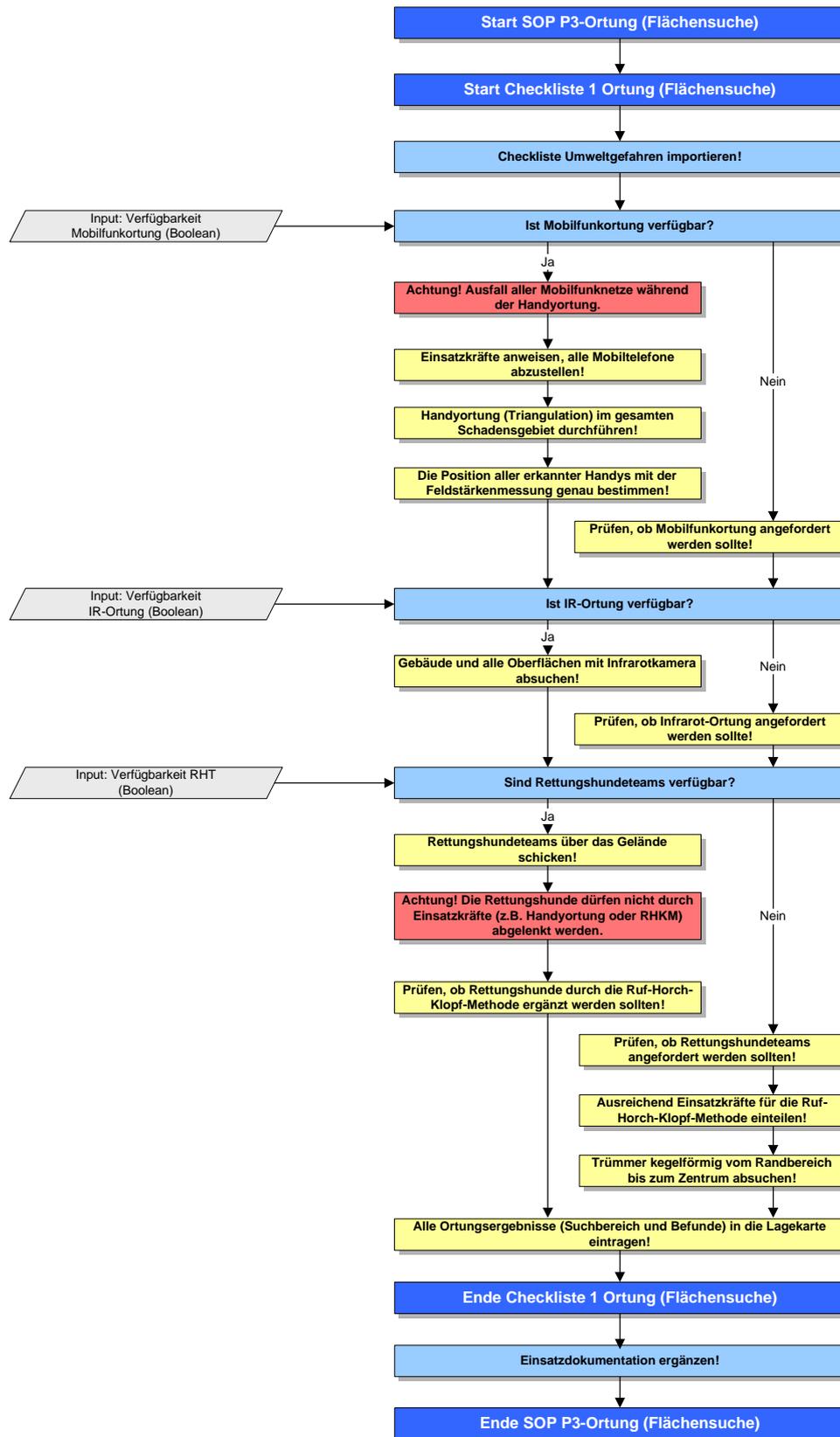


Abbildung 5.8: SOP-Modell „Phase 3 – Ortung (Flächensuche)“

Quelle: Verfasser/I-LOV

Ist die Mobilfunkortung einsatzbereit, sollten alle Einsatzkräfte ihre Mobiltelefone ausschalten, um eine „Ortung“ der Einsatzkräfte zu vermeiden (Abbildung 5.8, oben). Die Handyortung sollte immer mit Bedacht durchgeführt werden, da alle bestehenden Mobilfunknetze in der gesamten Umgebung gestört werden. Nach der Triangulation können die Positionen aller erkannten Handys mit Hilfe einer Feldstärkemessung genau bestimmt werden. Ist die Mobilfunkortung nicht verfügbar, sollte geprüft werden, ob eine Anforderung sinnvoll ist.

Gleiches Prinzip gilt für die IR-Ortung, die es ermöglicht, Gebäude und alle Oberflächen mit einer Infrarotkamera nach Wärmeunterschieden abzusuchen. Sind Rettungshunde verfügbar, sollten diese auch eingesetzt werden, um Trümmerhaufen und umliegendes Gelände großflächig abzusuchen (Abbildung 5.8, Mitte). Dabei ist aber unbedingt dafür Sorge zu tragen, dass die Rettungshunde nicht durch Einsatzkräfte abgelenkt werden. Das heißt, an dieser Stelle können z. B. Rettungshunde und die Feldstärkemessung zur Handyortung nicht gleichzeitig eingesetzt werden. Für den Fall, dass nicht genügend Rettungshunde verfügbar sind, um das ganze Gebiet abzusuchen, ist es sinnvoll, die biologische Ortung durch die Ruf-Horch-Klopf-Methode zu ergänzen. Die RHKM ist auf jeden Fall empfehlenswert, wenn keine Rettungshunde vor Ort sind.

Als Ergänzung zu den Arbeitsanweisungen werden im Modell zusätzliche Informationen und Randbedingungen (in der Abbildung nicht dargestellt) hinterlegt, z. B. bei der

- Ruf-Horch-Klopf-Methode: „Nebengeräusche sind, soweit möglich, abzustellen.“
- Hundeortung: „Ergebnisse durch einen 2. Hund bestätigen lassen.“
- Mobilfunkortung: „Bei dieser Methode werden nur die Handys geortet, eine verschüttete Person kann nur vermutet werden. Eventuell ist aber eine Kontaktaufnahme per Anruf möglich.“

Darüber hinaus kann ein weiterer Mehrwert erzielt werden, indem zu den Ortungstechnologien (dies gilt noch mehr für die gezielte Ortung) nützliche Dokumente hinterlegt werden, z. B. eine Gerätefunktionsübersicht, Bedienungsanweisungen, Parametertabellen und Abbildungen zur optimalen Anwendung. Ebenso wie bei der Abgrenzung von checklisten- und textbasierten SOPs gilt auch hier, dass umfangreichere Dokumente wie ein Benutzerhandbuch nur in weniger zeitkritischen Momenten als Nachschlagewerk genutzt werden können. Diese sind vor allem für Lernzwecke geeignet. Für den akuten Einsatzfall sollten kurze und präzise Übersichtsblätter bevorzugt werden.

5.4 Prototyp eines WFMS für die zivile Gefahrenabwehr

Nach dem gleichen Prozedere wurden die übrigen 13 Führungsprozesse aus Abschnitt 3.4.3.6 in interaktive SOPs übersetzt, sodass sich ein für das Szenario Gebäudeeinsturz voll funktionsfähiges WFMS ergibt. Die SOP-Modelle sind teilweise sehr kurz (vgl. oben), einige erstrecken sich über mehrere DIN-A4-Seiten. Die SOP „Sicherung der Einsatzstelle“ soll bei-

spielsweise für alle Schadenelemente und alle Schadensbilder (horizontale Schichtung im Erdgeschoss, Trümmerkegel mit Vertikalelementen, Überhängende Elemente in großer Höhe etc.) geeignete Sicherungsmaßnahmen vorschlagen. Dadurch ergeben sich zwar viele verschachtelte Fallunterscheidungen, die das Modell sehr umfangreich erscheinen lassen, die resultierenden Checklisten bestehen jedoch aus nicht mehr als fünf bis sieben Einträgen.

Im Forschungsprojekt I-LOV⁴¹ wurde gemeinsam mit dem IT-Unternehmen Evision und der Universität Freiburg ein Prototyp eines WFMS für die zivile Gefahrenabwehr entwickelt, der verschiedene Funktionalitäten bündelt, um einen Ortungs- und Bergungseinsatz ganzheitlich zu unterstützen. Neben dem in dieser Arbeit vorgestellten SOP-Modul verfügt der Prototyp über eine digitale Lagekarte, eine Schadenskontenverwaltung und ein Kommunikationsmodul (Datenbanksynchronisation).

Aufgabe der **Schadenskontenverwaltung** ist es, jedem Schadenskonto (SK) zur Abarbeitung seines Aufgabenschwerpunkts SOPs zuzuordnen, die entsprechenden Java-Objekte (POJOs) zu speichern und vorzuhalten. SOPs gelten dann nur für dieses Gebiet. Zudem muss es ein übergeordnetes Schadenskonto geben, welches sich auf den gesamten Einsatzabschnitt des THW bezieht. Die Handyortung beispielsweise beschränkt sich nicht auf ein einzelnes SK, sondern wird dem gesamten Einsatzabschnitt (dem übergeordneten Schadenskonto) zugewiesen. Gleiches gilt für die SOPs zu Beginn des Einsatzes (Eintreffen, Sichten und Lagebesprechung), solange vom THW noch gar keine Schadenskonten definiert wurden.

In diesem Zusammenhang ist jedoch zu beachten, dass das SOP-Modul lediglich die „Rohdaten“ bereitstellt. Über seine öffentlichen Schnittstellen innerhalb des OSGi-Frameworks bietet das SOP-Modul seine Dienste (Services) allen anderen Modulen an und tauscht mit ihnen Daten aus. Zu diesen Diensten gehören u. a. das Starten, Fortsetzen und Beenden einer SOP. Die Speicherung und Zuordnung aller erzeugten SOP-Objekte zu einzelnen Schadenskonten übernimmt die Schadenskontenverwaltung. Die Visualisierung der SOPs ist Teil der GUI. So entsteht eine nach Müller dreischichtige Software-Architektur [Müll05, S. 64 f.]. Der Vorteil ist, dass für andere Anwendungsfälle oder andere Rettungsorganisationen die grafische Oberfläche einfach ausgewechselt werden kann (angepasstes Layout, alternatives Bedienkonzept etc.), ohne das SOP-Modul verändern zu müssen. Es ist somit völlig unabhängig von der Hardware, vom Betriebssystem, von der Datenbank und der GUI.

Die Abbildung 5.9 zeigt die grafische Benutzeroberfläche, die speziell für die Evaluation des SOP-Moduls entwickelt wurde. Auf der linken Seite befindet sich die Schadenskontenverwaltung, inklusive aller Lagekarten (Skizzen), Befunde und verfügbarer Einheiten. Mittig oben können die Schadenskonten mit detaillierteren Angaben versehen werden. Darunter befin-

⁴¹ Das Projekt wurde im technischen Bericht „Efficient Decision Support for Crisis Management Based on Information Fusion and Modern SOP Algorithms“ auf der „Informatik 2010“ in Leipzig vom Verfasser vorgestellt. Weitere Informationen siehe <http://www.cik.uni-paderborn.de/forschung/public-security-safety/i-lov/>

det sich eine aufklappbare Auswahlliste zum Starten einer neuen SOP und im großen Bereich unten rechts werden die SOPs in Form von Checklisten dargestellt. In dieser Bildschirmkopie ist die oben beschriebene SOP „Phase 3 – Ortung (Flächensuche)“ dargestellt. Sie beginnt mit einer Warnmeldung: „Achtung! Ausfall aller Mobilfunknetze während der Handyortung“. Dann folgen einige Handlungsempfehlungen und zusätzliche Informationen zur Mobilfunk-, Infrarot- und biologischen Ortung. Abschließend sollen alle Ortungsergebnisse in die Lagekarte (siehe links) eingetragen werden. Wurde eine Maßnahme durchgeführt, wird sie grün markiert und gelb, wenn sie übersprungen wird. Alle noch ausstehenden Aufgaben erscheinen hellrot.

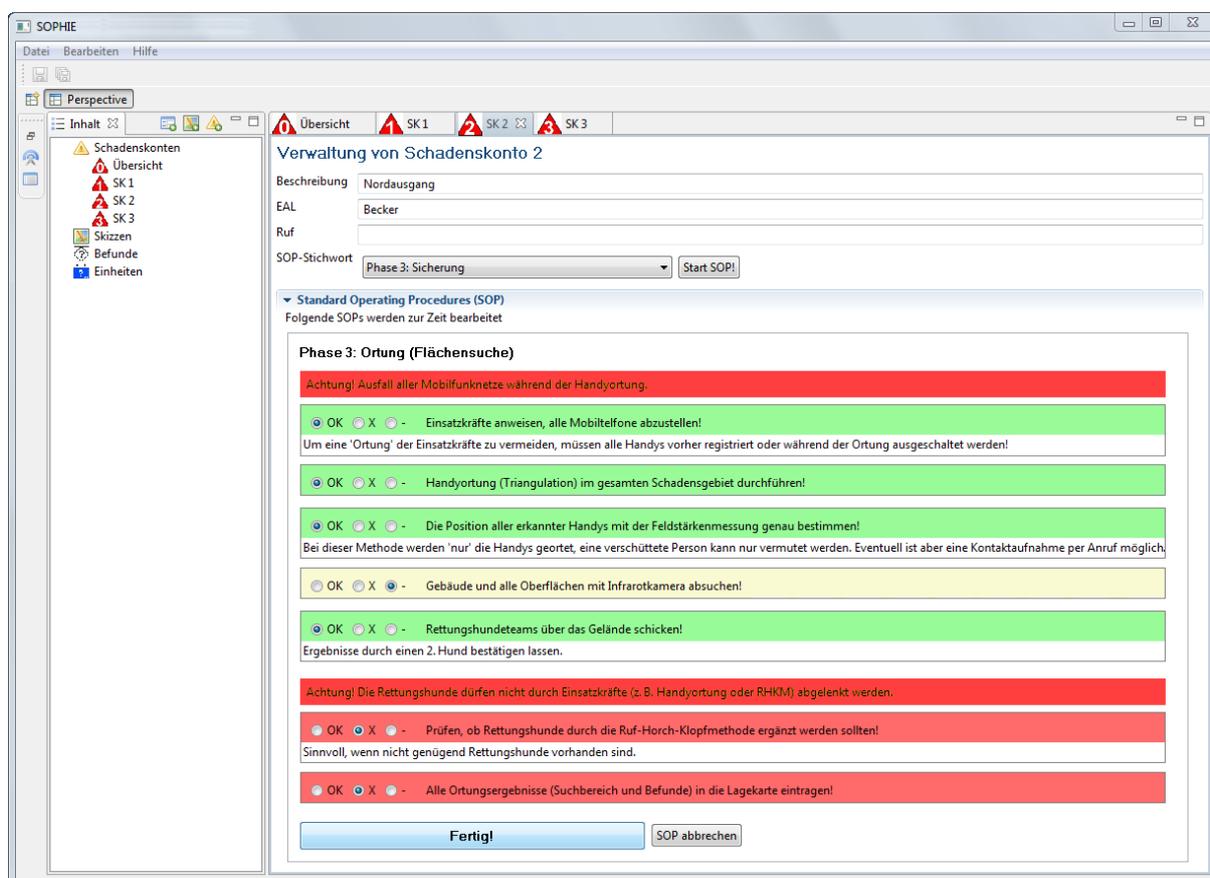


Abbildung 5.9: Grafische Benutzeroberfläche des Workflowmanagementsystems für die Evaluation des SOP-Moduls

Quelle: Verfasser (Inhalt), Evision GmbH (grafische Oberfläche)

Klickt der Benutzer auf „Fertig“, werden die Benutzereingaben ausgewertet und die nächste Checkliste generiert oder die SOP geschlossen. Ist eine Folge-SOP definiert, wird diese automatisch gestartet. Zusätzlich werden gemäß Spezifikation in Abschnitt 4.1 alle Ein- und Ausgaben protokolliert (Tabelle 5.1). So können alle Interaktionen zwischen Mensch und PC

während der Evaluation zur späteren Auswertung nachvollzogen werden. In einem echten Einsatz kann dieses Protokoll gleichzeitig als Vorlage für die Einsatzdokumentation dienen.

Uhrzeit	SK	SOP	Protokoll
13:25:34	-	-	Programmstart am Montag, 31. Oktober 2011
13:25:35	0	-	Schadenskonto 0 wurde automatisch angelegt.
	0	P1 – Ersterkundung	SOP wurde automatisch gestartet.
13:26:16	1	-	Schadenskonto 1 wurde angelegt.
13:26:32	1	P3 – Ortung (Flächensuche)	SOP wurde gestartet.
13:58:54	1	P3 – Ortung (Flächensuche)	Checkliste 1 wurde vollständig ausgefüllt: <ul style="list-style-type: none"> ▪ „Einsatzkräfte anweisen, alle Mobiltelefone abzustellen!“ durchgeführt. ▪ „Gebäude und alle Oberflächen mit Infrarotkamera absuchen!“ nicht durchgeführt. ▪ [...]

Tabelle 5.1: Beispiel einer automatischen Einsatzdokumentation

Quelle: Verfasser/I-LOV

6 Evaluation der SOPS

Der Prototyp des WFMS ist das wesentliche Instrument für die Evaluation. Das Konzept interaktiver SOPS zur Entscheidungsunterstützung in Rettungseinsätzen wurde vollständig beschrieben und in einem IT-System umgesetzt. Damit lässt sich nun die Frage beantworten, ob die Führungsprozesse des THW bei der Ortung und Bergung von Verschütteten nach einem Gebäudeeinsturz durch Etablierung eines WFMS tatsächlich verbessert werden können. Die Evaluation soll zeigen, ob die Arbeitshypothese bestätigt werden kann.

Hierzu ist nach Stockmann und Meyer festzulegen, was genau wozu anhand welcher Kriterien von wem und wie bewertet werden soll [StMe10, S. 66 f., 159 f.]. Der Gegenstand der Untersuchung wurde in den vorigen Kapiteln ausführlich beschrieben. Die Ziele der Evaluation werden in Abschnitt 6.1 herausgearbeitet. Aus dieser Zielsetzung lassen sich dann Evaluationskriterien ableiten, daraus wiederum Evaluationsmethoden (Abschnitte 6.2 und 6.3). Im Evaluationskonzept wird ein methodisches Vorgehen zur empirischen Datenerhebung und Auswertung der Daten beschrieben, welches die Grundlage für die Durchführung der Evaluation darstellt (Abschnitt 6.4). Anschließend werden in Abschnitt 6.5 die Ergebnisse der Evaluation ausführlich beschrieben, um eine fundierte Bewertung der SOPS vornehmen zu können (Abschnitt 6.6).

Balzer hat im Rahmen seiner Dissertation eine umfangreiche Studie unter Evaluatoren und Auftraggebern von Evaluationen durchgeführt, um Kriterien für eine erfolgreiche Evaluation zu ermitteln. Dieses Kapitel baut auf bestehender Fachliteratur auf und integriert Balzers Erkenntnisse, um ein gesichertes Konzept für die Evaluation des WFMS zu entwickeln. Zu den Qualitätsstandards einer erfolgreichen Evaluation zählt demzufolge auch die Trennung von Befund, Interpretation und Empfehlung [Balz05, S. 166]. Daher erfolgt die Ableitung von Schlussfolgerungen gesondert in Kapitel 7.

6.1 Ziele der Evaluation

Evaluationen gewinnen seit den 1990er Jahren immer mehr an Bedeutung, um Maßnahmen in Hinblick auf ihre Zielsetzung und ihre Wirkungen zu untersuchen und zu bewerten [Bran09, S. 69, 72-78]. Der Begriff der Evaluation ist in der Literatur allerdings noch nicht einheitlich definiert. Grundsätzlich lässt sich aber zusammenfassen, dass eine Evaluation die systematische und möglichst objektive Beschreibung, Analyse und Bewertung von Objekten, Funktionen, Systemen, Projekten, Prozessen oder Organisationseinheiten bezeichnet. Die Deutsche Gesellschaft für Evaluation (DeGEval, [DeGE08, S. 15]) beschreibt die Evaluation beispielsweise als „die systematische Untersuchung des Nutzens oder Wertes eines Gegenstandes. Solche Evaluationsgegenstände können z. B. Programme, Projekte, Produkte, Maß-

nahmen, Leistungen, Organisationen, Politik, Technologien oder Forschung sein.“ – „Evaluation ist damit grundsätzlich allen Gegenständen und Bereichen zugänglich.“⁴²

Das Ziel einer Evaluation aus Sicht der DeGEval ist es, „spezifische Fragestellungen zu beantworten und/oder den Zielerreichungsgrad eines bestimmten Vorhabens zu erheben“. Eine Evaluation stellt nach Stufflebeam aber keinen Selbstzweck dar, sondern soll „eine rationale Grundlage für das Fällen von Urteilen in Entscheidungssituationen“ bereitstellen [Stuf72]. Auch andere Definitionen stellen die Zweckorientierung der Evaluation heraus, z. B. nach Wottawa und Thierau:

„Evaluation dient als Planungs- und Entscheidungshilfe und hat somit etwas mit der Bewertung von Handlungsalternativen zu tun. Evaluation ist ziel- und zweckorientiert. Sie hat primär das Ziel, praktische Maßnahmen zu überprüfen, zu verbessern oder über sie zu entscheiden.“ [WoTh98, S. 14]

oder nach Weiss

„Evaluation is the systematic assessment of the operation and/or the outcomes of a program or policy, compared to a set of explicit or implicit standards, as a means of contributing to the improvement of the program or policy.“ [Weis98a, S. 4].

Die Evaluation ist dem im klassischen QM besser bekannten Audit sehr ähnlich [Bran09, S. 71]. Ein Audit bezeichnet einen systematischen, unabhängigen und dokumentierten Prozess, um zu ermitteln, inwieweit Vorgehensweisen, Verfahren oder Anforderungen erfüllt sind [ISO9000]. Beides sind also Methoden zur Bewertung der Qualität von Produkten, Prozessen, Organisationen etc. Während bei einem Audit jedoch i. d. R. nur das Ergebnis bewertet wird (Soll-Ist-Vergleich), stehen bei der Evaluation vielmehr die dadurch erzielten bzw. erzielbaren **Wirkungen** und auch **Nebenwirkungen** (z. B. IT-Abhängigkeit, Vertrauen auf computergenerierte Lösungen) im Vordergrund [StMe10, S. 16, 70]. Über die Frage, ob Ziele erreicht und Vorgaben eingehalten werden, hinaus, wird in einer Evaluation untersucht, welchen Beitrag eine Maßnahme zur Zielerreichung leistet. Stockmann schreibt einer Evaluation vier miteinander verbundene Leitfunktionen zu [Stoc06, S. 65-72]:

- Gewinnung von Erkenntnissen darüber, ob der Ablauf reibungslos funktioniert, ob die Maßnahmen die Zielgruppe erreichen, ob sie Akzeptanz finden, ob sich die Rahmenbedingungen verändert haben etc., mit dem Ziel, Managemententscheidungen auf Grundlage empirischer Daten zu treffen
- Ausübung von Kontrolle, ob die in der Planung festgelegten Ziele erreicht wurden, ob alle Beteiligten ihren Verpflichtungen nachkommen, ihre Qualifikation und Kompetenzen ausreichen etc.

⁴² Homepage der DeGEval: <http://www.degeval.de>, 21.07.2012

- Dialogführung zwischen den verschiedenen Stakeholdern, um Transparenz zu schaffen, die Zusammenarbeit zu verbessern und Lerneffekte zu erzielen, die für die Weiterentwicklung von Programmen genutzt werden können
- Legitimation der durchgeführten Maßnahmen, um beispielsweise nachzuweisen, dass (Finanz-)Mittel effizient eingesetzt oder Projekte erfolgreich durchgeführt wurden

Die Planung einer Evaluation wird deutlich durch die Priorisierung der Leitfunktionen geprägt. Je nachdem, ob der Erkenntnisgewinn oder die Kontrollfunktion, die Weiterentwicklung oder die Legitimation des Projekts im Vordergrund steht, unterscheidet sich die Herangehensweise. Je nach Zeitpunkt und Zweck der Evaluation lassen sich nach Scriven formative und summative Evaluation unterscheiden. Eine formative Evaluation bezeichnet eine Überprüfung, die während der Entwicklungsphase bzw. in der frühen Implementierungsphase stattfindet. Auf diese Weise können schon früh potentielle Probleme aufgedeckt und konstruktiv behoben werden. Die summative Evaluation dient dazu, die Gesamtqualität in der Wirkungsphase zu bewerten. [Weis98, S. 31] nach [Scri67]

Gegenstand und Ziele dieser Evaluation

Die Eingangsfrage in Abschnitt 3.2 lautete: Lassen sich Führungsprozesse in der zivilen Gefahrenabwehr – speziell bei der Ortung und Bergung von Verschütteten – durch ein Workflowmanagementsystem optimieren und wie sollte dieses gestaltet sein? Gegenstand der Evaluation sind demzufolge die interaktiven SOPs, die in Kapitel 4 konzipiert und in Kapitel 5 in ein WFMS umgesetzt wurden. Entsprechend der zu Beginn festgelegten Problemstrukturierung sind hier wieder zwei Aspekte zu untersuchen:

- die technische Umsetzung des WFMS (das IT-System) und
- die inhaltliche Repräsentation der Abläufe (die im IT-System bzw. in der Datenbank hinterlegten SOPs).

Daraus und aus den Anforderungen in Abschnitt 3.2 ergeben sich die folgenden Ziele für die Evaluation:

Das **IT-System** soll im praktischen Einsatz durch unterschiedliche Rettungskräfte – Zielpersonen sind Zugführer und Gruppenführer der Ortung und Bergung – evaluiert werden, um die Stabilität und Zuverlässigkeit im Feldeinsatz zu beurteilen. Ein Feldtest unter praxisgerechten Bedingungen und dementsprechend eine Systemüberwachung während des Feldtests sollen den Nutzen und Optimierungsbedarf bei der Software aufzeigen. Ein besonderes Augenmerk soll auf Funktionalität und Gebrauchstauglichkeit (Usability) gelegt werden. Hierzu zählen Funktionsumfang, Benutzerfreundlichkeit etc. (siehe Abschnitt 6.2). Selbst wenn die Software aus Sicht des Entwicklers voll funktionstüchtig ist, impliziert dies nicht, dass der Anwender (hier das THW) den vollen Nutzen aus dem IT-System ziehen kann. Eine unzurei-

chende Benutzeroberfläche, eine zu komplizierte Bedienung oder unverständliche Bildschirmausgaben u. a. können die Einsatztauglichkeit in der Praxis stark reduzieren.

Die **interaktiven SOPs** müssen auf ihre Sinnhaftigkeit und Einsatztauglichkeit hin überprüft werden. Die gesamte Prozesskette der „5 Phasen der Ortung und Bergung“ wurde zwar von der THW-Leitung anerkannt, dennoch sollte die Zweckmäßigkeit unter Realbedingungen und die Akzeptanz bei mehreren Zugführern untersucht werden. Gleichermaßen ist die Darstellung der Prozesse in Form von Checklisten zu bewerten. Formative Evaluationen haben zwar bestätigt, dass Checklisten eine anschauliche Darstellung der Abläufe ermöglichen, auch dies ist jedoch noch unter Praxisbedingungen nachzuweisen. In Summe soll eine Aussage darüber getroffen werden, ob interaktive SOPs tatsächlich zu einer Optimierung der Prozesskette „Ortung und Bergung von Verschütteten“ beitragen können.

Insgesamt wird hier im Gegensatz zur entscheidungsorientierten Evaluation (Fortsetzung eines Projekts, Auswahl von Alternativen) oder wissengenerierenden Evaluation (Identifikation von Gesetzmäßigkeiten, Verallgemeinerungen) eine verbesserungsorientierte Evaluation angestrebt (vgl. Balzer [Balz05, S. 171 f., 193-199]). Primäres Ziel dieser Evaluation ist die **Identifikation von Verbesserungspotential**. Die Evaluation soll Stärken und Schwächen der entwickelten Lösung aufdecken, um das Konzept der interaktiven SOPs zu optimieren, weiteren Forschungsbedarf zu identifizieren und das prototypische WFMS für eine Produktumsetzung vorzubereiten.

6.2 Evaluationskriterien

Für eine objektive Bewertung müssen zunächst Bewertungskriterien festgelegt werden [Balz05, S. 201]. Im Gegensatz zu Audits, deren Kriterien sich i. d. R. durch Normen- oder Kundenvorgaben definieren, sind die Kriterien bei einer Evaluation frei wählbar. Dies ist insofern problematisch, als dass sich dadurch unterschiedliche Ergebnisse ergeben, je nach Auswahl der Kriterien [StMe10, S. 77 f.]. Daher sollen sich die Bewertungskriterien für diese Evaluation stark an den Zielen orientieren, sodass die Wahl der Kriterien nachvollziehbar ist.

Es lassen sich grundsätzlich quantitative und qualitative Kriterien unterscheiden. Ausprägungen qualitativer Kriterien werden verbal beschrieben, quantitativer Kriterien numerisch [BoDö05, S. 295]. Evaluationen, die auf quantitativen Soll-Ist-Vergleichen beruhen, können meist nur feststellen, ob ein Ziel erreicht worden ist bzw. in welchem Maße ein Ziel erreicht wurde. Der Erkenntnisgewinn und damit der Beitrag zur Lösung von Ablauf- und Entwicklungsproblemen fallen häufig eher gering aus. Nicht-intendierte Effekte werden häufig ausgeblendet. Doch gerade diese sind nach Stockmann und Meyer wichtig für die tatsächliche Wirksamkeit und Nachhaltigkeit von Projekten, vgl. [StMe10, S. 69].

Hinzu kommt, dass sich bei NPOs der Input und insbesondere der Output nur schwer, wenn überhaupt, quantifizieren lassen [Stoc06, S. 157]. Dies gilt für die Bewertung eines Rettungs-

einsatzes umso mehr. Einsätze sind grundsätzlich verschieden (vgl. Kapitel 2.2) und Übungen sind – auch bei guter Planung und Vorbereitung – künstlich. Daher wäre ein hoher Aufwand (Stichprobengröße) nötig, um die Signifikanz der Daten zu gewährleisten; immerhin existieren zurzeit 66 Ortsverbände des THW. Zudem würde auf Grund von Lerneffekten schon die Wiederholung einer gleichen Übung mit den gleichen Personen zu einer Outputveränderung führen – unabhängig vom Einsatz eines WFMS. Dies macht die Bewertung der Effektivität und Effizienz eines Einsatzes oder einer Übung sehr schwierig.

Außerdem treten Effekte aus der Einführung von IT-Systemen häufig erst mit zeitlicher Verzögerung ein (Lerneffekte, Überwindung anfänglicher Scheu) und Führungsprozesse gehören nicht zu den direkt wertschöpfenden Prozessen (vgl. Brynjolfsson [Bryn93, S. 13]). Sie sind zwar wichtig und haben einen großen Einfluss auf den Einsatzablauf, wirken sich jedoch nur indirekt auf das Gesamtergebnis aus. Allerdings können Teile eines Einsatzes (z. B. nur die Führungsprozesse oder nur die Ortung) durchaus vergleichbar bzw. bewertbar gemacht werden (vgl. [Balz05, S. 171 f.]).

Interaktive SOPs stellen nach Hach zudem kein isoliertes technisches System dar, sondern der **Umgang des Menschen mit dem IT-System** ist entscheidend (vgl. [Hach05, S. 116 f.]): Es soll untersucht werden, ob die Führungskraft das WFMS gezielt einsetzt, ob sie diesem vertraut und die Empfehlungen angemessen ins Feld überträgt. Daher werden im Folgenden hauptsächlich qualitative Kriterien definiert. Im Rahmen dieser Evaluation sollen Erkenntnisse über die **Voraussetzungen für einen effektiven Einsatz der SOPs** gewonnen werden, d. h.: organisatorische Rahmenbedingungen und technische Infrastruktur, Stärken, Schwächen und Gebrauchstauglichkeit des IT-Systems, Mitarbeiterqualifizierung und Akzeptanz (vgl. [Balz05, S. 193-199] und [Stoc06, S. 153-156]).

Die angestrebten Ziele (intendierte Wirkung) werden umso eher erreicht, je eher die Beteiligten den Nutzen erkennen und erfahren. Daher ist die **Nutzerakzeptanz** ein sehr wichtiges Kriterium. Innovationen dürfen nicht den bestehenden Vorgehen und Erfahrungen widersprechen. Ein radikaler Wandel führt häufig dazu, dass er von Anwendern nicht akzeptiert wird. [Stoc06, S. 148 f.]

Nielsen unterteilt die Akzeptanz in soziale Akzeptanz (z. B. Furcht vor Kontrolle oder rechtlichen Folgen) und praktische Akzeptanz (Abbildung 6.1). Zur praktischen Akzeptanz gehört neben der Zuverlässigkeit des IT-Systems und der Vereinbarkeit mit der bisherigen Arbeitsweise die Nützlichkeit, um das angestrebte Ziel zu erreichen. Dies bedeutet, das System

- erfüllt prinzipiell die Bedürfnisse des Nutzers (**Utility**) und
- ermöglicht dem Benutzer, die Funktionalität auch vollständig zu nutzen (**Usability**)

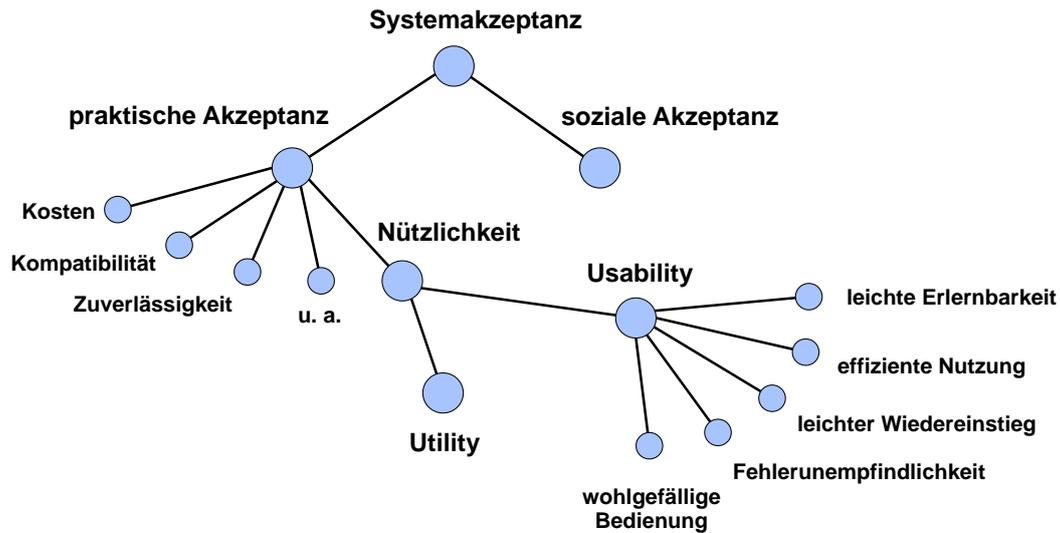


Abbildung 6.1: Unterteilung des Begriffs Systemakzeptanz

Quelle: Verfasser nach [Niel07, S. 25]

Die Usability gliedert Nielsen weiterhin in:

- leichte Erlernbarkeit – schneller Einstieg in die Benutzung des Systems
- effiziente Nutzung – hohe Produktivität nach dem Erlernen des Umgangs
- leichter Wiedereinstieg – nach längerer Nicht-Benutzung des Systems (trifft hier auf Grund der seltenen Einsätze eines einzelnen Ortsverbands besonders zu)
- Fehlerunempfindlichkeit – das System lässt nur wenige Bedienungsfehler zu, diese sollten keine schwerwiegenden Konsequenzen haben und leicht zu korrigieren sein
- wohlgefällige Bedienung – Erfüllung der Nutzererwartungen

[Niel07, S. 24-37]

Daraus lassen sich nun, unter Berücksichtigung der Anforderungsanalyse (vgl. Abschnitt 3.2), der aufgestellten Qualitätskriterien an Prozessmodelle (3.4.1) und der Rahmenbedingungen der zivilen Gefahrenabwehr (2.2), die folgenden Evaluationskriterien ableiten:

- An das IT-System:
 - Nutzen/Mehrwert für die Führungskraft
 - Funktionsumfang
 - Vorteile / Nachteile (z. B. Behinderung) durch Nutzung eines WFMS
 - Informationsbereitstellung (schneller Zugriff und nicht zu viele oder zu wenige Informationen, vgl. Anforderungen A01 bis A04)
 - Programmablaufsteuerung (automatisches/manuelles Starten von SOPs)
 - Zuverlässigkeit (Stabilität des Systems, vgl. Anforderung A14)
 - Kompatibilität (Vereinbarkeit mit bisheriger Arbeitsweise, vgl. A11 und A13)
 - Usability (vgl. Anforderungen A12 und A15)
- An die im IT-System bzw. in der Datenbank hinterlegten SOPs:

- Korrektheit (richtige Informationen und Handlungsempfehlungen)
 - Sinnhaftigkeit/Anwendbarkeit (Informationen/Maßnahmen zur richtigen Zeit)
 - Abstraktionsniveau (benötigte Informationen für jeweiligen Benutzer)
 - Vollständigkeit (Abdeckung möglicher Einsatzverläufe/Prozessvarianten)
 - Verständlichkeit (Darstellung in Form von Checklisten, einfache, aber eindeutige Formulierungen)
- An die Anwender bzw. die Organisation:
 - Akzeptanz des WFMS (Nutzung des IT-Systems und Umgang mit diesem)
 - Infrastruktur und organisatorische Rahmenbedingungen (technische Infrastruktur, klare Verantwortlichkeiten, Qualifikation der Einsatzkräfte)

6.3 Evaluationsmethoden

Für die Auswahl der Datenerhebungsmethode und des Evaluationsdesigns konnte Balzert in seiner Studie erfolgreicher Evaluationsprojekte keine universelle Lösung finden. Sie ist vielmehr abhängig von der Fragestellung und den in jedem Evaluationsprojekt individuellen Rahmenbedingungen. Quantitative Methoden ermöglichen die Untersuchung einer großen Personenanzahl mit Hilfe standardisierter Verfahren (z. B. Fragebogenstudien). Dies setzt allerdings voraus, dass die möglichen Antwortalternativen weitestgehend bekannt sind. Dann ermöglichen quantitative Methoden auch eine statistische Auswertung. Qualitative Methoden erlauben es hingegen, den Evaluationsgegenstand im Detail zu untersuchen (z. B. durch Beobachtungen) und flexibel auf unerwartete Antworten oder Gesprächsverläufe zu reagieren (z. B. in einem Interview). So können auch nicht vorhersehbare Informationen aufgenommen werden, aus denen sich neue Erkenntnisse gewinnen lassen. [Balz05, S. 217]

Da im vorigen Abschnitt nur qualitative Kriterien definiert wurden, werden im Folgenden auch nur die qualitativen Datenerhebungsmethoden weiter betrachtet. Außerdem kann auf Grund mangelnder empirischer Daten bezogen auf die Ziele dieser Evaluation nicht auf ein standardisiertes Verfahren zurückgegriffen werden. Vielmehr soll hier ein tieferes Verständnis über den Einsatz interaktiver SOPs geschaffen werden.

Im Wesentlichen lassen sich drei Klassen von Erhebungsmethoden unterscheiden: die Befragung, die Beobachtung und nicht-reaktive Verfahren [StMe10, S. 206-210]. Die Abbildung 6.2 nach Meyer veranschaulicht grafisch den Grad der Beteiligung von Informationsträgern und des Informationsempfängers am Datenerhebungsprozess sowie das Ausmaß an Interaktion zwischen beiden Gruppen.

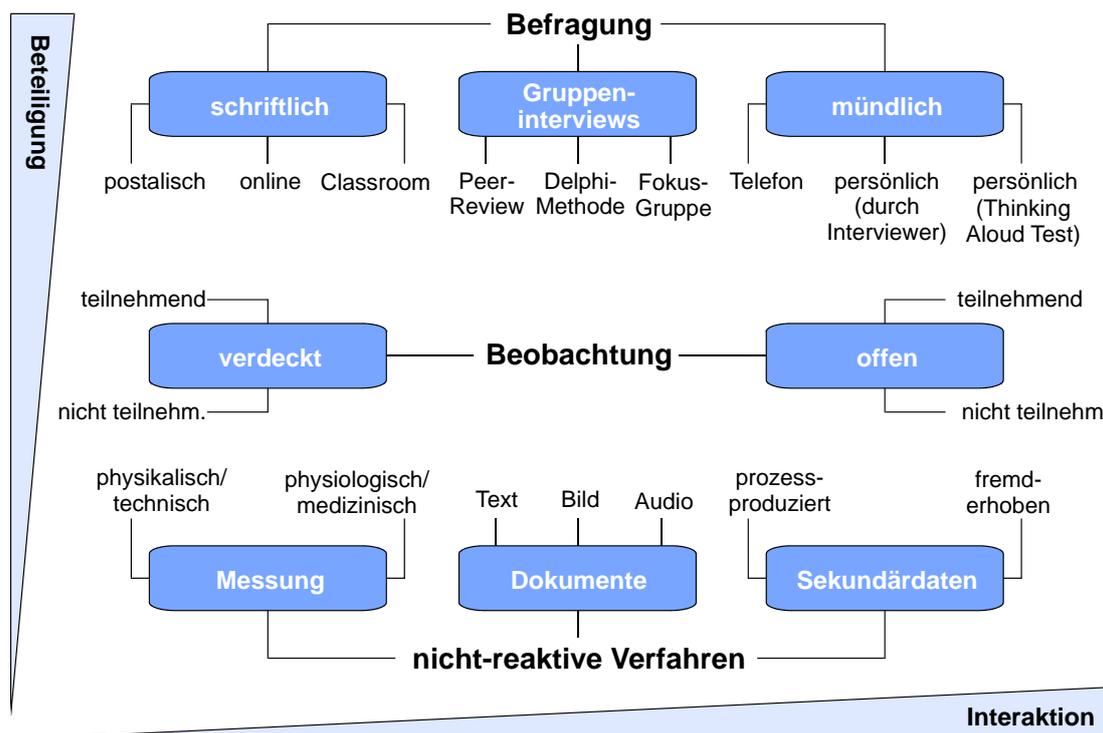


Abbildung 6.2: Klassifikation von Datenerhebungsmethoden

Quelle: Verfasser nach [Meye07, S. 226]

Die Befragung, die einen hohen Grad der Beteiligung voraussetzt, lässt sich unterscheiden in schriftliche Befragung (geringe Interaktion zwischen Evaluator und Befragtem), Gruppeninterviews und mündliche Befragung (hohe Interaktion). Die Beobachtung kann verdeckt (keine Interaktion) oder offen (mit Interaktion) erfolgen. Nicht-reaktive Verfahren umfassen die Messung physikalischer, technischer, physiologischer oder medizinischer Daten u. a., die Auswertung von Dokumenten oder die Analyse von Sekundärdaten. Die Beteiligung eines Probanden ist bei diesen Verfahren teilweise gar nicht notwendig. [Meye07, S. 226]

Die **Befragung** dient der Ermittlung von Sichtweisen, Meinungen, Erfahrungen etc. Nach Bortz, Döring, Stockmann und Meyer lassen sich u. a.⁴³ folgende Arten unterscheiden:

- Leitfadeninterview: Dies ist die meist eingesetzte Methode zur qualitativen Datenerhebung. Die Befragung erfolgt anhand eines vorbereiteten, aber flexibel einsetzbaren Fragenkatalogs, sie macht Ergebnisse vergleichbar und ermöglicht die Diskussion neuer Themen und unerwarteter Antworten.

⁴³ Es existieren sehr viele weitere Varianten von Datenerhebungsmethoden, die hier nicht in vollem Umfang aufgeführt werden können. Stattdessen sei auf entsprechende Fachliteratur verwiesen, z. B. [StMe, S. 210], und in diesem Abschnitt eine Vorauswahl durch Plausibilitätsüberlegungen (z. B. Unsinn postalischer oder telefonischer Befragung zur Evaluation eines IT-Systems) getroffen.

- Survey/standardisiertes Interview: mündliche Befragung mit standardisiertem Fragebogen und überwiegend geschlossenen Fragen
- Classroom-Interviews: standardisierte Befragung einer in einem Raum anwesenden Gruppe mit überwiegend geschlossenen Fragen
- Gruppendiskussionen/Fokus-Gruppen: moderierte Diskussion in einer Gruppe mit überwiegend offenen Fragen
- Peer-Review/Delphi-Befragung: Gruppenbefragung mit Feedbackschleifen
- Thinking Aloud: Die Probanden werden aufgefordert, alle Gedanken laut zu äußern.

Die Thinking-Aloud-Methode nimmt dabei einen besonderen Stellenwert ein. Denn bei dieser Methode werden nur sehr wenige Fragen gestellt. Stattdessen wird die Testperson aufgefordert, alle ihre Gedanken laut auszusprechen, während sie eine Aufgabe bearbeitet, d. h. Überlegungen zum Vorgehen, Gründe für oder gegen eine Tätigkeit, offene Fragen, Gefühle etc. Mit der Thinking-Aloud-Methode lassen sich nach Nielsen sehr viele qualitative Daten von nur wenigen Testpersonen erheben, d. h. bezogen auf die Evaluation eines IT-Systems zum Beispiel wie Nutzer das System wahrnehmen, wie sie Benutzerschnittstellen verstehen, was sie gut oder schlecht finden, welche Funktionen sie vermissen oder nicht finden können. Hierdurch lassen sich schnell Verbesserungspotentiale identifizieren. Dabei ist allerdings stets zu bedenken, dass es sich um Einzelmeinungen handelt, die sorgfältig zu hinterfragen sind. [Niel07, S. 195-200]

Gruppeninterviews verfolgen entweder das Ziel, aus Zeitgründen mehrere Gesprächspartner gleichzeitig zu befragen, eine Gruppenmeinung zu ermitteln oder eine repräsentative Meinung durch Verallgemeinerung der Gruppenmeinung zu erhalten. Eine Gruppendiskussion kann einzelne Personen auch zu eigenen Gedanken anregen, sodass mehr Ideen als bei einer Einzelbefragung entstehen (vgl. Brainstorming). Die Atmosphäre ist in der Regel entspannter, aber je mehr Teilnehmer diskutieren, desto schwieriger die Transkription und Auswertung für den Evaluator. Außerdem besteht die Gefahr, dass einzelne Personen ihre Ideen oder Ansichten gar nicht erst äußern, wenn die Gruppe grundsätzlich anderer Meinung ist. [BoDö05, S. 308-321], [StMe10, S. 206-215]

Die **Beobachtung** lässt sich nach Bortz, Döring, Stockmann und Meyer [BoDö05, S. 321-324, 338 f.], [StMe10, S. 206-215] u. a. kategorisieren in

- offene/verdeckte Beobachtung: Bei einer verdeckten Beobachtung weiß der Proband gar nicht, dass oder zumindest wann er beobachtet wird. Dadurch werden die Testpersonen weniger beeinflusst; dies ist bei der Beobachtung einer Übung jedoch nicht möglich. Bei einer offenen Befragung wird der Proband darüber informiert bzw. offiziell als Teilnehmer zur Evaluation eingeladen.
- teilnehmende/nicht teilnehmende Beobachtung: der Forscher kann sich in die Situation integrieren oder als unbeteiligter Beobachter zusehen.

- Einzelbeobachtung/Rollenspiele: Eine Einzelbeobachtung erlaubt eine intensivere Erforschung einzelner Untersuchungseinheiten bzw. Probanden, bei einem Rollenspiel wird eine bestimmte Situation von mehreren Personen nachgespielt.
- Evaluation im Labor/Feld: Das Labor bezeichnet ganz allgemein eine künstlich geschaffene Umgebung, in der bewusst einzelne Aspekte der Wirklichkeit ausgeblendet werden, um andere Aspekte detaillierter zu untersuchen. Das Feld umfasst hingegen den natürlichen Lebens- bzw. Arbeitsraum einer Person bzw. Gruppe von Personen.

Die **nicht-reaktiven Verfahren** können auch als indirekte Beobachtung bezeichnet werden. Erkenntnisse werden durch Schlussfolgerungen aus Messdaten, Dokumenten oder Sekundärdaten erhoben. Diese können aus einer vorhergehenden Evaluation stammen (z. B. Analyse von Gesprächsmitschriften, frühere Umfragen) oder fremderhoben sein (z. B. Analyse von Besucherdaten auf einer Webseite, Personenzählungen). Der Vorteil dieser nicht-reaktiven Verfahren ist die Minimierung von Störeinflüssen auf Personen und Ereignisse. [BoDö05, S. 325 f.], [StMe10, S. 211 f.]

Auswahl geeigneter Evaluationsmethoden

Sarodnick und Brau kommen zu dem Schluss, dass eine Kombination von mehreren Methoden am sinnvollsten ist. Denn unterschiedliche Methoden liefern auch unterschiedliche Informationen. Nur so können möglichst zuverlässige Aussagen getroffen werden. [SaBr11, S. 196-209]

Die **Thinking-Aloud**-Methode ist, wie oben beschrieben, sehr gut geeignet, um den Funktionsumfang, die Informationsbereitstellung, die Programmablaufsteuerung und die Bedienung des WFMS zu evaluieren. Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um die Zielbereiche Utility und Usability. Durch das „Mithören“ aller Gedanken lässt sich auch feststellen, ob die SOPs leicht zu verstehen sind und dem Probanden angemessen oder deplatziert erscheinen.

Der tatsächliche Nutzen des WFMS lässt sich hingegen nur durch **Beobachtung** der Führungskraft **im Feld** ermitteln. Hierzu zählen auch die Sinnhaftigkeit, Anwendbarkeit und Vollständigkeit der SOPs. Im Feld werden auch eventuelle Behinderungen durch die Nutzung von IT in einem Einsatz bzw. in einer Übung offensichtlich. Gleiches gilt für die Zuverlässigkeit (Stabilität) des IT-Systems unter realen Bedingungen. Zur Vorbereitung eines Feldtests sollte jedoch ein Testlauf unter **Labor**bedingungen durchgeführt werden, damit der Feldtest nicht durch mangelnde technische oder organisatorische Vorbereitung beeinträchtigt wird. Hier können auch vorweg bereits einige Kriterien untersucht werden wie z. B. die Kompatibilität der neuen Lösung mit der bisherigen Arbeitsweise oder der Umgang und die Akzeptanz der Einsatzkräfte mit dem WFMS.

Zudem lässt sich jedes Verfahren mit einem anschließenden **Interview** kombinieren, um Details zu klären oder offene Fragen zu diskutieren. Interviews erfordern in Relation zu den

anderen Methoden weniger Vorbereitung und die Fragestellungen ergeben sich häufig aus der Vorbereitung oder den Ergebnissen der Beobachtung. Voraussetzung ist, dass der Interviewer über ausreichende Kompetenz und Flexibilität verfügt. Befragungsmethoden sind darüber hinaus wegen ihrer hohen Nutzerbeteiligung (und bei mündlicher Befragung hohen Interaktion, vgl. Abbildung 6.2) sehr hilfreich, um die subjektive Zufriedenheit der Nutzer und die zu erwartende Akzeptanz des IT-Systems zu ermitteln (vgl. Görner und Ilg [Göll93, S. 199]).

6.4 Evaluationskonzept und -durchführung

Auf Grundlage der festgelegten Ziele, der daraus abgeleiteten Evaluationskriterien und der diesen entsprechend ausgewählten Evaluationsmethoden soll nun ein Evaluationskonzept entwickelt werden. Um Evaluationsprojekte erfolgreich durchführen zu können, müssen bestimmte Qualitätsanforderungen eingehalten werden. Die Studie von Balzer hat unter anderen folgende Kriterien für eine erfolgreiche Evaluation identifiziert: Die Evaluation ist objektiv, neutral und ergebnisoffen sowie korrekt und methodisch sauber durchzuführen. Darüber hinaus sollten Qualitätsstandards eingehalten und der Evaluationsprozess transparent gestaltet werden. Die Einhaltung von Standards trägt zur Sicherung der Qualität einer Evaluation bei und schafft Vertrauen und Transparenz im Evaluationsprozess [Balz05, S. 165 f.]. Die Deutsche Gesellschaft für Evaluation [DeGE08] hat 25 nationale Standards für die Evaluation definiert, die sich in vier Kategorien unterteilen lassen:

- **Nützlichkeit:** Die Evaluation soll sich an den Evaluationszwecken sowie am Informationsbedarf der vorgesehenen Nutzer ausrichten.
- **Durchführbarkeit:** Die Evaluation soll realistisch, gut durchdacht, diplomatisch und kostenbewusst geplant und ausgeführt werden.
- **Fairness:** In der Evaluation soll respektvoll und fair mit den betroffenen Personen und Gruppen umgegangen werden.
- **Genauigkeit:** Die Evaluation soll gültige Informationen und Ergebnisse zu dem jeweiligen Evaluationsgegenstand und den Evaluationsfragestellungen hervorbringen und vermitteln.

Diese Standards bilden das Fundament für das folgende Konzept und den Rahmen für moralisch-rechtschaffenes Handeln während der Durchführung der Evaluation (für eine vollständige Beschreibung aller Forderungen der DeGEval siehe Anhang H).

Die Evaluation wird als **dreistufiger Verbesserungsprozess** konzipiert (Abbildung 6.3), bei dem der Prototyp mit jedem Durchlauf den gewonnenen Erkenntnissen entsprechend optimiert wird. Die neuen Erkenntnisse beziehen sich dadurch stets auf den weiterentwickelten Prototyp und ermöglichen so belastbare Schlussfolgerungen. Als Einstieg in die Evaluation bietet sich die Thinking-Aloud-Methode an (siehe Abschnitt 6.3), um die Utility und Usability

des WFMS zu untersuchen. Hierfür werden nur einzelne Testpersonen für einen relativ kurzen Zeitraum von ca. drei bis vier Stunden benötigt, vgl. [Hegn03, S. 51]. Im Anschluss daran können in einem persönlichen Interview mit Leitfragen einzelne Sachverhalte und im Thinking-Aloud-Test offen gebliebene Fragen diskutiert werden. Abschließend diskutieren alle Teilnehmer der Evaluation in großer Runde, um Erfahrungen und Meinungen auszutauschen und so weitere Ideen für Verbesserungen zu generieren. Alle identifizierten Verbesserungspotentiale werden dokumentiert, bewertet und, sofern sinnvoll und kurzfristig realisierbar, umgesetzt. Dies beinhaltet zum einen die Optimierung des Prototyps, zum anderen Erkenntnisse für ein besseres Setting (technische und organisatorische Rahmenbedingungen) der nächsten Evaluation.

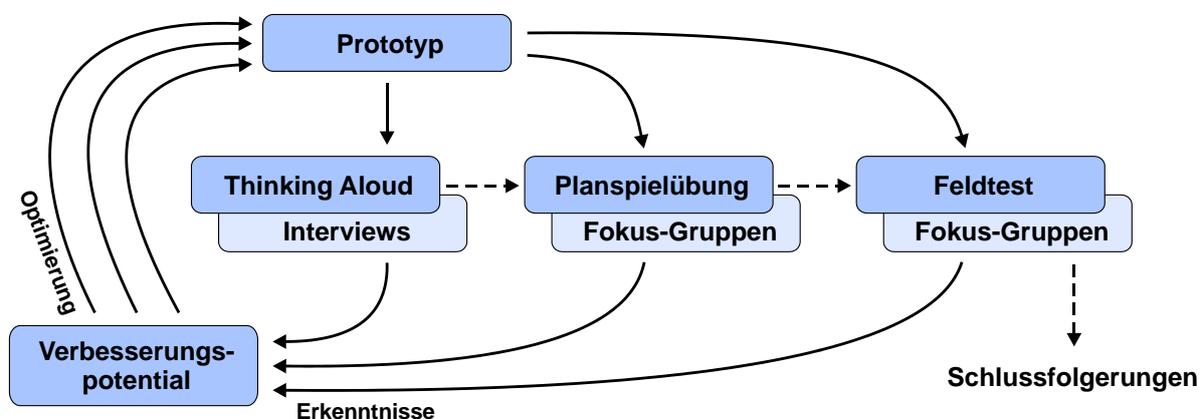


Abbildung 6.3: Dreistufiger Evaluationsprozess mit Optimierungsschleifen

Quelle: Verfasser

Die zweite Evaluationsstufe umfasst die Beobachtung eines Rollenspiels. Im Bereich der zivilen Gefahrenabwehr werden zu Ausbildungszwecken häufig Planspielplatten benutzt, mittels derer ein konkretes Szenario dargestellt und durchgespielt wird. Diese Idee lässt sich ebenfalls auf die Evaluation übertragen, sodass quasi ein realer Einsatz des WFMS für ein greifbares Szenario unter Laborbedingungen beobachtet werden kann. Im Anschluss werden die Ergebnisse der Planspielübung bzw. der Beobachtungen während der Übung mit allen Teilnehmern diskutiert. Verbesserungspotentiale werden wieder soweit möglich und sinnvoll im Prototyp umgesetzt und die Planung der dritten Evaluationsstufe angepasst. Nach dem Laborversuch soll die Einsatztauglichkeit der interaktiven SOPS im Feld getestet werden. Hierzu wird vom THW eine Großübung angesetzt, die es erlaubt, die IT (sowohl Soft- als auch Hardware und Netzwerkverbindungen) ausgiebig unter realen Bedingungen und mit einer großen Anzahl von Einsatzkräften zu testen. Die Einzelkonzepte und die Durchführung der Evaluation werden in den folgenden Abschnitten detaillierter beschrieben.

6.4.1 Thinking-Aloud-Test

Beim Thinking-Aloud-Test werden die Probanden gebeten, ein vorgegebenes Szenario mit Hilfe des WFMS von Phase 1 bis zur Phase 5 abzuarbeiten. Da dieser Test einzeln durchgeführt wird – jeder Proband übernimmt die Rolle des Einsatzabschnittsleiters –, werden nur die Führungsprozesse bzw. die Entscheidungsprozesse betrachtet. Alle anderen Prozesse, d. h. die Ausführung der Befehle im Feld, die Lagekartenführung, Logistik etc. werden ausgeblendet, sodass sich Beobachter und Testperson einzig auf die interaktiven SOPs konzentrieren müssen. Es sei für diesen Test angenommen, dass alle Befehle, die der Abschnittsleiter erteilt, sofort genauso ausgeführt werden. Die Rückmeldungen (Lagemeldungen) erfolgen durch den Evaluationsleiter gemäß dem definierten Szenario.

Die Testperson soll während der gesamten Benutzung des WFMS alle Gedanken laut aussprechen (für eine spätere Analyse wird der Test aufgezeichnet). Zu den „Gedanken“ zählen Vorgehen, Entscheidungsfindung, Erwartungen, Kommentare etc. Dabei ist es wichtig, alle Gedanken – durchgehend – zu äußern, auch wenn dies befremdlich erscheint. Der Evaluationsleiter muss darauf achten und sollte den Nutzer ggf. daran erinnern, seine Gedanken laut auszusprechen, indem er Fragen stellt wie „Was denken Sie gerade?“ oder „Was denken Sie hat diese Nachricht zu bedeuten?“. Hat der Nutzer während des Tests Fragen zur Software, sollte ihm nicht geantwortet, sondern stattdessen eine Gegenfrage zu seinen aktuellen Gedanken gestellt werden. Stellt der Nutzer beispielsweise eine Frage zu einer bestimmten Meldung, in der er eine Entscheidung treffen oder auf die er reagieren muss, sollte er dazu befragt werden, welche Gedanken er sich zu dieser Meldung macht oder wie er sich entscheiden würde, mit dieser Meldung umzugehen und auch warum. [Niel07, S. 197]

Um die Testnutzer nicht zu stark zu beeinflussen, werden die Einführung in das IT-System und weitere Hilfestellungen bewusst kurz gehalten. Der Benutzer darf bei diesem Test explizit Fehler machen, denn gerade aus Fehlern lassen sich wichtige Erkenntnisse über das Nutzerverhalten oder Schwächen im IT-System gewinnen [Niel07, S. 197]. Allerdings sollte der Testleiter darauf achten, dass der Test trotz unerwarteter Nutzereingaben fortgesetzt werden kann und nicht abgebrochen werden muss. Ist der Nutzer vom Verhalten des WFMS überrascht, aber äußert sich nicht weiter hierzu, kann er dazu befragt werden, ob er die Reaktion des IT-Systems so erwartet hätte. Wenn der Nutzer einzelne Elemente des IT-Systems jedoch noch nicht wahrgenommen hat, sollten dazu auch keine Fragen gestellt werden. Grundsätzlich sollte der Testleiter möglichst wenig durch Fragen auf das Testverhalten des Nutzers einwirken.

Das Szenario für den Thinking-Aloud-Test baut auf dem in Abschnitt 3.1 beschriebenen, jedoch in seiner Komplexität reduzierten Szenario auf und wird um Ereignisse und Abläufe ergänzt, die sich wie folgt zusammenfassen lassen: Der Einsatzabschnittsleiter beginnt den Einsatz mit einer *Ersterkundung* (Phase 1), um sich ein Bild von der Lage zu machen (Abbildung 6.4). Eine Sicherung der Einsatzstelle ist nicht erforderlich, da die Feuerwehr be-

reits alle Sicherungsmaßnahmen durchgeführt hat. Eine *Erkundung* bei Zeugen, Anwohnern etc. schließt die erste Phase ab. Durch das Erstellen eines neuen Schadenskontos für die Randtrümmer und Hinzufügen des entsprechenden Schadenelements wird die nächste Phase eingeleitet. Hier sollte der Nutzer die SOP *Erkundung* (Phase 2) starten. Beim Absuchen der Randtrümmer entdecken die Einsatzkräfte ein Opfer, welches sofort geborgen werden sollte (entspricht dem Ereignis *Opfer gefunden*). Nachdem das Opfer geborgen wurde, kann die Erkundung fortgesetzt werden.

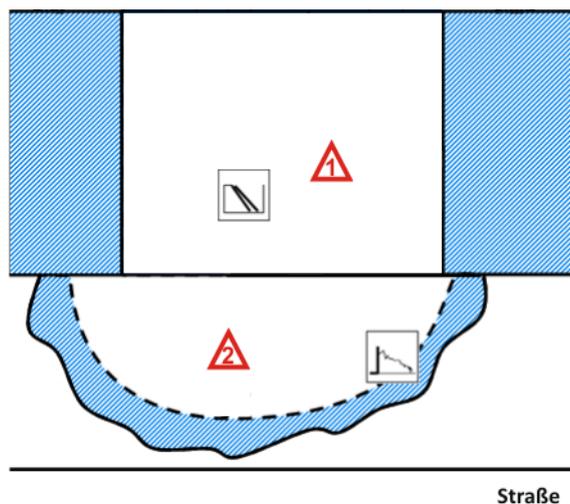


Abbildung 6.4: Lagekarte zum beschriebenen Szenario im Thinking-Aloud-Test

Quelle: Verfasser

Die Phase 3 beginnt mit dem gründlichen *Durchforschen* des Schadensgebiets. Die SOP *Durchforschen* fordert zunächst zu einer Sicherung auf, anschließend können Hohlräumbildungen durchsucht und eine gezielte Personenortung durchgeführt werden. Zunächst sollten die Randtrümmer mit Hilfe von Rettungshunden abgesucht werden, anschließend durch die Ruf-Horch-Klopf-Methode. Beide Ortungsmethoden liefern keinen Fund. Von einer weiteren Ortung wird daher abgesehen. Allerdings hat das in Phase 2 geborgene Opfer nun aussagen können, dass er einen Freund vermisst und diesen im Gebäude vermutet. Trotz der inzwischen abgelaufenen Zeit für eine Lebendrettung, soll im neu anzulegenden Schadenskonto „Gebäude“ eine *Ortungsvorbereitung* (Phase 4) für den Einsatz des Bioradars gestartet werden. Bei der Ortung wird tatsächlich ein Opfer gefunden. Außer diesem gibt es jedoch keine weiteren vermissten Personen.

Nachdem alle vermissten Personen geborgen wurden und auch keine Aussicht auf weitere Verschüttete besteht, kann bei der Einsatzleitung die Genehmigung zum Beginn der *Räumung* (Phase 5) des Schadensgebiets eingeholt werden.

6.4.2 Übung an einer Planspielplatte

In der zweiten Evaluationsstufe bearbeiten mehrere Einsatzkräfte in einem ganztägigen Workshop ein gemeinsames Szenario. Das Szenario und der Einsatzverlauf werden mit Hilfe einer Planspielplatte visualisiert. Die Abbildung 6.5 zeigt einen Ausschnitt der Planspielplatte, auf der ein zum Teil eingestürztes Gebäude und Einsatzfahrzeuge der Feuerwehr, des THW und anderer Organisationen dargestellt sind. Jeder Testperson wird eine andere Rolle zugewiesen, sodass der Test zum einen realitätsnäher ist, zum anderen Rückschlüsse auf die Strukturen der Einsatzorganisation und der Kommunikation zwischen den Personen zulässt. Der Einsatzleiter, der Abschnittsleiter und die Gruppenführer werden in getrennten Räumen untergebracht, um die im Einsatz üblichen Distanzen zu simulieren. Der THW-Zugführer bekommt ein Notebook, mit dem er die SOPs von seiner Führungsstelle aus bearbeiten kann. Die Gruppenführer erhalten einen Tablet-PC oder PDA, mit dem sie SOPs lesen und Karteneinträge direkt an der Planspielplatte machen können. Sämtliche Daten sollen über WLAN und Funk untereinander ausgetauscht werden.



Abbildung 6.5: Darstellung eines Ortungseinsatzes auf einer Planspielplatte

Quelle: Verfasser (Foto), I-LOV (Modell)

Für die Evaluation werden mehrere Beobachter eingesetzt, um die Aktivitäten, Informationswege und Entscheidungen der verschiedenen Rollen (Einsatzleiter, Abschnittsleiter, Fachberater, Gruppenführer, Führungsassistenten etc.) bei der simulierten Bearbeitung des Einsatzes zu protokollieren und anschließend auszuwerten.

6.4.3 Feldtest

Um den Nutzen und die Zuverlässigkeit des WFMS unter quasi-realen Bedingungen bewerten zu können, wird ein Feldtest auf dem Übungsgelände der THW-Bundesschule in Hoya durchgeführt. Am Rande des Übungsgeländes, in dem verschiedene Gebäude und Schadenelemente präpariert sind, um die Ortung und Bergung zu erproben, wird eine Führungsstelle eingerichtet, von der aus der simulierte Einsatz koordiniert wird. Die Beobachter sollten so weit möglich auch hier nicht das Verhalten der Testnutzer beeinflussen, sondern Tätigkeiten, Handhabung und Entscheidungen notieren und bei Auffälligkeiten später nachfragen [Niel07, S. 207 f.], [Weis98, S. 153].



Abbildung 6.6: Feldtest mit mobiler IT auf dem THW-Übungsgelände in Hoya

Quelle: Verfasser (Fotos), THW (Personen)

Die Abbildung 6.6 zeigt Einsatzkräfte des THW bei der Ersterkundung (Mitte), der Mobilfunkortung (links) und der Befundeingabe (rechts). Im Rahmen eines einwöchigen Workshops können die SOPs in mehreren Übungseinsätzen getestet und mit einer Vielzahl von THW-Einsatzkräften aus sieben Ortsverbänden diskutiert werden.

6.5 Ergebnisse der Evaluation

Wie von Weis vorgeschlagen [Weis98, S. 151], wurde für die Dokumentation des Ablaufs und der Ergebnisse der Evaluation eine für jeden Test individuell angepasste Vorlage entwickelt (vgl. Anhang I). Wesentliche Teile wurden zudem auf Ton (z. B. im Thinking-Aloud-Test) oder Video (Feldtest) aufgezeichnet. Die Nutzereingaben wurden in einer Log-Datei protokolliert, vgl. [Göll93, S. 195]. In den folgenden Abschnitten werden die wesentlichen Erkenntnisse und Kernaussagen zusammengefasst. Den Empfehlungen Balzers und Meyers folgend, werden die Ergebnisse zunächst unreflektiert wiedergegeben und erst in Abschnitt 6.6 interpretiert [Balz05, S. 166], [StMe10, S. 60 f.]. Der Interpretation liegt zwar eine inhärente Subjektivität zu Grunde, sie basiert jedoch auf objektiven Daten. Die Übertragbarkeit der Ergebnisse, die Identifikation von Verbesserungspotential und die Optimierung der Lösung erfolgen

hingegen separat in Kapitel 7. Obwohl versucht wird, diese Aspekte argumentativ und mit entsprechender Literatur zu begründen, gibt es zum optimierten Konzept noch keine empirischen Daten, sodass die Schlussfolgerungen in stärkerem Ausmaß durch die subjektive Ansicht und die Vorstellungen des Verfassers geprägt sind. Daher ist das Fazit deutlich von den Ergebnissen der Evaluation zu trennen.

6.5.1 Thinking-Aloud-Test

Durch den Thinking-Aloud-Test mit freiwilligen Führungskräften des THW-Ortsverbands Unna-Schwerte konnten sowohl Stärken als auch Schwächen des WFMS identifiziert werden. Die Bedienung der SOPs ist mit wenigen Ausnahmen gut und es werden grundsätzlich die richtigen Arbeitsanweisungen zur richtigen Zeit gegeben. Diese sind auch, gerade durch die Darstellung in Checklistenform, leicht verständlich. Es wird jedoch eine Verlaufsanzeige des bisherigen Einsatzes vermisst und darüber hinaus die Möglichkeit, einmal abgearbeitete SOPs zu ändern. Ergebnisse, die bereits erfasst wurden, können nicht wieder angezeigt werden. Ein Ändern von Falscheingaben oder geänderten Lagen ist nicht möglich.

Des Weiteren wurde erwartet, dass die SOPs noch stärker ineinander greifen, d. h. dass mehr SOPs automatisch gestartet werden. Das Abstraktionsniveau der SOPs wurde unterschiedlich bewertet. Grundsätzlich sind die SOPs auf einem angemessenen Abstraktionsniveau, nur in Teilen etwas zu detailliert. Dies betrifft insbesondere die Checklisten der Ortungstechnologien. Stattdessen sollten nach Meinung der Probanden Zusatztexte hinzugefügt werden, die z. B. eine Liste möglicher Gefahren bereithalten.

Die Tabelle 6.1 fasst die wesentlichen Kritikpunkte der Testnutzer stichpunktartig zusammen. Die Aussagen wurden entweder explizit im Thinking-Aloud-Test genannt oder haben sich aus den Beobachtungen während des Tests ergeben, die im anschließenden Interview mit den Probanden noch einmal ausführlich diskutiert wurden.

Kritikpunkt	Kategorie
Benennung der Ortungstechnologien unklar: „RHKM“ und „RHT“ sollten ausgeschrieben werden, „elektromagnetische Ortung“ besser „Bioradar“.	SOP-Inhalte
Die SOPs sind teilweise zu detailliert, insbesondere die SOP „Ortung“.	SOP-Inhalte
Es sollten mehr Zusatztexte angezeigt werden, z. B. Liste von Gefahren.	SOP-Inhalte
In der SOP „Phase 2: Erkundung“ sollte die Handlungsempfehlung „Zugängliche Teile des Gebäudes absuchen“ ergänzt werden.	SOP-Inhalte
In der SOP „Phase 5: Einsatzende“ sind die Anweisungen 2 und 3 unklar bzw. Aufgabe der Feuerwehr, nicht des THW.	SOP-Inhalte
Die Checklisten der Sicherung werden häufig mehrfach angezeigt, da das Schadenelement nach der Sicherung nicht gelöscht wird.	SOP-Steuerung

Die SOPs sollten automatisch gestartet werden, z. B. Übergang von Phase 1 auf Phase 2.	SOP-Steuerung
Ereignisse/Aktivitäten, die nicht in den SOPs abgebildet sind, können nicht dokumentiert werden (z. B. Person registrieren, ohne Bergung).	Utility/Usability
Die bisher durchgeführten SOPs sollten als Verlauf dargestellt werden.	Utility/Usability
Bereits durchgeführte SOPs sollten im Nachhinein geändert werden können.	Utility/Usability
Bei der Eingabe von Werten bzw. der Auswahl aus einer Combobox sollte die übergeordnete Arbeitsanweisung automatisch als „durchgeführt“ markiert werden.	Utility/Usability
Der Begriff „Schadenskonto“ wird nicht von allen THW-Mitgliedern gemäß Definition verstanden, daher Verwendung in SOPHIE nicht allen klar.	Organisation/ Rahmenbedingungen

Tabelle 6.1: Ergebnisse des Thinking-Aloud-Tests

Quelle: Verfasser

6.5.2 Übung an der Planspielplatte

In der Planspielübung wurde das WFMS zum ersten Mal unter realitätsnahen Bedingungen durch verschiedene Endanwender im Rahmen eines simulierten Szenarios getestet. Dazu wurden das Schadensgebiet (in Form der Planspielplatte), die Einsatzleitung und die THW-Führungsstelle in je einem separaten Raum nachgestellt. Bei der Planspielübung konnten insbesondere Unzulänglichkeiten in den organisatorischen Rahmenbedingungen aufgedeckt werden. Die Tabelle 6.2 zeigt die wichtigsten Erkenntnisse der zweiten Evaluationsstufe⁴⁴.

Kritikpunkt	Kategorie
Der UEAL hielt sich (vermutlich der Übungskünstlichkeit geschuldet) hauptsächlich in der Einsatzleitung, teilweise im Feld (an der Planspielplatte) auf, jedoch zu selten in der THW-Führungsstelle.	Organisation/ Rahmenbedingungen
Dadurch war sein Führungsgehilfe lange Zeit ohne Aufgabe und begann eigenständig, ohne Anweisung des Zugführers, Schadenskonten zu erstellen.	Organisation/ Rahmenbedingungen
Die SOPs wurden insgesamt zu wenig verwendet, da der Zugführer entweder nicht anwesend oder stark überlastet war.	Organisation/ Rahmenbedingungen
Viele Informationen kamen in der Einsatzleitung an, wurden aber nicht an das THW weitergegeben, da es keinen definierten Kommunikationsweg dafür gab. Insgesamt sind durch die Hektik des Einsatzgeschehens zu viele Informationen am WFMS vorbeigegangen.	Organisation/ Rahmenbedingungen

Tabelle 6.2: Erkenntnisse aus der Planspielübung

Quelle: Verfasser

⁴⁴ Die positiven Erfahrungen aus dem Thinking-Aloud-Test wurden in der zweiten Evaluationsstufe bestätigt und brauchen daher nicht wiederholt zu werden. Bedeutender sind die festgestellten Defizite, die Ansatzpunkte für eine mögliche Konzeptverbesserung darstellen.

6.5.3 Feldtest

Im Feldtest konnten nur wenige neue Erkenntnisse gewonnen werden. Dafür wurden allerdings viele der in Abschnitt 6.5.1 und 6.5.2 beschriebenen, jedoch nicht kurzfristig umsetzbaren (vgl. Abschnitt 6.6) Kritikpunkte bestätigt. Grundsätzlich werden die SOPs von den Führungskräften begrüßt. Nach Aussage mehrerer Zug- und Gruppenführer stellen die SOPs einen echten Mehrwert dar, da in zeitkritischen Einsätzen und Übungen oft Details vergessen werden. Dafür wurden jedoch mehrfach weitere Zusatzinformationen gewünscht. Die Bedienung ist für die meisten Nutzer intuitiv, allerdings werden die Ereignisbuttons oft übersehen. Die Handhabung mobiler Endgeräte im Feld wurde vor allem von den jüngeren Testpersonen nur als geringe Einschränkung der Beweglichkeit empfunden.

Wie beim Thinking-Aloud-Test erkannt, hat sich bestätigt, dass die SOPs der Ortung zu konkret für den Zugführer sind. Obwohl die SOPs nach der ersten Evaluationsstufe angepasst wurden, konnte für die Ortung noch keine adäquate Lösung gefunden werden. Darüber hinaus wurde von zwei Ortungsgruppenführern angemerkt, dass die Auswahl der Ortungstechnologie in der Praxis nicht immer durch den Zugführer erfolgt. In einigen Fällen entscheidet tatsächlich der Zugführer allein, manchmal entscheiden Zug- und Gruppenführer gemeinsam und in anderen Einsatzsituationen übernimmt der Gruppenführer der Ortung die Entscheidung. Sind mehrere Fachgruppen der Ortung anwesend, wird unter den Gruppenführern ein Verantwortlicher bestimmt, ohne den Zugführer einzubeziehen. Bei einem weiteren Interview mit zwei Zugführern hat sich diese Tatsache (als falsche Angewohnheit der Gruppenführer) auch zum Teil bestätigt. Richtig sei aber, dass der Zugführer bei solchen Entscheidungen unbedingt einbezogen werden muss. Aus der Gruppendiskussion mehrerer Zug- und Gruppenführer entstand der Wunsch, separate SOPs für Zugführer und Gruppenführer zu erstellen.

Im Gespräch mit mehreren Ortsverbänden hat sich auch wieder gezeigt, dass der Begriff „Schadenskonto“ von einzelnen Personen nicht normgemäß verstanden wird.

6.6 Interpretation der Ergebnisse

In der ersten Evaluationsstufe wurden im Wesentlichen die Kriterien an das IT-System (Informationsbereitstellung, Ablaufsteuerung, Usability etc.) und an die im IT-System hinterlegten SOPs (Verständlichkeit, Abstraktionsniveau etc.) bewertet. Die zweite Evaluationsstufe diente primär der Untersuchung der Nutzerakzeptanz (Umgang mit dem IT-System) und der notwendigen technisch-organisatorischen Voraussetzungen für einen effektiven Einsatz der SOPs, vgl. Abschnitt 6.2. Im dritten Schritt wurden alle Kriterien noch einmal unter Feldbedingungen getestet, um die Erkenntnisse aus den vorigen Evaluationen zu bestätigen.

Insgesamt haben die Evaluationen gezeigt, dass die interaktiven SOPs einen Mehrwert für Einsätze und Übungen des THW bringen können, für den realen Einsatz jedoch einige Ver-

besserungen notwendig sind. Hierzu wurden alle identifizierten Kritikpunkte in einer Tabelle zusammengefasst und hinsichtlich Sinnhaftigkeit, Mehrfachnennungen, Widersprüche und Schwierigkeit der Umsetzung bewertet. Anschließend wurde die Tabelle um eine Spalte „Maßnahmen“ ergänzt. Sinnvolle Verbesserungsvorschläge, die leicht zu realisieren sind, wurden sofort nach jeder Evaluation im Prototyp umgesetzt.

Umfangreichere Veränderungen oder Kritikpunkte, zu denen keine konstruktiven Verbesserungsvorschläge gemacht wurden, werden als offene Fragen gekennzeichnet. So wurde z. B. die Darstellung des bisherigen Einsatzverlaufs im WFMS als Verbesserungsvorschlag aufgenommen. Die Möglichkeit zur Änderung bereits durchgeführter SOPs stellt jedoch nicht nur eine technische Aufgabenstellung (Sicherstellen der Datenkonsistenz, Gültigkeit bisheriger/aktueller SOPs) dar, sondern wirft auch rechtliche Fragestellungen auf. Dieser Aspekt muss noch einmal grundlegend untersucht werden. Der Nutzen von SOPs für Gruppenführer sowie die stärkere Integration des SOP-Moduls mit einer digitalen Lagekarte und anderen Informationsquellen für einen höheren Automatisierungsgrad ergeben neue Forschungsfragen und bieten Potential für weitere Evaluationen. Die Definition des Begriffs „Schadenskonto“ sollte von der THW-Leitung für ein einheitliches Verständnis noch einmal an alle Ortsverbände kommuniziert werden; dies könnte zum Beispiel im Rahmen der Softwareschulung erfolgen.

Bezogen auf die organisatorischen Rahmenbedingungen und damit auf den Umgang der Einsatzkräfte mit dem WFMS lassen sich drei wesentliche Erkenntnisse zusammenfassen:

- Übernimmt das THW unter der Führung der Feuerwehr einen nach funktionalen Gesichtspunkten festgelegten UEA „Ortung und Bergung“, führt die Feuerwehr die vorbereitenden Maßnahmen in Phase 1 und die Rettung aus dem Randtrümmerbereich (Phase 2) durch und das THW übernimmt die Ortung und Bergung ab der dritten Phase. Dies ist i. d. R. bei Inlandseinsätzen der Fall, da die Feuerwehr auf Grund ihrer Strukturen meist deutlich früher am Einsatzort ist als das THW. Dadurch kommen die interaktiven SOPs des THW nur teilweise zum Einsatz. Übernimmt das THW hingegen ein nach geographischen Gesichtspunkten festgelegtes Gebiet zur eigenverantwortlichen Durchführung des Ortungs- und Bergungs-Einsatzes (z. B. beim Auslandseinsatz), kommt das WFMS mit allen SOPs voll zur Anwendung (vgl. Einsatz bei einer Übung).
- Der Einsatzabschnittsleiter (EAL) sollte gemeinsam mit seinem Führungsgehilfen beim Eintreffen an der Schadenstelle eine Ersterkundung durchführen und dabei eine Skizze des Einsatzabschnitts erstellen.
- Während sich der EAL vermehrt in der Führungsstelle aufhält, um seinen Einsatzabschnitt zu organisieren, sollte sich der Führer der Fachgruppe Ortung im Feld aufhalten und die Befunde in die Karte seines mobilen Endgerätes eintragen. Über Funk informiert er den EAL über die aktuelle Entwicklung vor Ort und erhält neue Anweisungen. Eine regelmäßige Kommunikation sollte auch zwischen dem THW-Fachberater in

der Einsatzleitung und der THW-Führungsstelle etabliert werden, um einen kontinuierlichen Informationsaustausch sicherzustellen (dringende Mitteilungen über Funk, Datenaustausch über das IT-System).

Eine Beschleunigung der Prozesskette „Ortung und Bergung von Verschütteten“ kann durch diese Evaluation nicht nachgewiesen werden, dennoch ist eine Unterstützung der Führungsprozesse erkennbar. Durch den Einsatz interaktiver SOPs sehen die Zugführer gewährleistet, dass wichtige Maßnahmen nicht vergessen werden, wodurch der Einsatzerfolg sichergestellt und das Gefahrenpotential verringert wird. Nach Aussage vieler Führungskräfte tragen insbesondere die Zusatzinformationen und Gefahrenhinweise zur richtigen Zeit zu fundierten Entscheidungen bei. Und obwohl das WFMS kein Ressourcenmanagementtool darstellt, wird der Einsatzabschnittsleiter bei der Planung des einsatztaktischen Ressourceneinsatzes unterstützt, z. B. bei der Einteilung der Einsatzkräfte, bei der Auswahl der richtigen Ortungstechnologien oder bei der frühzeitigen und bedarfsgerechten Anforderung von Fachgruppen und Spezialgeräten.

Das Konzept der interaktiven SOPs bildet einen Kompromiss aus hoher Standardisierung einerseits und Flexibilität bei einfacher Handhabung andererseits. Die Vorteile der Checkliste, des Flussdiagramms und der herkömmlichen, textbasierten SOP werden vereint. Interaktive SOPs stellen einen standardisierten Einsatzablauf sicher, gestehen der Führungskraft dabei aber Freiräume für eigene Entscheidungen und Erfahrungen zu und ermöglichen es, flexibel und schnell auf dynamische Situationen zu reagieren, um so eine optimale Entscheidungsunterstützung in zeitkritischen Lagen zu realisieren. Die Darstellung der SOPs in Checklistenform erlaubt ein paralleles Arbeiten an verschiedenen Stellen sowie eine Variierung der Reihenfolge von Aktivitäten. Im Dialog mit der THW-Leitung sowie mit Führungskräften der Feuerwehr wurden drei Zielgruppen (Hierarchiestufen) identifiziert, für die interaktive SOPs einen Mehrwert bringen können (Tabelle 6.3):

	Mehrwert	Nachteil
Gruppenführer	Detailinformationen zu möglichen Gefahren, Technologie-Datenblätter etc.	Problem der Handhabung mobiler IT bei operativer Arbeit im Feld
Zugführer	Optimale Zielgruppe, siehe oben	
Höhere Führungsebenen	Absicherung eines standardisierten und rechtssicheren Vorgehens, Beitrag zu einem gemeinsamen Lagebild bei gleichzeitig reduziertem Kommunikationsaufwand	Geringerer Nutzen, da höheres Abstraktionsniveau der SOPs, weniger Prozessvariationen

Tabelle 6.3: In der Evaluation identifizierte Zielgruppen für interaktive SOPs

Quelle: Verfasser

7 Schlussfolgerungen

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Konzept zur Optimierung von Führungsprozessen in der zivilen Gefahrenabwehr durch Etablierung eines WFMS entwickelt und dieses in Form eines Prototyps umgesetzt. Die Evaluation hat den Nutzen interaktiver SOPs für den Einsatz in der zivilen Gefahrenabwehr grundsätzlich bestätigt. Durch die geringe Stichprobengröße in der Evaluation kann diese Aussage nicht *statistisch signifikant* nachgewiesen werden. Der Stichprobenumfang ist jedoch in Relation zur möglichen Anzahl von Untersuchungen zu setzen, die in der zivilen Gefahrenabwehr inhärent klein ist (vgl. Abschnitte 2.2 und 6.2). So lässt sich zwar nicht quantitativ, aber durchaus qualitativ begründen, dass sich die Führungsprozesse des THW bei der Ortung und Bergung von Verschütteten nach einem Gebäudeeinsturz durch Etablierung eines Workflowmanagementsystems verbessern lassen. Workflows, die zwar auf einem standardisierten Prozessmodell beruhen, aber auch eine hohe Flexibilität ermöglichen, unterstützen Führungskräfte insbesondere bei größeren und komplexen Einsätzen. Nach Graeger et al. müssen Einsatz- und Abschnittsleiter nicht jede Aufgabe übernehmen können, sie müssen jedoch wissen, welche Tätigkeiten wie durchgeführt und welche Ressourcen (Anzahl Einsatzkräfte, technisches Gerät, Dauer etc.) dafür benötigt werden [GCVH+03, S. 21]. Durch eine gezielte Informationsbereitstellung im Push- sowie Pull-Verfahren (je nach Umfang und Relevanz der Informationen) können beschränkte Ressourcen (Fachgruppen, Ortungstechnologien) bedarfsgerecht und zur richtigen Zeit angefordert und gezielt eingesetzt werden. Erinnerungen und Gefahrenhinweise tragen nicht nur zur Sicherheit der Opfer, sondern auch der Einsatzkräfte bei. Die automatische Dokumentation aller Ein- und Ausgaben sorgt zudem für Entlastung und Rechtssicherheit.

Die Arbeitshypothese ist somit bestätigt. Aber es hat sich auch gezeigt, dass in anderen Domänen vielfach eingesetzte Methoden und Werkzeuge wie WFMS nicht eins zu eins auf die zivile Gefahrenabwehr übertragen werden können, wodurch auch Kritiker wie Lenk und Hach (vgl. 2.2.4) bestätigt werden. Trotz Berücksichtigung domänenspezifischer Anforderungen konnten in der Evaluation weitere wertvolle Verbesserungspotentiale identifiziert werden, aus denen im Folgenden Maßnahmenempfehlungen abgeleitet werden und ein optimiertes Konzept für ein WFMS in der zivilen Gefahrenabwehr entwickelt wird (Abschnitt 7.1). Mit einem kurzen Ausblick wird das Fallbeispiel „Ortung und Bergung“ in Abschnitt 7.1.4 abgeschlossen.

In Abschnitt 7.2 wird dann noch einmal das zu Beginn dieser Dissertation entwickelte Vorgehensmodell zur Übertragung von Methoden und Konzepten des QM auf die zivile Gefahrenabwehr aufgegriffen und rückblickend einer kritischen Bewertung unterzogen.

7.1 Interaktive SOPs

In der Evaluation konnten drei Hauptkritikpunkte identifiziert werden:

- Die SOPs greifen zu wenig ineinander (mangelnder Automatisierungsgrad).
- Die SOPs der Ortung sind zu konkret (ungeeignetes Abstraktionsniveau).
- Abgeschlossene SOPs können nicht nachgelesen werden (Verlaufsanzeige fehlt).

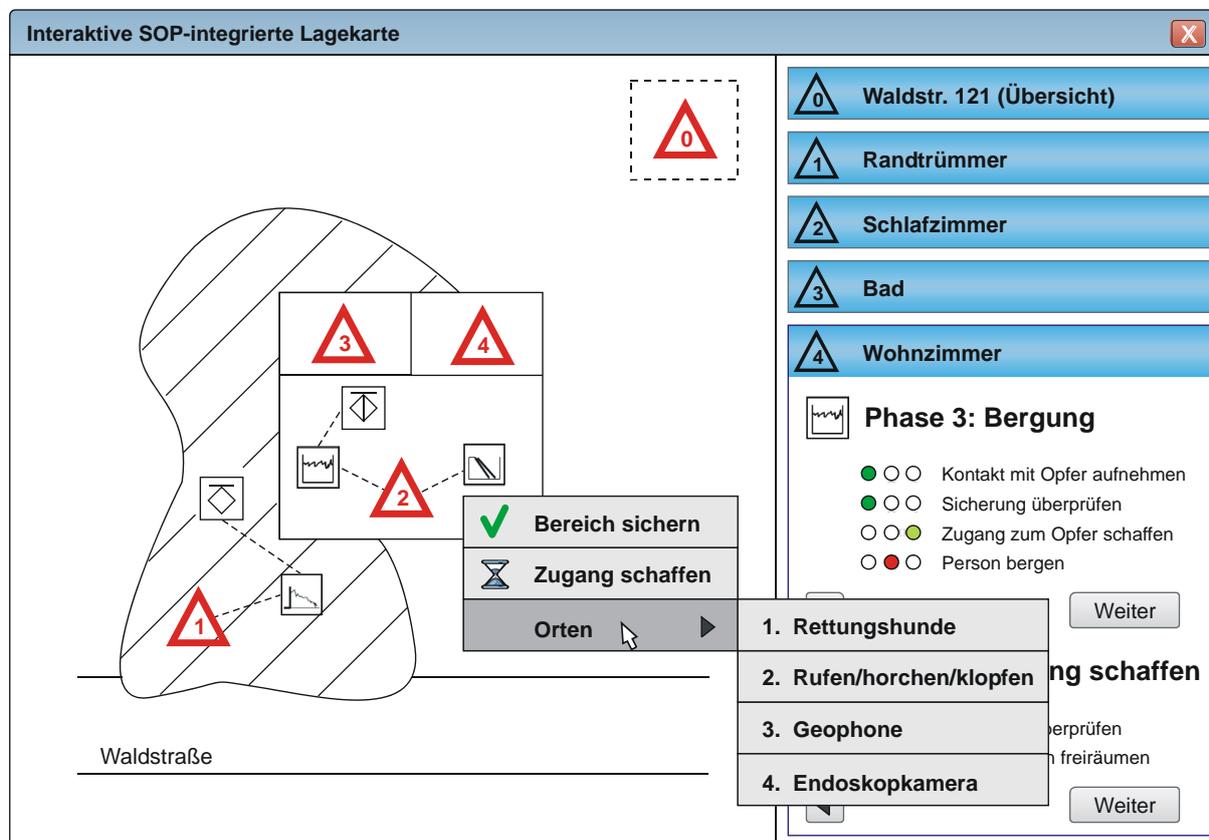
Um den Anforderungen der Endanwender an ein WFMS in der zivilen Gefahrenabwehr besser gerecht zu werden, wird das bisherige Konzept bezüglich dieser drei Punkte optimiert und in den folgenden Abschnitten ausführlich beschrieben. Abschließend werden der Nutzen und mögliche Einsatzgebiete interaktiver SOPs erörtert und weiterführende Aufgaben und Forschungsfragen definiert.

7.1.1 Objekt- und Ereignisorientierung statt funktionaler Ablauforientierung

Ein höherer Automatisierungsgrad kann erreicht werden, indem Prozesse in stärkerem Ausmaß mit Objekten oder Ereignissen verknüpft werden (vgl. [BPK09] oder [FCU10]). In Anlehnung an die objektorientierte Softwareentwicklung bilden SOPs nicht mehr alleinstehende Prozeduren, sondern werden einem Objekt zugeordnet. Ereignisse, z. B. eine Veränderung eines Objekts, lösen vordefinierte Prozesse aus. Zu einem gewissen Grad ist dieser Ansatz bereits im bisherigen Prototyp enthalten, z. B. das Ereignis „Opfer gefunden“, das eine SOP mit der SOP „Bergung“ verknüpft. Diese Ereignisse müssen jedoch von Hand ausgelöst werden. Werden die Ereignisse automatisch erkannt, ohne dass der Benutzer ein Ereignis auswählen muss, kann der Automatisierungsgrad deutlich gesteigert werden. Eine ereignisbasierte Steuerung des Programmablaufs setzt jedoch voraus, dass sämtliche Parameter, welche den nächsten auszuführenden Prozess bestimmen, explizit bekannt und als Ereignisse definiert sind [GrSe05]. Hierfür müssen zunächst möglichst alle denkbaren Ereignisse identifiziert werden, z. B. ein neu eingegebener Befund, eine neue Zeugenaussage oder ein neu entdeckter Hohlraum.

Verknüpft man die interaktiven SOPs mit einer digitalen Lagekarte, lassen sich die Ereignisse mit Hilfe von Objekten in der Karte darstellen; Lagekarten werden üblicherweise durch Schadenskonten, Schadenelemente, Befunde etc. aufgebaut. Trägt der Benutzer ein neues Symbol in die Lagekarte ein (z. B. ein Schadenelement), wird ein Ereignis ausgelöst, welches wiederum – ggf. unter weiteren Bedingungen – mit einer SOP verknüpft ist (z. B. „Sicherung“). Die Abbildung 7.1 zeigt einen Entwurf für ein auf Basis der Evaluationsergebnissen optimiertes WFMS mit integrierter Lagekarte. Der Aufbau orientiert sich wiederum an den im Einsatz üblichen Whiteboards zur Lagedarstellung (vgl. Abschnitt 3.4.3.1). Auf der linken Seite wird die Einsatzlage skizziert und in mehrere Schadenskonten unterteilt. Jedem Schadenskonto werden ein oder mehrere Schadenelemente zugeordnet, die wiederum mit Befunden verknüpft sind. Jedem dieser Objekte können bestimmte SOPs zugewiesen werden,

die in Zusammenhang mit diesem Objekt, seinen Attributen und untergeordneten Objekten sinnvoll sind. Diese SOPs werden mit Zuordnung zum jeweiligen Schadenskonto bzw. Schadenelement auf der rechten Seite in Form von Checklisten dargestellt.



**Abbildung 7.1: Entwurf eines optimierten Prototyps
(Integration von interaktiven SOPs und digitaler Lagekarte)**

Quelle: Verfasser

Im Kontextmenü eines jeden Objekts werden alle SOPs, die bereits durchgeführt worden sind (z. B. mit einem grünen Haken), die gerade durchgeführt werden (durch eine Sanduhr) und die noch empfehlenswert sind, angezeigt. So wird einerseits die gewünschte Verlaufsanzeige realisiert, andererseits ein halbautomatischer SOP-Start. Anhand der Einsatzobjekte trifft das WFMS eine Vorauswahl sinnvoller SOPs. Wird beispielsweise ein neuer Befund eingetragen, empfiehlt das WFMS eine technische Nachortung (falls Befund unsicher), die Bergung oder einen Zugang zu schaffen (sofern nötig). Die Entscheidung bleibt jedoch beim verantwortlichen Einsatz- bzw. Abschnittsleiter.

Sämtliche Objekte und Ereignisse lassen sich hierarchisch in einem Baumdiagramm darstellen (Abbildung 7.2 zeigt einen Ausschnitt der obigen Lage). Zu Beginn eines Einsatzes wird automatisch das übergeordnete Schadenskonto 0 erstellt, wodurch die SOPs „Erkundung“ und „Ersterkundung“ gestartet werden.

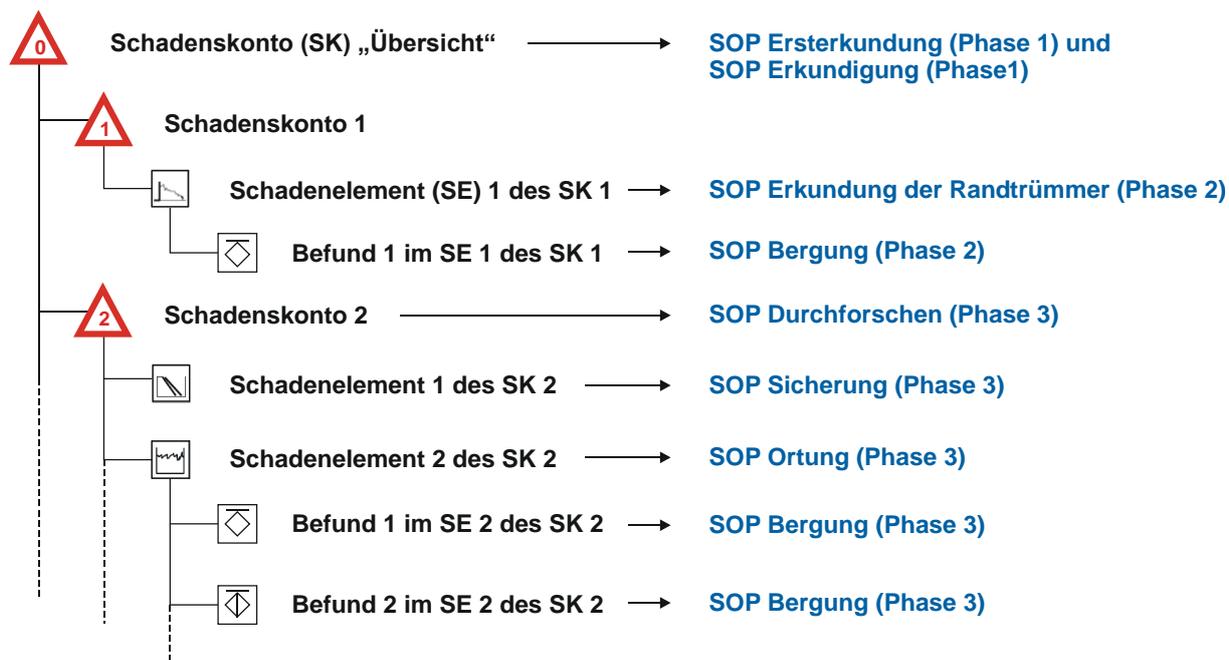


Abbildung 7.2: Hierarchische Darstellung von Einsatz-Objekten und deren SOPs

Quelle: Verfasser

Bei der Ersterkundung erstellt der Benutzer die Schadenskonten (SK 1, SK 2 etc.) und ordnet diesen Schadenelemente (SE) zu. Die Platzierung des SE „Randtrümmer“ in der Lagekarte startet automatisch die SOP „Erkundung der Randtrümmer“. Wird hier ein Befund eingetragen, folgt im SK 1 die SOP „Bergung“. Ist die Bergung beendet, wird die Erkundung fortgesetzt. Das SK 2 bezieht sich auf einen eingestürzten Bereich des Gebäudes. Dieser Bereich wird durchforscht und dem SK werden zwei SE hinzugefügt. Der Schichtung ordnet der Einsatzabschnittsleiter die SOP „Sicherung“ zu, dem mit Trümmern gefüllten Raum die SOP „Ortung“. Bei der Ortung werden diesem SE zwei Befunde hinzugefügt, wodurch zwei weitere SOPs „Bergung“ ausgeführt werden. Werden Zeugenaussagen aus der Erkundigung als neuer Befund in die Karte eingetragen, wird diesem ggf. wieder eine SOP „Ortung“ zugewiesen.

Zu einem Objekt lassen sich aber auch weitere Ereignisse als nur dessen Erstellung definieren. Einem Schadenelement kann z. B. das Ereignis „gesichert“ zugeordnet werden, das wiederum mit der SOP „Ortung“ oder der SOP „Bergung“ verknüpft ist, je nachdem, ob das übergeordnete Schadenskonto bereits einen positiven Fund enthält oder noch zu durchsuchen ist. Die Anzahl erfassbarer Ereignisse könnte durch Integration und automatische Auswertung untereinander vernetzter Sensoren (vgl. „Internet der Dinge“ [SGFW10]) weiter gesteigert werden: Kann das IT-System Ereignisse wie z. B. Wetterveränderungen, neue Messwerte oder das Eintreffen von Spezialgeräten selbst erkennen, wird die Führungskraft entlastet und die Prozesskette der Ortung und Bergung beschleunigt.

In der Evaluation wurde zudem von mehreren Ortungsgruppenführern vorgeschlagen, unterschiedliche SOPs für Gruppenführer und Zugführer zu erstellen. So können die Gruppenführer mit mobilen Endgeräten SOPs für konkretere Aufgaben im Feld (z. B. Einsatz von Ortungstechnologien) bekommen, während der Zugführer in der Führungsstelle SOPs auf einem abstrakteren Niveau bearbeitet (z. B. Anforderung und Koordination von Ortungstechnologien). Die SOPs werden dann verschiedenen Clients zugeordnet. In diesem Fall wird der Computer des Zugführers als Server verwendet, der die Daten mit allen Clients permanent synchronisiert und die SOPs bzw. die Eingaben der verschiedenen Nutzer miteinander verknüpft.

Die Abbildung 7.3 zeigt als Entwurf die Darstellung auf einem PDA, der zwar einen geringeren Funktionsumfang als die Vollversion in Abbildung 7.1 bereitstellt, dafür jedoch für den mobilen Einsatz besser geeignet ist. Der Ortungsgruppenführer wird durch Hinweise zu operativen Tätigkeiten, z. B. zur Anwendung und Einsetzbarkeit von Ortungstechnologien, oder bei der Auswertung von Befunden unterstützt und markiert anschließend den Suchbereich in der Lagekarte.



Abbildung 7.3: Eine mögliche Darstellung des WFMS auf einem mobilen Endgerät

Quelle: Verfasser (Inhalt)

7.1.2 Kontinuierliche Verbesserung durch Lessons Learned

Die im Rahmen dieser Arbeit entwickelten SOPs wurden in einem iterativen Verbesserungsprozess wiederholt mit ehrenamtlichen Einsatzkräften, Gruppen- und Zugführern, der THW-Leitung, Fachberatern und Führungskräften der Feuerwehr diskutiert und abschließend als Teil des Demonstrators bzw. Prototyps einem mehrfachen Evaluationsprozess unterzogen. Dies bedeutet jedoch nicht, dass die SOPs über eine uneingeschränkte Gültigkeit verfügen. Auch zukünftig wird es einsatztaktische Veränderungen durch neue Technologien, neue Denkweisen jüngerer Generationen, durch neue Erfahrungen und Lernen aus Fehlern geben. Diesem Wandel müssen die interaktiven SOPs Rechnung tragen. Die SOPs müssen erneut hinterfragt und angepasst werden.

Lenk bezeichnet Wissen als einen „zentralen Vermögensbestand“ öffentlicher Organisationen [Lenk98, S. 178 f.]. Mit jedem Einsatz und jeder Übung sammeln Einsatzkräfte Erfahrungen und generieren neues Wissen. Doch dieses Wissen ist personengebunden und verflüchtigt sich im Laufe der Zeit – beispielsweise durch Ausscheiden des Wissensträgers –, wenn es nicht nachhaltig gespeichert wird. Daher ist es umso wichtiger, dieses Wissen in Form von Lessons Learned aufzubereiten und als Best Practice in die SOPs zu integrieren. Lessons Learned bezeichnen die systematische Dokumentation und Aufarbeitung von Erfahrungen Einzelner mit dem Ziel, sowohl gute als auch schlechte Erfahrungen bei der Lösung von Problemen mit anderen Mitarbeitern einer Organisation zu teilen [Lehn09, S. 189 ff.]. Daher betonen auch Graeger et al. die Wichtigkeit der Einsatznachbereitung: „Einsatznachbereitung ist die Vorbereitung auf den nächsten Einsatz“ [GCVH+03, S. 21 f.].

Zur Gewinnung, Aufbereitung und Dokumentation von Lessons Learned lassen sich verschiedene Methoden und Werkzeuge heranziehen, z. B. das After Action Review (Soll-Ist-Vergleich, Ursachenanalyse u. a.), die SWOT-Analyse (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats), das Ishikawa-Diagramm (Ursache-Wirkungs-Beziehungen), Story-Telling u. v. m. Alle Methoden lassen sich zudem durch geeignete Moderationstechniken (Flipchart, Karten, Mindmaps etc.) unterstützen. In Anlehnung an Wickler und Potter [WiPo10], die ein Wiki-basiertes Konzept zur kollaborativen SOP-Entwicklung beschreiben, wird hier ein SOP-Editor verwendet, der es Domänenexperten erlaubt, ohne Programmierkenntnisse interaktive SOPs zu definieren und neue Best Practices zu integrieren (vgl. Peinel et al., die mit einem Editor für „smart checklists“ die Forschung an dieser Stelle fortsetzen [PRW12a], [PRW12b]). Die Auswahl der optimalen Methode sowie die Kombination von Methoden und Werkzeugen müssen jedoch erst detaillierter untersucht werden, bevor ein konkretes Konzept empfohlen werden kann.

Weitere Forschungsfragen ergeben sich aus der zunehmenden Internationalisierung der zivilen Gefahrenabwehr. Vermehrte Auslandseinsätze⁴⁵, eine intensivere Kooperation zwischen einzelnen Ländern⁴⁶ wie auch die Bestrebung zu einer gemeinschaftlichen EU-weiten Gefahrenabwehr⁴⁷ erfordern einerseits eine weitere Harmonisierung der Standard Operating Procedures auf internationalem Niveau, ermöglichen aber auch ein gegenseitiges Lernen, d. h. einen intensiveren Austausch von Lessons Learned und Best Practices. [Kell11]

7.1.3 Nutzenbetrachtung und Einsatzgebiete

Ein Nutzen für das THW über den Erkenntnisgewinn hinaus kann erst entstehen, wenn das Konzept interaktiver SOPs in ein marktfähiges Produkt umgesetzt und dieses über einen längeren Zeitraum eingesetzt wird. Dieser Nutzen bezieht sich jedoch wiederum nur auf Ortschafts- und Bergungseinsätze nach einem Gebäudeeinsturz. Um einen deutlichen Mehrwert für BOS zu erzielen und dadurch auch das Verwertungspotential zu erhöhen, ist es notwendig, das Anwendungsfeld der interaktiven SOPs zu erweitern. Zunächst sollten neue SOPs modelliert werden, die weitere Szenarien abdecken, z. B. Extremwetterlagen, Hochwasser oder Deichverteidigung, vgl. [THW07b]. Gegebenenfalls lassen sich auch die bestehenden SOPs modifizieren und weiterverwenden. Zusätzlich sollten szenarioübergreifende SOPs definiert werden. Die Be- und Entlüftung wird beispielsweise in verschiedenen Einsatzfällen benötigt [GCVH+03, S. 84]. Diese SOP muss nur einmal modelliert werden und kann in verschiedene Szenarien eingebunden werden. Zudem erscheint es sinnvoll, Szenarien auch kombinieren zu können.

Über das THW hinaus können interaktive SOPs auch bei anderen BOS Anwendung finden, beispielsweise bei der Feuerwehr. Der Nutzen von Standard-Einsatz-Regeln und ähnlichen Dokumenten ist bereits mehrfach nachgewiesen. Es ist jedoch zu untersuchen, für welche Einsatzgebiete *interaktive* SOPs besser geeignet sind. Grundsätzlich eignen sich interaktive SOPs zur Unterstützung aller Prozesse, die gekennzeichnet sind durch:

- Komplexität (triviale Handlungsempfehlungen bieten keine Unterstützung)
- lang andauernde Handlungen (jede Maßnahme erfordert eine Rückmeldung)
- wiederkehrende, aber keine Routineaufgaben (Unterstützung wird benötigt)
- Standardisierung, aber der Notwendigkeit, flexibel auf sich dynamisch verändernde Randbedingungen reagieren zu können (anstelle starrer Checklisten)

⁴⁵ vgl. z. B. Polen, Pakistan, Haiti (2010), Enschede, Haiti, Fukushima (2011), Syrien (2012)

⁴⁶ vgl. z. B. Beitrag „Kooperation im Katastrophenschutz ausbauen“ in Behörden Spiegel: „newsletter Netzwerk Sicherheit“, Nr. 333, S. 6, Berlin/Bonn, 4.4.2011 (ISSN 1867-2000)

⁴⁷ vgl. z. B. EU-Katastrophenschutzübung CARPATHEX, Polen, 2011

Letztendlich dürfen (interaktive) SOPs aber immer nur als *Handlungsempfehlungen* oder -möglichkeiten verstanden werden. Sie dienen als Orientierungshilfe in komplexen Situationen. Aber sie dürfen nicht unreflektiert übernommen werden, sondern sind stets auf Sinnhaftigkeit in der ganz konkreten Situation zu prüfen. Informationsmanagementsysteme für die zivile Gefahrenabwehr bieten eine große Unterstützung, bergen durch z. B. IT-Abhängigkeit, falsche Dateneingaben oder unvollständige Modelle aber auch Risiken (vgl. Koch et al. [KPSB+11]). SOPs können daher keine solide Aus- und Weiterbildung oder eigene Erfahrungen ersetzen. Gleichwohl können sie zur Unterstützung der Aus- und Weiterbildung genutzt werden.

7.1.4 Ausblick

Das in Abschnitt 7.1.1 überarbeitete und erweiterte Konzept erfordert eine erneute Evaluation. Dies gilt ebenso für alle zukünftigen Änderungen an bestehenden SOPs wie auch für alle neuen SOPs, die das Einsatzgebiet des WFMS erweitern sollen (Abschnitt 7.1.2). Lessons Learned, die in das Prozessmodell integriert werden sollen, müssen erst in mehreren Übungen oder Einsätzen erprobt werden, bevor sie als Best Practice verbreitet werden. Eine langfristige Evaluation wird eine detailliertere und vor allem nachhaltige Bewertung des Nutzens interaktiver SOPs erlauben.

In dieser Arbeit wie auch in jüngsten Veröffentlichungen aktueller Forschungsprojekte wird deutlich, dass die Qualität eines Rettungseinsatzes zurzeit auf Grund ihrer Komplexität nicht hinreichend intersubjektiv bewertet werden kann, dies für die Evaluation zukünftiger Verbesserungsprojekte jedoch sehr wichtig ist. Über eine Literaturrecherche, Ziel- und Stakeholderanalyse, Use-Case-Analyse oder ähnliche Verfahren lassen sich zwar *mögliche* Qualitätsanforderungen definieren, diese können jedoch durchaus gegenläufig sein und sind auf jeden Fall unterschiedlich zu gewichten (vgl. Kapitel 2.2). Doch wer die „wichtigsten Kunden“ sind und welche Anforderungen die höchste Priorität bekommen sollen, kann nur das THW bzw. jede andere BOS für sich selbst festlegen. Die *objektive* Bewertung der Qualität eines Rettungseinsatzes – unter der Annahme, dass dies überhaupt möglich ist – stellt daher ein eigenes Forschungsthema dar und erzeugt den Bedarf zu einer weiteren Grundlagenarbeit.

7.2 Validierung des Vorgehensmodells

Am Fallbeispiel „Ortung und Bergung“ konnte gezeigt werden, dass das in Kapitel 2.3 entwickelte Vorgehensmodell einfach angewendet werden kann und für die Überführung von Methoden und Konzepten des QM in die zivile Gefahrenabwehr geeignet ist. Um den spezifischen Charakteristika der zivilen Gefahrenabwehr Rechnung zu tragen, haben sich besonders die beiden Schritte Anforderungsanalyse (Ziel analysieren) und Lösung evaluieren als sehr

wichtig herausgestellt. In Abschnitt 7.1.3 wurde allerdings gezeigt, dass die Evaluation, wie sie im Vorgehensmodell beschrieben ist, nicht ausreicht, sondern um eine langfristige Evaluation zu ergänzen ist. Werden in der Evaluation Verbesserungspotentiale aufgedeckt, die zu einer wesentlichen Veränderung der Methode bzw. des Konzepts führen, muss deren Umsetzung im Sinne einer kontinuierlichen Verbesserung einer erneuten Evaluation unterzogen werden (vgl. PDCA-Zyklus nach Shewhart und Deming [Demi86, S. 86-90]). Darüber hinaus kann es Wirkungen geben, die erst nach Projektabschluss gemessen werden können [Stoc06, S. 100 f.]. Die Nachhaltigkeit von Methoden und Konzepten des QM in der zivilen Gefahrenabwehr sollte daher nach einer gewissen „Anlaufphase“ noch einmal überprüft werden. Gleichermaßen muss aber auch dieses Vorgehensmodell in weiteren Projekten erprobt werden, um eine genauere Aussage über seine Validität treffen zu können.

Ausblick

Weitere interessante Fragestellungen ergeben sich aus einem möglichen Ergebnistransfer. Im Anschluss an diese Arbeit sollte untersucht werden, wie die Erkenntnisse, die mit Hilfe des Vorgehensmodells in der zivilen Gefahrenabwehr gewonnen werden konnten, auch in anderen Anwenderdomänen genutzt werden können, z. B. im Risiko- und Umweltmanagement eines Industrieunternehmens.

Eine Organisation muss gemäß ISO 14001 u. a. Notfallsituationen und Unfälle verhindern bzw. deren Auswirkungen mildern (entspricht den Phasen Prevention und Preparation im Security Cycle, der in Abschnitt 2.2.1 detailliert beschrieben wurde) und bei Schadenseintritt auf sie reagieren (Response). Hierfür müssen Maßnahmen definiert und regelmäßig erprobt werden [ISO14001, Kap. 4.4.7, A.4.7]. Nach Förtsch und Meinholz sollten Notfallpläne u. a.

- Informationen über mögliche Gefahren und das Ausmaß einer Notfallsituation
- Reaktionsmöglichkeiten auf einen Unfall oder eine Notfallsituation
- Maßnahmen zur Verringerung möglicher Umweltschäden
- Evakuierungs- und Fluchtwege
- Notfallorganisation, -verantwortlichkeiten sowie eine Liste des Schlüsselpersonals

enthalten [FoMe11, S. 97]. Diese Inhalte lassen sich sehr gut durch interaktive SOPs abbilden, d. h. durch Gefahrenhinweise (Punkt 1), Handlungsempfehlungen (2 und 3), Abbildungen und Zusatzinformationen (4 und 5). Die interaktiven SOPs könnten darüber hinaus auch als anschauliche Diskussionsgrundlage dienen, um die betrieblichen Alarm- und Gefahrenabwehrpläne mit den zuständigen Behörden abzustimmen [FoMe11, S. 329].

Die Analyse der Anwendbarkeit und die Evaluation des Nutzens interaktiver SOPs im Risiko- und Umweltmanagement stellen somit eine interessante Forschungsfrage dar, die hier allerdings nur in den Ausblick gestellt werden kann.

8 Zusammenfassung

Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben sind in den meisten Fällen Non-Profit-Organisationen, deren oberstes Ziel nicht die Gewinn- und Umsatzmaximierung, sondern der Nutzen für die Gemeinschaft ist (Schutz und Rettung von Menschen, Naturschutz, humanitäre Hilfe etc.). Dennoch können sich auch staatliche und durch Spenden finanzierte, karitative Organisationen nicht länger der Ressourcenknappheit verschließen. Um aber gleichzeitig den höheren Anforderungen von komplexer werdenden Rettungseinsätzen gerecht zu werden, müssen neue Strategien entwickelt werden. Einen Ansatzpunkt hierfür bietet das Qualitätsmanagement. Methoden und Konzepte des QM haben inzwischen in nahezu allen Branchen bei richtiger Anwendung dazu beigetragen, die Qualität von Produkten, Dienstleistungen, Prozessen und Systemen zu erhöhen und die Ausgaben bzw. Zeitaufwände zu verringern. Im Vergleich zur Produktion von Gütern und gewerblichen Dienstleistungen ist die zivile Gefahrenabwehr jedoch durch eine höhere Komplexität, stärkere Vernetzung, Intransparenz und Dynamik geprägt. Insbesondere in der Response-Phase ist oftmals eine schnelle Reaktion erforderlich. Es müssen Entscheidungen getroffen werden, die zwar weitreichende Konsequenzen haben können (hohe Sachschäden, Umweltschäden, Gefährdung von Menschenleben) und einer Vielzahl von Einflussfaktoren unterliegen (potentielle Gefahren, Trümmerstruktur, Anzahl und Lage von Opfern etc.), aber viele wichtige Informationen stehen dem Entscheidungsträger gar nicht zur Verfügung. Gleichzeitig unterliegt die Lage manchmal einer kontinuierlichen Veränderung, sodass die Einsatztaktik immer wieder neu durchdacht werden muss.

Es gibt bereits einige Beispiele für eine erfolgreiche Umsetzung von QM in der zivilen Gefahrenabwehr (z. B. prozessorientierte Verwaltungen, kontinuierliche Verbesserungsprozesse, BOS mit einem QM-System nach ISO 9001 oder EFQM) und viele weitere ingenieurwissenschaftliche Methoden und Konzepte, deren Übertragbarkeit auf die Domäne der zivilen Gefahrenabwehr plausibel erscheint, z. B. FMEA, Fehlerbaumanalyse, kennwertbasierte Prozessüberwachung und statistische Analysen. Um diese Übertragbarkeit und deren Nutzen wissenschaftlich fundiert bewerten zu können, wurde ein Vorgehensmodell zur Überführung von Methoden und Konzepten des QM in die zivile Gefahrenabwehr entwickelt. Dieses Vorgehensmodell baut im Wesentlichen auf dem Münchener Vorgehensmodell von Lindemann auf und wurde um die Schritte „Lösung umsetzen“, „Lösung evaluieren“ sowie „Nacharbeiten und Lernen“ ergänzt.

Zur Validierung des Modells wurde es auf das Fallbeispiel „Ortung und Bergung von Verschütteten“ angewendet. Es wurde die Hypothese aufgestellt und letztendlich bestätigt, dass sich die Führungsprozesse des THW bei der Ortung und Bergung von Verschütteten nach einem Gebäudeeinsturz durch Etablierung eines Workflowmanagementsystems optimieren lassen. Workflows werden im Rahmen dieser Dissertation als rechnerunterstützte Abschnitte eines Geschäftsprozesses verstanden. Dem Vorgehensmodell entsprechend wurden konkre-

te Ziele definiert, das zu betrachtende System mit Hilfe eines Szenarios abgegrenzt, die Anforderungen an ein Workflowmanagementsystem für die zivile Gefahrenabwehr erhoben und der Stand der Technik auf geeignete bestehende Lösungen hin untersucht. Allerdings konnte keine Lösung gefunden werden, die den aufgestellten Anforderungen gerecht wird. Die existierenden WFMS erlauben ohne größere Veränderungen nicht die in der Gefahrenabwehr notwendige Flexibilität in den Führungsprozessen, ohne auf Individualprogrammierung zurückzugreifen. Daher wurde eine neue Lösung konzipiert, die auf herkömmlichen SOPs in Checklistenform basiert, jedoch mittels IT-Unterstützung eine ausreichende Flexibilität ermöglicht: „interaktive SOPs“. Eine Analyse der benötigten Funktionen ergab den folgenden Aufbau: Eine interaktive SOP besteht aus einer bzw. einer Folge von Checklisten, die wiederum aus Handlungsempfehlungen, Fragen, Warnungen und Hinweisen sowie Zusatzinformationen bestehen. Entsprechend der Nutzereingaben werden die Checklisten stets der aktuellen Situation entsprechend zusammengestellt. Darüber hinaus ermöglichen Ereignisse eine zusätzliche Flexibilität in der Ablaufsteuerung. Für eine formative Evaluation der Darstellungs- und Bedienkonzepte wurde ein vorläufiger HTML-Javascript-basierter Demonstrator entwickelt, der es erlaubte, die grafische Benutzeroberfläche des Prototyps schon vor seiner Entwicklung den Bedürfnissen der späteren Benutzer anzupassen. Zur Abbildung der SOPs in einer Datenbank wurde ein entsprechendes Metamodell entwickelt, sodass zu diesem Zeitpunkt ein vollständig beschriebenes Konzept für ein WFMS in der zivilen Gefahrenabwehr vorlag. Dieses Konzept wurde im nächsten Schritt in ein IT-System umgesetzt, welches die Grundlage für die folgende Evaluation bildete.

Die Evaluation wird in dieser Arbeit als das wesentliche Instrument zur Gewinnung von Erkenntnissen und zur Identifikation von Verbesserungspotential angesehen. Es wurde ein dreistufiges Evaluationskonzept definiert, das verschiedene Erhebungsmethoden kombiniert, um das WFMS aus verschiedenen Perspektiven zu bewerten. Alle Ergebnisse wurden ausführlich dokumentiert und im Rahmen dieser Dissertation ausgewertet. Im Folgenden werden die hauptsächlichen Ergebnisse dieser Arbeit noch einmal zusammengefasst.

Das Prozessmodell „Ortung und Bergung von Verschütteten“

In der Analyse des Ist-Zustands wurde ein Prozessmodell erstellt, welches die gesamte Prozesskette der Ortung und Bergung, vom „Eintreffen an der Schadenstelle“ bis zum „Abschluss der Einsatzdokumentation“, abbildet (Kapitel 3.4). Unter Einhaltung von Qualitätsstandards und anerkannten Modellierungsrichtlinien wurde das Prozessmodell in einem iterativen Prozess um individuelle Erfahrungen ergänzt, optimiert und wieder standardisiert. Wegen der hohen Variabilität von Rettungseinsätzen kann natürlich keine Vollständigkeit des Modells gewährleistet werden. Dennoch bildet es eine solide Grundlage für Diskussionen mit bzw. unter Domänenexperten und für die Abbildung der Prozesskette in einem WFMS. In vielen Gesprächen mit THW-Angehörigen hat sich gezeigt, dass die visualisierte

Darstellung eines Ortungs- und Bergungseinsatzes dabei hilft, ein gemeinsames Verständnis sicherzustellen und Details fokussierter zu besprechen, dabei aber gleichzeitig den Gesamtzusammenhang zu berücksichtigen. Auch die THW-Leitung äußerte sich erfreut über die neu geschaffene Transparenz hinsichtlich einer Standardvorgehensweise bei Gebäudeeinstürzen. Dieses Modell zeige die Ressourcenbedarfe auf und fördere die Kommunikation zwischen Führungskräften.

In dem Prozessmodell konnten insgesamt 15 Führungsprozesse identifiziert werden, aus denen wiederum 15 SOPs abgeleitet wurden. Alle SOPs sind jeweils textuell und als Ablaufdiagramm beschrieben und stellen somit die inhaltliche Grundlage für das WFMS dar.

Interaktive SOPs

In Kapitel 4 wurde ein wissenschaftlich fundiertes Konzept eines für die zivile Gefahrenabwehr angepassten WMFS entwickelt und anschließend im Kapitel 5 in einen Prototyp umgesetzt. Dieser Prototyp wurde in einem dreistufigen Evaluationsprozess (Kapitel 6) unter verschiedenen Gesichtspunkten bewertet und nach jeder Evaluation weiter verbessert, sodass als weiteres Ergebnis dieser Arbeit ein mehrfach optimiertes Konzept interaktiver SOPs inklusive eines Prototyps mit 15 SOPs zur Ortung und Bergung von Verschütteten vorliegt.

Eine Beschleunigung der Prozesskette „Ortung und Bergung von Verschütteten“ durch interaktive SOPs konnte in dieser Arbeit nicht nachgewiesen werden. Dennoch hat die Evaluation gezeigt, dass die Führungsprozesse des THW durch ein WFMS verbessert werden können, da Handlungsempfehlungen, wichtige Zusatzinformationen und Gefahrenhinweise zur richtigen Zeit zu fundierten Entscheidungen beitragen. Dadurch werden wichtige Maßnahmen nicht vergessen, Gefahren rechtzeitig erkannt und benötigte Ressourcen (Fachgruppen, Spezialgerät etc.) frühzeitig angefordert (Arbeitshypothese bestätigt). Interaktive SOPs stellen einen standardisierten Einsatzablauf bei gleichzeitiger Flexibilität und ausreichend Freiräumen für eigene Entscheidungen und Erfahrungen sicher. Als Ergebnis der Evaluation konnten allerdings auch Verbesserungspotentiale herausgearbeitet werden, die den Nutzen eines WFMS in einem realen Einsatz und damit auch dessen Akzeptanz erhöhen können. Hierzu wurde in Kapitel 7.1 eine mögliche Erweiterung des bisherigen Konzepts ausgearbeitet, deren Umsetzung und Evaluation allerdings in den Ausblick gestellt wurde.

Dies gilt ebenso für die Verwertung aller in dieser Arbeit erzielten Ergebnisse. Mit dem Prozessmodell und dessen Abbildung in einem WFMS wurde ein Grundstein für weitere Prozessverbesserungen sowohl bzgl. der Abläufe als auch der IT-Unterstützung in der Gefahrenabwehr gelegt. Der Prototyp muss nun in ein verwertbares Produkt umgesetzt und ausgiebig in Übungen und später in realen Einsätzen erprobt werden. Im Rahmen von Nachbesprechungen und Workshops sollten Lessons Learned diskutiert werden, um die Nachhaltigkeit des Konzepts sowie auch der SOPs beurteilen zu können. Ist die Nachhaltigkeit erwiesen, können nach Vorlage dieser Arbeit weitere interaktive SOPs erzeugt werden, die zusätzliche

Szenarien und Anwendungsfälle erschließen (z. B. die Stabsarbeit der Feuerwehr bei einem Flugzeugabsturz mit Stromausfall und Gebäudeeinsturz).

Vorgehensmodell zur Überführung von Methoden und Konzepten des QM

Mit dem in Kapitel 2.3 entwickelten Vorgehensmodell ist eine Grundlage geschaffen worden, um Methoden und Konzepte des QM sicher und nachhaltig in die zivile Gefahrenabwehr zu übertragen. Durch die Anwendung des Vorgehensmodells auf das Fallbeispiel „Ortung und Bergung von Verschütteten“ konnte gezeigt werden, dass es für diesen Zweck sowohl geeignet als auch angemessen und lediglich um den Schritt „langfristige Evaluation“ zu ergänzen ist (Abschnitt 7.2).

Zu Beginn dieser Arbeit wurde gezeigt, dass die zivile Gefahrenabwehr ein großes Potential besitzt, durch den Einsatz von Methoden und Konzepten des QM Vorhersagen, Risikoabschätzungen, Maßnahmen und Abläufe etc. zu verbessern. Mit Hilfe dieses Vorgehensmodells können nun weitere Verbesserungsprojekte wissenschaftlich fundiert durchgeführt werden. Zweifelsohne kann nach einmaliger Anwendung des Vorgehensmodells dessen Validität noch nicht sicher nachgewiesen sein. Allerdings wurde mit dem hier untersuchten Fallbeispiel der erste Beleg dafür erbracht. Zudem sichert das Vorgehensmodell durch den Schritt „Nacharbeiten und Lernen“ Erkenntnisse, die durch seine Anwendung gewonnen werden, sodass es sich mit jedem Durchlauf selbst weiter verbessert.

9 Literaturverzeichnis

- [AGBF98] Veröffentlichung der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren (AGBF) in der Bundesrepublik Deutschland: „Qualitätskriterien für die Bedarfsplanung von Feuerwehren in Städten“. Online abrufbar seit dem 16.09.1998, http://www.agbf.de/pdf/qualitaetskriterien_fuer_bedarfsplanung_von_feuerwehren_in_staedten.pdf
- [Allw98] Allweyer, T.: „Adaptive Geschäftsprozesse“. Gabler, Wiesbaden, 1998
- [BaBe11] Barton, H.; Beynon, M. J.: „Targeted Criteria Performance Improvement – An Investigation of a ‘most-similar’ UK police force“. In: „International Journal of Public Sector Management“, Volume 24, Issue 4. Emerald, 2011
- [Balz05] Balzer, L.: „Wie werden Evaluationsprojekte erfolgreich? Ein integrierender theoretischer Ansatz und eine empirische Studie zum Evaluationsprozess“. Landau: Verl. Empirische Pädagogik, 2005
- [Bart00] Bartsch-Beuerlein, S.: „Qualitätsmanagement in IT-Projekten“. München: Hanser, 2000
- [Baum05] Baumann, A.: „Standardisierte Notrufabfrage“. Fachbeitrag im Tagungsband zur vfdb-Jahrestagung, Münster, 2005
- [BBK09] Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK): „Dauereinsatz nach Einsturz des Kölner Stadtarchivs“. In: „Bevölkerungsschutz – Zivile Sicherheitsforschung“, Bonn, Ausgabe 2, 2009
- [BKR08] Becker, J.; Kugeler, M.; Rosemann, M.: „Prozessmanagement. Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung“. Berlin, Heidelberg: Springer, 6. Aufl., 2008
- [BlHe08] Bleyl, J. U.; Heller, A. R.: „Standard Operating Procedures und OP-Management zur Steigerung der Patientensicherheit und der Effizienz von Prozessabläufen“. Berlin, Heidelberg: Springer, 2008
- [BLK11] Becker, T.; Lee, B.-S.; Koch, R.: „Effiziente Entscheidungsunterstützung im Krisenfall durch interaktive Standard Operating Procedures“. In: Proceedings der „Software Engineering 2011“. Karlsruhe, 2011
- [BMI09] Veröffentlichung des Bundesministeriums des Innern (BMI): „Nationale Strategie zum Schutz Kritischer Infrastrukturen (KRITIS-Strategie)“. Online abrufbar seit dem 17.06.2009, <http://www.bmi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Themen/Sicherheit/SicherheitAllgemein/kritis.html>

- [BoDö05] Bortz, J.; Döring, N.: „Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler“. Heidelberg: Springer, 3. Aufl., 2005
- [BPK09] Birkhäuser, B.; Pottebaum, J.; Koch, R.: „Unterstützung von Einsatzentscheidungen der Feuerwehr auf Basis IT-unterstützter Kräftekoordination“. In: Proceedings der „Informatik 2009“
- [BPR07] Berger, E.; Peinel, G.; Rose, T.: „ERMA – Electronic Risk Management Architecture for Small and Medium-sized Communities“. In: Proceedings der „IRMA International Conference“, Vancouver, Canada, 2007
- [Bran09] Brandt, T.: „Evaluation in Deutschland – Professionalisierungsstand und -perspektiven“. Münster: Waxmann, 2009
- [BRS95] Becker, J.; Rosemann, M.; Schütte, R.: „Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung“. In: „Wirtschaftsinformatik“, Ausgabe 37/5, S. 435-445, 1995
- [BRU00] Becker, J.; Rosemann, M.; Uthmann, C.: „Guidelines of Business Process Modeling“. In: „Business Process Management“, Lecture Notes in Computer Science, 2000, Ausgabe 1806, S. 241-262, 2000
- [Bruh11] Bruhn, M.: „Qualitätsmanagement für Dienstleistungen – Grundlagen, Konzepte, Methoden“. Berlin: Springer, 8. Aufl., 2011
- [Bryn93] Brynjolfsson, E.: „The Productivity Paradox of Information Technology“. In: „Communications of the ACM“, Vol. 36, 1993
- [Budd03] Freiin von Buddenbrock, A.: „Der Hund im Rettungsdienst. Ein Handbuch für Ausbildung und Einsatz“. Mürlenbach: Kynos Verlag, 2003
- [Chen76] Chen, P. P.-S.: „The Entity-Relationship Model - Toward a Unified View of Data“. In: „ACM Transactions on Database Systems“, Band 1, Nr. 1, S. 9-36, 1976
- [CoBa04] Courage, C.; Baxter, K.: „Understanding Your Users: A Practical Guide to User Requirements Methods, Tools, and Techniques“. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann, 2004
- [DeGE08] DeGEval – Gesellschaft für Evaluation e.V., verfasst von Beywl, W.: „Standards für Evaluation“; Mainz: DeGEval, 4. Auflage, 2008
- [Demi86] Deming, W. E.: „Out of the crisis“. Cambridge: Cambridge Univ. Pr., 1986
- [DGQ05] Deutsche Gesellschaft für Qualität (DGQ), Band 35-01: „Qualitätsmanagement in der öffentlichen Verwaltung“. Berlin: Beuth, 2005
- [DGQ09] Deutsche Gesellschaft für Qualität (DGQ), Band 11-04, verfasst von Leonhard, K.-W.; Naumann, P.: „Managementsysteme – Begriffe“. Berlin: Beuth, 2009

- [DGQ10] Deutsche Gesellschaft für Qualität (DGQ): „DGQ-Studie 2010: Qualität in der öffentlichen Verwaltung“. ISBN: 978-3-9813666-0-0, 2010
- [DGQ11] Studie der Deutschen Gesellschaft für Qualität (DGQ) zum Gesundheitswesen: „Potenziale für mehr Qualität und Service“. In: „Qualität und Zuverlässigkeit“, Ausgabe 7/11, S. 60. München: Hanser, 2011
- [DIN13050] Deutsche Norm DIN 13050:2009: „Rettungswesen – Begriffe“
- [DIN14011] Deutsche Norm DIN 14011:2010: „Begriffe aus dem Feuerwehrwesen“
- [Dona05] Donabedian, A.: „Evaluating the Quality of Medical Care“. In: „The Milbank Quarterly“. Ausgabe 83, Nr. 4, 2005. Nachdruck aus „The Milbank Memorial Fund Quarterly“. Ausgabe 44, Nr. 3, Teil 2, 1966
- [DV1100] THW-Dienstvorschrift DV 1-100: „Führung und Einsatz“. Herausgeber: Bundesanstalt Technisches Hilfswerk, Bonn-Bad Godesberg, 1999
- [DV1102] THW-Dienstvorschrift DV 1-102: „Taktische Zeichen“. Herausgeber: Bundesanstalt Technisches Hilfswerk, Bonn-Bad Godesberg, 2000
- [EmHa72] Emde, W.; Hasenkamp, U.: „Modell- und methodenorientierte Anwendungs-Software“. In: BIFOA-Arbeitsbericht Nr.12, Köln: Wison Verlag, 1972
- [Ends00] Endsley, M. R.: „Theoretical Underpinnings of Situation Awareness: A Critical Review“. In: „Situation Awareness. Analysis and Measurement“, S. 3-32. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2000
- [EPA07] United States Environmental Protection Agency (EPA): „Guidance for Preparing Standard Operating Procedures (SOPs)“. Washington, 2007
- [Espo05] Esposito, D.: „Die Microsoft Windows Workflow Foundation - Eine Einführung für Entwickler“. Online abrufbar seit dem 22.11.2005, <http://msdn.microsoft.com/de-de/library/cc431274.aspx>
- [Ever97] Eversheim, W.: „Qualitätsmanagement für Dienstleister – Grundlagen, Selbstanalyse, Umsetzungshilfen“. Berlin: Springer, 1997
- [FCU10] Franke, J.; Charoy, F.; Ulmer, C.: „A Model for Temporal Coordination of Disaster Response Activities“. Seattle, USA: Proceedings of the „7th International ISCRAM Conference“, 2010
- [FEMA99] Federal Emergency Management Agency (FEMA): „Developing Effective Standard Operating Procedures For Fire and EMS Departments“. IOCAD Emergency Services Group, 1999
- [FFQM10] Veröffentlichte Vorträge zur Konferenz „Führungskräfte Forum Qualitätsmanagement – Qualitätsmanagement in Sicherheitsbehörden“. Veranstaltung des

- Behörden Spiegel und der DGQ, Frankfurt a. M., 02.-03.12.2010, online abrufbar unter http://www.fuehrungskraefte-forum.de/?page_id=466
- [Flie09] Fließ, S.: „Dienstleistungsmanagement – Kundenintegration gestalten und steuern“. Wiesbaden: Gabler Verlag, 2009
- [FoMe11] Förtsch, G.; Meinholz, H.: „Handbuch Betriebliches Umweltmanagement“. Wiesbaden: Vieweg und Teubner, 2011
- [Freh94] Frehr, H.-U.: „Total-Quality-Management“. München u.a.: Hanser, 2. Aufl., 1994
- [FSHG98] Gesetz über den Feuerschutz und die Hilfeleistung (FSHG). Gesetz- und Verordnungsblatt (GV.NRW.), Ausgabe 1998 Nr. 8 vom 26.02.1998
- [FwDo01] Feuerwehr Dortmund: „Brandschutzbedarfsplan der Stadt Dortmund“, 2001
- [FwDV100] Feuerwehr-Dienstvorschrift DV 100: „Führung und Leitung im Einsatz“. In NRW eingeführt mit Runderlass des IM, 1999
- [Gada10] Gadatsch, A.: „Grundkurs Geschäftsprozess-Management – Methoden und Werkzeuge für die IT-Praxis: Eine Einführung für Studenten und Praktiker“. Wiesbaden: Vieweg, 2010
- [GCVH+03] Graeger, A.; Cimolino, U.; de Vries, H.; Haisch, M.; Südmersen, J.: „Einsatz- und Abschnittsleitung: Das Einsatz-Führungssystem“. Heidelberg, München u. a.: ecomed Sicherheit, 2003
- [GeGa99] Gehring, H.; Gadatsch, A.: „Ein Rahmenkonzept für die Modellierung von Geschäftsprozessen und Workflows“. In: Diskussionsbeiträge des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaft Fernuniversität Hagen, Nr. 274, 1999
- [GHM01] Gehbauer, F.; Hirschberger, S.; Markus, M.: „Methoden der Bergung Verschütteter aus zerstörten Gebäuden“. In: „Zivilschutzforschung Band 46“; Bonn: Bundesverwaltungsamt – Zentralstelle für Zivilschutz, 2001
- [Göll93] Görner, C.; Ilg, R.: „Evaluation der Mensch-Rechner-Schnittstelle“. In Ziegler, J. (Hrsg.): „Benutzergerechte Software-Gestaltung“. München: Oldenbourg, 1993
- [GrSe05] Grief, J.; Seidlmeier, H.: „Modellierung von Flexibilität mit Ereignisgesteuerten Prozessketten (EPK)“. In: Tagungsband des 4. Workshops des GI-Arbeitskreises "Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten (WI-EPK)", Hamburg, 2005
- [Hach05] Hach, H.: „Evaluation und Optimierung kommunaler E-Government Prozesse“. Flensburg: Dissertation am Internationalen Institut für Management (IIM), 2005

- [HaWe08] Hacker, W.; von der Weth, R.: „Denken-Entscheiden-Handeln“. In: „Human Factors. Psychologie sicheren Handelns in Risikobranchen“. Springer Medizin Verl., Heidelberg, 2008
- [Heek06] Heeks, R.: „Health Information Systems: Failure, Success and Improvisation“. In: „International Journal of Medical Informatics“, S. 125-137, Manchester, 2006
- [Hegn03] Hegner, M.: „Methoden zur Evaluation von Software“. IZ-Arbeitsbericht Nr. 29, Bonn: Informationszentrum Sozialwissenschaften, 2003
- [Hell10] Hellmich, C.: „Qualitätsmanagement und Zertifizierung im Rettungsdienst“. Berlin: Springer, 2010
- [HGR12] Hamp, Q.; GÜthlin, D.; Reindl, L.: „Decision behavior during Urban Search and Rescue - A German Case Study“. In: „Disasters Journal“, Hoboken, US, 2012
- [HKR11] Hamp, Q.; Kleiner, A.; Reindl, L.: „Lessons Learned from German Research for USAR“. In: „The 2011 IEEE International Symposium on Safety, Security, and Rescue Robotics“, Japan, 2011
- [Hoss09] Hossler, D. et al.: „Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes“. Technischer Bericht 04-01 der Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e. V. (vfdb), Referat 4 (Technisch-Wissenschaftlicher Beirat), 2. Aufl., 2009
- [HuZa08] Hummel, T.; Zander, E.: „Unternehmensführung. Lehrbuch für Studium und Praxis“. München: Rainer Hampp Verlage, 2008
- [IEH09] Ingmarsson, M.; Eriksson, H.; Hallberg, N.: „Exploring Development of Service-Oriented C2 Systems for Emergency Response“. Göteborg, Schweden: Proceedings of the „6th International ISCRAM Conference“, 2009
- [Imai93] Imai, M.: „Kaizen“. München: Langen Müller/Herbig, 11. Aufl., 1993
- [Ishi90] Ishikawa, K.: „Introduction to Quality Control“. London, Chapman & Hall, 1990
- [ISO2859] Internationale Norm DIN ISO 2859-1:2004: „Annahmestichprobenprüfung anhand der Anzahl fehlerhafter Einheiten oder Fehler (Attributprüfung) - Teil 1: Nach der annehmbaren Qualitätsgrenzlage (AQL) geordnete Stichprobenpläne für die Prüfung einer Serie von Losen“
- [ISO9000] Internationale Norm DIN EN ISO 9000:2005: „Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe“
- [ISO9001] Internationale Norm DIN EN ISO 9000:2008: „Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen“
- [ISO14001] Internationale Norm DIN EN ISO 14001:2009: „Umweltmanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung“

- [ISO25010] Internationale Norm DIN ISO/IEC 25010: „Software-Engineering – Qualitätskriterien und Bewertung von Softwareprodukten (SQuaRE) – Qualitätsmodell und Leitlinien“
- [JBQ11] Jung, R.; Bruck, J.; Quarg, S.: „Allgemeine Managementlehre. Lehrbuch für die angewandte Unternehmens- und Personalführung“; Berlin: Erich Schmidt Verlag, 2011
- [JLP10] Jansen, J. M.; Lijnse, B.; Plasmeijer, R.: „Towards Dynamic Workflow Support for Crisis Management“. Seattle, USA: Proceedings of the „7th International ISCRAM Conference“, 2010
- [Jul07] Jul, S.: „Who’s Really on First? A Domain-Level User, Task and Context Analysis for Response Technology“. Delft: Proceedings of the „4th International ISCRAM Conference“, 2007
- [KASW07] Kotler, P.; Armstrong, G.; Saunders, J.; Wong, V.: „Grundlagen des Marketing“. München: Pearson Studium, 4. Aufl., 2007
- [KatS261] KatS-LA 261: „Der Bergungseinsatz bei Gebäudeschäden“. Herausgeber: Bundesamt für Zivilschutz, Bonn, 1986
- [Kell11] Keller, T.: „Zusammenarbeit der Ausbildungsstellen in der Europäischen Union“. Fachbeitrag in vfdb: „Zeitschrift für Forschung und Technik im Brandschutz“, 1/2011. Bremen: Kortlepel Verlag, 2011
- [Kobl10] Kobler, M.: „Qualität von Prozessmodellen. Kennzahlen zur analytischen Qualitätssicherung bei der Prozessmodellierung“. Berlin: Logos, 2010
- [KoPl11] Koch, R.; Plaß, M.: „Risikofaktor Informationsmanagement?“. In: Zoche, P.; Kaufmann, S.; Haverkamp, R. (Hrsg.): „Zivile Sicherheit – Gesellschaftliche Dimensionen gewärtiger Sicherheitspolitiken“, 2011
- [KHLP07] Koch, R.; Harnasch, R.; Lee, B.-S.; Pottebaum, J.: „Rapid and Precise Mobile Data Processing for Fire Brigades and Rescue Services (SAFeR/GÜTER/SHARE)“. In: „Symposium on Human Interface 2007 - Part II“, Beijing, China, 2007
- [KKSZ11] Kopperger, D.; Kicherer, F.; Stanistic-Petrovic, M.; Zähringer, D.: „Prozessmanagement nimmt Fahrt auf – BPM-Marktstudie des Fraunhofer IAO“. In: „Qualität und Zuverlässigkeit“, Ausgabe 6/11, S. 35-41. München: Hanser, 2011
- [KPSB+11] Koch, R.; Pottebaum, J.; Schulz, A.; Becker, T.; Friberg, T.: „Informationsmanagement: Chance oder Risiko?“. Tagungsband der Jahresfachtagung der Vereinigung zur Förderung des deutschen Brandschutzes (vfdb). Berlin, 2011.

- [KSG05] Köppen, V.; Schwarz, T.; Gernert, C.: „Ein Transformationsansatz in der Geschäftsprozessmodellierung“. In: „Entscheidungsfall Vorgehensmodelle“. Aachen: Shaker Verlag, 2005
- [Lang10] Lang, S. et al.: „Die Zukunft der Feuerwehrtechnik – Teil 1: Entwicklung des Umfeldes der Feuerwehren“. Technischer Bericht der Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e. V. (vfdb), Referat 6 (Fahrzeuge und technische Hilfeleistung), 2010
- [Lehn09] Lehner, F.: „Wissensmanagement. Grundlagen, Methoden und technische Unterstützung“. Hanser, 2009
- [Lenk98] Lenk, K.: „New Public Management in der eingreifenden Verwaltung“. In: „Eingriffsstaat und öffentliche Sicherheit – Beiträge zur Rückbesinnung auf die hoheitliche Verwaltung“. Baden-Baden: Nomos Verl.-Ges., 1998
- [Lind09] Lindemann, U.: „Methodische Entwicklung technischer Produkte – Methoden flexibel und situationsgerecht anwenden“. Berlin, Heidelberg: Springer, 2009
- [LPK10] Lindemann, C.; Prödel, S.; Koch, R.: „Modellierung von Prozessen in der Feuerwehrdomäne zur Identifikation von Informationsbedarfen“. In: Workshopband der „Software Engineering“. Bonn, 2010
- [MAP07] Mulyar, N.; van der Aalst, W. M. P.; Peleg, M.: „A Pattern-based Analysis of Clinical Computer-interpretable Guideline Modeling Languages“. In: Journal of the „American Medical Informatics Association“, Vol. 14(6), 2007
- [Matt12] Matt, C.: „Workflow-Management-Systeme“. In: „Controlling & Management“, Nr. 1, S. 8-10, Springer, Wiesbaden, 2012
- [MeBr06] Meffert, H.; Bruhn, M.: „Dienstleistungsmarketing – Grundlagen, Konzepte, Methoden“. Wiesbaden: Gabler, 5. Aufl., 2006
- [Meye07] Meyer, W.: „Datenerhebung: Befragungen – Beobachtungen – Nicht-reaktive Verfahren“. In: Stockmann, R. (Hrsg.): „Handbuch der Evaluation“. Münster: Waxmann, 2007
- [MiLi07] Minter, D.; Linwood, J.: „Einführung in Hibernate“. Heidelberg: mitp, 2007
- [MRA09] Mendling, J.; Reijers, H. A.; van der Aalst, W. M. P.: „Seven Process Modeling Guidelines“. In: „Information and Software Technology“, Ausgabe 52/2, 2009
- [MSKK03] Martin, J.; Schleppers, A.; Kastrup, M.; Kobylinski, C. et al.: „Development of Standard Operating Procedures in anaesthesiology and critical care medicine“. In: „Anästhesiologie & Intensivmedizin“. DIOMed-Verlags GmbH, 2003
- [Müll05] Müller, J.: „Workflow-based Integration. Grundlagen, Technologien, Management“. Berlin: Springer Verlag, 2005

- [Nadl69] Nadler, G.: „Arbeitsgestaltung – zukunftsbewußt: Entwerfen und Entwickeln von Wirksystemen“. München: Carl Hanser-Verlag, 1969
- [Niel07] Nielsen, J.: „Usability engineering“. Amsterdam: Morgan Kaufmann, 2007
- [NN00] Workflow-Trends 2000: „Computerwoche“-Studie. In: Müller, Joachim: „Workflow-based Integration. Grundlagen, Technologien, Management“, S. 25-26. Springer, Berlin, 2005
- [Nort11] North, K.: „Wissensorientierte Unternehmensführung. Wertschöpfung durch Wissen“. Gabler, Wiesbaden, 5. Aufl., 2011
- [PaBe93] Pahl, G.; Beitz, W.: „Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung“. Berlin: Springer, 1993
- [PiRo95] Picot, A.; Rohrbach, P.: „Organisatorische Aspekte von Workflow-Management-Systemen“. In: „Information Management“, 1/1995
- [PBF07] Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J.; Grote, K.-H.: „Konstruktionslehre – Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung Methoden und Anwendung“. Berlin, Heidelberg: Springer, 7. Aufl., 2007
- [Pfei01] Pfeifer, T.: „Qualitätsmanagement“. München: Hanser, 3. Aufl., 2001
- [PfSc07] Pfeifer, T.; Schmitt, R. (Hrsg.): „Handbuch Qualitätsmanagement“. München: Hanser Verlag, 5. Aufl., 2007
- [PoRu09] Pohl, K.; Rupp, C.: „Basiswissen Requirements Engineering. Aus- und Weiterbildung zum Certified Professional for Requirements Engineering, Foundation Level nach IREB-Standard“. Heidelberg: dpunkt, 2009
- [PRB07] Peinel, G.; Rose, T.; Berger, T.: „Process-oriented Risk Management for Smaller Municipalities“. Proceedings of the „4th International ISCRAM Conference“, 2007
- [PRW12a] Peinel, G.; Rose, T.; Wollert, A.: „The Myth of Business Process Modelling for Emergency Management Planning“. Vancouver, Canada: Proceedings of the „9th International ISCRAM Conference“, 2012
- [PRW12b] Peinel, G.; Rose, T.; Wollert, A.: „Cross-Organizational Preplanning in Emergency Management with IT-Supported Smart Checklists“. In: Proceedings der „Future Security 2012“. Berlin, Heidelberg: Springer, 2012
- [RaBa06] Raetzell, M.; Bauer, M.: „Standard Operating Procedures und klinische Behandlungspfade“. In: „OP-Management: praktisch und effizient“. Heidelberg; Springer, 2006

- [RDMK00] Reichert, M.; Dadam, P.; Mangold, R.; Kreienberg, R.: „Computer-basierte Unterstützung von Arbeitsabläufen im Krankenhaus – Konzepte, Technologien und deren Anwendungen“. In: „Zentralbl Gynäkol“, Nr. 1, S. 53-67, 2000
- [Reeu01] van Reeuwijk, L. P.: „Guidelines for Quality Management in Soil and Plant Laboratories“. Daya Publishing House, 2001
- [RLF04] Rossi, P. H.; Lipsey, M. W.; Freeman, H. E.: „Evaluation: A Systematic Approach“. Thousand Oaks, Calif., USA: Sage, 2004
- [RoRo99] Robertson, S.; Robertson, J.: „Mastering the requirements process“. New York, USA: ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co., 1999
- [Roth04] Rothlauf, J.: „Total-Quality-Management in Theorie und Praxis“. München: Oldenbourg, 2. Aufl., 2004
- [RPA08] Rose, T.; Peinel, G.; Arsenova, E.: „Process Management Support for Emergency Management Procedures“. In: Proceedings der „eChallenges e-2008 Conference“, Stockholm, Schweden, 2008
- [RQZ12] Rupp, C.; Queins, S.; Zengler, B.: „UML 2 glasklar. Praxiswissen für die UML-Modellierung“. München: Hanser, 4. Aufl., 2012
- [SaBr11] Sarodnick, F.; Brau, H.: „Methoden der Usability-Evaluation: Wissenschaftliche Grundlagen und praktische Anwendung“. Bern: Huber, 2. Aufl., 2011
- [Saak06] Saak, M.: „Entwicklung eines Konzeptes und eines Prototypen für ein rechnergestütztes Werkzeug zum effizienten Einsatz der Problemlösungsmethodik SPALTEN“. Karlsruhe: Dissertation am Institut für Produktentwicklung (IPEK), 2006
- [SCHA08] Schafer, W. A.; Carroll, J. M.; Haynes, S. R.; Abrams, S.: „Emergency Management Planning as Collaborative Community Work“. In: Journal of Homeland Security and Emergency Management, Vol. 5(1), 2008
- [Schn11] Schneider, F.: „Terrorismus und dessen Konsequenzen für die Weltwirtschaft: Einige volkswirtschaftliche Gedanken“. In: Zoche, P.; Kaufmann, S.; Haverkamp, R. (Hrsg.): „Zivile Sicherheit – Gesellschaftliche Dimensionen gegenwärtiger Sicherheitspolitiken“, 2011
- [Schu95] Schuler, H.: „Prozesssimulation“. Weinheim: VCH Verlag, 1995
- [Schu09] Schulze-Bramey, U.: „Sicherheitsempfinden von Kunden in Wertschöpfungsketten, dargestellt am Beispiel des ÖPNV“. In: „Qualitätsmanagement in Wertschöpfungsnetzwerken“, Band 11/2009, S. 201-216. Aachen: Shaker, 2009

- [ScSe10] Schmelzer, H. J.; Sesselmann, W.: „Geschäftsprozessmanagement in der Praxis. Kunden zufrieden stellen, Produktivität steigern, Wert erhöhen“. München: Carl Hanser Verlag, 2010.
- [Scri67] Scriven, M.: „The Methodology of Evaluation“. In Tyler, R. W.; Gagne, R. M.; Scriven, M. (Hrsg.): „Perspectives of Curriculum Evaluation“, „AERA Monograph Series on Curriculum Evaluation“. Chicago, USA: Rand McNally, 1967
- [Scri07] Scribner, K.: „Microsoft Windows Workflow Foundation - Schritt für Schritt“. Microsoft Press, 2007
- [SeBr09] Sell, C.; Braun, I.: „Using a Workflow Management System to Manage Emergency Plans“. Göteborg, Schweden: Proceedings of the „6th International ISCRAM Conference“, 2009
- [Sell89] Sell, R.: „Angewandtes Problemlösungsverhalten: Denken und Handeln in komplexen Zusammenhängen“. Berlin: Springer, 3. Aufl., 1989
- [SFBK12] Schneider, S.; Friberg, T.; Becker, T.; Koch, R.: „Prioritisation of Simulation Models for Ensuring Safety and Security in Underground Stations on the Basis of a Detailed Requirements Analysis“. In: „Future Security Conference“, Bonn, 2012
- [SGFW10] Sundmaeker, H.; Guillemin, P.; Friess, P.; Woelfflé, S.: „European Commission for Information Society and Media: Vision and Challenges for Realising the Internet of Things“. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2010
- [Shew31] Shewhart, A. W.: „Economic Control of Quality of Manufactures Product“. ASQ Press, 1931
- [Sige08] Sigel, S. T.: „Umfrage zur Entwicklung der Analgesie und Sedierung des Intensivpatienten im Jahr 2006 im Vergleich zum Jahr 2002“. Dissertation, Universität Ulm, 2008
- [SKK06] Veröffentlichung der Ständigen Konferenz für Katastrophenvorsorge und Katastrophenschutz (SKK), Projektgruppe 5: „Wörterbuch für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe“. Online abrufbar seit Januar 2006, <http://www.katastrophenschutz.de/de/bund/skk.html>
- [SMMR09] Staudter, C.; Mollenhauer, J.-P.; Meran, R.; Roenpage, O. et al.: „Design for Six Sigma+Lean Toolset“. Berlin: Springer, 2009
- [SPBK10] Schneider, S.; Pottebaum, J.; Becker, T.; Koch, R.: „Räumungsszenarien bei Großveranstaltungen: Modellierung einer Datenbasis für Planung und Forschung“. Konferenzband der „Informatik 2010“. Leipzig, 2010
- [SSW94] Schaub, H.; Strohschneider, S.; von der Weth, R.: „Was ist Denken – Neuere Richtungen und Ergebnisse der Denkpsychologie“. In: „Handbuch Weiterbil-

- „dung“. Köln/Dortmund: Landesverband der Volkshochschulen in Nordrhein-Westfalen; 1994
- [Stäh11] Stähler, D.: „Wenn automatische Prozesse versagen“. In: „Computerwoche“, Ausgabe 42/11, 2011
- [Stac73] Stachowiak, H.: „Allgemeine Modelltheorie“. Wien: Springer, 1973
- [StMe10] Stockmann, R.; Meyer, W.: „Evaluation“. Opladen: Budrich, 2010
- [Stoc06] Stockmann, R.: „Evaluation und Qualitätsentwicklung – eine Grundlage für wirkungsorientiertes Qualitätsmanagement“. Münster: Waxmann, 2006
- [Stuf72] Stufflebeam, D. L.: „Evaluation als Entscheidungshilfe“. In: Wulf, C. (Hrsg.): „Evaluation“, S. 113-145. München: Pieper, 1972
- [SVK05] Seyfarth-Metzger, I.; Vogel, S.; Krabbe-Berndt, A.: „Neue Herausforderungen an das Qualitätsmanagement: Wirtschaftlichkeit und Patientensicherheit“. In: „das Krankenhaus“, Ausgabe 9, 2005. Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer, 2005
- [THW07a] Veröffentlichung der Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW): „Richtlinie über die Mitwirkung der Helfer im Technischen Hilfswerk (Helferrichtlinie)“ auf Grundlage des THW-Helferrechtsgesetzes („THW-HelfRG“) und der Verordnung über die Mitwirkung der Helfer im Technischen Hilfswerk („Mitwirkungsverordnung“). Bonn, 2007
- [THW07b] Veröffentlichung der Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW), Referat E1: „Katalog der Einsatzoptionen des THW“. Online abrufbar seit November 2007, <http://www.thw.de/SharedDocs/Downloads/DE/Mediathek/Dokumente/THW/Einsatzoptionen-Katalog.html>
- [Töpf10] Töpfer, A.: „Die 7 Missverständnisse und die 7 Erfolgsfaktoren des Qualitätsmanagements“. In: „Der Qualitätsmanagement-Berater“. Köln: TÜV Media GmbH, 2010
- [VaKu08] Vaishnavi, V. K.; Kuechler, W.: „Design science research methods and patterns. Innovating information and communication technology“. Auerbach: Boca Raton, Fla., 2008
- [vfdb0301] vfdb-Richtlinie 03-01: „Hinweise für Maßnahmen der Feuerwehr und anderer Hilfskräfte nach Gebäudeeinstürzen“. Herausgegeben von der Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes (vfdb), 2005
- [WaTu08] Walle, B. van de; Turoff, M.: „Decision Support for Emergency Situations“. In: „Handbook on Decision Support Systems 2, International Handbooks on Information Systems“, Springer, 2008

- [WeBr91] Wetherill, G. B.; Brown, Don W.: „Statistical process control“. London u.a.: Chapman and Hall, 1991
- [Weis98] Weiss, C. H.: „Evaluation“. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2. Auflage, 1998
- [Wilh07] Wilhelm, R.: „Prozessorganisation“. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, 2007
- [WiPo10] Wickler, G.; Potter, S.: „Standard Operating Procedures: Collaborative Development and Distributed Use“. Seattle, USA: Proceedings of the „7th International ISCRAM Conference“, 2010
- [WoTh98] Wottawa, H.; Thierau, H.: „Lehrbuch Evaluation“. Bern: Huber, 2. Auflage, 1998
- [WWW07] Zeitungsartikel der WELT ONLINE: „EU will in Schutz des Bürgers investieren“. Artikel vom 27.03.2007,
http://www.welt.de/welt_print/article779367/EU_will_in_Schutz_des_Buerger_s_investieren.html
- [WWW08a] Zeitungsartikel der WELT ONLINE: „Naturkatastrophen durch Klimawandel verdoppelt“. Artikel vom 21.01.2008,
http://www.welt.de/politik/article1576996/Naturkatastrophen_durch_Klimawandel_verdoppelt.html
- [WWW08b] Zeitungsartikel des SPIEGEL ONLINE: „Übersicht: Die schwersten Terroranschläge“. Artikel vom 12.07.2005,
<http://www.spiegel.de/fotostrecke/fotostrecke-10660.html>
- [WWW10a] Veröffentlichung des Arbeitskreises Polizei der CDU Baden-Württemberg: „Sicherheitsforum – Informationen zur inneren Sicherheit“. Ausg. 01/2010, online abrufbar seit 15.01.2010,
<http://www.cdu-ak-polizei.de/doc/sifo010110.pdf>
- [WWW10b] Zeitungsartikel des STERN.DE: „Nach Kölner Stadtarchiv-Einsturz - Bauarbeiter räumt Schlamperei ein“. Artikel vom 08.02.2010,
<http://www.stern.de/panorama/nach-koelner-stadtarchiv-einsturz-bauarbeiter-raeuemt-schlamperei-ein-1541975.html>
- [WWW10c] Zeitungsartikel der WELT ONLINE: „Feuerwehr lässt Häuser mit Solardach abbrennen“. Artikel vom 06.08.2010,
<http://www.welt.de/finanzen/immobilien/article8856358/Feuerwehr-laesst-Haeuser-mit-Solardach-abbrennen.html>
- [WWW11a] Zeitungsartikel des FOCUS ONLINE: „Zeitbombe Fukushima - Nach der Reaktor-katastrophe“. Artikel vom 11.08.2011,

http://www.focus.de/wissen/wissenschaft/klima/katastrophen/nach-der-reaktorkatastrophe-zeitbombe-fukushima_aid_652796.html

- [WWW11b] Homepage des Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF): „Sicherheitsforschung - Forschung für die zivile Sicherheit“. Veröffentlichung vom 16.08.2011, <http://www.bmbf.de/de/6293.php>
- [WWW12a] Homepages zertifizierter Feuerwehren und Rettungsdienste. Abruf der Onlinequellen am 01.02.2012, <http://www.feuerwehr.muenchen.de/bd50vorb/b5azer/ZertifVB.pdf>, <http://www.munich-airport.de/de/consumer/fluginfo/sicherheit/feuerwehr/QM/index.jsp>, <http://www.offenbach.de/offenbach/themen/rathaus/aemter-und-gesellschaften/personalamt/article/qm-daten.html>, <http://www.feuerwehrmagazin.de/das-heft/aktuelle-ausgabe/aktuelle-feuerwehr-magazin-ausgabe-112011-22518>, <http://www.feuerwehressen.com/index.php?typ=1&id=22&l1=1>, <http://www.fv-region-hannover.de/cms/index.php?seite=berufsfeuerwehr>, http://www.herne.de/kommunen/herne/ttw.nsf/id/DE_Qualitaetsmanagement, <http://leitstelle-paderborn.de/erstzertifizierung-krpb.html>
- [WWW12b] Interview mit Katrin Schiller, DQS: „Das Thema QM ist in der öffentlichen Verwaltung angekommen“. Abruf der Onlinequelle am 31.01.2012, <https://de.dqs-ul.com/zertifizierung/qualitaetsmanagement/oeffentlicher-sektor/was-dqs-sagt.html>
- [WWW12c] Homepage der DQS: „Der Öffentliche Sektor entdeckt ISO 9001“. Abruf der Onlinequelle am 31.01.2012, <https://de.dqs-ul.com/zertifizierung/qualitaetsmanagement/oeffentlicher-sektor.html>
- [ZBG13] Zeithaml, V. A.; Bitner, M. J.; Gremler, D. D.: „Services Marketing“. New York, USA: McGraw-Hill Irwin, 2013
- [Zoll11] Zollondz, H.-D.: „Grundlagen Qualitätsmanagement – Einführung in Geschichte, Begriffe, Systeme und Konzepte“. München: Oldenbourg, 3. Aufl., 2001
- [ZSG04] Zivilschutzgesetz (ZSG) vom 25.03.1997 (BGBl. I S. 726), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 27.04.2004 (BGBl. I S. 630)
- [ZZL09] Zheng, X.; Zhong, T.; Liu, M.: "Modeling crowd evacuation of a building based on seven methodological approaches". Building and Environment, Bd. 44, Nr. 3, S. 437-445, 2009

10 Anhang

A. Qualitätsanforderungen im Bereich Kritischer Infrastrukturen am Beispiel der dynamischen Fluchtweglenkung aus einer U-Bahn-Station	145
B. Qualitätsanforderungen an ein Prozessmodell	147
C. Beispiel einer Taschenkarte	149
D. Beispiel möglicher Zusatzinformationen in einer interaktiven SOP	150
E. SOP-Demonstrator	151
F. Entwicklung des IT-Systems – Quellcode	152
G. Entwicklung des IT-Systems – Test-SOP	157
H. Standards für die Evaluation	158
I. Beispiel eines Evaluationsprotokolls	161

A. Qualitätsanforderungen im Bereich Kritischer Infrastrukturen am Beispiel der dynamischen Fluchtweglenkung aus einer U-Bahn-Station

Im Folgenden wird ein Teilergebnis aus dem Forschungsprojekt OrGaMIR^{Plus} vorgestellt. Am Beispiel des Ishikawa-Diagramms [Ishi90] wird gezeigt, wie Methoden des Qualitätsmanagements im Bereich Kritischer Infrastrukturen genutzt werden können, um die Sicherheit von Passagieren in einer U-Bahn-Station zu erhöhen.



Abbildung 10.1: Ursache-Wirkungs-Diagramm zur Identifikation von Anforderungen an eine Methode zur Berechnung des optimalen Fluchtwegs aus einer U-Bahn-Station

Quelle: Verfasser

Mit Hilfe der „7M“ (Abbildung 10.1), lassen sich Qualitätsanforderungen für die Auswahl und Optimierung von Methoden zur Bestimmung des optimalen Fluchtwegs aus einer U-Bahn-Station (Tabelle 10.1) systematisch herleiten, vgl. [SFBK12].

Gruppe 3: Anforderungen an Einflussgrößen	
1.	Die Methode muss die Architektur (Geometrie) des U-Bahn-Systems berücksichtigen. Beispiele: Bahnsteige, Gänge, Treppen, Türen, Notausstiege, aber auch Kioske, Toiletten, Servicecenter. Die CAD-Daten müssen mehrere Ebenen und deren Übergänge (Treppen/Aufzüge) abbilden können (3D/„2D+1“).
1.1.	Die Methode muss gesperrte Orte/Wege berücksichtigen. Beispiel: Baustellen
1.2.	Die Methode könnte die Position der Aktorik berücksichtigen.
2.	Die Methode sollte Personengeschwindigkeiten auf verschiedenen Untergründen berücksichtigen.

	Beispiele: Ebene, Treppe, Fahrtreppe
3.	Die Methode könnte Behinderungen in/an/auf den Fluchtwegen berücksichtigen.
	Beispiele: zurückgelassenes Gepäck, Fahrräder, Mülleimer, Bänke, Anzeigetafeln, Gepäckwagen, schlechter Zustand von Fußböden und Treppen, ein-/ausgeschaltete Aufzüge und Fahrtreppen
4.	Die Methode sollte die Anzahl und Verteilung der Personen in der U-Bahn-Station berücksichtigen.
	Kommentar: Dazu zählen auch die Passagiere in den Zügen.
5.	Die Methode könnte verschiedene Auslastungen/Nutzungsarten/Besuchergruppen berücksichtigen.
	Beispiele: Sonderveranstaltung, Seniorentreff, Fußballspiel. Daraus könnten Rückschlüsse auf z. B. Alkohol-/Drogenkonsum, die Stimmung (Aggression/Depression) oder mögliche Einschränkungen/Behinderungen und in der Folge auf eine Verlangsamung/Erschwernis der Entfluchtung gezogen werden.
6.	Die Methode sollte psychologisch-kognitive menschliche Faktoren in die Berechnung einbeziehen.
7.	Die Methode sollte individuelle physische Eigenschaften der zu entfluchtenden Personen berücksichtigen.
	Beispiele: unterschiedliche Mobilität und Flächenbedarf von Rollstuhlfahrern, älteren und blinden Menschen. Aber auch die verminderte Leistungsfähigkeit von Personen unter Einfluss von Rauch, Giftgasen u. a. ist in die Berechnung einzubeziehen.
8.	Die Methode muss die Schadstoffausbreitung berücksichtigen.
8.1.	Die Methode könnte eine Dosis-Wirkungs-Relation berücksichtigen.
8.2.	Die Methode sollte die Entfluchtung direkt gefährdeter Bereiche höher priorisieren.
9.	Die Methode sollte Umweltparameter und Wetterdaten berücksichtigen.
	Beispiele: Zugwind, Temperatur, Luftdruck

Tabelle 10.1: Auszug aus dem Anforderungskatalog zur Auswahl und Optimierung einer Methode zur Bestimmung des optimalen Fluchtwegs aus einer U-Bahn-Station

Quelle: Verfasser/OrGaMIR^{Plus}

B. Qualitätsanforderungen an ein Prozessmodell

Im Folgenden werden einige der in der Literatur am häufigsten genannten Qualitätsanforderungen an ein Prozessmodell zusammengefasst:

Ziel	Qualitätsmerkmal	Eigenschaftsprüfung	Quellen
Standardisierung	Systematik	Werden die Elemente nach einer einheitlichen Systematik benannt?	Wallmüller, 1990
Standardisierung	Modularisierung	Werden Teilmodelle mit mehr als 50 Elementen durch Elemente ersetzt, die dann gesondert beschrieben werden?	Mendling, Reijers, Aalst, 2010
Standardisierung	Standardisiertes Diagrammmuster	Folgt die Modellstruktur einem Modellmuster, das immer wieder erneut Anwendung findet?	Silver, 2008
Standardisierung	Strukturbeziehung	Ist das Modell einheitlich in seiner Struktur auch zu anderen Modellen geregelt?	Mendling, Strembeck, 2008
Standardisierung	Ergebnisklarheit	Können nur zwei mögliche Ergebnistypen an der Schnittstelle weitergegeben werden?	Silver, 2008
Standardisierung	Textbeziehung	Sind die Modellformulierungen im Vergleich zu anderen Modellen einheitlich geregelt?	Mendling, Strembeck, 2008
Standardisierung	Allgemeingültigkeit	Ist die Modelldarstellung auch bei anderen Prozessen jeglicher Größe und Art möglich?	Wallmüller, 1990
Korrektheit	Semantikqualität	Wie stark stimmt das Modell mit dem realen Prozessvorbild überein, besteht ein Sinnzusammenhang (semantische Qualität)?	Lindland, Sindre, Sjølvberg, 1994
Korrektheit	Abbildungsgenauigkeit	Sind alle Elemente erfasst und ihre Beziehungen definiert?	Emde, Hasenkamp, 1972
Korrektheit	Vollständigkeit	Sind alle wesentlichen Prozessparameter im Modell enthalten?	Emde, Hasenkamp, 1972
Korrektheit	Koordinationsfähigkeit	Wie gut sind die Modellebenen untereinander und das Modell mit anderen verbunden?	Emde, Hasenkamp, 1972
Korrektheit	Identifizierbarkeit	Können die erfolgten Operationen sowie der Input und Output nachvollzogen werden?	Kim, 1997
Korrektheit	Konnektorenzusammenführung	Werden alle aufteilenden Konnektoren wieder zusammengeführt?	Mendling, Reijers, Aalst, 2010
Eindeutigkeit	Anweisungsvermeidung	Verfügt das Modell über keine oder nur sehr wenige Oder-Anweisungen?	Mendling, Reijers, Aalst, 2010
Übersichtlichkeit	Verknüpfung	Werden Teilmodelle durch Verknüpfungspunkte zu einem Gesamtmodell zusammengefasst?	Becker, Rosemann, Uthmann, 2000
Übersichtlichkeit	Darstellung	Besteht Modell aus mehreren regelmäßig aufgebauten Teilbereichen und sind Abweichungen kenntlich gemacht?	Silver, 2008

Einsatzmöglichkeit	Eignung	Eignet sich das Modell für den vorgesehenen Anwendungsbereich?	Hommes, van Reijswoud, 2000
Einsatzmöglichkeit	Eignungsbreite	Kann das Modell für andere Prozesse eingesetzt werden?	Emde, Hasenkamp, 1972
Aktualisierbarkeit	Allgemeingültigkeit	Wie stark muss das Modell für ein neues Problem verändert werden?	Emde, Hasenkamp, 1972, Kim, 1997
Aktualisierbarkeit	Anpassungsfähigkeit	Finden neue Informationen bei einer neuen Datenlagen schnelle Berücksichtigung?	Emde, Hasenkamp, 1972
Nutzbarkeit	Modularität	Sind es in sich funktionierende Teilmodelle, die kombiniert werden können?	Emde, Hasenkamp, 1972
Nutzbarkeit	Handhabbarkeit	Gibt das Modell eine zielführende Lösung für das Problem?	Kim, 1997
Nutzbarkeit	Aussagekraft	Wie aussagekräftig ist das Modell?	Hommes, van Reijswoud, 2000
Nutzbarkeit	Kommunikation	Ist eine einfache Kommunikation zwischen Entscheidungsträger und Modell möglich?	Emde, Hasenkamp, 1972
Verständlichkeit	Syntaxqualität	Werden sprachliche Regeln befolgt (syntaktische Qualität)?	Lindland, Sindre, Sølvsberg, 1994
Verständlichkeit	Elementbezeichnung	Sind die Modellelemente nach ihrer jeweiligen Tätigkeiten benannt?	Mendling, Reijers, Aalst, 2010
Verständlichkeit	Diskriminierungsfähigkeit	Sind alle Phasen der Modellkonstruktion nachvollziehbar und Rückschlüsse auf das Modellvorbild möglich?	Kim, 1997
Übersichtlichkeit	Strukturverständlichkeit	Ist die Struktur überschaubar, sind Zusammenhänge erkennbar und welche Folgen haben Modelländerungen?	Emde, Hasenkamp, 1972
Übersichtlichkeit	Einfachheit	Sind Elementzahl und Beziehungsverknüpfungen auf ein Mindestmaß reduziert?	Emde, Hasenkamp, 1972, Mendling, Reijers, Aalst, 2010

Tabelle 10.2: Mögliche Kriterien zur Bewertung der Qualität eines Prozessmodells

Quellen: siehe Tabelle

C. Beispiel einer Taschenkarte

Zur Unterstützung in Einsätzen und Übungen tragen einige THW-Führungskräfte sogenannte Taschenkarten bei sich, welche viele wichtige Informationen in komprimierter Form beinhalten, z. B. zur Führung und Lagedarstellung:

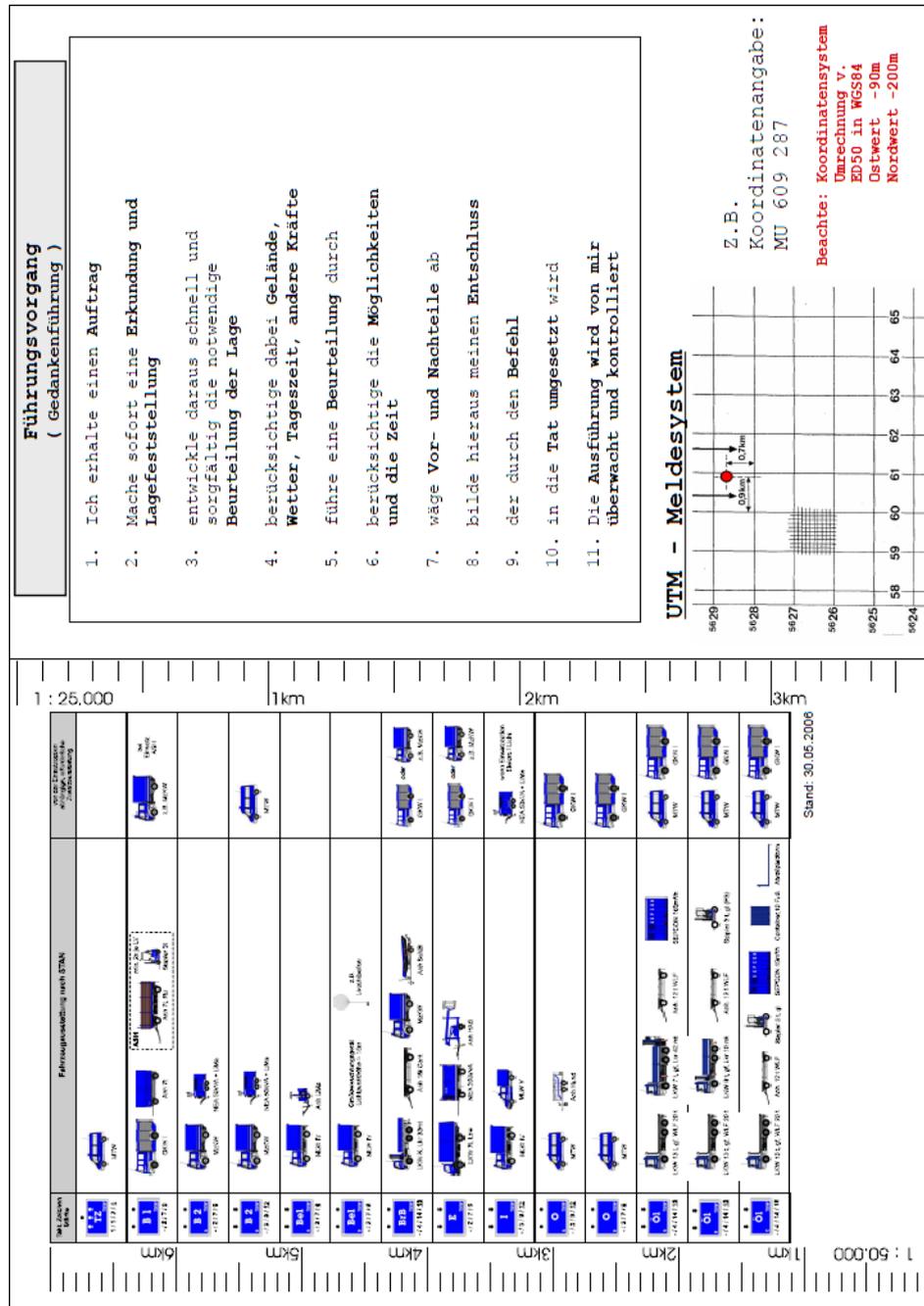


Abbildung 10.2: Beispiel einer Taschenkarte des THW zur Führung und Lagedarstellung

Quelle: THW

D. Beispiel möglicher Zusatzinformationen in einer interaktiven SOP

In einer interaktiven SOP können zusätzliche Dokumente als PDF (z. B. Handbücher, Grafiken oder Tabellen) hinterlegt werden, die nach dem Pull-Verfahren bereitgestellt werden, z. B.:

Hinweise und zusätzliche Informationen zum Thema

Ex- und Ox-Messungen

Ex- und Ox-Messgeräte

Oxygen- bzw. Sauerstoffmessgeräte werden zur Untersuchung des Sauerstoffgehalts in der Luft benutzt. Explosimeter detektieren explosionsfähige Gas-Luftgemische. Die Konzentration eines zündfähigen Gases wird in Prozent der unteren Explosionsgrenze (UEG) angezeigt. Im Bereich von 10-40% der UEG befindet sich eine Warnschwelle, bei dessen Überschreitung eine akustische bzw. optische Warnung ausgegeben wird.

Gefahrstoffklassen / Beispiele

	E	Explosionsgefährlich	Beispiele: TNT, Glycerintrinitrat, Pikrinsäure
	F+	Hochentzündlich	Beispiele: Wasserstoff, Ethin, Diethylether
	F	Leichtentzündlich	Beispiele: Aceton, Benzin, Ethanol, Campher, Phosphor, Natriumhydrid
	O	Brandfördernd	Beispiele: Sauerstoff, sauerstoffreiche Salze wie Kaliumchlorat, Peroxide, Fluor
	T+	Sehr giftig	Beispiele: Heroin, Nikotin
	T	Giftig	Beispiele: Methanol, Tetrachlormethan
	Xn	Gesundheitsschädlich	Beispiele: Toluol, Lithiumchlorid
	C	Ätzend	Beispiele: Schwefelsäure, Natronlauge, Abflussreiniger
	Xi	Reizend	Beispiele: Kaliumcarbonat, Natriumcarbonat
	N	Umweltgefährlich	Beispiele: Kaliumpermanganat

Abbildung 10.3: Beispiel einer der interaktiven SOP angehängten PDF-Datei

Quelle: Verfasser nach Wikipedia

E. SOP-Demonstrator

Die Abbildung 10.4 zeigt eine Bildschirmkopie des ersten HTML-JavaScript-basierten Demonstrators, der zum Zweck einer formativen Evaluation der interaktiven SOPs in Vorbereitung auf die Realisierung des eigentlichen Prototyps entwickelt wurde:

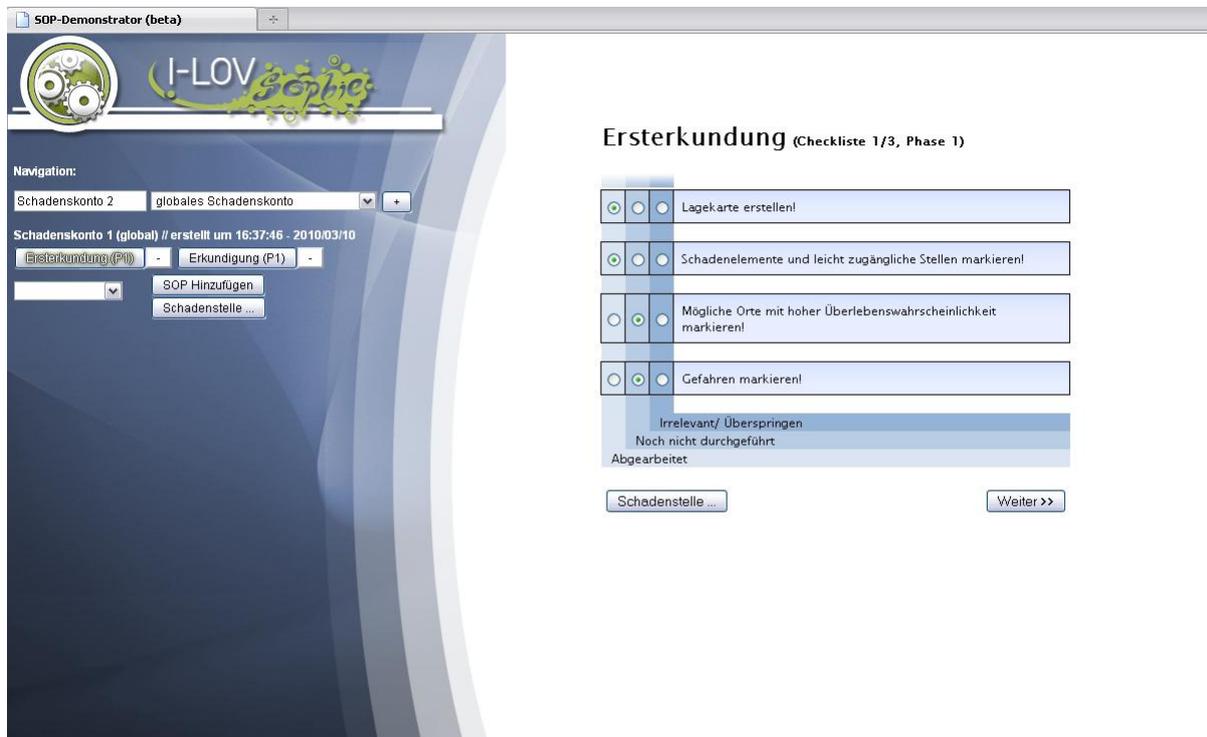


Abbildung 10.4: HTML-JavaScript-basierter SOP-Demonstrator

Quelle: Verfasser/I-LOV

F. Entwicklung des IT-Systems – Quellcode

Die Entwicklung des Prototyps soll an ausgewählten Ausschnitten des erzeugten Java- bzw. XML-Quellcodes dokumentiert werden. Es folgen einige Beispiele a) zur Umsetzung des Klassendiagramms in Java-Code (POJOs), b) zum objektrelationalen Mapping per XML (ORM), c) zum Zugriff auf die SOP-Datenbank mittels Hibernate (DAOs) und d) zur Implementierung der SOPs in Java, vgl. Kapitel 5. Darüber hinaus existiert eine vollständige Dokumentation aller Schnittstellen, Klassen und Methoden, die auf Grund ihres Umfangs jedoch nicht Teil dieser Arbeit sein können.

a) Plain Old Java Objects (POJOs): Beispiele „Checkliste“ und „Arbeitsanweisung“

```
public class Checklist extends SOPItem {
    private String dispText;
    private Set<EntryInChecklist> entries = new HashSet<EntryInChecklist>();
    private Set<EntryInChecklist> inChecklists = new HashSet<EntryInChecklist>();

    public Checklist() {}

    public Checklist(String intName, String dispText) {
        super(intName);
        this.dispText = dispText;
        this.entries = new HashSet<EntryInChecklist>();
        this.inChecklists = new HashSet<EntryInChecklist>();
    }

    public String getDispText() {
        return dispText;
    }

    public void setDispText(String dispText) {
        this.dispText = dispText;
    }

    public Set<EntryInChecklist> getEntries() {
        return entries;
    }

    public void addEntry(EntryInChecklist entry) {
        this.getEntries().add(entry);
    }

    void setEntries(Set<EntryInChecklist> entries) {
        this.entries = entries;
    }

    public Set<EntryInChecklist> getInChecklists() {
        return inChecklists;
    }

    public void addInChecklist(EntryInChecklist checklist) {
        this.getInChecklists().add(checklist);
    }

    void setInChecklists(Set<EntryInChecklist> inChecklists) {
        this.inChecklists = inChecklists;
    }
}
```

```

public class Instruction extends Entry {
    private Set inputFields = new HashSet();
    private Instruction() {}
    public Instruction(String intName, String dispText, String infoText, String
        furtherInfo, String dataInterconn, Boolean dispIfInvers) {
        super(intName, dispText, infoText, furtherInfo, dataInterconn, dispIfInvers);
        this.inputFields = new HashSet();
    }
    public Set getInputFields() {
        return inputFields;
    }
    public void addInputField(InputFieldAtInstruction inputField) {
        this.getInputFields().add(inputField);
    }
    public void setInputFields(Set inputFields) {
        this.inputFields = inputFields;
    }
}

```

b) Objektrelationales Mapping (ORM): Beispiele „Checkliste“ und „Arbeitsanweisung“

```
<hibernate-mapping>
```

```
<joined-subclass name="Checklist" extends="SOPItem">
```

```
<key column="idSOPItem">
</key>
```

```
<property name="dispText" column="dispText" type="string">
</property>
```

```
<set name="entries" table="EntryInChecklist" inverse="true">
<key column="checklist">
</key>
<many-to-many class="EntryInChecklist" column="id">
</many-to-many>
</set>
```

```
<set name="inChecklists" table="EntryInChecklist" inverse="true">
<key column="innerChecklist">
</key>
<many-to-many class="EntryInChecklist" column="id">
</many-to-many>
</set>
```

```
</joined-subclass>
```

```
<joined-subclass name="Instruction" extends="Entry">
```

```
<key column="idEntry">
</key>
```

```
<set name="inputFields" table="InputFieldAtInstruction" inverse="true">
<key column="instruction">
</key>
<many-to-many class="InputFieldAtInstruction" column="id">
</many-to-many>
</set>
```

```
</joined-subclass>
```

```
</hibernate-mapping>
```

c) Data Access Objects (DAOs): Beispiel „Checkliste“

Jeder Datenbankzugriff wird über eine Session gesteuert. Jede Anfrage wird zu einer Transaktion zusammengefasst. Alle Datenbankoperationen⁴⁸, die zu einer Transaktion gehören, werden gemeinsam ausgeführt.

```
public class DAO {
    private static final Logger Log = Logger.getAnonymousLogger();
    private static final ThreadLocal session = new ThreadLocal();
    private static final SessionFactory sessionFactory =
        new Configuration().configure().buildSessionFactory();

    protected DAO() {}

    public static Session getSession() {
        Session session = (Session) DAO.session.get();
        if (session == null) {
            session = sessionFactory.openSession();
            DAO.session.set(session);
        }
        return session;
    }

    protected void begin() {
        getSession().beginTransaction();
    }

    protected void commit() {
        getSession().getTransaction().commit();
    }

    public static void close() {
        getSession().close();
        DAO.session.set(null);
    }
}
```

Einem Singleton Pattern entsprechend liefert die Funktion `getSession()` die aktuelle Session zurück oder eröffnet eine neue Session, falls dies noch nicht geschehen ist. Mit `begin()` wird eine neue Transaktion gestartet und durch den Befehl `commit()` ausgeführt. Die Funktion `close()` schließt die aktuelle Session wieder. Das Data Access Object zum Erstellen, Löschen und Ändern einer Checkliste sieht dann wie folgt aus:

```
public class DAOChecklist extends DAO {
    public DAOChecklist() {}

    public Checklist createChecklist(String intName, String dispText) {
        begin();
        Checklist checklist = new Checklist(intName, dispText);
        getSession().save(checklist);
        commit();
        return checklist;
    }

    public void save(Checklist checklist) {
        begin();
        getSession().update(checklist);
    }
}
```

⁴⁸ Die Fehlerbehandlungsroutinen wurden hier zu Gunsten einer besseren Übersicht entfernt.

```
        commit();
    }

    public void delete(Checklist checklist) {
        begin();
        getSession().delete(checklist);
        commit();
    }

    public void addEntry(Checklist checklist, Entry entry, Integer position) {
        if (isPositionInChecklist(checklist, position)==null) {
            begin();
            EntryInChecklist eic = new EntryInChecklist(position, checklist, entry, null);
            getSession().save(eic);
            commit();
        }
    }

    public void addEntry(Checklist checklist, Checklist innerCL, Integer position) {
        if ((isPositionInChecklist(checklist, position)==null)&(checklist!=innerCL)) {
            begin();
            EntryInChecklist eic = new EntryInChecklist(position, checklist, null, innerCL);
            getSession().save(eic);
            commit();
        }
    }

    public void removeEntry(Checklist checklist, Integer position) {
        if (isPositionInChecklist(checklist, position)!=null) {
            begin();
            getSession().delete(isPositionInChecklist(checklist, position));
            commit();
        }
    }

    public EntryInChecklist isPositionInChecklist(Checklist checklist, Integer
                                                position) {
        EntryInChecklist eic = null;
        begin();
        Query q = getSession().createQuery("from EntryInChecklist eic " +
            "where eic.checklist=:checklist and eic.position=:pos");
        q.setEntity("checklist", checklist);
        q.setInteger("pos", position);
        if (!q.list().isEmpty())
            eic = (EntryInChecklist) q.uniqueResult();
        commit();
        return eic;
    }

    public List getEntries(Checklist checklist) {
        begin();
        Query q = getSession().createQuery("from EntryInChecklist eic " +
            "where eic.checklist=:checklist order by eic.position");
        q.setEntity("checklist", checklist);
        List list = q.list();
        commit();
        return list;
    }
}
```

d) Implementierung des SOP „Phase 2 – Erkundung“ in Java

```
Entry[] e = new Entry[4];
Integer z;
SOItemInSOP siis;

SOP sop = daoSOP.create("Erkundung", "Erkundung", true);
daoSOP.connect(sop, scenario, 2, 1, true);
daoSOP.addEvent(sop, event_change);
daoSOP.addEvent(sop, event_casualtyfound);

SOItem c = daoChecklist.createChecklist("Erkundung", "Checkliste Erkundung");
daoChecklist.addEntry((Checklist)c, cEnvironment, 10);

e[0] = daoInstruction.create("Randtr", "Randtrümmer absuchen!");
e[1] = daoInstruction.create("Nebengeb", "Angrenzende Nebengebäude absuchen!");
e[2] = daoInstruction.create("Räume", "Alle leicht zugänglichen Räume absuchen!");
e[3] = daoInstruction.create("Beobachter", "Prüfen, ob Beobachter abgestellt werden
                                                                    muss!");

daoEntry.addAddictedData(e[0], Randtr, "true", "=");
daoEntry.addAddictedData(e[1], Nebengeb, "true", "=");
daoEntry.addAddictedData(e[2], Räume, "true", "=");

for (z=0;z<=3;z++) {
    daoEntry.saveInterconn(e[z], "AND", false);
    daoChecklist.addEntry((Checklist)c, e[z], (z+2)*10);
}

siis = daoSOPLogic.setFirstItem(sop, c);
siis = daoSOPLogic.setAfterItem(siis, command_sopStart_search);
siis = daoSOPLogic.setAfterItem(siis, command_doc);
```

G. Entwicklung des IT-Systems – Test-SOP

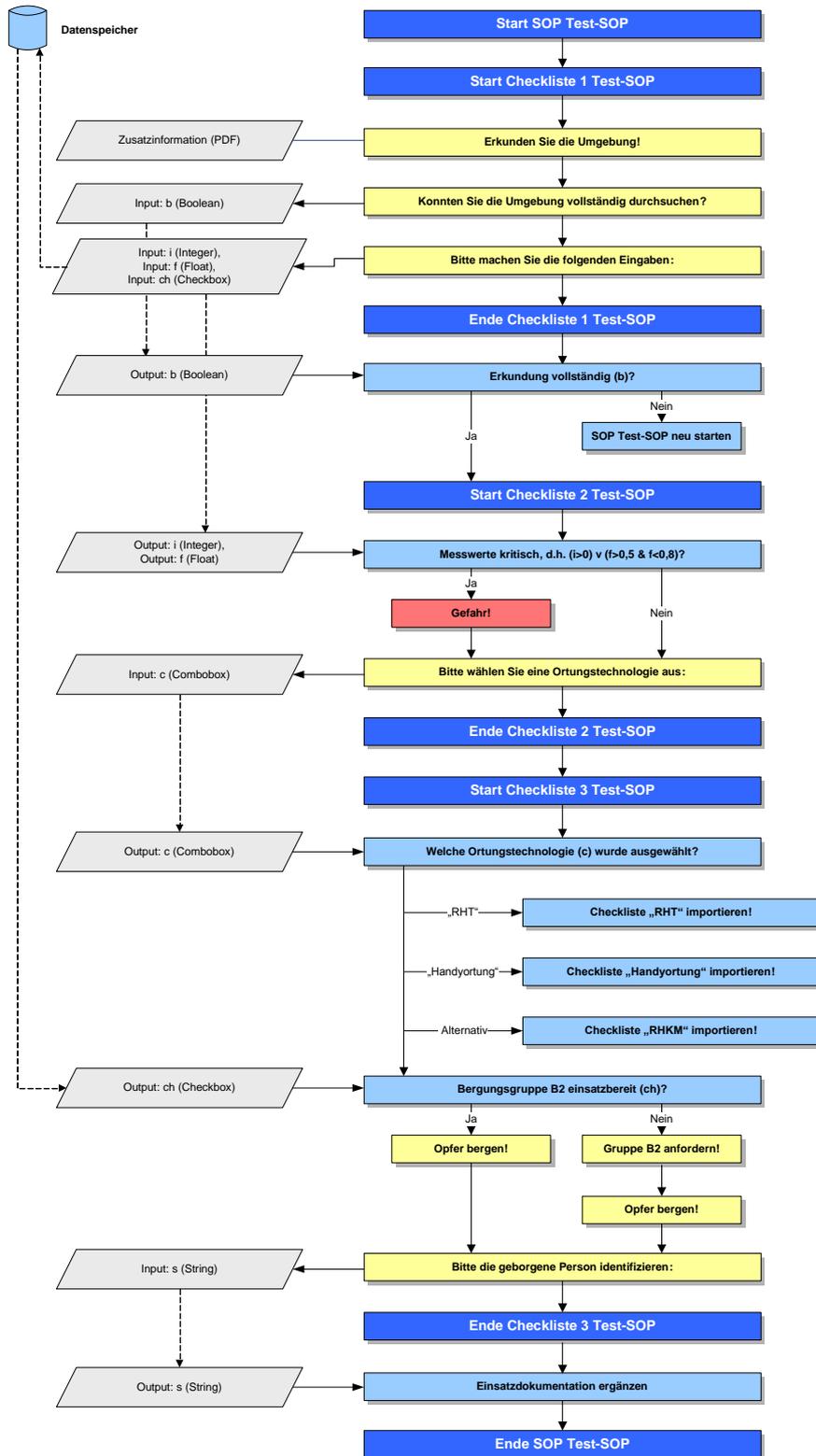


Abbildung 10.5: Modell einer Test-SOP (Kurzfassung) zur Verifizierung des Prototyps

Quelle: Verfasser

H. Standards für die Evaluation

Die Deutsche Gesellschaft für Evaluation (DeGEval) hat 25 Standards definiert, die den im Rahmen der Dissertation durchgeführten Evaluationen zugrunde liegen, auf Grund des Umfangs im Text aber nicht einzeln beschrieben werden. Die folgende Tabelle 10.3 fasst diese Standards zusammen:

Nützlichkeit	N1: Identifizierung der Beteiligten und Betroffenen
	Die am Evaluationsgegenstand beteiligten oder von ihm betroffenen Personen bzw. Personengruppen sollen identifiziert werden, damit deren Interessen geklärt und so weit wie möglich bei der Anlage der Evaluation berücksichtigt werden können.
	N2: Klärung der Evaluationszwecke
	Es soll deutlich bestimmt sein, welche Zwecke mit der Evaluation verfolgt werden, so dass die Beteiligten und Betroffenen Position dazu beziehen können und das Evaluationsteam einen klaren Arbeitsauftrag verfolgen kann.
	N3: Glaubwürdigkeit und Kompetenz des Evaluators / der Evaluatorin
	Wer Evaluationen durchführt, soll persönlich glaubwürdig sowie methodisch und fachlich kompetent sein, damit bei den Evaluationsergebnissen ein Höchstmaß an Glaubwürdigkeit und Akzeptanz erreicht wird.
	N4: Auswahl und Umfang der Informationen
	Auswahl und Umfang der erfassten Informationen sollen die Behandlung der zu untersuchenden Fragestellungen zum Evaluationsgegenstand ermöglichen und gleichzeitig den Informationsbedarf des Auftraggebers und anderer Adressaten und Adressatinnen berücksichtigen.
	N5: Transparenz von Werten
	Die Perspektiven und Annahmen der Beteiligten und Betroffenen, auf denen die Evaluation und die Interpretation der Ergebnisse beruhen, sollen so beschrieben werden, dass die Grundlagen der Bewertungen klar ersichtlich sind.
N6: Vollständigkeit und Klarheit der Berichterstattung	
Evaluationsberichte sollen alle wesentlichen Informationen zur Verfügung stellen, leicht zu verstehen und nachvollziehbar sein.	
N7: Rechtzeitigkeit der Evaluation	
Evaluationsvorhaben sollen so rechtzeitig begonnen und abgeschlossen werden, dass ihre Ergebnisse in anstehende Entscheidungsprozesse bzw. Verbesserungsprozesse einfließen können.	
N8: Nutzung und Nutzen der Evaluation	
Planung, Durchführung und Berichterstattung einer Evaluation sollen die Beteiligten und Betroffenen dazu ermuntern, die Evaluation aufmerksam zur Kenntnis zu nehmen und ihre Ergebnisse zu nutzen.	

Durchführbarkeit	D1: Angemessene Verfahren
	Evaluationsverfahren, einschließlich der Verfahren zur Beschaffung notwendiger Informationen, sollen so gewählt werden, dass Belastungen des Evaluationsgegenstandes bzw. der Beteiligten und Betroffenen in einem angemessenen Verhältnis zum erwarteten Nutzen der Evaluation stehen.
	D2: Diplomatisches Vorgehen
	Evaluationen sollen so geplant und durchgeführt werden, dass eine möglichst hohe Akzeptanz der verschiedenen Beteiligten und Betroffenen in Bezug auf Vorgehen und Ergebnisse der Evaluation erreicht werden kann.
Durchführbarkeit	D3: Effizienz von Evaluation
	Der Aufwand für Evaluation soll in einem angemessenen Verhältnis zum Nutzen der Evaluation stehen.
	F1: Formale Vereinbarungen
Fairness	Die Pflichten der Vertragsparteien einer Evaluation (was, wie, von wem, wann getan werden soll) sollen schriftlich festgehalten werden, damit die Parteien verpflichtet sind, alle Bedingungen dieser Vereinbarung zu erfüllen oder aber diese neu auszuhandeln.
	F2: Schutz individueller Rechte
	Evaluationen sollen so geplant und durchgeführt werden, dass Sicherheit, Würde und Rechte der in eine Evaluation einbezogenen Personen geschützt werden.
	F3: Vollständige und faire Überprüfung
	Evaluationen sollen die Stärken und die Schwächen des Evaluationsgegenstandes möglichst vollständig und fair überprüfen und darstellen, so dass die Stärken weiter ausgebaut und die Schwachpunkte behandelt werden können.
	F4: Unparteiische Durchführung und Berichterstattung
	Die Evaluation soll unterschiedliche Sichtweisen von Beteiligten und Betroffenen auf Gegenstand und Ergebnisse der Evaluation in Rechnung stellen. Berichte sollen ebenso wie der gesamte Evaluationsprozess die unparteiische Position des Evaluationsteams erkennen lassen. Bewertungen sollen fair und möglichst frei von persönlichen Gefühlen getroffen werden.
F5: Offenlegung der Ergebnisse	
Die Evaluationsergebnisse sollen allen Beteiligten und Betroffenen soweit wie möglich zugänglich gemacht werden.	
Genauigkeit	G1: Beschreibung des Evaluationsgegenstandes
	Der Evaluationsgegenstand soll klar und genau beschrieben und dokumentiert werden, so dass er eindeutig identifiziert werden kann.
	G2: Kontextanalyse
	Der Kontext des Evaluationsgegenstandes soll ausreichend detailliert untersucht und analysiert werden.
Genauigkeit	G3: Beschreibung von Zwecken und Vorgehen
	Gegenstand, Zwecke, Fragestellungen und Vorgehen der Evaluation, einschließlich der angewandten Methoden, sollen genau dokumentiert und beschrieben werden, so dass sie identifiziert und eingeschätzt werden können.

G4: Angabe von Informationsquellen
Die im Rahmen einer Evaluation genutzten Informationsquellen sollen hinreichend genau dokumentiert werden, damit die Verlässlichkeit und Angemessenheit der Informationen eingeschätzt werden kann.
G5: Valide und reliable Informationen
Die Verfahren zur Gewinnung von Daten sollen so gewählt oder entwickelt und dann eingesetzt werden, dass die Zuverlässigkeit der gewonnenen Daten und ihre Gültigkeit bezogen auf die Beantwortung der Evaluationsfragestellungen nach fachlichen Maßstäben sichergestellt sind. Die fachlichen Maßstäbe sollen sich an den Gütekriterien quantitativer und qualitativer Sozialforschung orientieren.
G6: Systematische Fehlerprüfung
Die in einer Evaluation gesammelten, aufbereiteten, analysierten und präsentierten Informationen sollen systematisch auf Fehler geprüft werden.
G7: Analyse qualitativer und quantitativer Informationen
Qualitative und quantitative Informationen einer Evaluation sollen nach fachlichen Maßstäben angemessen und systematisch analysiert werden, damit die Fragestellungen der Evaluation effektiv beantwortet werden können.
G8: Begründete Schlussfolgerungen
Die in einer Evaluation gezogenen Folgerungen sollen ausdrücklich begründet werden, damit die Adressaten und Adressatinnen diese einschätzen können.
G9: Meta-Evaluation
Um Meta-Evaluationen zu ermöglichen, sollen Evaluationen in geeigneter Form dokumentiert und archiviert werden.

Tabelle 10.3: Standards für die Evaluation

Quelle: [DeGE08]

I. Beispiel eines Evaluationsprotokolls

Für die Evaluationsdurchführung bzw. deren Dokumentation wurde für jede Methode ein angepasstes Evaluationsprotokoll entwickelt, um dem jeweiligen Evaluator die Aufzeichnung wichtiger Aussagen, Erkenntnisse, notwendiger Nachfragen etc. zu erleichtern. Die folgende Abbildung zeigt die erste Seite des Vorgabedokuments für den Thinking-Aloud-Test mit anschließendem Interview:

	<p>Evaluationsprotokoll zum Thinking-Aloud-Test mit anschließendem Interview</p>	Evaluator: _____ Proband: _____	Datum: _____ Ort: _____
<p>SOP „Einsatzparameter“:</p> <p>SOP Phase 1 „Ersterkundung des Einsatzgebiets“:</p> <p>SOP Phase 1 „Sicherung der Einsatzstelle“:</p> <p>SOP Phase 1 „Erkundigung“:</p> <p>SOP Phase 2 „Weiterführende Erkundung der Randrümer“:</p> <p>SOP Phase 2 „Bergung aus leicht zugänglicher Stelle“:</p>		<p>Allgemeine Notizen:</p> <p>Nachfragen:</p>	

Abbildung 10.6: Protokoll für den Thinking-Aloud-Test (erste Evaluationsstufe)

Quelle: Verfasser/I-LOV

Lebenslauf

von Tobias Becker

geboren am 15.08.1984 in Paderborn, deutsch, ledig,
Mitglied der Deutschen Gesellschaft für Qualität (DGQ)

Beruf

- seit Juli 2012 Spezialist Qualitätssicherung Automotive bei der HELLA KGaA Hueck & Co., Lippstadt, Geschäftsbereich Elektronik, Quality Management Systems and Standards
- April 2009 - Juni 2012 Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Paderborn, Fakultät für Maschinenbau, Fachgebiet C.I.K.: „Computeranwendung und Integration in Konstruktion und Planung“

Studium

- Okt. 2004 - März 2009 Studium an der Universität Paderborn, Abschluss als Diplom-Wirtschaftsingenieur (Maschinenbau)
- Okt. 2008 - März 2009 Diplomarbeit bei der Miele & Cie. KG, Gütersloh, im Bereich Qualitätsmanagement: „Analyse der Möglichkeiten zum Einsatz von Methoden der Statistischen Prozesskontrolle im Bereich umformender Fertigungsverfahren mit anschließender Umsetzung und Bewertung“

Schule

- Aug. 1995 - Juni 2004 Stadtgymnasium Detmold
- Aug. 1991 - Juni 1995 Grundschule „In der Senne“, Augustdorf