



Alexandra Schüller

Möglichkeiten zur Weiterentwicklung des operativen Hochwasserschutzes – ein Beitrag aus wasserwirtschaftlicher Perspektive

**SHAKER
VERLAG**

Bericht 23
Reihe der Berichte des Fachgebietes
Wasserbau und Wasserwirtschaft der
TU Kaiserslautern

Möglichkeiten zur Weiterentwicklung des operativen Hochwasserschutzes – ein Beitrag aus wasserwirtschaftlicher Perspektive

Vom Fachbereich Bauingenieurwesen
der Technischen Universität Kaiserslautern
zur Verleihung des akademischen Grades

Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.)

genehmigte

Dissertation

von Frau
Alexandra Elisabeth Schüller, geb. Steinebach M.Sc. M.Sc. Techn. Ass.
aus Koblenz

Tag der mündlichen Prüfung: 07.07.2022

Dekan:	Prof. Dr.-Ing. Hamid Sadegh-Azar
Vorsitzender der Promotionskommission:	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Breit
Erstgutachter:	Prof. Dr. Robert Jüpner
Zweitgutachter:	Prof. Dr. Gordon Müller-Seitz
Drittgutachter:	Prof. Dr.-Ing. Alexander Fekete

Berichte des Fachgebietes Wasserbau und Wasserwirtschaft der
Technischen Universität Kaiserslautern

Bericht 23 (2022)

Alexandra Schüller

**Möglichkeiten zur Weiterentwicklung
des operativen Hochwasserschutzes
– ein Beitrag aus wasserwirtschaftlicher Perspektive**

D 386 (Diss. Technische Universität Kaiserslautern)

Shaker Verlag
Düren 2022

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

Zugl.: Kaiserslautern, TU, Diss., 2022

Impressum

Reihe der Berichte des Fachgebietes Wasserbau und Wasserwirtschaft der Technischen Universität Kaiserslautern

Herausgeber der Schriftenreihe: Prof. Dr. Robert Jüpner
Fachgebiet Wasserbau und Wasserwirtschaft
Technische Universität Kaiserslautern
Paul-Ehrlich-Straße 14
67663 Kaiserslautern

Herausgeber Bericht 23: Prof. Dr. Robert Jüpner

Redaktion: Fachgebiet Wasserbau und Wasserwirtschaft
der Technischen Universität Kaiserslautern

Kaiserslautern, im August 2022

Copyright Shaker Verlag 2022

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

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-8730-7

ISSN 1433-4860

Shaker Verlag GmbH • Am Langen Graben 15a • 52353 Düren
Telefon: 02421 / 99 0 11 - 0 • Telefax: 02421 / 99 0 11 - 9
Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Vorwort

In der vorliegenden Arbeit wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit, z.B. bei Fachbegriffen und Berufsbezeichnungen, wie „Fachberater“ oder „Experte“, das generische Maskulinum verwendet. Weibliche und anderweitige Geschlechteridentitäten werden dabei ausdrücklich mitgemeint.

Teilinhalte der Dissertation wurden bereits vorab veröffentlicht und sind im Antrag auf Anerkennung von Vorveröffentlichungen entsprechend angegeben. Dies umfasst die Veröffentlichungen SCHÜLLER & JÜPNER (2021), RINNERT et al. (2021), KLAUS et al. (2021), SCHÜLLER et al. (2022a) und SCHÜLLER et al. (2022b) sowie den Konferenzbeitrag JÜPNER et al. (2022).

Danksagung

Ich möchte an dieser Stelle herzlichst meinem Doktorvater Prof. Dr. Robert Jüpner für die kompetente fachliche Betreuung der vorliegenden Arbeit, seine stets hilfreichen Ratschläge und den konstruktiven Austausch während des gesamten Ideenfindungs-, Datenerhebungs- und Auswertungsprozesses danken. Sein langjähriges Engagement für den operativen Hochwasserschutz ist für mich ein großes Vorbild. Auch der von ihm initiierte Austausch mit seinen anderen Doktorandinnen und Doktoranden sowie die durchgeführte Doktorandenexkursion brachten neue Erkenntnisse für meine Doktorarbeit.

Prof. Dr. Gordon Müller-Seitz danke ich sehr für die Betreuung des methodischen Teils der vorliegenden Arbeit und sein stets offenes Ohr für meine vielzähligen Fragen. Da die Methoden der Wirtschaftswissenschaften für mich Neuland waren, war der dazugehörige Einarbeitungsprozess sehr intensiv.

Meinem Drittbetreuer Prof. Dr.-Ing. Alexander Fekete danke ich sehr für den stetigen Input aus dem Bereich Rettungswesen und Katastrophenschutz und die Einbindung in das Netzwerk der TH Köln.

Die gemeinsamen Treffen mit allen drei Betreuern waren stets produktiv, konstruktiv und aufgrund der Interdisziplinarität sehr facettenreich. Ich bedanke mich sehr für das geduldige Beantworten meiner vielen Fragen und Ideen.

Des Weiteren danke ich allen Experten sowie allen Kontaktpersonen für ihre Unterstützung und ihren fachlichen Input zur Arbeit. Ein besonderer Dank gilt den Institutionen der teilnehmenden Beobachtung, dem Stab, in dem ich mitgearbeitet habe, sowie dem gesamten Team des digitalen Lagebildes. Der Institution, in der ich im Jahr 2021/22 tätig war, danke ich für den stets konstruktiven und kollegialen Austausch.

Des Weiteren danke ich Frau Prof. Gabriele Wernecke, die mich als meine wissenschaftliche Mentorin stets zum Schreiben einer Doktorarbeit ermutigt hat und gemeinsam mit Prof. Dr. Lothar Kirschbauer den Kontakt zur TU Kaiserslautern initiiert hat.

Zutiefst zu Dank verpflichtet bin ich schlussendlich meiner Familie, die mich während meines gesamten akademischen Weges stets tatkräftig unterstützt hat. Hierzu gehören mein Ehemann Harald Schüller, meine Tochter Marie Schüller, meine Mutter Birgit Steinebach sowie mein bereits verstorbener Vater Peter Steinebach. Auch dem noch ungeborenen Nachwuchs gilt ein Dank, dass er so geduldig bis zum Abschluss der Dissertation ausgeharrt hat.

Zusammenfassung

Technische Hochwasserschutzanlagen schützen grundsätzlich nur gegen Hochwasserereignisse einer gewissen Jährlichkeit. Um das verbleibende Risiko, z.B. aufgrund eines planmäßigen oder außerplanmäßigen Versagens, für Mensch und Sachgüter im Rahmen der Bewältigung von Hochwasser- und Starkregenereignissen reduzieren zu können, sind geeignete operative Maßnahmen erforderlich. Mit dieser Aufgabe beschäftigt sich der operative Hochwasserschutz, dessen Wirkungsbereich bzw. Verständnis bislang auf die Zeit *während* eines Hochwasserereignisses begrenzt war. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll untersucht werden, wie der operative Hochwasserschutz im deutschen Binnenland für eine erfolgreiche Ereignisbewältigung weiterentwickelt werden kann. Mit dem Ziel einer strukturierten Herangehensweise an die Thematik wurden die Handlungsfelder Führung, Daten, Technische Instrumente und Struktur theoretisch-konzeptionell identifiziert. Dabei wird der Fokus auf die dazugehörigen Forschungsschwerpunkte Entscheidungsvariablen, Priorisierung, Entscheidungsrelevante Daten, Automatisierung/Auslöseschwellen, Technische Instrumente und Struktur gelegt. Im Rahmen einer empirischen Studie wurden mit Hilfe von Experteninterviews, teilnehmender Beobachtung, Sekundär-/Archivdaten sowie einem Online-Fragebogen Daten für ausgewählte Szenarien erhoben und vorwiegend qualitativ mit Hilfe einer fokussierten Inhaltsanalyse nach KUCKARTZ (2018) ausgewertet. Als Erkenntnis der vorliegenden Abhandlung konnte herausgearbeitet werden, dass der operative Hochwasserschutz entgegen dem bisherigen (Begriffs-)Verständnis nicht allein auf die Phase *während* eines Hochwasser- oder Starkregenereignisses eingegrenzt werden kann, sondern in inhaltlich aufeinander aufbauende Handlungsphasen mit den drei Säulen operative Hochwasservorsorge (*vor*), -bewältigung (*während*) und -nachsorge (*nach einem Hochwasserereignis*) zu unterteilen ist. Das Zusammenspiel der drei Säulen in Verbindung mit einer interdisziplinären Betrachtungsweise unter Einbeziehung von Wasserwirtschaft und Katastrophenschutz stellt zusammenfassend einen ganzheitlichen operativen Hochwasserschutz dar, wobei die zyklische Weiterentwicklung über zeitlich aufeinanderfolgende Teilschritte hinweg einen elementaren Bestandteil bildet. Hochwassermanagementsysteme stellen einen Ansatz dar, um sowohl den Anforderungen aller drei Säulen des operativen Hochwasserschutzes als auch den vier o.g. Handlungsfeldern gerecht zu werden. Im Sinne eines integrierten operativen Hochwasserschutzes sollte die bisherige Schnittstelle zwischen Wasserwirtschaft und Katastrophenschutz qualitativ zu einer integrierten Verbindungsstelle weiterentwickelt werden, in deren Fokus die gemeinsame Aufstellung und Weiterentwicklung von szenarienspezifischen Alarm- und Einsatzplänen, die Nutzung von Hochwassermanagementsystemen und gemeinsame interdisziplinäre Schulungen und Übungen stehen sollten.

Abstract

Flood protection systems are designed only to protect against regularly occurring flood events. In order to reduce the remaining residual risks, such as the failure of the flood protection system, and to protect people and material, suitable operational measures are required. This is the task of flood emergency management, whose scope has thus far been limited to the period of the flood event itself.

This study examines how flood emergency management in the German inland can be enhanced for successful flood management, particularly regarding the domains of leadership, data, technical instruments, and structure. It focuses on decision-making variables, prioritization, decision-relevant data, automation/trigger thresholds, technical instruments, and structure. Data for selected scenarios were collected using expert interviews, participant observation, archival documents, and an online questionnaire. They were analyzed primarily qualitatively, using a Qualitative Text Analysis according to KUCKARTZ (2018). It concludes that flood emergency management, contrary to the previous (conceptual) understanding, should not be limited to the duration of a flood or heavy rain event alone. Instead, it should be divided into phases of action that build on each other in terms of content, according to the established three pillars of operational flood prevention (*before*), management (*during*), and post-flood management (*following a flood event*). The interaction of these pillars in connection with an interdisciplinary approach that includes water management and disaster control offers a strategy for holistic flood emergency management. In this context, a continual refinement of procedures that includes all three sequential sub-steps forms a fundamental component. Flood management systems can help to effectively meet the requirements of all three pillars of flood emergency management, as well as the requirements of the four fields of action mentioned above. In order to successfully address flood events, the existing interface between water management and disaster control should be better integrated. Focus should be on joint preparation and the further development of scenario-specific flood emergency plans, as well as on the use of flood management systems and joint training and exercises.

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG	1
1.1 HINTERGRUND DER ARBEIT	1
1.2 ZIELSTELLUNG	2
1.3 UNTERSUCHUNGSRAHMEN UND VORSTELLUNG DER BETRACHTETEN SZENARIEN	2
1.4 VORGEHENSWEISE UND AUFBAU	4
2. THEORETISCHER HINTERGRUND	5
2.1 HOCHWASSER- UND STARKREGENISIKOMANAGEMENT	5
2.1.1 <i>Hochwasser und Starkregen: Typen und Ausprägungen</i>	5
2.1.2 <i>Grundlagen des Hochwasser- und Starkregenrisikomanagements</i>	7
2.1.3 <i>Gesetzliche Grundlagen und Zuständigkeiten</i>	9
2.1.4 <i>Hochwasservorhersagen und -meldungen</i>	11
2.1.5 <i>Technischer Hochwasserschutz</i>	12
2.1.6 <i>Zwischenfazit zum Hochwasser- und Starkregenrisikomanagement</i>	13
2.2 GRUNDLAGEN DES KATASTROPHENSCHUTZES	14
2.2.1 <i>Allgemeines zum Katastrophenmanagement</i>	14
2.2.2 <i>Gesetzliche Grundlagen und Zuständigkeiten</i>	15
2.2.3 <i>Stabsarbeit</i>	16
2.2.4 <i>Führungskreislauf nach FwDV 100</i>	18
2.2.5 <i>Priorisierung und Prioritätensetzung im Katastrophenschutz</i>	20
2.2.6 <i>Entscheidungsrelevante Daten im Katastrophenschutz</i>	21
2.2.7 <i>Alarm- und Einsatzpläne Hochwasser und Starkregen</i>	22
2.2.8 <i>Warnung und Alarmierung</i>	23
2.2.9 <i>Kritische Infrastrukturen</i>	24
2.2.10 <i>Zwischenfazit zum Katastrophenschutz</i>	24
2.3 OPERATIVER HOCHWASSERSCHUTZ AN DER SCHNITTSTELLE ZW. WASSERWIRTSCHAFT UND KATASTROPHENSCHUTZ	26
2.3.1 <i>Begriffsdefinition und Einordnung in den HWRM-Zyklus</i>	26
2.3.2 <i>Beteiligte im operativen Hochwasserschutz</i>	29
2.3.3 <i>Einfluss der Klimaänderungen auf den operativen Hochwasserschutz</i>	29
2.3.4 <i>Operative Bewältigung von Starkregenereignissen</i>	31
2.3.5 <i>Technische Instrumente im operativen Hochwasserschutz</i>	32
2.3.6 <i>Operativer Hochwasserschutz im internationalen Kontext</i>	34
2.3.7 <i>Zwischenfazit zum operativen Hochwasserschutz</i>	36
2.4 STAND DER FORSCHUNG UND WISSENSCHAFT SOWIE AKTUELLE ENTWICKLUNGEN ZUM THEMA OPERATIVER HOCHWASSERSCHUTZ	37
2.4.1 <i>Fachgebiete innerhalb des operativen Hochwasserschutzes</i>	37

2.4.2	<i>Vorschläge verantwortlicher Institutionen und Entscheidungsträger zur Weiterentwicklung des operativen Hochwasserschutzes</i>	38
2.4.3	<i>Forschungsprojekte im operativen Hochwasserschutz</i>	42
2.5	FAZIT UND ABLEITUNG DER FORSCHUNGSFRAGESTELLUNG	50
3.	METHODIK	53
3.1	FALLAUSWAHL UND EMPIRISCHE RAHMENBEDINGUNGEN	53
3.2	DATENERHEBUNG	59
3.2.1	<i>Teilnehmende Beobachtung</i>	60
3.2.2	<i>Experteninterviews</i>	62
3.2.2.1	Vorstudie	62
3.2.2.2	Halbstrukturierter Interviewleitfaden	63
3.2.2.3	Transkription.....	64
3.2.2.4	Anonymisierung.....	64
3.2.3	<i>Sekundär-/Archivdaten der Interviewpartner</i>	65
3.2.4	<i>Quantitativ-qualitative Befragung</i>	66
3.2.4.1	Gestaltung des Fragebogens.....	67
3.2.4.2	Pretest	67
3.2.4.3	Rücklaufquote.....	68
3.2.5	<i>Vergleich der Datenerhebungsmethoden</i>	68
3.3	DATENANALYSE	69
3.3.1	<i>Qualitative Inhaltsanalyse nach KUCKARTZ (2018)</i>	69
3.3.2	<i>Quantitativ-qualitative Analyse</i>	73
3.4	METHODENKRITIK UND ÜBERPRÜFUNG DER GÜTEKRITERIEN	73
4.	ERGEBNISSE	77
4.1	ENTSCHEIDUNGSVARIABLEN	78
4.1.1	<i>Allgemein</i>	78
4.1.2	<i>Szenario Routine</i>	79
4.1.3	<i>Szenario 1a</i>	79
4.1.4	<i>Szenario 1b</i>	80
4.1.5	<i>Szenario 2</i>	80
4.1.6	<i>Szenario 3</i>	82
4.1.7	<i>Zwischenfazit</i>	82
4.2	PRIORISIERUNG	83
4.2.1	<i>Allgemein</i>	83
4.2.2	<i>Szenario Routine</i>	84
4.2.3	<i>Szenario 1a</i>	85
4.2.4	<i>Szenario 1b</i>	86
4.2.5	<i>Szenario 2</i>	87
4.2.6	<i>Szenario 3</i>	88

4.2.7	Zwischenfazit	89
4.3	ENTSCHEIDUNGSRELEVANTE DATEN	89
4.3.1	Allgemein	89
4.3.2	Szenario Routine	92
4.3.3	Szenario 1a	92
4.3.4	Szenario 1b	93
4.3.5	Szenario 2	94
4.3.6	Szenario 3	96
4.3.7	Zwischenfazit	97
4.4	AUTOMATISIERUNG UND AUSLÖSESCHWELLEN	98
4.4.1	Allgemein	98
4.4.2	Szenario Routine	100
4.4.3	Szenario 1a	101
4.4.4	Szenario 1b	103
4.4.5	Szenario 2	104
4.4.6	Szenario 3	106
4.4.7	Zwischenfazit	108
4.5	TECHNISCHE INSTRUMENTE	109
4.5.1	Allgemein	109
4.5.2	Szenario Routine	111
4.5.3	Szenario 1a	112
4.5.4	Szenario 1b	113
4.5.4.1	Ergebnisse der teilnehmenden Beobachtung	113
4.5.4.2	Entwicklung digitales Lagebild	115
4.5.5	Szenario 2	120
4.5.6	Szenario 3	120
4.5.7	Zwischenfazit	121
4.6	GESTALTUNG DER STRUKTUR DES OPERATIVEN HOCHWASSERSCHUTZES	122
4.6.1	Allgemein	122
4.6.2	Szenario Routine	125
4.6.3	Szenario 1a	126
4.6.4	Szenario 1b	129
4.6.5	Szenario 2	131
4.6.6	Szenario 3	133
4.6.7	Zwischenfazit	135
4.7	FAZIT ZU DEN ERGEBNISSEN DER UNTERSCHIEDLICHEN DATENERHEBUNGSMETHODEN	136
5.	DISKUSSION	141
5.1	BESONDERHEITEN DER SZENARIEN	141
5.1.1	Diskussion der Ergebnisse	141

5.1.2	Interpretationsvergleich	142
5.1.3	Beantwortung von Frage F.1	143
5.2	ENTSCHEIDUNGSVARIABLEN	146
5.2.1	Diskussion der Ergebnisse	146
5.2.2	Interpretationsvergleich	148
5.2.3	Beantwortung von Frage F.2	148
5.3	PRIORISIERUNG	149
5.3.1	Diskussion der Ergebnisse	149
5.3.2	Interpretationsvergleich	150
5.3.3	Beantwortung von Frage F.3	152
5.4	ENTSCHEIDUNGSRELEVANTE DATEN	153
5.4.1	Diskussion der Ergebnisse	153
5.4.2	Interpretationsvergleich	154
5.4.3	Beantwortung von Frage F.4	158
5.5	AUTOMATISIERUNG UND AUSLÖSESCHWELLEN	159
5.5.1	Diskussion der Ergebnisse	159
5.5.2	Interpretationsvergleich	162
5.5.3	Beantwortung von Frage F.5	164
5.6	TECHNISCHE INSTRUMENTE	165
5.6.1	Diskussion der allgemeinen Ergebnisse	165
5.6.2	Digitales Lagebild: Potenzialanalyse und Weiterentwicklungsmöglichkeiten	167
5.6.3	Interpretationsvergleich	171
5.6.4	Beantwortung von Frage F.6	174
5.7	GESTALTUNG DER STRUKTUR DES OPERATIVEN HOCHWASSERSCHUTZES	175
5.7.1	Diskussion der Ergebnisse	175
5.7.2	Interpretationsvergleich	177
5.7.3	Beantwortung von Frage F.7 und F.8	181
6.	MÖGLICHKEITEN ZUR WEITERENTWICKLUNG DES OPERATIVEN HOCHWASSERSCHUTZES	185
7.	KRITISCHE REFLEXION UND AUSBLICK	193
8.	LITERATUR	201
9.	SYMBOL- UND ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	217
10.	LEBENSLAUF	221
11.	ANHANG I	223
11.1	ANHANG ZU KAPITEL 2 (THEORETISCHER HINTERGRUND)	223
11.2	ANHANG ZU KAPITEL 3 (METHODIK)	227
11.3	ANHANG ZU KAPITEL 4 (ERGEBNISSE)	243
12.	ANHANG II (TRANSKRIPTE) (NUR FÜR PRÜFUNGSKOMMISSION, UMFANG: 824 SEITEN)	

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Untersuchte Flusshochwasserereignisse und Szenarien	3
Abbildung 2: Aufbau der Dissertation	4
Abbildung 3: Hochwasserrisikomanagementzyklus	7
Abbildung 4: Dreistufiger Verwaltungsaufbau der Wasserwirtschaftsverwaltung inklusive ergänzender Institutionen sowie deren Aufgaben	10
Abbildung 5: Mobile Hochwasserschutzsysteme	12
Abbildung 6: Visualisierung der Unterschiede zwischen Risiko, Krise und Katastrophe	14
Abbildung 7: (a) Sechsstufiger Katastrophenmanagement-Kreislauf. (b) Beziehung zwischen Katastrophenvorsorge und Bekämpfung bzw. Bewältigung	15
Abbildung 8: Aufbau des Führungsstabes inklusive Aufgabenverteilung der Sachgebiete ..	17
Abbildung 9: Komponenten der Einsatzleitung	18
Abbildung 10: Führungskreislauf nach (Fw)DV 100	19
Abbildung 11: Betrachtung von Entscheidungsvariablen im Rahmen der Lagebeurteilung ..	19
Abbildung 12: Entscheidungsrelevante Daten im Rahmen der Lagefeststellung	21
Abbildung 13: Geodaten im BOS-Umfeld	21
Abbildung 14: Interdependenzen bzw. unmittelbare Abhängigkeiten der Sektoren von Kritischen Infrastrukturen (KRITIS) sowie deren Branchen	24
Abbildung 15: (Darstellungs-)Lücke im HWRM-Zyklus für die Zeit der Ereignisbewältigung ..	27
Abbildung 16: Beteiligte im operativen Hochwasserschutz	29
Abbildung 17: Herausforderungen durch Starkregenereignisse für deren operativen Hochwasserschutz	31
Abbildung 18: Themen des operativen Hochwasserschutzes innerhalb der Fachgebiete Wasserwirtschaft und Katastrophenschutz sowie an deren Schnittstelle	37
Abbildung 19: Aus der Analyse in Tabelle 6 identifizierte Handlungsfelder des operativen Hochwasserschutzes	42
Abbildung 20: Überblick über recherchierte Veröffentlichungen und Projekte aus Forschung und Wissenschaft, eingeordnet in die Handlungsfelder Führung, Daten, Technische Instrumente und Struktur	43
Abbildung 21: Ableitung der Forschungsfrage sowie der begleitenden Fragen und Forschungsschwerpunkte	51
Abbildung 22: Fachliche Fallauswahl der Experten	56
Abbildung 23: Übersicht über die im Rahmen der empirischen Studie betrachteten Szenarien, Themen bzw. Hauptkategorien und Datenerhebungsmethoden ..	58
Abbildung 24: Entwicklung der Rückläufe der Umfrage	68
Abbildung 25: Ablauf der inhaltlich-strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse in sieben Schritten	71

Abbildung 26: Aufbau und Inhalte des Hauptkategoriensystems	72
Abbildung 27: Aufbau des digitalen Lagebildes	116
Abbildung 28: Realisierte Anknüpfungspunkte des digitalen Lagebildes an die Forschungsschwerpunkte der empirischen Studie	118
Abbildung 29: Unterscheidung der Szenarien nach HW-Intensität und Vorlaufzeit	141
Abbildung 30: Zusammenhang zwischen Präventionszeit und Rüstzeit im Rahmen der operativen Bewältigung inkl. Lösungsmöglichkeiten für den Negativfall.	145
Abbildung 31: Wechselwirkungen und Zusammenhänge der Handlungsfelder des operativen Hochwasserschutzes mit Potenzial zur Weiterentwicklung	186
Abbildung 32: Das neue Leitbild des operativen Hochwasserschutzes mit den drei Säulen Vorsorge, Bewältigung und Nachsorge	188
Abbildung 33: Handlungsfelder über die drei Säulen des operativen Hochwasserschutzes hinweg	190
Abbildung 34: Schlüsselemente der Integrierten Verbindungsstelle von Wasserwirtschaft und Katastrophenschutz	192
Abbildung 35: Zukunftsprognose bzgl. Frage 11	252
Abbildung 36: Mehrwert der jetzigen Karte bzgl. Frage 4	252
Abbildung 37: Funktion der Teilnehmer bzgl. Frage 1: „Was war Ihr Einsatzgebiet?“	253
Abbildung 38: Verteilung der Mediennutzung bzgl. Frage 2: „Wurde das digitale Lagebild von Ihnen per PC, Tablet oder Smartphone verwendet?“	253
Abbildung 39: Eigenes Einbringen von Informationen bzgl. Frage 3: „Haben Sie selbst Informationen an die Lagekarte weitergegeben, die aufgenommen werden sollten?“	254
Abbildung 40: Wege zur Datenübermittlung bzgl. Frage 3.1	254
Abbildung 41: Funktionsnutzung bzgl. Frage 5: „Welche Funktionen der Lagekarte haben Sie genutzt?“	255
Abbildung 42: Anzahl genutzter Funktionen je Teilnehmer bzgl. Frage 5	255
Abbildung 43: Genutzte Informationen bzgl. Frage 6: „Mit welchen Informationen (Layern) aus der Lagekarte haben Sie insbesondere gearbeitet?“	256
Abbildung 44: Nutzungszweck der Informationen bzgl. Frage 7: „Wofür haben Sie die Informationen der Lagekarte genutzt?“	256
Abbildung 45: Zukünftig gewünschte Funktionen bzgl. Frage 8: „Welche Funktionen hätten Sie sich in der Lagekarte noch gewünscht?“	257
Abbildung 46: Zukünftig gewünschte Informationen eines digitalen Lagebildes bzgl. Frage 9: „Welche Informationen (Layer) hätten Sie sich noch gewünscht?“	258
Abbildung 47: Potenziell bereitzustellende Informationen für die Öffentlichkeit bzgl. Frage 10: „Welche Informationen aus dem Stab würden Sie gerne mit der Öffentlichkeit teilen?“	258

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenfassende Darstellung der Unterschiede zwischen Starkregen- und Flusshochwasserereignissen.	6
Tabelle 2: Gegenüberstellung der dargestellten Inhalte in Hochwassergefahren- und -risikokarten.....	8
Tabelle 3: Hochwassermeldung und -vorhersage als Instrumente zur Warnung vor Hochwassergefahren	11
Tabelle 4: Inhalte des nichtpolizeilichen Bevölkerungsschutzes mit dessen Bestandteilen Katastrophenschutz und Zivilschutz	16
Tabelle 5: Bestandteile eines Alarm- und Einsatzplans (AEP) Hochwasser	22
Tabelle 6: Zusammenstellung von durch verantwortliche Institutionen und Entscheidungsträger in ausgewählten Veröffentlichungen und Berichten benannte Weiterentwicklungsmöglichkeiten für den operativen Hochwasserschutz.	40
Tabelle 7: Variablen bezüglich der 43 Experteninterviews mit insgesamt 47 Personen.....	57
Tabelle 8: Zuordnung der Datenerhebungsmethoden zu den im Rahmen dieser empirischen Studie betrachteten Szenarien	60
Tabelle 9: Informationen zu den durchgeführten teilnehmenden Beobachtungen	61
Tabelle 10: Aufschlüsselung der Sekundär-/Archivdaten bzw. Archivdokumente anhand ihres Dokumententyps.....	66
Tabelle 11: Ergebniszusammenfassung Entscheidungsvariablen – allgemein.....	79
Tabelle 12: Ergebniszusammenfassung Entscheidungsvariablen – Szenario „Routine“	79
Tabelle 13: Ergebniszusammenfassung Entscheidungsvariablen – Szenario 1a	80
Tabelle 14: Ergebniszusammenfassung Entscheidungsvariablen – Szenario 1b	80
Tabelle 15: Ergebniszusammenfassung Entscheidungsvariablen – Szenario 2.....	81
Tabelle 16: Ergebniszusammenfassung Entscheidungsvariablen – Szenario 3.....	82
Tabelle 17: Ergebniszusammenfassung Priorisierung – allgemein	84
Tabelle 18: Ergebniszusammenfassung Priorisierung – Szenario „Routine“	85
Tabelle 19: Ergebniszusammenfassung Priorisierung – Szenario 1a.....	86
Tabelle 20: Ergebniszusammenfassung Priorisierung – Szenario 1b.....	86
Tabelle 21: Ergebniszusammenfassung Priorisierung – Szenario 2.....	88
Tabelle 22: Ergebniszusammenfassung Priorisierung – Szenario 3.....	88
Tabelle 23: Ergebniszusammenfassung Entscheidungsrelevante Daten – allgemein	91
Tabelle 24: Ergebniszusammenfassung Entscheidungsrelevante Daten – Sz. „Routine“.....	92
Tabelle 25: Ergebniszusammenfassung Entscheidungsrelevante Daten – Szenario 1a	93
Tabelle 26: Ergebniszusammenfassung Entscheidungsrelevante Daten – Szenario 1b	94
Tabelle 27: Ergebniszusammenfassung Entscheidungsrelevante Daten – Szenario 2	95

Tabelle 28: Ergebniszusammenfassung Entscheidungsrelevante Daten – Szenario 3	97
Tabelle 29: Ergebniszusammenfassung Auslöseschwellen & Automatisierung – allgemein	100
Tabelle 30: Ergebniszusammenfassung Auslöseschwellen & Automat. – Sz. „Routine“	101
Tabelle 31: Ergebniszusammenfassung Auslöseschwellen & Automatisierung – Sz. 1a.....	103
Tabelle 32: Ergebniszusammenfassung Auslöseschwellen & Automatisierung – Sz. 1b.....	104
Tabelle 33: Ergebniszusammenfassung Auslöseschwellen & Automatisierung – Sz. 2.....	106
Tabelle 34: Ergebniszusammenfassung Auslöseschwellen & Automatisierung – Sz. 3.....	108
Tabelle 35: Ergebniszusammenfassung Technische Instrumente – allgemein	111
Tabelle 36: Ergebniszusammenfassung Technische Instrumente – Szenario „Routine“	111
Tabelle 37: Ergebniszusammenfassung Technische Instrumente – Szenario 1a	113
Tabelle 38: Ergebniszusammenfassung Technische Instrumente – Szenario 1b	115
Tabelle 39: Ergebniszusammenfassung Online-Fragebogen zum digitalen Lagebild.....	119
Tabelle 40: Ergebniszusammenfassung Technische Instrumente – Szenario 2	120
Tabelle 41: Ergebniszusammenfassung Technische Instrumente – Szenario 3	121
Tabelle 42: Ergebniszusammenfassung Struktur – allgemein	125
Tabelle 43: Ergebniszusammenfassung Struktur – Szenario „Routine“	126
Tabelle 44: Ergebniszusammenfassung Struktur – Szenario 1a	129
Tabelle 45: Ergebniszusammenfassung Struktur – Szenario 1b	131
Tabelle 46: Ergebniszusammenfassung Struktur – Szenario 2	133
Tabelle 47: Ergebniszusammenfassung Struktur – Szenario 3	135
Tabelle 48: Schlussfolgerungen zum Thema Szenarien	146
Tabelle 49: Schlussfolgerungen zum Thema Entscheidungsvariablen.....	149
Tabelle 50: Schlussfolgerungen zum Thema Priorisierung	153
Tabelle 51: Schlussfolgerungen zum Thema Entscheidungsrelevante Daten	159
Tabelle 52: Schlussfolgerungen zum Thema Automatisierung und Auslöseschwellen	165
Tabelle 53: Schlussfolgerungen zum Thema Technische Instrumente.....	175
Tabelle 54: Schlussfolgerungen zu vorbereitbaren Aspekten.....	182
Tabelle 55: Schlussfolgerungen zum Handlungsfeld Struktur	183

Anhangsverzeichnis

Anhang I:

Anhang 1: Unterschiede bezüglich der Inhalte bzw. der Gestaltung der Hochwassergefahrenkarten je nach Bundesland	223
Anhang 2: Zusammenstellung ausgewählter Veröffentlichungen und Projekte aus Wissenschaft und Forschung, sortiert nach Handlungsfeldern des operativen Hochwasserschutzes– Teil A: Handlungsfelder übergeordnet, Szenarien, Führung und Daten (Teil A-C).....	224
Anhang 3: Informationsblatt zum Experteninterview mit organisatorischen und inhaltlichen Vorinformationen	227
Anhang 4: Halbstrukturierter Interviewleitfaden	229
Anhang 5: Anonymisierte Angaben zu den 43 Experteninterviews mit 47 Personen	230
Anhang 6: Transkriptionsregeln für die vorliegende Dissertation	231
Anhang 7: Entschlüsselungstabelle für die qualitativen Daten der empirischen Studie	232
Anhang 8: Inhalt des Online-Fragebogens zum digitalen Lagebild.....	233
Anhang 9: Codierschema für die Hauptkategorien inkl. Merkmalen und Beispielzitate.....	236
Anhang 10: Codierschema für die Hauptkategorien Struktur, Entscheidungsvariablen und Entscheidungsrelevante Daten	237
Anhang 11: Codierschema für die Hauptkategorien Priorisierung, Automatisierung/ Auslöseschwellen, Technische Instrumente, „Wünsch dir was“ / Weiterentwicklungspotenzial, Sonstiges, Zitierfähige Stellen und Szenarien.....	238
Anhang 12: Zuordnung der Fragen des Interviewleitfadens zu Kategorien	239
Anhang 13: Entwicklung eines szenarienspezifischen Kategoriensystems	239
Anhang 14: Codierschema für die qualitativen Fragen 6-10 des Online-Fragebogens zum digitalen Lagebild	240
Anhang 15: Gütekriterien unterteilt in die versch. Phasen der empirischen Erhebung.....	242
Anhang 16: Liste mit Entscheidungsrelevanten Daten gemäß den Ergebnissen der empirischen Studie (Teil A-D).....	246
Anhang 17: Ergebnisse zum Thema Automatisierung, unterteilt in die Themen Automatismen und automatische Prozesse (Teil A-D).....	250
Anhang 18: Detaillierte Auflistung der im Rahmen der empirischen Studie benannten Auslöseschwellen	251
Anhang 19: Detaillierte Ergebnisse des Online-Fragebogens	252

Anhang II: Transkripte- (unveröffentlicht)