

Torsten Schmidt-Baum

**Konzepte für Rettungsketten in
Waldarbeitssystemen**

Konzepte für Rettungsketten in Waldarbeitssystemen

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
an der Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie
der Georg-August-Universität Göttingen

vorgelegt von Torsten Schmidt-Baum
geboren in Wiesbaden

Göttingen, im Juli 2008

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

1. Aufl. - Göttingen : Cuvillier, 2008
Zugl.: Göttingen, Univ., Diss., 2008

978-3-86727-711-2

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Heribert Jacke

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Christoph Kleinn

Tag der mündlichen Prüfung: 03. Juli 2008

© CUVILLIER VERLAG, Göttingen 2008

Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen

Telefon: 0551-54724-0

Telefax: 0551-54724-21

www.cuvillier.de

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es nicht gestattet, das Buch oder Teile daraus auf fotomechanischem Weg (Fotokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen.

1. Auflage, 2008

Gedruckt auf säurefreiem Papier

978-3-86727-711-2

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand in der Abteilung Arbeitswissenschaft und Verfahrenstechnologie des Burckhardt-Instituts der Georg-August-Universität Göttingen und wurde durch die finanzielle Förderung des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen sowie des Landesbetriebes Wald und Holz Nordrhein-Westfalen ermöglicht. Allen beteiligten Forstbeamten und Forstwirten sei herzlich gedankt für ihre Hilfe.

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. Heribert Jacke, für den stetigen Rückhalt, seine Unterstützung, die familienfreundlichen Arbeitsbedingungen und vielen Anregungen, die maßgeblich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben. Herrn Prof. Dr. Kleinn von der Abteilung Waldinventur und Fernerkundung des Burckhardt-Instituts in Göttingen danke ich für die Übernahme des Korreferats.

Jutta Bielefeld, Christhilde Bobbert, Dietmar Weber und Maurice Strunk danke ich für ihr außergewöhnliches Engagement bei den „Rettungseinsätzen“ im Verlauf der Außenversuche sowie bei der Datenaufarbeitung. Die vielen gemeinsamen Erlebnisse während der Außenaufnahmen werden mir in ständiger Erinnerung bleiben.

Für die Konzeption der Programme zur Analyse der Störschalle und zur Optimierung der Signale von Meldeeinrichtungen danke ich Axel Quentin. Dr. Dirk Drewes danke ich für seine zahlreichen Hilfestellungen und Anregungen. Dem Fakultätsgrafiker, Herrn Tambour, sei gedankt für die Anfertigung der Cliparts. Ebenfalls bin ich Arne und Godela Sengpiel sowie meinen Eltern sehr dankbar für die Durchsicht des Manuskriptes. Allen Kollegen/innen sei an dieser Stelle Dank gesagt für die schöne Zeit in der Abteilung, wozu das ausgesprochen herzliche Betriebsklima entscheidend beigetragen hat.

Diese Arbeit widme ich meiner Familie. Als Vater von zwei kleinen Kindern wäre die Promotion nicht ohne die Hilfe meiner lieben Frau, Daniela Baum, möglich gewesen. Ihr danke ich besonders für die stetige Ermutigung und ihre Unterstützung. Aber auch meine Schwiegereltern und Eltern haben uns in dieser Zeit unzählige Male unter die Arme gegriffen, wofür ich ihnen von Herzen danke.

Göttingen, im Juli 2008

Torsten Schmidt-Baum

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	I
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	VII
TABELLENVERZEICHNIS	XII
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	XVIII
1 STRATEGISCHES MANAGEMENT ZUR OPTIMIERUNG VON PROZESSEN	1
1.1 Die Rettungskette – eine logistische Herausforderung	1
1.2 Ziele des Projektes	1
2 GÜTEMERKMALE EINER RETTUNGSKETTE	3
3 ANALYSE UND BEWERTUNG DER BESTEHENDEN LOGISTIKSYSTEME	5
3.1 Ansatzpunkte einer Systemanalyse	5
3.2 Systemanalyse des Rettungsdienstes	6
3.2.1 Strukturanalyse des Rettungsdienstes	6
3.2.1.1 Der Rettungsdienst als Teil des Rettungswesens	6
3.2.1.2 Träger des Rettungsdienstes	6
3.2.1.3 Organisation und Einrichtungen	6
3.2.1.4 Notarztsystem	7
3.2.1.5 Marktverfügbare Leitstellen- und Fahrzeugtechnik	8
3.2.1.6 Datenhaltung	10
3.2.2 Prozessanalyse des Rettungsdienstes	10
3.2.2.1 Teilzeiten im Rettungsablauf innerhalb des Rettungsdienstes	10
3.2.2.2 Leistungsniveau des Rettungsdienstes	12
3.2.3 Rahmenbedingungen und Entwicklungen im Rettungsdienst	15
3.2.3.1 Abbau der notärztlichen Versorgungsqualität	15
3.2.3.2 Kartenkunde	16
3.3 Analyse der Rettungskettenkonzepte in den Landesforstverwaltungen und Landesbetrieben	16
3.3.1 Strukturanalyse der Rettungskettenkonzepte von Landesforstverwaltungen und Landesbetrieben	16
3.3.1.1 Zielgruppen der Rettungskette Forst	16

3.3.1.2	Rechtliche Vorgaben zur Rettungskette Forst	19
3.3.1.3	Vergleich der heterogenen Rettungskettenlösungen im Wald	22
3.3.2	Prozessanalyse der Rettungskettenvarianten	28
3.3.2.1	Rettungsablauf bei Unfällen der betriebszugehörigen Forstwirte	28
3.3.2.2	Rettungsablauf bei Unfällen Betriebsexterner	29
3.3.2.3	Teilzeiten im Rettungsablauf innerhalb des Forstbetriebes	30
3.4	Analyse der Rahmenbedingungen	31
3.4.1	Entwicklungen in der Forstwirtschaft	31
3.4.1.1	Das Unfallrisiko in der Waldarbeit	31
3.4.1.2	Zunehmende Unfallrisiken in Folge eines naturnahen Waldbaus	35
3.4.1.3	Verwaltungsverschlinkung und Outsourcing	36
3.4.1.4	Optimierung der Prozesskette Holz	38
3.4.1.5	Auf-/Ausbau interoperabler IT-Architekturen	39
3.4.2	Technische und regulative Rahmenbedingung hinsichtlich der Lokalisierung verunfallter Personen	42
3.4.2.1	Ortung über das GSM-Netz	42
3.4.2.2	Ortung mit Hilfe des Global Positioning System	44
3.4.2.3	Staatliche Regelungen	46
3.5	Bewertung der bestehenden Rettungskonzepte	47
3.5.1	Fehlendes Qualitätsmanagement	47
3.5.2	Ersthelferproblematik	48
3.5.3	Lotsenproblematik	50
3.5.4	Kartenproblematik	51
3.6	Resümee	52
4	KONZEPT EINER INNOVATIVEN RETTUNGSKETTE	56
4.1	Mehr Sicherheit durch multifunktionale Meldeeinrichtungen	56
4.1.1	Produktbeschreibung	56
4.1.2	Beschreibung der einzelnen Prozeduren	58
4.1.2.1	Notrufprozedur	58
4.1.2.2	Statusmitteilungen	58
4.1.2.3	Telematik-Funktionen	59
4.1.2.4	Routeneinstellung	59
4.1.3	Referenzen	59
4.2	Ausgestaltung einer Forstnotrufzentrale	60
4.2.1	Aufgabe der Forstnotrufzentrale	60
4.2.2	Datenmanagement	61
4.2.2.1	Beschaffung der rettungsrelevanten Geodaten	61
4.2.2.2	Bereitstellung der rettungsrelevanten Informationen	63

4.2.3	Notwendige Systemvoraussetzungen in der Notrufzentrale	66
4.2.4	Gewährleistung des Qualitätsstandards	67
4.3	Ausstattung der Rettungskräfte mit detaillierten analogen und digitalen Einsatzkarten	67
4.4	Ablaufschema der modifizierten Rettungskette	71
5	METHODIK ZUR PRÜFUNG DER EFFEKTIVITÄT UND EFFIZIENZ DES MODIFIZIERTEN RETTUNGSSYSTEMS	74
5.1	Ansatzpunkte	74
5.2	Gebrauchstauglichkeitsstudie zum Benefon Track Pro	76
5.2.1	Fachlicher Hintergrund zum Testverfahren	76
5.2.1.1	Neuorganisation der Rettungskette Forst	76
5.2.1.2	Zur Problematik der Gebrauchstauglichkeitsprüfung	76
5.2.2	Operationalisierung der Gebrauchstauglichkeit	80
5.2.2.1	Aufschlüsselung der Teilkomponenten	80
5.2.2.2	Zieldefinition	80
5.2.2.3	Nutzungskontext	81
5.2.3	Evaluationsmethode	84
5.3	Technische Prüfung des Benefon-Systems	85
5.3.1	Bestimmung der Messgenauigkeit des BENEFON-Systems	85
5.3.1.1	Bestandesauswahl zur Erhebung der GPS-Präzision des Benefon-Gerätes	85
5.3.1.2	Messverfahren	87
5.3.2	Widerstandsfähigkeit des <i>Track Pro</i> gegen äußere Witterungseinflüsse	88
5.3.2.1	Wasserfestigkeit	88
5.3.2.2	Temperatureinfluss auf Tastenfunktionalität	89
5.3.2.3	Temperatureinfluss auf die Spannung und Kapazität des Akkumulators	89
5.3.2.4	Stand-by-Zeiten	90
5.4	Untersuchungen zur GSM-Netzabdeckung und Netz-Versorgungsqualität im Wald	90
5.4.1	Verfügbare Informationen, Erhebungsmethoden	90
5.4.2	Eigene Erhebungen der Netzversorgung	91
5.5	Analyse charakteristischer Störschalle am Arbeitsplatz zur Optimierung der Signale von Meldeeinrichtungen	92
5.5.1	Wahrnehmbarkeit akustischer Signale während der Waldarbeit	92
5.5.2	Standards zur Gestaltung und Prüfung von akustischen Gefahrensignalen	93
5.5.2.1	Begriffsdefinition	93
5.5.2.2	Sicherheitstechnische Anforderungen	93
5.5.3	Prüfverfahren	97
5.5.3.1	Eingrenzung des Untersuchungsgegenstandes	97

5.5.3.2	Auswahl der zu bemessenen Maschinen	99
5.5.3.3	Anzahl der Probanden	100
5.5.3.4	Versuchsbestände	100
5.5.3.5	Auswahl der Kapselgehörschützer	101
5.5.3.6	Messung der Schallpegel-Emissionswerte am Ort der Bedienungsperson	102
5.5.3.7	Auswertung der Daten	104
5.6	Erhebungsmethodik zur Messung der Effektivität des Rettungssystems	107
5.6.1	Variantendetermination	107
5.6.1.1	Vorbemerkung	107
5.6.1.2	Beschreibung der zu simulierenden Rettungsszenarien	107
5.6.2	Zeitabschnitte im Rettungsablauf	112
5.6.2.1	Unterteilung des therapiefreien Intervalls in einzelne Ablaufabschnitte	112
5.6.2.2	Aufschlüsselung der Notrufbearbeitungszeit in der Notrufzentrale	114
5.6.2.3	Aufschlüsselung der Notrufbearbeitungszeit in der Leitstelle	116
5.6.3	Simultanstudie	116
5.6.3.1	Festlegung der Notfallorte	116
5.6.3.2	Simulation des Unfalls	116
5.6.3.3	Schaffung der technischen Voraussetzungen für die Versuchsdurchführung	117
5.6.3.4	Erfassung der Meldefrist	122
5.6.3.5	Erfassung der Notrufbearbeitungszeit in der Notrufzentrale	124
5.6.3.6	Erfassung der Notrufbearbeitungszeit in der Leitstelle	125
5.6.3.7	Erfassung der Fahrzeit und der Fahrstrecke auf der öffentliche Straße	126
5.6.3.8	Erfassung der Fahrzeit und Fahrstrecke auf den nichtöffentlichen Wegen sowie der Zugangszeit und des Zugangsweges	127
5.6.3.9	Protokollierung der Komplikationen und Rahmenbedingungen während der Anfahrt und des Zugangs	129
6	ERGEBNISTEIL	132
6.1	Ergebnisse der Gebrauchstauglichkeitsstudie	132
6.1.1	Repräsentativität der Stichprobe	132
6.1.2	Untersuchungen zur Funktionalität	133
6.1.2.1	Ausfallsicherheit	133
6.1.2.2	Signalhörbarkeit	134
6.1.2.3	Änderungen der signalspezifischen Voreinstellungen	134
6.1.2.4	Funktionsicherheit des Bewegungssensors	141
6.1.3	Bedienbarkeit	144
6.1.3.1	Bedienbarkeit der Hauptfunktionen	144
6.1.3.2	Bedienung mit Handschuhen	145
6.1.3.3	Lesbarkeit der Zeichen auf dem Display	145
6.1.3.4	Erschwernisse durch Masse (Gewicht) und Dimension der Rettungsmobiltelefone	146
6.1.4	Nutzungskontext und Bedürfnisse	146

6.1.4.1	Vergrößerung des Tastaturfeldes	146
6.1.4.2	Gewicht	147
6.1.4.3	Modifikation der Auslöse- und Voralarmzeiten	148
6.1.4.4	Private Nutzung der Diensttelefone während der Dienstzeit	149
6.1.4.5	Weitere Ursachen von Akzeptanzproblemen	151
6.1.4.6	Altersbedingte Unterschiede	153
6.1.4.7	Nutzungsakzeptanz	155
6.2	Ergebnisse der technischen Prüfung des Benefon-Systems	155
6.2.1	Messgenauigkeit	155
6.2.2	Wasserfestigkeit	157
6.2.3	Kälteresistenz	157
6.2.3.1	Tastenfunktionalität	157
6.2.3.2	Einfluss der Temperatur auf Spannung und Kapazität	158
6.2.3.3	Stand-by-Zeiten	159
6.3	Wahl eines geeigneten GSM-Netzes	160
6.3.1	Vergleich elementarer Qualitätskriterien auf Grundlage der Expertenbefragung	160
6.3.1.1	Ausbau des Base-Transceiver-Station-Netzes	160
6.3.1.2	Netzkapazität und Netzqualität	161
6.3.1.3	Sicherheit	161
6.3.1.4	Priorisierung von Rufnummern	162
6.3.1.5	SMS-Übertragung	162
6.3.1.6	Service	163
6.3.1.7	Roamingpartner	164
6.3.2	Netzabdeckung und Netzversorgungsqualität	165
6.3.2.1	Vodafone	165
6.3.2.2	T-Mobile	166
6.3.2.3	Vergleich der Varianten D1 (T-Mobile) und D2 (Vodafone)	166
6.4	Ergebnisse der Analyse charakteristischer Störschalle während der Waldarbeit	171
6.4.1	Berechnung geeigneter Signalkomponenten einer im Kapselgehörschützer integrierten Schallquelle	171
6.4.2	Berechnung geeigneter Signalkomponenten einer externen Schallquelle	176
6.4.3	Bereitstellung herstellergerechter Daten zur Gestaltung geeigneter Gefahrensignale	177
6.4.3.1	Normierte Schalldruckpegel für eine außerhalb des Gehörschutzes platzierte Schallquelle	177
6.4.3.2	Normierte Schalldruckpegel für eine in den Gehörschutz integrierte Schallquelle	181
6.5	Ergebnisse der Simultanstudie	181
6.5.1	Meldefrist	181
6.5.2	Notrufbearbeitungszeit in der Notrufzentrale	184
6.5.2.1	Teilzeiten	184
6.5.2.2	Gesamtzeit	185

6.5.3	Notrufbearbeitungszeit Leitstelle	186
6.5.4	Ausrückezeit	186
6.5.5	Vergleich der variantenspezifischen Vor-/Anlaufzeit	186
6.5.6	Variantenspezifische Erfolgsquote	188
6.5.7	Vergleich der Anfahrts- und Zugangszeiten	189
6.5.7.1	Auswertungskonzept	189
6.5.7.2	Verzögerungen während der Anfahrtzeit	189
6.5.8	Defizite der Navigationsgrundlage und des Routing-Programms	194
6.5.8.1	Navigationsfehler und Navigationsmängel	194
6.5.8.2	Routenqualität	195
6.5.8.3	Eignung des Abstellplatzes	196
6.5.9	Vergleichende Gegenüberstellung der Zugangszeiten	197
6.5.10	Regressionsanalyse zur Identifizierung der Einflussfaktoren auf die Zugangszeit	200
6.5.11	Vergleich der therapiefreien Intervalle	203
7	GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT UND OPTIMIERUNGSMÖGLICHKEITEN EINES GPS-GESTÜTZTEN RETTUNGSSYSTEMS	209
7.1	Technische Schwachstellen des Rettungsmobiltelefons und Ursachen von Akzeptanzproblemen	209
7.2	Strategieeffekt des Rettungssystems	212
7.2.1	Effektivität der modifizierten Rettungskettenvarianten	212
7.2.2	Eignung der passiven Alarmgeber	214
7.2.3	Einfluss der Notrufzentrale auf das therapiefreie Intervall	215
7.3	Ansätze zur Optimierung des Rettungssystems	216
7.3.1	Konsequenzen aus der Gebrauchstauglichkeitsstudie	216
7.3.2	Konsequenzen aus der Störschallanalyse	219
7.3.3	Effizienzsteigerung durch die Erschließung eines großen Kundenkreises	220
7.3.4	Laufenthaltung der digitalen und analogen Karten	220
7.3.5	Spezifische Navigationssysteme für Rettungsfahrzeuge	221
7.3.6	Modelle zur Lösung der Schrankenproblematik	222
7.3.7	Duale Alarmierungswege bei aktiv oder passiv ausgelösten Notrufen	223
7.3.8	Vereinheitlichung der Alarmstichworte	223
7.4	Realisierung der modifizierten Rettungskettenkonzepte	224
8	ZUSAMMENFASSUNG	226
9	LITERATURVERZEICHNIS	231
10	ANHANG	I

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zyklische Abfolge der Aufgabenkomplexe eines strategischen Prozessmanagements. Quelle: ARNOLD ET AL., 2002	2
Abbildung 2: Maßnahmen und Akteure einer Rettungskette (modifiziert nach AHNEFELD, 1981)	11
Abbildung 3: Verteilung der Eintreffzeit von Rettungswagen (RTW), Notarzteinsatzfahrzeug/Notarztwagen (NEF/NAW) und Rettungshubschraubern (RTH) in Deutschland bei Fahrten mit Sonderrechten (Werte aus SCHMIEDEL UND BEHRENDT, 2002)	14
Abbildung 4: Ausschnitt aus der Rettungskarte Rheinland-Pfalz	26
Abbildung 5: Zahl der meldepflichtigen Unfälle im Staatswald Deutschlands pro 1.000 Waldarbeiter	32
Abbildung 6: Zahl der meldepflichtigen Unfälle im Staatswald Deutschlands pro 1 Mio. produktiver Arbeitsstunden	32
Abbildung 7: Entwicklung der relativen Unfallhäufigkeit in den einzelnen Arbeitsbereichen in den Jahren 1999–2005. Quelle: Eigene Darstellung nach Daten aus KWF (2007)	32
Abbildung 8: Entwicklung der Unfallzahlen im Staatswald von Niedersachsen im Vergleich zu den Beschäftigungszahlen und den produktiven Arbeitsstunden in der motormanuellen Holzernte	33
Abbildung 9: Zahl der in Folge eines Forstunfalls verletzten und getöteten Versicherten der Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaft	34
Abbildung 10: Prozentuale Verteilung der Unfälle in der Landwirtschaftlichen Unfallkasse (LUV) bezogen auf die Dauer der Arbeitsunfähigkeit (Jahr 2004)	34
Abbildung 11: Einschlagsmenge des in hochmechanisierter Holzernte von Unternehmern und eigenen Harvestern aufgearbeiteten Holzes in den Niedersächsischen Landesforsten. Quelle: Eigene Darstellung nach Daten von SOHNS (2007)	37
Abbildung 12: Optionale Systemstruktur zur Bereitstellung von Geoinformationen	42
Abbildung 13: Standortbestimmung durch Triangulation	44
Abbildung 14: Das Notrufsystem Benefon Track Pro	57
Abbildung 15: Aktualisierung der Geo-Infomationen in der Notrufzentrale über einen Web-Service	62
Abbildung 16: Direkter Datenaustausch zwischen dem Server der Notrufzentrale und dem Server einer Forstorganisation (Beispiel) über einen VPN-Tunnel	62
Abbildung 17: Abruf des Rettungskontextes über einen eindeutigen Wert des Schlüsselattributes	64

Abbildung 18: Aggregation der Geoinformationen durch Objektverscheidung.....	64
Abbildung 19: Aufbau des ATKIS-Objektartenkataloges	69
Abbildung 20: Ablaufplanung der Rettungskette nach Ablauf des Voralarms	71
Abbildung 21: Komponenten der Gebrauchstauglichkeit	77
Abbildung 22: Mithörschwellen (L_T) bei Maskierung durch ein Schmalbandrauschen mit Mittenfrequenz 1 kHz und unterschiedlichen Schallpegeln (L_G) [Quelle: ZWICKER, 1982].....	94
Abbildung 23: Vor- und Nachverdeckung (mit breitbandigem Rauschen als Maskierer) [Quelle: ZWICKER, 1982].....	95
Abbildung 24: Akustische Bedingungen für die Entwicklung schalltraumatischer Gehörschäden (Quelle: modifiziert nach TRIEBIG ET AL., 2003)	96
Abbildung 25: Bewertungskurven des Schalldruckpegels (Quelle: Brüel & Kjær, 2000)..	103
Abbildung 26: Applizierung des Mikrofons über dem Kapselgehörschützer	104
Abbildung 27: Illustration der Zeitabschnitte (Sekundenintervalle), in denen die normativen Vorgaben bei dem exemplarischen Schalldruckpegelwert erfüllt sind	106
Abbildung 28: Querschnitt durch einen Kapselgehörschützer mit integrierter Schallquelle (Quelle: PFEIFFER ET AL., 1997)	106
Abbildung 29: Ablaufschema der Rettungskette bei Drei-Personen-Arbeitsgruppen.....	108
Abbildung 30: Ablaufschema der Rettungskette bei Zwei-Personen-Arbeitsgruppen und Einsatzfahrzeugen mit detaillierten analogen Rettungskarten	109
Abbildung 31: Ablaufschema der Rettungskette bei Zwei-Personen-Arbeitsgruppen und Einsatzfahrzeugen mit Navigationssystemen	110
Abbildung 32: Ablaufschema der Rettungskette bei Einzelpersonen und Einsatzfahrzeugen mit detaillierten analogen Rettungskarten	111
Abbildung 33: Ablaufschema der Rettungskette bei Einzelpersonen und Einsatzfahrzeugen mit Navigationssystemen	111
Abbildung 34: Chronologische Zusammenfassung der in den einzelnen Varianten aufeinanderfolgender Zeitabschnitte.....	112
Abbildung 35: Variantenspezifische Handlungsabfolgen in der Notrufzentrale.....	115
Abbildung 36: Kommunikationsszenario bei Forstnotrufen von Forstwirten des Landesbetriebes Wald und Holz (ausgenommen Forstnotrufe aus dem Hochsauerlandkreis) [modifiziert nach LANDESBETRIEB WALD UND HOLZ, 2007].....	117
Abbildung 37: Variantenbedingte unterschiedliche Verläufe der Anfahrtsroute	127
Abbildung 38: Altersverteilung in der Stichprobe und in der Grundgesamtheit der Regiearbeiter	132

Abbildung 39: Relative Häufigkeit der Störungsursachen, die zu einem Funktionsausfall geführt haben.....	133
Abbildung 40: Modifizierungsquote der voreingestellten Signaltöne für ausgewählte Ereignisse.....	135
Abbildung 41: Anzahl der als Substitut gewählten Tonnummern, gegliedert nach Ereignissen.....	135
Abbildung 42: Relation der Mobiltelefone mit reduzierter Lautstärke zum Gesamtkollektiv, spezifiziert nach Umgebungsobjekten.....	136
Abbildung 43: Eisbergdiagramm zur Hörbarkeit der akustischen Signale bei Arbeiten ohne Gehörschutz und ohne Maschinengeräusche.....	137
Abbildung 44: Eisbergdiagramm zur Hörbarkeit der akustischen Signale unter definierten Arbeitsbedingungen mit einer forstlichen Großmaschine.....	138
Abbildung 45: Eisbergdiagramm zur Hörbarkeit der Signale unter definierten Arbeitsbedingungen mit der Motorsäge.....	138
Abbildung 46: Häufigkeitsverteilung der Bewertungen bezüglich der Hörbarkeit der Signale in den Gruppen mit und ohne Gehörschutz.....	139
Abbildung 47: Häufigkeit einer ungewollten Auslösung des Voralarms/Personen- Alarms innerhalb der letzten fünf Arbeitstage.....	142
Abbildung 48: Relative Häufigkeiten, mit der die GPS-Mobiltelefone an den ausgewiesenen Trageorte appliziert wurden.....	142
Abbildung 49: Subjektive Bewertung der Bedienbarkeit der wichtigsten Funktionen.....	144
Abbildung 50: Subjektive Bewertungen der durch das GPS-Mobiltelefon verursachten Belastungen.....	146
Abbildung 51: Analyse des Bedürfnisses nach einer Vergrößerung des Tastaturfeldes und der Akzeptanz der daraus resultierenden Nebeneffekte.....	147
Abbildung 52: Dauer des Besitzes eines privaten Mobiltelefons.....	149
Abbildung 53: Mitgeführte Mobiltelefone während der Arbeitszeit.....	150
Abbildung 54: Begründungen für die Mitführung des privaten Mobiltelefons während der Arbeitszeit.....	150
Abbildung 55: Grad der Übereinstimmung der individuellen Meinungen mit den angeführten Aussagen.....	151
Abbildung 56: Fehlerbalkendiagramm mit Altersgruppenvergleich der arithmetischen Mittelwerte bezüglich des Akzeptanzproblems „Gewicht, Bewegungseinschränkung“.....	154
Abbildung 57: Boxplots zum Empfang der beiden untersuchten Netzprovider.....	169
Abbildung 58: Degressiver Verlauf der Verhältniskurve von Schalldruckpegel und Kongruenzzeit.....	173

Abbildung 59: Mittelwerte und Streuungsspreite der Kongruenzwerte, gruppiert nach dem geforderten Grad der Übereinstimmung mit den normativen Vorgaben (Kongruenzzeiten)	173
Abbildung 60: Verlaufskurven der modellspezifischen Kongruenzwerte und die aus den Höchstwerten der Terzbänder resultierende Konformitätsgrenze bei Arbeiten mit der Motorsäge	174
Abbildung 61: Versuchsaufbau im reflexionsarmen Raum	178
Abbildung 62: Immission-Schalldruckpegel in Abhängigkeit von der vertikalen Positionierung der Schallquelle und der Frequenz	179
Abbildung 63: Immission-Schalldruckpegel in Abhängigkeit von der horizontalen Positionierung der Schallquelle und der Frequenz	180
Abbildung 64: Box-and-Whisker-Plots mit der Verteilung der Meldefristen in der klassischen Rettungskette, getrennt nach den Fällen, in denen der Verunfallte bewusstlos oder bei Bewusstsein war.	182
Abbildung 65: Verteilung der Meldefristen bei der klassischen Rettungskette (Szenario Verunfallter „bewusstlos“ und Verunfallter „bei Bewusstsein“) und bei den modifizierten Rettungskettenvarianten (Alarmauslösung durch einen passiven Alarmgeber)	183
Abbildung 66: Verteilung der Stichprobenwerte bei der Bemessung der Aufschaltzeit in der Leitstelle Meschede	185
Abbildung 67: Vergleich der variantenspezifischen Vor- und Anlaufzeiten	187
Abbildung 68: Verlängerung der Fahrzeit in den Kategorien „Navigationssystem“ und „Rettungskarte“ im direkten Vergleich mit der Fahrtzeit der klassischen Rettungskettenvariante	190
Abbildung 69: Box-and-Whisker-Plot mit der Verteilung der Fahrzeiten in den Kategorien der modifizierten Varianten (Navigation, Rettungskarte) und der klassischen Rettungskette (Variante klassisch)	192
Abbildung 70: Fallbeispiel, in dem die berechnete Route (gestrichelt) über einen Waldweg verläuft	194
Abbildung 71: Fehlende akustische Fahrhinweise an Weggabelungen	195
Abbildung 72: Verknüpfungsfehler – der in der Realität in den Weg A mündende Weg B weist in der Vektorkarte keinen Schnittpunkt mit dem Weg A auf.	195
Abbildung 73: Ungeeignete Routenführung über eingeschränkt befahrbare Wege	196
Abbildung 74: Vergleich der Zugangszeiten bei einer Routenführung mittels eines GPS-Handgerätes bei Verwendung einer Anwegbeschreibung	199

Abbildung 75: Anteil der Fälle, in denen die Rettungskräfte in den modifizierten Varianten schneller beim Verunfallten eintrafen als bei beiden Szenarien der klassischen Rettungskette (Verunfallter bei Bewusstsein und Verunfallter bewusstlos)	206
Abbildung 76: Anteil der Fälle, in denen die Rettungskräfte in den relativierten modifizierten Varianten mit Navigationssystem schneller beim Verunfallten eintrafen als bei den jeweiligen Szenarien der klassischen Rettungskette (Verunfallter bei Bewusstsein und Verunfallter bewusstlos).....	208

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Entwicklung der Eintreffzeiten des Notarztes und des ersten Rettungsmittels (Hilfsfrist)	15
Tabelle 2: Anzahl der in der Forstwirtschaft in Deutschland eingesetzten Maschinen, gegliedert nach Maschinenarten, Stand: März 2002 (Quelle: EBEL, 2006)	18
Tabelle 3: Zahl der Forstunfälle 2004 gegliedert nach Art des Betriebes	35
Tabelle 4: Musterdatensatz aus der Relation „Rettungskontext“	63
Tabelle 5: Gebietslayer mit rettungsrelevanten Daten	65
Tabelle 6: Aufgliederung der Regentage nach der Niederschlagsmenge	89
Tabelle 7: Aufstellung der zu betestenden Motorsägenmodelle	99
Tabelle 8: Aufstellung der zu betestenden Freischneider/Motorsensenmodelle	99
Tabelle 9: Daten des betesteten Rückeschleppers	100
Tabelle 10: Anwendungsbereiche der Motorsägenklassen	101
Tabelle 11: Dämmwerte [dB (A)] der am häufigsten in der Forstwirtschaft verwendeten Kapselgehörschützer, gegliedert nach den für die Konzeption von Gefahrensignalen geeigneten Terzfrequenzbändern	102
Tabelle 12: Muster einer Anfahrtsbeschreibung, erstellt durch eine Applikation der Leitstellensoftware COBRA MAP	121
Tabelle 13: U-Test von MANN-WHITNEY zum Vergleich der Altersverteilung der Stichprobe und der Grundgesamtheit der Regiearbeiter	133
Tabelle 14: Voreinstellung der ausgelieferten GPS-Mobiltelefone im Untermenü „Umgebungen“	134
Tabelle 15: Favorisierte Tonnummern, die in mehr als 10 % der Fälle anstelle der Voreinstellung gewählt wurden	136
Tabelle 16: Arithmetische Mittelwerte der Signalhörbarkeit bei den Gruppen mit und ohne Gehörschutz	139
Tabelle 17: Vergleich der Durchschnittswerte der Hörbarkeit der Signale mit und ohne Gehörschutz	140
Tabelle 18: Arithmetische Mittelwerte der Signalhörbarkeit bei den Gruppen mit und ohne Modifikationen der Umgebungseinstellungen	140
Tabelle 19 : U-Test von MANN-WHITNEY zum Vergleich der Hörbarkeit bei voreingestellten und modifizierten Signalen	141

Tabelle 20: Arithmetische Mittelwerte (MW) der Häufigkeit unbegründeter Alarmauslösungen (aus ordinalskalierten Werten).....	143
Tabelle 21: U-Test von MANN-WHITNEY zum Vergleich der Häufigkeit unbegründeter Alarmauslösungen bei voreingestellten und modifizierten Signalen.....	143
Tabelle 22: Arithmetische Mittelwerte der wertenden Angaben zur Bedienbarkeit der wichtigsten Funktionen	145
Tabelle 23: Einstellung der Forstwirte zur Masse des GPS-Mobiltelefons.....	147
Tabelle 24: Einstellung der Forstwirte zu einer Verlängerung der Auslösezeit	148
Tabelle 25: Einstellung der Forstwirte zu einer Verlängerung der Voralarmzeit	148
Tabelle 26: U-Test von MANN-WHITNEY zum Vergleich der Auffassungen bezüglich einer Verlängerung der Voralarmzeit in Abhängigkeit von der zuvor hinsichtlich der Auslösezeit eingenommenen Position.....	149
Tabelle 27: Besitzdauer eines privaten Mobiltelefons in der Altersklasse von 51-60 Jahre.....	149
Tabelle 28: KRUSKAL-WALLIS-Test zum Vergleich der Ausmaße von Akzeptanzproblemen in Abhängigkeit von der Altersgruppe.....	154
Tabelle 29: Deskriptive Statistik der im Kerbtal gemessenen Distanzen (m) der GPS-Messungen im Vergleich zu den Referenzdaten.....	155
Tabelle 30: Deskriptive Statistik der im Fichtenbestand gemessenen Distanzen (m) der GPS-Messungen im Vergleich zu den Referenzdaten.....	156
Tabelle 31: Deskriptive Statistik der in dem Buchenbestand gemessenen Distanzen (m) der GPS-Messungen im Vergleich zu den Referenzdaten	156
Tabelle 32: Deskriptive Statistik der auf dem Plateau gemessenen Distanzen (m) der GPS-Messungen im Vergleich zu den Referenzdaten.....	156
Tabelle 33: Vergleich der Durchschnittswerte der GPS-Empfänger von Garmin und dem Prototyp (neuer GPS-Empfänger).....	157
Tabelle 34: Prüfung der Tastenfunktion bei verschiedenen Umgebungstemperaturen ...	158
Tabelle 35: Spannungsabfall in Abhängigkeit von der Außentemperatur	158
Tabelle 36: Spannungszustände (V) des Akkumulators nach zweistündiger Lagerung in der Kühlkammer.....	159
Tabelle 37: Stand-by-Zeiten der Testgeräte bei einer Umgebungstemperatur von - 10 °C.....	160
Tabelle 38: Roamingpartner der Provider Vodafone und T-Mobile in den Benelux-Staaten und Frankreich.....	165

Tabelle 39: Vergleich des Anteils von versorgten Flächen	167
Tabelle 40: Vergleich der mit dem Planungstool und aus der Stichprobe berechneten Netzversorgungen.....	167
Tabelle 41: Kontingenztabelle der Empfangsstärken bei den zwei Groß-Providern auf dem Niveau der originären Balkenanzeige	168
Tabelle 42: Kontingenztabelle der Empfangsstärken bei den zwei Groß-Providern auf dem Niveau eines vergrößerten Variablenpaars	169
Tabelle 43: Deskriptive Statistik der Empfangsstärke bei den beiden untersuchten Providern.....	170
Tabelle 44: Rangvergleich der Empfangsstärke bei den untersuchten Providern.....	170
Tabelle 45: Rangvergleich der Empfangsstärke bei den beiden untersuchten Providern.....	170
Tabelle 46: Auszug aus der Ergebnisdatei des Programms MASKEDTRHES für den Kapselgehörschützer Typ Clarity C3 von Bilsom	172
Tabelle 47: Konformitätswerte ($L_{S, A \min}$) in Abhängigkeit von Kongruenzzeit in dB (A) für die bemessenden Motorsägen.....	175
Tabelle 48: Konformitätswerte ($L_{S, A \min}$) in Abhängigkeit von Kongruenzzeit in dB (A) für den bemessenen Schlepper	175
Tabelle 49: Konformitätswerte ($L_{S, A \min}$) in Abhängigkeit von Kongruenzzeit in dB (A) für die bemessenen Freischneider.....	175
Tabelle 50: Konformitätswerte ($L_{S, A \min}$) in Abhängigkeit von Kongruenzzeit in dB (A) für alle bemessenen Maschinen	175
Tabelle 51: Konformitätswerte ($L_{S, A \min}$) in Abhängigkeit von Kongruenzzeit in dB (A)	176
Tabelle 52: Direktschalldruckpegel ($L_{S, A 1 m}$) [dB (A)] der Terzbänder, gemessen in 1 m Entfernung von der Schallquelle	180
Tabelle 53: Normierte Werte [dB (A)] in 1 m Entfernung Direktschall für eine externe Schallquelle.....	181
Tabelle 54: Normierte Werte in 1 m Entfernung Direktschall für eine integrierte Schallquelle.....	181
Tabelle 55: Anteil der Fälle in den Szenarien der klassischen Rettungskette, deren Meldefrist das Zeitlimit von 5 bzw. 10 Minuten überschreitet.....	183
Tabelle 56: Vergleich der Notrufbearbeitungszeit „Notrufzentrale“ in den Versionen „Koordinaten“ und „Rettungspunkt“	186
Tabelle 57: Anteil der in den Varianten erfolgreich aufgefunden Verunfallten	188

Tabelle 58: Zahl der Stichproben, in denen der Routenverlauf in den Kategorien „Navigationssystem“ und „Rettungskarte“ von dem Streckenverlauf der klassischen Rettungskette (Lotsensystem) abwich	191
Tabelle 59: Absolute Zahl und Anteil der Fälle, in denen der Rettungsweg durch eine Schranke versperrt war	191
Tabelle 60: Relationen zwischen der Fahrstrecke der modifizierten Varianten und der klassischen Rettungskette	192
Tabelle 61: Vergleich der Durchschnittsgeschwindigkeiten auf der gewählten Anfahrtroute	192
Tabelle 62: Verlängerungen der Fahrzeit in den Kategorien der modifizierten Varianten (Navigation, Rettungskarte) im Vergleich zur klassischen Rettungskette (Variante klassisch) mit und ohne Klassifizierungs- und Verknüpfungsfehler	193
Tabelle 63: Arithmetische Mittelwerte des kürzesten geeigneten Zugangsweges vom Abstellplatz des Rettungsfahrzeuges bis zum Verunfallten	197
Tabelle 64: Vergleich der variantenspezifischen Zugangszeiten	198
Tabelle 65: Zugangszeiten und die variantenspezifischen Relationen zur klassischen Rettungskette	199
Tabelle 66: Ergebnisausgabe des MANN-WHITNEY-U-Testes – Überprüfung der Übereinstimmung der Zugangszeiten bei Aufsuchen des Verunfallten mittels einer Anwegbeschreibung oder Verwendung eines GPS-Handgerätes	200
Tabelle 67: Mittelwerte und Standardabweichungen der variantenspezifischen Zugangszeiten	200
Tabelle 68: Treffsicherheit einer multiplen Regression (Methode „stepwise“) auf die Zugangszeit (s) der Kategorie „Navigationssystem“ (N=94)	201
Tabelle 69: Treffsicherheit einer multiplen Regression (Methode „stepwise“) auf die Zugangszeit (s) der Kategorie „Rettungskarte“ (N=94)	201
Tabelle 70: Lineares Regressionsmodell für die Erklärung der Zugangszeit (s) in der Kategorie „Navigationssystem“ (N=94)	202
Tabelle 71: Lineares Regressionsmodell für die Erklärung der Zugangszeit (s) in der Kategorie „Rettungskarte“ (N=94)	202
Tabelle 72: Relative Anzahl der in den Varianten aufgetretenen Komplikationen, separiert nach Problembereichen	203
Tabelle 73: Vergleich der therapiefreien Intervalle in den modifizierten Rettungskettenvarianten mit dem klassischen Rettungskettenszenarien „Verunfallter bei Bewusstsein“	204

Tabelle 74: Vergleich der therapiefreien Intervalle in den modifizierten Rettungskettenvarianten mit dem klassischen Rettungskettenszenario „Verunfallter bewusstlos“.....	205
Tabelle 75: Vergleich der realistischen therapiefreien Intervalle in den navigationsbasierten Rettungskettenvarianten mit dem klassischen Rettungskettenszenario „Verunfallter bei Bewusstsein“.....	207
Tabelle 76: Vergleich der realistischen therapiefreien Intervalle in den navigationsbasierten Rettungskettenvarianten mit dem klassischen Rettungskettenszenario „Verunfallter bewusstlos“.....	207
Tabelle A_1: Bandmittenfrequenzen f_m , untere f_u und obere f_o Grenzfrequenz der Terz- und Oktavbänder (Ausschnitt aus dem für den Menschen hörbaren Frequenzbereich).....	i
Tabelle A_2: Motorsägen – Konformitätswerte unter den Gehörschutzmodellen bei 95 % Konvergenzzeit.....	ii
Tabelle A_3: Motorsägen – Konformitätswerte unter den Gehörschutzmodellen bei 99 % Konvergenzzeit.....	ii
Tabelle A_4: Motorsägen – Konformitätswerte unter den Gehörschutzmodellen bei 100 % Konvergenzzeit.....	ii
Tabelle A_5: Motorsägen – Konformitätswerte über den Gehörschutzmodellen bei 95 % Konvergenzzeit.....	iii
Tabelle A_6: Motorsägen – Konformitätswerte über den Gehörschutzmodellen bei 99 % Konvergenzzeit.....	iii
Tabelle A_7: Motorsägen – Konformitätswerte über den Gehörschutzmodellen bei 100 % Konvergenzzeit.....	iii
Tabelle A_8: Freischneider – Konformitätswerte unter den Gehörschutzmodellen bei 95 % Konvergenzzeit.....	iv
Tabelle A_9: Freischneider – Konformitätswerte unter den Gehörschutzmodellen bei 99 % Konvergenzzeit.....	iv
Tabelle A_10: Freischneider – Konformitätswerte unter den Gehörschutzmodellen bei 100 % Konvergenzzeit.....	iv
Tabelle A_11: Freischneider – Konformitätswerte über den Gehörschutzmodellen bei 95 % Konvergenzzeit.....	v
Tabelle A_12: Freischneider – Konformitätswerte über den Gehörschutzmodellen bei 99 % Konvergenzzeit.....	v
Tabelle A_13: Freischneider – Konformitätswerte über den Gehörschutzmodellen bei 100 % Konvergenzzeit.....	v
Tabelle A_14: Schlepper – Konformitätswerte unter den Gehörschutzmodellen bei 95 % Konvergenzzeit.....	vi

Tabelle A_15: Schlepper – Konformitätswerte unter den Gehörschutzmodellen bei 99 % Konvergenzzeit	vi
Tabelle A_16: Schlepper – Konformitätswerte unter den Gehörschutzmodellen bei 100 % Konvergenzzeit	vi
Tabelle A_17: Schlepper – Konformitätswerte über den Gehörschutzmodellen bei 95 % Konvergenzzeit	vii
Tabelle A_18: Schlepper – Konformitätswerte über den Gehörschutzmodellen bei 99 % Konvergenzzeit	vii
Tabelle A_19: Schlepper – Konformitätswerte über den Gehörschutzmodellen bei 100 % Konvergenzzeit	vii
Tabelle A_20: Immission-Schalldruckpegel ($L_{S,A Imm}$) über dem Kapselgehörschützer in Abhängigkeit von der Positionierung der Schallquelle.....	viii
Tabelle A_21: Dämpfungsfaktoren	viii

Abkürzungsverzeichnis

AAO	Alarm- und Ausrückeordnung
ABM	Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen
AdV	Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland
AGVK	Amt für Geoinformation, Vermessung- und Katasterwesen
AKS	Arbeitsgruppenkommunikationssystem
ALB	Automatisierte Liegenschaftsbuch
ALK	Automatisierte Liegenschaftskarte
ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
ASP	Application Service Providing
ATKIS	Amtliches Topografisch-Kartografisches Informationssystem
AZ	Ausrückezeit
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
BLB	Bundesverband Landwirtschaftlicher Berufsgenossenschaften e.V.
BOS	Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben
BSC	Base Station Controller
BTS	Base Transceiving Station
BZL	Notrufbearbeitungszeit Leitstelle
BZN	Notrufbearbeitungszeit Notrufzentrale
DGM	Digitales Geländemodell
DFWR	Deutscher Forstwirtschaftsrat
DHWR	Deutscher Holzwirtschaftsrat
DKE	Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik
DLM	Digitales Landschaftsmodell
DRG	Diagnosis Related Groups
DTK25	Digitale Topografische Karte im Maßstab 1:25.000
EDV	Elektronisches Datenverarbeitungssystem
ELA	Alarmierungs- und Durchsageanlage
EST	Erweiterter Sortentarif
EU	Europäische Union
FCC	Federal Communication Commission
FEZ	Feuerwehreinsatzzentrale
FMS	Funkmeldesystem
FZ1	Fahrzeit öffentliche Straße

FZ2	Fahrzeit nichtöffentliche Straße
GDI-DE	Geodateninfrastruktur in Deutschland
GDF	Geographic Data File
GeoDat	Geographische Datenstandard
GIS	Geographisches Informationssystem
GK	Gauß-Krüger
GLONASS	Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema (Globales Navigations-Satelliten-System)
GSM	Global System for Mobile Communication
GMSC	Gateway Mobile Switching Center
GPS	Global Positioning System
HLR	Home Location Register
HSK	Hochsauerlandkreis
ID	Identifikation
IFA	Abteilung Arbeitswissenschaft und Verfahrenstechnologie am Burckhardt-Institut der Universität Göttingen
ILs	Integrierte Leitstellen
ISM	Ministerium für Inneres und Sport
IRLs	Integrierte Regionalleitstellen
KuNo	Kommunikations- und Notrufgerät
KWF	Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik e.V.
L_{Max}	Maximalpegel
L_{Smin}	mindestens erforderlicher Gefahrensignalpegel
L_T	Mithörschwelle
MAX	Maximalwert (deskriptive Statistik)
MF	Meldefrist
MIN	Minimalwert (deskriptive Statistik)
MPTP	Mobile Phone Telematics Protocoll
MSC	Mobile Switching Center
MW	Arithmetischer Mittelwert (deskriptive Statistik)
N	Anzahl
NAVSTAR-GPS	Navigational Satellite Timing and Ranging-Global Positioning System
NAW	Notarztwagen
NEF	Notarzteinsatzfahrzeug
NMEA	National Marine Electronics Association
NOTAN	Not-Anrufmelder von DeTeWe
NRW	Nordrhein-Westfalen

p	p-Wert (Überschreitungswahrscheinlichkeit)
PC	Personal Computer
PNA	Personen-Notsignal-Anlage
PNG	Personen-Notsignalgerät
POI	Points of Interest
PSA	Persönliche Schutzausrüstung
PTV	Planung Transport Verkehr
RAID	Redundant Array of Independent Disks
RTH	Rettungshubschrauber
RTW	Rettungswagen
SD	Standardabweichung (deskriptive Statistik)
SGB	Sozialgesetzbuch
SIM	Subscriber Identification Module
SMS	Short Message Service (Kurzmitteilung)
SMSC	Short Message Service Center
StGB	Strafgesetzbuch
t_{Div}	Divergenzzeit
TI	Therapiefreies Intervall
TOP50	Topografische Karte im Maßstab 1:50.000
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
UTM	Universal Transverse Mercator
UVV	Unfall Verhütungsvorschriften
VdS	Verband der Sachversicherer
VK	Variationskoeffizient
VLR	Visitor Location Register
VPN	Virtual Privat Network
WGS84	World Geodetic System 1984
ZZ	Zugangszeit

1 Strategisches Management zur Optimierung von Prozessen

1.1 Die Rettungskette – eine logistische Herausforderung

Trotz intensiver Bemühungen zur Verbesserung der Arbeitsschutzmaßnahmen ist die Unfallquote in der Waldarbeit weiterhin sehr hoch (vgl. GRÖGER UND LEWARK, 2002). Neben weiteren Anstrengungen in der Prävention von Arbeitsunfällen haben die für die Arbeitssicherheit Verantwortlichen daher auch die erforderlichen Voraussetzungen zu schaffen, dass im Notfall ein reibungsloser Rettungsablauf gewährleistet ist.

Aufbau- und ablauforganisatorische Konzepte zur Rettung verunglückter Personen im Wald werden gemeinhin unter dem Schlagwort *Rettungskette Forst* zusammengefasst. Der Begriff *Rettungskette* umfasst die Summe aller therapeutischen Maßnahmen zur Beseitigung eines Gesundheitsschadens vom Eintritt des Notfalles bis zur Einlieferung des Notfallpatienten in ein Krankenhaus (DEUTSCHER BUNDESTAG, 2003). Ziel aller Maßnahmen ist die schnellstmögliche medizinische Rehabilitation im Sinne einer Wiederherstellung der Erwerbsfähigkeit als auch die Wiedereingliederung in das gesellschaftliche Leben (TRIEBIG ET AL., 2003). Der metaphorische Terminus *Rettungskette* soll zum einen die Notwendigkeit versinnbildlichen, dass zur Realisierung dieses Zieles die Maßnahmen der einzelnen an den Hilfsleistungen beteiligten Akteure wie die Glieder einer Kette ineinander greifen müssen, und zum anderen deren Effektivität durch das schwächste Glied im Wirkungsgefüge beschränkt wird (vgl. AHNEFELD, 1981; SCHMIEDEL ET AL., 2002; AHNEFELD, 2003).

Abstrahiert betrachtet erbringen die durch Interaktionen geprägten Handlungsstränge zusammen eine Dienstleistung für den Verletzten. Wie von STRIENING (1988) dargestellt, kann bei Vorliegen dieser Prämissen von einem Leistungsprozess gesprochen werden.

Um ein – in Abhängigkeit von der Situation – für den Patienten optimales Ergebnis zu erhalten, ist ein zielführendes Gestalten und Lenken dieses Prozesses notwendig. Das diesbezüglich anzuwendende Instrument ist die Logistik, deren Aufgabe laut GUDEHUS (2000) die „effiziente Bereitstellung der geforderten Mengen der benötigten Objekte in der richtigen Zusammensetzung zur richtigen Zeit am richtigen Ort“ ist (s. a. PFOHL, 2000). Im Sinne dieser Definition gehören zu den logistischen Objekten sowohl Material und Produkte als auch Personen oder Informationen. Das Logistikmanagement sorgt durch eine zielgerichtete Organisation und Gestaltung der Strukturen und Prozesse für eine bedarfsgerechte Bereitstellung der Logistikobjekte (vgl. GUDEHUS, 2000; ARNOLD ET AL., 2002).

1.2 Ziele des Projektes

Jede Logistikaufgabe benötigt zunächst eine konkrete Zieldefinition. Ist das Ziel durch eine Größe quantifizierbar, kann der „Wirkungsgrad“ (Strategieeffekt) der zur Erreichung der Zielvorgaben erarbeiteten Strategien direkt bemessen werden. Zur Realisierung eines maximalen Strategieeffektes gliedert sich das strategische Management in drei Aufgabenkomplexe: Auf

Grundlage einer *Analyse* der bestehenden Strukturen und Prozesse einschließlich der Rahmenbedingungen und deren anschließenden *Bewertung* erfolgt der Entwurf und die Planung eines optimierten Logistiksystems (*Struktur- und Prozessgestaltung*). Die dritte Phase bzw. der letzte Aufgabenkomplex des strategischen Managements ist die *Kontrolle*, in der die Effizienz und Effektivität der modifizierten Strukturen und Prozesse, ergo der Strategieeffekt beurteilt wird. Die stets wandelnden Rahmenbedingungen erfordern eine permanente Überprüfung bzw. Anpassung des Logistiksystems. Hinsichtlich des strategischen Managements ergibt sich demnach eine zyklische Abfolge der Aufgabenkomplexe (s. Abbildung 1).

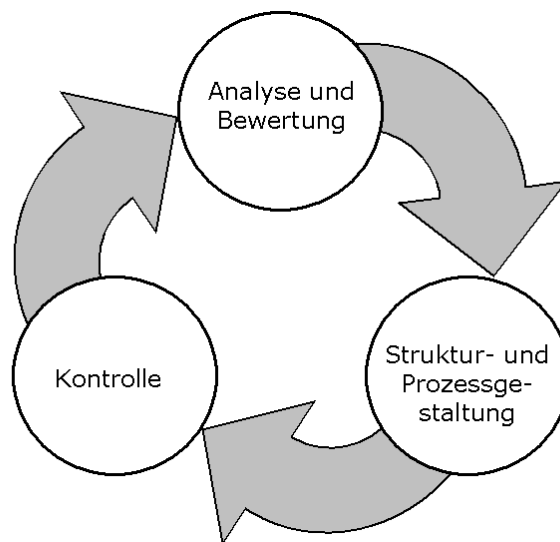


Abbildung 1: Zyklische Abfolge der Aufgabenkomplexe eines strategischen Prozessmanagements. Quelle: ARNOLD ET AL., 2002

Projiziert auf die *Rettungskette Forst* setzt eine Optimierung der Logistik zunächst eine konkrete Formulierung der Anforderungen und Ziele voraus, um die Effektivität der Rettungslogistik beurteilen zu können.

Anschließend erfolgt eine Analyse und Bewertung des Wirkungsgefüges innerhalb des präklinischen Versorgungssystems sowie der restriktiven Rahmenbedingungen, in der die Schwachstellen und Stärken der bestehenden Aufbau- und Ablauforganisationen herausgearbeitet werden. Bei der Prüfung der Optimierungspotentiale sowie der Entwicklung neuer Lösungskonzepte sind auch der technische Fortschritt, insbesondere in der Informations- und Kommunikationstechnologie, mit einzubeziehen.

Auf dieser Grundlage wird ein innovatives Rettungskettenkonzept erstellt, dessen Praxistauglichkeit in Feldstudien überprüft und beurteilt wird. Die Ergebnisse dieser Arbeit sollen sowohl die Möglichkeiten als auch die Problematiken aufzeigen, die bei der zukünftigen Gestaltung der Rettungskette zu nutzen, respektive zu berücksichtigen sind.

2 Gütemerkmale einer Rettungskette

Unternehmen verfolgen in erster Linie wirtschaftliche Ziele. Humanitäre Ziele wie die Arbeitssicherheit und der Gesundheitsschutz der in den Unternehmen beschäftigten Menschen werden zumeist durch gesetzliche Auflagen durchgesetzt, die durch ihre Restriktion die unternehmerische Freiheit begrenzen (GUDEHUS, 2000). Wiederum kann das Unternehmen gerade weil es wirtschaftliche Ziele verfolgt eine starke intrinsische Motivation zur Gewährleistung eines hohen Arbeitsschutzstandards aufweisen, da Arbeitsausfälle seine Flexibilität schmälern und den Organisationsaufwand erhöhen. Eine schnelle qualifizierte Versorgung von Verunglückten sorgt für eine Verkürzung des Rehabilitationszeitraums und eine schnellere Reintegration der Arbeitskraft in das Unternehmen.

Der Terminus *Rettungskette Forst* ist jedoch kein feststehender Begriff, hinter dem sich ein einheitliches Rettungskonzept verbirgt, denn so heterogen wie die Besitz- und Betriebsstrukturen in der Forstwirtschaft sind auch die Vorkehrungsmaßnahmen, die für den Notfall getroffen werden. Allen Rettungsplänen der Forstbetriebe ist jedoch gemein, dass sie in erster Linie auf eine schnelle Versorgung der im Betrieb Beschäftigten abzielen. Teilweise können aber auch die auf der Waldfläche arbeitenden Forstunternehmer oder Waldbesucher in die Pläne mit einbezogen sein. (vgl. WOSTL, 2003; ANONYMUS, 2007).

Die Leistung des Prozesses *Rettungskette* ist der Gesundheitszustand (Outcome) des Verunfallten als Resultat einer medizinischen Therapie, dessen qualitative Bewertung sich objektiv beispielsweise an der zeitlichen Dauer des Arbeitsausfalls bemessen lässt. Wie in mehreren medizinischen Studien nachgewiesen wurde, können optimale Therapieergebnisse nur dann realisiert werden, wenn der Therapiebeginn einschließlich invasiver (d.h. in den Körper eindringender) Maßnahmen noch innerhalb der ersten 30–60 Minuten erfolgt (vgl. SEFRIN, 1998; SCHLECHTRIEMEN UND ALTEMEYER, 2000).

Als therapiefreies Intervall wird die Zeitspanne zwischen dem Eintreten eines – vermutlich – akut lebensbedrohlichen Ereignisses und dem Beginn professioneller notfallmedizinischer Versorgung des Patienten bezeichnet. Erste-Hilfe-Maßnahmen durch Ersthelfer werden somit nicht der professionellen Versorgung zugerechnet (vgl. SEFRIN, 1998; BAND, 2000).

SCHWERMANN (2004) analysierte den Einfluss, des therapiefreien Intervalls bzw. der Rettungszeit (Dauer vom Unfallzeitpunkt bis zum Eintreffen des Notarztes) auf die Mortalitätsrate eines Verunfallten mit durchschnittlicher Verletzungsschwere. Demnach verschlechterte sich dessen Überlebenschance mit jeder Minute, die der Notarzt später am Unfallort eintraf, um 0,3 Prozentpunkte (vgl. a. SCHLECHTRIEMEN ET AL., 2002).

Auf der Basis prospektiv erhobener Daten des Traumaregisters der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie über Schwerverletzte (5.353 Fälle) stellen SCHWERMANN ET AL. (2003) unter anderem fest, dass Unfallopfer um so häufiger versterben, je länger der Notarzt bis zum Eintreffen am Unfallort benötigt. Vor allem ab einem therapiefreien Intervall von mehr als 25 Minuten steigt die Letalität deutlich an. Eine multivariate Analyse ergab, dass jede Minute, die der Not-

arzt länger benötigt, um den Unfallort zu erreichen, die Überlebenschance des Unfallopfers um 3,3 Promille sinkt.

Besonders gravierend wirken sich lange Rettungszeiten auf die Überlebenschance von Notfallpatienten mit einem Herz-Kreislaufstillstand aus. Entscheidend für den Grad der Rehabilitation ist ein schnelles Einleiten einer kardiopulmonalen Reanimation (Beatmung, Herzdruckmassage) innerhalb der ersten 10 Minuten. Nach Ablauf dieser Frist können die Gehirnfunktionen nicht wieder hergestellt werden. Jedoch können unter anderem wegen der allgemeinen Passivität und/oder Unkenntnis potentieller Laienhelfer lediglich 5–8 % der reanimierten Patienten aus dem Krankenhaus entlassen werden. Unter der Annahme, dass Reanimationsmaßnahmen durch Laienhelfer unterbleiben, ließe sich die Überlebenschance bei einer Verkürzung der Rettungszeit von 14 Minuten auf 5 Minuten zwar nahezu verdoppeln, die Überlebensrate läge aber selbst dann nur bei 11 % (PELL ET AL., 2001; DEUTSCHER BUNDESTAG, 2003).

Eine professionelle Rettungskettenorganisation muss folglich darauf ausgerichtet sein, dass qualifizierte Ersthelfer unmittelbar nach Eintreten eines Notfalls vor Ort sind. Sie zeichnet sich darüber hinaus durch ein kurzes therapiefreies Intervall aus, welches durch eine schnelle Notrufabgabe und geeignete Maßnahmen, die den Rettungskräften ein schnelles Auffinden des Notfallortes ermöglichen, sichergestellt wird. Die Qualität einer Rettungskettenorganisation misst sich daher vorrangig an der Rettungszeit (entspricht dem therapiefreien Intervall) aber auch an dem Zeitraum bis zum Beginn von Erste-Hilfe-Maßnahmen. Diese quantitativ konkret messbaren Zielgrößen sollen durch einen Optimierungsprozess unter Berücksichtigung der bestehenden Restriktionen weitestgehend minimiert werden.