



Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	VII
Zusammenfassung.....	IX
1 Einführung.....	1
1.1 Begriffsbestimmungen: Hochwasser, Risiko, Hochwasserrisiko.....	1
1.2 Hochwasserrisikomanagement: Ziele und Interaktionen.....	3
1.3 Hochwasserrisikomanagement als Kreislauf von Hochwasservorsorge und -bewältigung.....	5
1.4 Hochwasserrisiko: Datenanforderungen, Unsicherheiten und Instationarität.....	7
1.5 Hochwasserrisikomanagement in Zeiten des globalen Wandels.....	10
1.6 Zum Stand des Hochwasserrisikomanagements in Deutschland und Europa	11
2 Methoden zur Analyse des Hochwasserrisikos.....	15
2.1 Aus historischen Hochwassern lernen	15
2.1.1 Methodische Grundlagen	15
2.1.1.1 Einleitung	15
2.1.1.2 Wasserwirtschaftlich/wasserbaulich relevante Altunterlagen	16
2.1.1.3 Vorstellung des Quellenmaterials.....	16
2.1.1.4 Aussagemöglichkeiten wasserwirtschaftlich/wasserbaulich relevanter Altunterlagen	19
2.1.2 Analyse und Rekonstruktion von Wetterlagen und Hochwassern	20
2.1.2.1 Rekonstruktion atmosphärischer Zirkulationsmuster	21
2.1.2.2 Prozesskette zur Rekonstruktion historischer Hochwasser.....	23
2.1.3 Verbesserte Aussagen zur Hochwasserwahrscheinlichkeit durch Verwendung historischer Beobachtungen	25
2.1.3.1 Rekonstruktion langer Durchflussreihen	25
2.1.3.2 Einbeziehung historischer Hochwasser in die statistische Analyse.....	33
2.1.4 Hauptergebnisse	34
2.2 Analyse und Simulation der Hochwassergefährdung	35
2.2.1 Methoden zur Analyse und Prognose der Gefährdung	35
2.2.2 Analyse und Simulation des Niederschlags.....	37
2.2.2.1 Beobachtete Niederschlagsereignisse	38
2.2.2.2 Statistische Niederschlagsereignisse	38
2.2.2.3 Kontinuierliche Niederschlagsreihen aus Wettergeneratoren	39
2.2.2.4 Kontinuierlicher Niederschlag aus Downscaling	40
2.2.3 Ermittlung von Bemessungshochwässern.....	41
2.2.3.1 Statistische Abflüsse.....	41
2.2.3.2 Ereignisbasierte Niederschlag-Abfluss-Modellierung	42
2.2.3.3 Kontinuierliche Niederschlag-Abfluss-Modellierung.....	43
2.2.4 Ermittlung von Überschwemmungsflächen	46
2.2.4.1 Flussüberschwemmungen	46
2.2.4.2 Sturzfluten	49

2.2.4.3	Grundhochwässer.....	50
2.2.5	Hauptergebnisse.....	51
2.3	Analyse der Hochwasserschadwirkung	52
2.3.1	Methoden zur Analyse und Prognose von Hochwasserschäden	63
2.3.2	Erfassung und Modellierung direkter Schäden.....	65
2.3.3	Berücksichtigung indirekter Schäden	72
2.3.4	Besonderheiten intangibler Schäden.....	74
2.3.5	Verknüpfung verschiedener Kriterien – Multikriterielle Bewertung	76
2.3.6	Schäden durch Sturzfluten und Grundwasser in urbanen Ballungsräumen	77
2.3.6.1	Abschätzung von Schäden durch Starkregen und Sturzfluten	77
2.3.6.2	Übertragung von Schadensmodellen auf Grundhochwasser	80
2.3.7	Hauptergebnisse.....	81
2.4	Hochwasserrisiko als Verknüpfung von Gefährdung und Schaden	82
2.4.1	Risikoermittlung	82
2.4.2	Risikobewertung und risikobasiertes Entscheiden	85
3	Umsetzungen des Kreislaufs des Hochwasserrisikomanagements.....	89
3.1	Hochwasservorhersage und -warnung – Überblick	89
3.1.1	Bausteine operationeller Hochwasservorhersagesysteme.....	90
3.1.1.1	Hydrologische und hydrometeorologische Messdaten	91
3.1.1.2	Meteorologische Vorhersageprodukte.....	92
3.1.2	Operationelle Hochwasservorhersagesysteme an Rhein, Elbe und Donau.....	93
3.1.2.1	Rhein.....	93
3.1.2.2	Elbe	95
3.1.2.3	Donau	95
3.1.3	Hochwasserfrühwarnung für kleine Einzugsgebiete.....	96
3.1.4	Unsicherheiten und Veröffentlichung von Hochwasservorhersagen.....	97
3.1.5	Hochwasservorhersage in der RIMAX-Forschung	98
3.1.5.1	Räumlich und zeitlich hoch aufgelöste Niederschlagsvorhersagen	98
3.1.5.2	Hochwasservorhersage für schnell reagierende Einzugsgebiete	100
3.1.5.3	Von der Niederschlagsvorhersage zur Vorhersage von Überschwemmungs- flächen	104
3.1.6	Hauptergebnisse.....	107
3.2	Hochwasservorhersage und -warnung – Umgang mit Unsicherheiten	107
3.2.1	Quellen von Unsicherheiten und deren Berücksichtigung bei der Modellierung.	107
3.2.1.1	Einführung	107
3.2.1.2	Modellparameter.....	108
3.2.1.3	Modellstruktur.....	109
3.2.1.4	Anfangsinformation	112
3.2.1.5	Randbedingungen	114
3.2.1.6	Reduktion von Unsicherheiten durch Modellnachführung	115
3.2.2	Unsicherheit der Niederschlagsschätzung für die Hochwassersimulation in kleinen Einzugsgebieten	117
3.2.2.1	Einführung	117
3.2.2.2	Vom möglichen Mehrwert einer Radar-basierten Niederschlagsschätzung in der Abflusssimulation	120
3.2.3	Die Bedeutung der Einzugsgebietsbedingungen vor dem Hochwasserereignis: Unsicheres Wissen über die Bodenfeuchte	123
3.2.4	Hauptergebnisse.....	127

3.3	Risikobasierte Bemessungs-, Bewirtschaftungs- und Steuerungsstrategien für Anlagen des technischen Hochwasserschutzes	129
3.3.1	Überblick zu risikobasierten Methoden	129
3.3.2	Risikobasierte Bemessung	131
3.3.3	Risikobasierte Bewirtschaftung und Steuerung	134
3.3.3.1	Bewirtschaftungskonzepte für Trockenbecken und Polder	134
3.3.3.2	Steuerung von Mehrzweckspeichern	137
3.3.4	Hauptergebnisse	140
3.4	Technischer Hochwasserschutz: Deiche an Fließgewässern	141
3.4.1	Einführung und Hintergrund	141
3.4.2	Historische Entwicklung von Altdeichen	142
3.4.3	Stand des Wissens und der Technik	145
3.4.3.1	Anforderungen an Hochwasserschutzdeiche	145
3.4.3.2	Regelungen zur Erkundung bestehender Deichstrecken	146
3.4.3.3	Belastung und Versagensformen von Deichen bei Hochwasser	146
3.4.3.4	Maßnahmen im Falle eines Hochwassers – Deichverteidigung	147
3.4.3.5	Bewertung und Priorisierung des Deichbestandes	148
3.4.4	Deicherkundung	149
3.4.4.1	Anforderungen an die Erkundung von Deichkörper und Untergrund	149
3.4.4.2	Erkundung von Deich und Untergrund durch Kombination geotechnischer und geophysikalischer Methoden	150
3.4.5	Monitoring von Deichen und Entwicklung von Prognosemodellen	152
3.4.5.1	Ziele von Monitoring- und Prognosemodellen	152
3.4.5.2	Anforderungen an ein Monitoringsystem für Deiche und verfügbare Beobachtungsmethoden	153
3.4.5.3	Konzeption eines Vorhersagemodells zur Prognose von hydraulischen Situationen und Bewertung der Standsicherheit von Deichen	154
3.4.6	Sicherung von Deichen bei Extremszenarien	156
3.4.6.1	Definition von Extremszenarien für die Deichsicherheit	156
3.4.6.2	Technische Maßnahmen zur Sicherung von Deichen bei Extremereignissen	157
3.4.6.3	Einsatz und Nutzen von Online-Monitoring- und Deich-Informationssystemen	159
3.4.7	Hauptergebnisse	159
3.5	Erhöhung des Wasserrückhalts durch dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminderung	160
3.5.1	Maßnahmenübersicht und Wirkungen	163
3.5.2	Erhöhung der Retentionsfähigkeit von Gewässernetz und Aue	164
3.5.3	Mögliche Scheitelabminderungen durch dezentrale Maßnahmen	176
3.5.4	Maßnahmen zur Schadensminderung in urbanen Gebieten	178
3.5.5	Hauptergebnisse	178
3.6	Katastrophenschutz und Hochwasserbewältigung	179
3.6.1	Methodik eines integrativen operationellen Katastrophenschutzes	180
3.6.2	Neue Werkzeuge zur modellgestützten Prognose von Überflutungen	180
3.6.2.1	Entwicklungsstand operativ einsetzbarer hydraulischer Modelle	181
3.6.2.2	Anwendungsbeispiel: Nachweis der Wirkung von Flutkammern und rückwärtigen Deichlinien	183
3.6.3	Erstellung von Überflutungskarten mittels Radarsatellitendaten	185
3.6.4	Technische Maßnahmen zur Eindämmung einer Überflutung	187
3.6.4.1	Aufhöhung vorhandener Schutzanlagen	187
3.6.4.2	Mobile Hochwasserschutzanlagen	187
3.6.5	Maßnahmen zur Bewusstseinsbildung	190

3.6.6	Hauptergebnisse	191
3.7	Maßnahmen zur lokalen Sicherung von Schutzgütern und Bauvorsorge	192
3.7.1	Neue Techniken zur lokalen Sicherung von Schutzgütern	192
3.7.1.1	Maßnahmen des Dry-Proofing	192
3.7.1.2	Maßnahmen des Wet-Proofing	193
3.7.1.3	Konsequenzen und Steuerungshilfen für die Einsatzkräfte des Katastrophen- dienstes.....	193
3.7.2	Schadensreduzierung durch Bauvorsorge	195
3.7.3	Hauptergebnisse	197
3.8	Risikokommunikation.....	199
3.8.1	Defizite: Vom Schutzversprechen zum sachlichen Umgang mit dem Hochwasserrisiko.....	200
3.8.2	Herausforderungen.....	202
3.8.2.1	Interne Hochwasserrisikokommunikation sichern.....	202
3.8.2.2	Externe Hochwasserrisikokommunikation herstellen.....	204
3.8.2.3	Partizipation als höchste Form der Hochwasserrisikokommunikation	206
3.8.3	Resultate: Netzwerke entlang der Flüsse	207
4	Literatur	211
5	Autorinnen und Autoren	233
6	Leitfaden zu den Projekten / Projektergebnissen	237
7	Stichwortverzeichnis	247
	Farbabbildungen, Teil 1	53
	Farbabbildungen, Teil 2	165