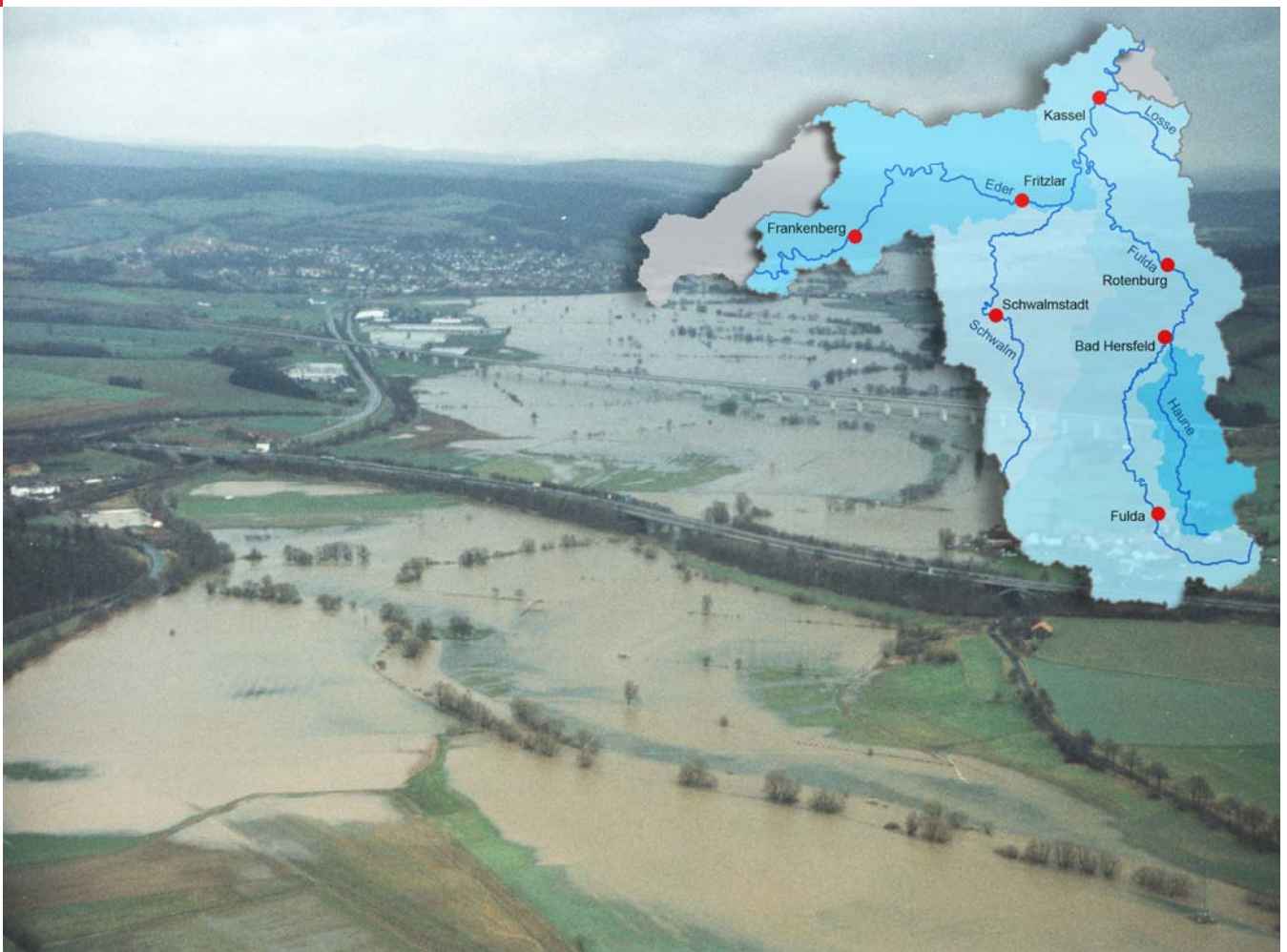




# Hochwasserrisikomanagementplan für das hessische Einzugsgebiet der Fulda

Stand: 15. Dezember 2010



Bearbeitet durch:



**Universität Kassel,  
Fachgebiet Wasserbau und Wasserwirtschaft**

**Regierungspräsidium Kassel,  
Dezernat Oberirdische Gewässer und Hochwasserschutz**

## BEARBEITER:



Universität Kassel

Fachgebiet Wasserbau und Wasserwirtschaft

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stephan Theobald

Kurt-Wolters-Straße 3

34125 Kassel

Internet: <http://www.uni-kassel.de/cms/wawi>

Tel.: +49 (0)561 804-2749

Fax: +49 (0)561 504-3952



Regierungspräsidium Kassel

Abteilung Umwelt- und Arbeitsschutz

Dezernat 31.2 – Oberirdische Gewässer und Hochwasserschutz

Steinweg 6

34117 Kassel

Internet: <http://www.rp-kassel.de>

Tel.: +49 (0)561 106-3607

Fax: +49 (0)561 106-1663

**INHALTSVERZEICHNIS**

1	EINLEITUNG	1
1.1	Hochwasserrisikomanagement (allgemein)	4
1.2	Räumlicher Geltungsbereich des HWRMP	7
1.3	Zuständige Behörden	11
2	ALLGEMEINE BESCHREIBUNG DES EINZUGSGEBIETES	12
2.1	Geographie	12
2.2	Geologie	13
2.3	Klimatische und hydrologische Verhältnisse	14
2.4	Oberflächengewässer	16
2.5	Siedlungsgebiete, bedeutende Verkehrswege, sonstige Flächennutzung	18
2.6	Schutzgebiete	20
2.7	Kulturerbe	23
3	VORLÄUFIGE BEWERTUNG DES HOCHWASSERRISIKOS	25
3.1	Beschreibung der Entstehung von Hochwasser im Einzugsgebiet	26
3.2	Beschreibung vergangener Hochwasser mit signifikant nachteiligen Auswirkungen auf die Schutzgüter	28
3.3	Beschreibung des bestehenden Hochwasserschutzes	34
3.3.1	Hochwasser-Flächenmanagement	34
3.3.2	Technischer Hochwasserschutz	41
3.3.3	Hochwasservorsorge	51
3.4	Beschreibung vergangener Hochwasser mit signifikant nachteiligen Auswirkungen auf die Schutzgüter, die auch zukünftig zu erwarten sind	57
3.5	Bewertung der potenziell nachteiligen Folgen künftiger Hochwasser auf die Schutzgüter	58
3.6	Identifizierung der Gewässer mit einem potenziell signifikanten Hochwasserrisiko	60
3.7	Einschätzung zu Sturzfluten und Überflutungen aus Oberflächenabfluss	66
4	BESCHREIBUNG DER HOCHWASSERGEFAHR UND DES HOCHWASSERRISIKOS	69
4.1	Bearbeitungsumfang und Datengrundlagen	69
4.2	Methodische Vorgehensweise	73
4.2.1	Erstellung eines digitalen Geländemodells	73
4.2.2	Hydrologische Eingangsdaten	77
4.2.3	Hydrodynamisch-numerische Berechnungen	78
4.2.4	Ermittlung der Überschwemmungsflächen und Wassertiefen	79

4.2.5	Erstellung von Hochwassergefahrenkarten	81
4.2.6	Erstellung von Hochwasserrisikokarten	84
4.3	Beschreibung der Hochwassergefahr	87
4.4	Beschreibung des Hochwasserrisikos	92
5	HOCHWASSERRISIKOMANAGEMENTPLANUNG	102
5.1	Arbeitsschritte im Planungsprozess und methodisches Vorgehen	102
5.2	Defizitanalyse und Schlussfolgerungen	107
5.3	Zusammenstellung und Beschreibung der angemessenen Ziele für das Hochwasserrisikomanagement	109
5.3.1	Ziele bezogen auf das Schutzgut „menschliche Gesundheit“	110
5.3.2	Ziele bezogen auf das Schutzgut „Umwelt“	112
5.3.3	Ziele bezogen auf das Schutzgut „Kulturerbe“	112
5.3.4	Ziele bezogen auf das Schutzgut „wirtschaftliche Tätigkeiten und erhebliche Sachwerte“	112
5.4	Zusammenstellung und Beschreibung der Maßnahmen für das Hochwasserrisikomanagement	113
5.4.1	Grundlegende Maßnahmen	113
5.4.2	Weitergehende Maßnahmen für das Einzugsgebiet	115
5.4.3	Weitergehende Maßnahmen für die HW-Brennpunkte	120
5.4.4	Wirkungsanalyse	125
5.4.5	Aufwand und Vorteil	127
5.5	Bezug zur Wasserrahmenrichtlinie und Vorgehensweise bei der Koordination der HWRM-RL mit der WRRL	130
5.6	Strategische Umweltprüfung (SUP)	131
5.7	Träger der Maßnahmen und Ansatzpunkt einer Erfolgskontrolle	137
5.8	Kosten und Finanzierung der Maßnahmen	141
6	ERSTELLUNG EINES GIS-PROJEKTES	144
7	MAßNAHMEN ZUR INFORMATION UND ANHÖRUNG DER ÖFFENTLICHKEIT UND DEREN ERGEBNISSE	148
7.1	Maßnahmen zur Information der Öffentlichkeit	148
7.2	Maßnahmen zur Anhörung der Öffentlichkeit	151
7.3	Stellungnahmen und Änderungen	154
7.4	Informationsmöglichkeiten zum HWRMP Fulda über eine Internetplattform	155
8	UMSETZUNGSSTRATEGIE UND EINBINDUNG IN DIE HOCHWASSERRISIKOMANAGEMENTPLANUNG AUF DER EBENE DER FGE WESER	157
9	VERWENDETE LITERATUR UND UNTERLAGEN	160

## **ANLAGEN**

### Anlagenreihe A

Hydrologische Eingangsdaten und Ergebnisse der hydraulischen Berechnungen

### Anlagenreihe B

analoge Hochwassergefahrenkarten

### Anlagenreihe C

analoge Hochwasserrisikokarten

### Anlagenreihe D

Maßnahmenplanung (Maßnahmentypenkatalog, Maßnahmensteckbriefe)

## **WEITERE PROJEKTERGEBNISSE**

- GIS-Projekt
- Internetseite
- Projektposter

## **GESONDERTER BAND**

- Umweltbericht zur SUP

bearbeitet durch das Büro Jestaedt & Partner 

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1.1:	Bearbeitungsschritte und die wichtigsten Fristen zur Umsetzung der HWRM-RL (verändert nach [12]) .....	2
Abb. 1.2:	Das Einzugsgebiet Fulda als Bestandteil der FGE Weser.....	10
Abb. 2.1:	Topografische Karte des Einzugsgebietes der Fulda (Datenbasis HLOG [16]).....	12
Abb. 2.2:	Lage der Pegel- und Niederschlagsmessstationen im hessischen Einzugsgebiet der Fulda [16] .....	15
Abb. 2.3:	Sohlhöhe und Einzugsgebietsgröße der Fulda (aufbereitet auf Basis von [16]).....	17
Abb. 2.4:	Verteilung der Landnutzung und überregional bedeutsame Verkehrswege im hessischen Einzugsgebiet der Fulda (Datenbasis gemäß [15]).....	19
Abb. 3.1:	Saisonalitätsindex der Hochwasserabflüsse für 123 Pegel in Hessen [20] .....	28
Abb. 3.2:	Historische Hochwasserereignisse im Einzugsgebiet der Fulda (Pegel Guntershausen) [27].....	29
Abb. 3.3:	Beispielhafte Eindrücke historischer Hochwasserereignisse im Einzugsgebiet der Fulda (Fotos links von Stadtarchiv Kassel; oben rechts von Stadt Fulda; unten rechts von WWA Marburg) .....	30
Abb. 3.4:	Abflussganglinien an den Pegeln Guntershausen/Fulda, Bad Hersfeld1/Fulda, Fritzlar/Eder und Schmittloheim/Eder während des Hochwasserereignisses 1995 (zusammengestellt nach [44]) .....	31
Abb. 3.5:	Beispielhafte Eindrücke vom Hochwasser 1995. Eine ausführliche fotografische Dokumentation des HW-Ereignisses ist im GIS-Projekt enthalten [36].....	32
Abb. 3.6:	Beispielhafte Eindrücke der Renaturierungsmaßnahmen an der mittleren Fulda (Fotos: WAGU GmbH, Kassel) .....	39
Abb. 3.7:	Lage der HRB und Talsperren im hessischen Einzugsgebiet der Fulda .....	41
Abb. 3.8:	„Steckbrief“ mit den technischen Kenngrößen der Edertalsperre .....	43
Abb. 3.9:	„Steckbrief“ mit den technischen Kenngrößen des HRB Treysa-Ziegenhain .....	44
Abb. 3.10:	„Steckbrief“ mit den technischen Kenngrößen des HRB Heidelberg .....	45
Abb. 3.11:	„Steckbrief“ mit den technischen Kenngrößen der Antriftalsperre .....	46
Abb. 3.12:	„Steckbrief“ mit den technischen Kenngrößen der Haunetalsperre .....	47
Abb. 3.13:	Beispiele für die Deichanlagen an den Hauptgewässern [52] .....	49
Abb. 3.14:	Warnplan für das Einzugsgebiet der Fulda mit Darstellung der an die jeweiligen Warnungsempfänger zu übermittelnden HW-Stufen (I, II, III), aus [42].....	53
Abb. 3.15:	Internetdarstellung der Pegel in Fuldaeinzugsgebiet (überarbeitet nach [17]) .....	54
Abb. 3.16:	Internetdarstellung der Abfluss- und Wasserstandsvorhersagen für das Fuldaeinzugsgebiet (nach [22]) .....	55
Abb. 3.17:	Beispiele im Einzugsgebiet der Fulda für den Einsatz im Hochwasserfall (Fotos: oben und unten links: Feuerwehr Kassel; unten rechts: THW Neuhof).....	57
Abb. 3.18:	Hochwassergefahrenkarten für das hessische Einzugsgebiet der Fulda .....	63
Abb. 3.19:	Differenzierung des Projektgebietes in drei Detaillierungsebenen .....	65
Abb. 4.1:	Lagemäßige Zuordnung der wesentlichen Datengrundlagen zur Erstellung der Hochwassergefahren- und -risikokarten. ....	70
Abb. 4.2:	Grundlegende Arbeitsschritte zur Ermittlung von Überschwemmungsflächen und Wassertiefen ([41], modifiziert) .....	73
Abb. 4.3:	Methodisches Vorgehen zur Erstellung von Flussschlauch- und Vorland-DGM .....	74

Abb. 4.4:	Beispiel für die Datenhaltung und Informationsdichte der neu erstellten DGM .....	76
Abb. 4.5:	Hochwasserlängsschnitt der Haune für den HWRMP Fulda .....	78
Abb. 4.6:	Übersicht über die 85 Blattschnitte der zusammenfassenden Hochwassergefahrenkarte (vgl. Anlagenreihe B) .....	83
Abb. 4.7:	Vergleich der relativen Zuwachsraten der ermittelten Überschwemmungsflächen und potentiellen Überschwemmungsflächen an den Hauptgewässern .....	89
Abb. 4.8:	Prozentuale Verteilung der Wassertiefen in den Vorlandbereichen beim HQ <sub>100</sub> (ohne Berücksichtigung der jeweiligen Flussschläuche und pot. Ü-Gebiete).....	90
Abb. 4.9:	Darstellung des gewichteten Mittels der Wasserspiegeländerungen .....	91
Abb. 4.10:	Prozentualer Anteil der in den jeweiligen Brennpunkten von Hochwasser betroffenen Einwohner bei Berücksichtigung der Überschwemmungsgebiete und potentiellen Überschwemmungsgebiete .....	97
Abb. 5.1:	Arbeitsschritte zur Aufstellung des ersten HWRMP Fulda (verändert nach [2]) .....	102
Abb. 5.2:	Struktur und Informationen des Maßnahmentypenkataloges für den HWRMP Fulda.....	104
Abb. 5.3:	Integratives Konzept zur Berücksichtigung der verschiedenen Informations- und Datenquellen im Rahmen des Planungsprozesses für den HWRMP Fulda....	105
Abb. 5.4:	Funktionen der Access-basierten Datenbank zur Maßnahmenplanung.....	106
Abb. 5.5:	HWRM-Zyklus, [2] .....	110
Abb. 5.6:	Screen-Shot aus dem GIS-Projekt zum HWRMP Fulda zur Verdeutlichung der Informations- und Planungstiefe .....	120
Abb. 5.7:	Grobe Priorisierung der weitergehenden Maßnahmen und Angabe des Planungszustandes zum Zeitpunkt der Erstellung des HWRMP Fulda.....	122
Abb. 5.8:	Legende der Wirkungsanalyse.....	126
Abb. 5.9:	Legenden zur Abschätzung von Aufwand und Vorteil .....	128
Abb. 6.1:	Konzept der GIS-basierten Datenhaltung im HWRMP Fulda .....	145
Abb. 6.2:	Screen-Shot aus dem GIS-Projekt zum HWRMP Fulda.....	147
Abb. 7.1:	Verteilung der ca. 11.700 Internetzugriffe im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung auf die „Produkte“ des HWRMP Fulda (25.08. - 21.10.2010) .....	154

## TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1.1:	Anteile der Anrainerländer am Einzugsgebiet der Fulda .....	8
Tab. 1.2:	Verteilung des hess. Einzugsgebietes der Fulda auf die Regierungspräsidien.....	9
Tab. 2.1:	Abflüsse an ausgewählten Pegeln im Einzugsgebiet der Fulda [40] .....	18
Tab. 2.2:	Anteile verschiedener Flächennutzungen im hessischen Einzugsgebiet der Fulda.....	20
Tab. 2.3:	Anzahl und Flächenanteil der wasserabhängigen FFH- und Vogelsschutzgebiete im hessischen Einzugsgebiet der Fulda .....	22
Tab. 3.1:	Ausgewählte Pegelwerte für das HW-Ereignis 1995 (verändert nach [27]).....	33
Tab. 3.2:	Bearbeitungsstand der Sicherung der Überschwemmungsgebiete für das HQ <sub>100</sub> im hessischen Einzugsgebiet der Fulda .....	35
Tab. 3.3:	Vorhandene und potentielle Retentionsräume im hessischen Einzugsgebiet der Fulda [43] .....	36
Tab. 3.4:	Zusammenstellung der in den letzten Jahren an der mittleren Fulda realisierten Renaturierungsmaßnahmen, die einen Beitrag zur Verbesserung der Hochwassersituation leisten .....	38
Tab. 3.5:	Zusammenstellung der im Einzugsgebiet der Fulda umgesetzten Renaturierungsmaßnahmen (ohne die oben separat aufgeführten Beispiele an der mittleren Fulda) .....	40
Tab. 3.6:	Grunddaten der leistungsfähigsten Hochwasserrückhaltebecken und Talsperren im Einzugsgebiet der Fulda (nach [28]) .....	42
Tab. 3.7:	Qualifizierte und nicht qualifizierte linienhafte Hochwasserschutzeinrichtungen an den Hauptgewässern .....	48
Tab. 3.8:	Qualifizierte linienhafte Hochwasserschutzeinrichtungen an den Nebengewässern von Fulda, Eder, Schwalm, Haune und Losse.....	48
Tab. 3.9:	Auszüge der ermittelten Schadenspotenziale bei einem HQ <sub>100</sub> aus [33].....	61
Tab. 3.10:	Umfang der zweiten und dritten Detaillierungsebene .....	65
Tab. 3.11:	Starkregen und Sturzfluten im hessischen Einzugsgebiet der Fulda gem. URBAS .....	67
Tab. 4.1:	Detaillierte Zusammenstellung der wesentlichen Eingangsdaten und des Bearbeitungsumfangs im Rahmen des HWRMP Fulda.....	72
Tab. 4.2:	Übersicht über die wesentlichen fachlichen Inhalte der Hochwassergefahrenkarten im GIS-Projekt bzw. im Internet-Viewer und der zusammenfassenden pdf-Version bzw. Anlagenreihe B gemäß [50] .....	82
Tab. 4.3:	Inhaltliche Informationen und die entsprechenden Datenquellen der Hochwasserrisikokarten des HWRMP Fulda .....	84
Tab. 4.4:	Daten und Datenquellen für die Erstellung der Hochwasserrisikokarten.....	86
Tab. 4.5:	Zusammenstellung der für die jeweiligen Gewässerabschnitte ermittelten Überschwemmungsflächen und potentiellen Überschwemmungsflächen.....	88
Tab. 4.6:	Überschwemmungsflächen im Bereich der Talsperren und HRB für das HQ <sub>100</sub> .....	88
Tab. 4.7:	Flächennutzungen in den Überschwemmungsgebieten und potentiellen Überschwemmungsgebieten der untersuchten Hauptgewässer .....	92
Tab. 4.8:	Prozentuale Verteilung der Flächennutzungen in den Überschwemmungsgebieten und entsprechender Anteil an den Nutzungen im hessischen Einzugsgebiet der Fulda .....	93
Tab. 4.9:	Orientierungswerte für die von Überschwemmungen betroffenen Einwohner .....	95



Tab. 4.10:	Orientierungswerte für die in den jeweiligen Kommunen von Überschwemmungen betroffenen Einwohner.....	96
Tab. 4.11:	Orientierungswerte für die in den jeweiligen Landkreisen von Überschwemmungen betroffenen Einwohner.....	97
Tab. 4.12:	Anzahl der an den Hauptgewässern gelegenen Kläranlagen.....	98
Tab. 4.13:	Zusammenstellung der Kläranlagen, die sich in den Überschwemmungsgebieten bzw. potentiellen Überschwemmungsgebieten der Hauptgewässer befinden und Dokumentation der bekannten Informationen zum Hochwasserschutz .....	99
Tab. 4.14:	Zusammenstellung der der an den Hauptgewässern gelegenen IVU-Anlagen.....	100
Tab. 4.15:	Zusammenfassung der im Untersuchungsgebiet von Hochwasser betroffenen Flächengrößen und -anteile wesentlicher Schutzgebiete .....	101
Tab. 4.16:	Im Hochwasserfall an den Hauptgewässern von Überschwemmungen betroffene Badegewässer .....	101
Tab. 5.1:	Zuordnung der Handlungsbereiche zu den Schutzgütern gemäß [2] (aggregierte Darstellung).....	103
Tab. 5.2:	Liste der Gewässer/-abschnitte für die im hessischen Einzugsgebiet der Fulda noch Überschwemmungsgebiete festzusetzen sind (Stand: 01.04.2010).....	116
Tab. 5.3:	Anzahl und Länge der im Maßnahmenprogramm 2009 - 2015 gem. WRRL enthaltenen Maßnahmen, denen eine gewisse Relevanz in Bezug auf Hochwasserabflussverhalten zukommt.....	117
Tab. 5.4:	Geplante größere Renaturierungsvorhaben an der mittleren Fulda mit signifikanten Einfluss auf die Hochwassersituation (Stand: 01.04.2010) .....	117
Tab. 5.5:	Zusammenstellung der weitergehenden Maßnahmen für die 35 Hochwasserbrennpunkte und vier Talsperren bzw. Hochwasserrückhaltebecken .....	121
Tab. 5.6:	Ergebnis der Wirkungsanalyse für die 216 Einzelmaßnahmen an den 35 HW-Brennpunkten zzgl. der vier Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken.....	126
Tab. 5.7:	Generelle Einschätzung zum „Aufwand“ .....	129
Tab. 5.8:	Generelle Einschätzung zum „Vorteil“ .....	129
Tab. 5.9:	Voraussichtlich erhebliche Umweltauswirkungen des HWRMP Fulda unter Zugrundelegung der Ergebnisse der Umweltsteckbriefe .....	135
Tab. 6.1:	Struktur und wesentliche Inhalte des GIS-Projektes zum HWRMP Fulda.....	146
Tab. 7.1:	Zeitplan der Anhörungsmaßnahmen.....	153

## 1 EINLEITUNG

Am 26.11.2007 ist die Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken (HWRM-RL) in Kraft getreten.

Mit der Einführung dieser Richtlinie hat sich die Wasserpolitik der EU in Ergänzung zur Richtlinie 2000/60/EG vom 23.10.2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie: WRRL) die Aufgabe gestellt, einen Rahmen für die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken zur Verringerung bzw. Vermeidung der hochwasserbedingten nachteiligen Folgen auf

- die menschliche Gesundheit,
- die Umwelt,
- das Kulturerbe und
- die wirtschaftlichen Tätigkeiten

in der Gemeinschaft zu schaffen.

Sowohl die HWRMP als auch die Bewirtschaftungspläne gemäß der WRRL sind Elemente der integrierten Bewirtschaftung von Flusseinzugsgebieten.

Erster Schritt der Umsetzung der HWRM-RL war die Überführung in das Bundes- und Länderrecht. Die geforderte Zielsetzung der HWRM-RL wurde in das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und das Hessische Wassergesetz (HWG) aufgenommen. Grundlage für den vorliegenden HWRMP Fulda ist das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 19.08.2008, zuletzt geändert durch Artikel 8 des Gesetzes vom 22.12.2008. Sowie dessen spätere Novellierung im Wasserhaushaltsgesetz (WHG) vom 31.07.2009 (BGBl. I S. 2585).

Mit der richtlinienkonformen Verankerung im Bundesrecht und den entsprechenden Gesetzen der Länder sind die formalen Voraussetzungen für die Beschreibung der Hochwassergefahren, die Beurteilung des Hochwasserrisikos und letztlich für die Erstellung und flussgebietsweise Abstimmung der HWRMP geschaffen. Der mit der WRRL begonnene kontinuierliche Dialog zwischen den Flussgebietseinheiten in Europa wird ergänzt und eine koordinierte und kohärente Hochwasserschutzpolitik gestützt.

Die Umsetzung der HWRM-RL - mit Inkrafttreten des neuen WHG zum 01.03.2010 ist es die Umsetzung der Anforderungen, die sich aus dem WHG ergeben - erfolgt in vorgegebenen Bearbeitungsschritten, die mit konkreten Fristen versehen sind (Abb. 1.1). Die ersten Schritte der Umsetzung wurden in Hessen im Jahre 2007 mit einer Auswertung zur Eingrenzung von Gebieten mit signifikantem Hochwasserrisiko abgeschlossen (vgl. Kap. 3.6). Die darauf aufbauende Erstellung von HWRMP für die verschiedenen Teileinzugsgebiete von Flussgebietseinheiten, an denen Hessen Flächenanteile besitzt, hat z. T. schon begonnen.

Für das hessische Einzugsgebiet der Fulda sind alle in Abb. 1.1 dargestellten Arbeitsschritte einschließlich der Erstellung des Hochwasserrisikomanagementplans (Stichtag 22.12.2015) abgearbeitet.

Bearbeitungsschritte	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Inkrafttreten	◆	23.10.2007																										
Umsetzung in nationales Recht			◆	26.11.2009																								
Bestimmung der zuständigen Behörden				◆	26.05.2010																							
Inanspruchnahme von Übergangsmaßnahmen				◆	22.12.2010																							
Vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos					◆	22.12.2011																						
Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten							◆	22.12.2013																				
Hochwasserrisikomanagementplan									◆	22.12.2015																		
Fortschreibung der Bewertung des Hochwasserrisikos (alle 6 Jahre)												◆	22.12.2018						◆	22.12.2024					◆	22.12.2030 ...		
Fortschreibung der Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten (alle 6 Jahre)													◆	22.12.2019					◆	22.12.2025					◆	22.12.2031 ...		
Fortschreibung des Hochwasserrisikomanagementplans (alle 6 Jahre)															◆	22.12.2021				◆	22.12.2027						◆	22.12.2033 ...

Abb. 1.1: Bearbeitungsschritte und die wichtigsten Fristen zur Umsetzung der HWRM-RL (verändert nach [12])

In der hessischen Wasserwirtschaftsverwaltung wurde zu Beginn des auf Bundes- bzw. auf Flussgebietseinheitsebene geführten Diskussions- und Umsetzungsprozesses früh die Notwendigkeit erkannt, praktische Erfahrungen mit den fachlichen Vorgaben zu machen, wie diese sich aus der Konkretisierung des eher abstrakten Richtlinien textes ergeben.

So wurde nach einem förmlichen Vergabeverfahren im Herbst 2007 vom Land Hessen (vertreten durch das Regierungspräsidium (RP) Kassel) ein „Hochwasserschutzplan Fulda“ in Auftrag gegeben. Mit fortschreitender fachlicher Diskussion und erkennbaren inhaltlichen Vorgaben, wie diese sich aus dem o. g. Findungsprozess ergaben, entwickelte sich aus dem „Hochwasserschutzplan“ im Verlaufe der etwa zweieinhalbjährigen Bearbeitungszeit das „Pilotprojekt HWRMP Fulda“.

Als Auftragnehmer für die wasserwirtschaftliche Bearbeitung konnte das Fachgebiet Wasserbau und Wasserwirtschaft der Universität Kassel (Leiter Prof. Theobald) gewonnen werden.

In einem fortgeschrittenen Bearbeitungsstadium wurde zur Nutzung von Synergien und Methodenkenntnissen aus der Erstellung der SUP zum Maßnahmenprogramm nach WRRL der seinerzeitige Bearbeiter (Jestaedt & Partner) mit der Erstellung einer Muster-SUP auch für den HWRMP beauftragt.

Das Fachgebiet Wasserbau und Wasserwirtschaft (Prof. Theobald) war es schließlich auch, das über die Bearbeitung des HWRMP Fulda hinaus, eine Expertengruppe des Landes Hessen bei der Zusammenstellung formeller, wasserwirtschaftlicher und verwaltungsfachlicher Vorgaben für hessische HWRMP beriet.

Die wesentlichen Ziele des Pilotprojektes HWRMP Fulda waren demnach:

- Erstellung eines Hochwasserrisikomanagementplans, der den im Jahre 2010 absehbaren Anforderungen an derartige Planungen gerecht wird
- Erstellung einer Muster-SUP
- Sammeln von Erfahrungen zu Nutzung und Aufbereitung vorhandener Daten
- Erarbeitung von Ansatzpunkten zur Nutzung der „Vorleistungen“ im Bereich Hochwasserschutz
- Rückkopplung aus dem Bearbeitungsprozess in die hesseninternen Fachdiskussionen zur Vorbereitung weiterer HWRMP in Hessen
- Rückkopplung aus dem Bearbeitungsprozess in die Fachdiskussionen zur Erstellung der HWRMP auf Flussgebietsebene (FGG Weser) bzw. LAWA (z. B. Beitrag: Berlin-Workshop im November 2009)
- Erstellung eines Muster-GIS-Projektes, Vorarbeiten für den Prototypen eines HWRM-Viewers

Der HWRMP für das hessische Einzugsgebiet der Fulda wurde in wesentlichen Teilen durch die beiden genannten Auftragnehmer, Prof. Theobald (Wasserwirtschaft) und Jestaedt & Partner (SUP), unter Federführung und mit Unterstützung des Regierungspräsidiums Kassel erarbeitet. Daneben haben das HMUELV, das HLUG, die Unteren Wasserbehörden und insbesondere Vertreter der Kommunen, der Landwirtschaft sowie des Naturschutzes Beiträge im Zuge der fachlichen Abstimmungen geliefert.

Das RP Kassel hat als Auftraggeber neben der wasserwirtschaftlichen Zuarbeit auch organisatorische und die originär verwaltungsseitigen Aufgaben im Projektverlauf wahrgenommen. Dies betrifft vor allem die Organisation der Projekttreffen mit den Kommunen, die Durchführung des Scoping-Termins, die Sicherstellung der generellen Öffentlichkeitsbeteiligung und die Abstimmungen innerhalb der hessischen Wasserwirtschaftsverwaltung.

Darüber hinaus hat das RP Kassel diejenigen Textbeiträge zum Projekt-Abschlussbericht geliefert, die originär der Sichtweise des Auftraggebers bedurften. Zudem hat das RP Kassel auch Fragestellungen bearbeitet und Berichtsteile erstellt, die nur aus einer gewissen Verwaltungskontinuität zu beurteilen waren.

Der vorliegende Plan für das hessische Einzugsgebiet der Fulda enthält die folgenden und gemäß Anhang A der HWRM-RL geforderten Bestandteile:

- Schlussfolgerungen aus der nach Kap. II HWRM-RL durchgeführten vorläufigen Bewertung des Hochwasserrisikos
- Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten gem. Kap. III der HWRM-RL
- Beschreibung der angemessenen Ziele für das Hochwasserrisikomanagement
- Zusammenfassung der Maßnahmen und deren Rangfolge, die auf die Verwirklichung der angemessenen Ziele des Hochwasserrisikomanagements abzielen
- Beschreibung der Methode zur Überwachung des Plans
- Zusammenfassung der zur Information und Anhörung der Öffentlichkeit ergriffenen Maßnahmen
- Liste der zuständigen Behörden und Beschreibung der Einbindung in die Flussgebietseinheit Weser

## 1.1 Hochwasserrisikomanagement (allgemein)

Als Hochwasser bezeichnet die DIN 4049 einen „Zustand in einem oberirdischen Gewässer, bei dem der Wasserstand oder der Durchfluss einen bestimmten Schwellenwert erreicht oder überschritten hat“. In der Praxis werden Wasserstände als Hochwasser bezeichnet, bei denen Ausuferungen und Überschwemmungen eintreten.

Die HWRM-RL definiert Hochwasser als „zeitlich beschränkte Überflutung von Land, das normalerweise nicht mit Wasser bedeckt ist“.

Hochwasser in oberirdischen Fließgewässern entsteht durch starke Niederschläge, die – unter Umständen mit einsetzender Schneeschmelze und/oder gefrorenem bzw. gesättigtem Boden verbunden – schnell in das Gewässer gelangen und dort zum Abfluss kommen. Verschärft werden diese Effekte, wenn die Verdunstung, Einflüsse der Landnutzung (Flächenversiegelung) oder die Bodenversickerung im Einzugsgebiet des Gewässers keine ausreichende Dämpfung des Abflusses bewirken können.

Hochwasser führen erst dann zu wahrgenommenen Schäden, wenn Sachwerte oder Menschen durch Hochwasser in Mitleidenschaft gezogen werden.

U. a. ließ die Siedlungsverdichtung im 20. Jahrhundert die Sach- und Vermögenswerte in den von möglichen Überschwemmungen betroffenen Gebieten stark ansteigen. Zunehmend aufwändigere Bebauung, gehobene Ausstattung und Einrichtungen selbst in Kellerräumen und in unteren Stockwerken haben das Schadenspotenzial ansteigen lassen. Das Schadenspotenzial ist dabei umso größer, je intensiver potenzielle Überflutungsgebiete genutzt sind und je geringer das Hochwasserbewusstsein ausgeprägt ist [28].

Ein „Hochwasserrisiko“ ist gemäß Richtlinie definiert als die „Kombination der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Hochwasserereignisses und der hochwasserbedingten potenziellen nachteiligen Folgen auf die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe und wirtschaftliche Tätigkeit“.

Die HWRM-RL sieht die Erarbeitung von HWRMP als geeignetes Instrument an, um die nachteiligen Auswirkungen von Hochwasserereignissen zu vermeiden bzw. verringern zu können. Dabei liegen die Schwerpunkte auf Vermeidung, Schutz und Vorsorge, einschließlich Hochwasservorhersage und Frühwarnung.

Die HWRMP enthalten keine unmittelbar verbindlichen Vorgaben für Einzelmaßnahmen der Unterhaltungspflichtigen, sondern liefern Grundlagen für technische, finanzielle und politische Entscheidungen sowie die Festlegung von Prioritäten. Aus hessischer Sicht verstehen sich diese Pläne als Angebotsplanung an potentielle Maßnahmenträger bzw. an die Akteure der Risiko- und Informationsvorsorge.

Nicht die Erreichung eines bestimmten Schutzgrades steht im Fokus, sondern die Einrichtung eines Risikomanagements, d. h. die Erfassung, Bewertung und Steuerung der Gefahren und potentiellen Schäden, einschließlich der zielgerichteten Ereignisnachbereitung. Diese Ansatzpunkte der HWRM-RL werden im Fuldaplan konsequent umgesetzt.

Die Handlungsbereiche werden im Maßnahmentypenkatalog (vgl. Kap. 5.1) detailliert und systematisch aufgelistet und u. a. hinsichtlich Defizit, Ursachen, Maßnahmen, Eignung und Zielsetzung, Wirkungszusammenhängen sowie einer Ersteinschätzung zu Umweltauswirkungen eingehend beschrieben.

Das für das hessische Einzugsgebiet der Fulda angestrebte Hochwasserrisikomanagement berücksichtigt u. a. nachstehend beschriebene Gesichtspunkte:

### **Eine umfassende Bestandsaufnahme zur Hochwasserentstehung**

Im Rahmen der Bestandsaufnahme werden die Hochwasserentstehung, die Hochwasserauswirkungen und die vorhandenen Schutzmaßnahmen im Fuldaeinzugsgebiet analysiert und vor dem Hintergrund der bestehenden Hochwassergefahren- und -risikolage erste Defizite und Schutzziele für das Planungsgebiet eingegrenzt. Die Beschäftigung mit „vergangenen Hochwasserereignissen“ schärft zudem den Blick für das Machbare: Es werden auch zukünftig nicht alle Hochwasser beherrschbar sein, so dass weiterhin mit nachteiligen Auswirkungen auf die „Schutzgüter“ gerechnet werden muss. Die Ausgangssituation, mit weitergehenden Informationen und möglicherweise angepassten Verhaltensstrategien, ist jedoch mit der Erstellung des HWRMP Fulda deutlich verbessert.

### **Erstellung von Hochwassergefahrenkarten**

Hochwassergefahrenkarten geben mittels der dargestellten überfluteten Fläche und Wassertiefen Aufschluss über die Intensität der Überflutung bei verschiedenen Eintrittswahrscheinlichkeiten. Die in den Karten enthaltenen Informationen bilden wichtige Grundlagen zur Bewusstmachung des vorhandenen Hochwasserrisikos bei den örtlich potentiell Betroffenen.

## **Erstellung von Hochwasserrisikokarten**

Hochwasserrisikokarten geben einen Überblick über die potentiell nachteiligen Auswirkungen. Sie führen über die Angaben zur Anzahl der betroffenen Einwohner, der Art der wirtschaftlichen Tätigkeit und zu Anlagen mit Umweltgefahr bei Überflutung o. ä. bereits quantitative Aspekte der Defizitbestimmung ein. Diese Karten sind damit geeigneter Ausgangspunkt, konkrete Maßnahmen abzuleiten bzw. die Eigeninitiative potentiell betroffener privater Anlieger oder kommunaler Planungsträger in Gang zu setzen.

## **Zusammenstellung und Beschreibung der angemessenen Ziele für das Hochwasserrisikomanagement**

Die HWRM-RL - bzw. das WHG vom 31.07.2009 im § 72 Abs. 2 - konkretisieren die angemessene Zielsetzung nicht. Richtlinienkonform werden unter Beachtung der Besonderheiten des Einzugsgebietes Ziele abgeleitet, Maßnahmen entwickelt und einer Wirkungsanalyse unterzogen. Eine ausgesprochene Nutzen-Kosten-Untersuchung ist nicht notwendig. Dennoch geben Betrachtungen zum „Aufwand und Vorteil“ von Lösungsansätzen zur Verbesserung der Hochwassersituation Hinweise zu geeigneten bzw. effizienten Maßnahmen an die örtlichen Planungsträger. Lokale Umsetzungsinitiativen können somit initiiert bzw. mit Planungshilfen aus dem HWRMP Fulda unterstützt werden.

## **Zusammenstellung und Beschreibung der Maßnahmen**

In einem Maßnahmenkatalog werden potentiell geeignete Maßnahmen systematisch in ihren Wirkungszusammenhängen dargestellt und – soweit verortbar – hochwasserschutzdefizitären Gewässerstrecken mit Vorschlag einer Rangfolge zugewiesen. Potentielle Maßnahmenträger und zuständige Behörden können auf diese Vorschläge mit eigenen wasserwirtschaftlichen Konkretisierungen bzw. Maßnahmenalternativen (in begründeten Fällen möglicherweise bis hin zur „Nullvariante“) aufbauen.

Zudem konnten konkrete Maßnahmenvorschläge, die im Zuge der Öffentlichkeitsbeteiligung an die Bearbeiter des HWRMP herangetragen wurden, nach „wasserwirtschaftlicher Prüfung“ durchweg Berücksichtigung finden.

## **Öffentlichkeitsbeteiligung**

Mit der bei der Erstellung des HWRMP Fulda durchgeführten Öffentlichkeitsbeteiligung bestand für die potentiell von Hochwasser betroffenen Planungsträger und für die Träger öffentlicher Belange die Möglichkeit, sich frühzeitig in den Planungsprozess bzw. in das methodische Vorgehen bei der Eingrenzung und Abwehr der Hochwassergefahr einzubringen. Damit hat der Dialog mit den „Betroffenen“, der für die Erstellung und Fortschreibung des „Risikomanagements“ erforderlich ist, begonnen.

## **Dokumentation des Planwerks und Online-Informationsmöglichkeiten**

Zum Hochwasserrisikomanagement gehört, neben dem während der Bearbeitung entstandenen analogen Planwerk, vor allem die schnelle Verfügbarmachung von hochwasserrelevanten Informationen. Nur so ist für die lokal Verantwortlichen im Sinne des „Risi-

komanagements“ die Erfassung, Bewertung und Steuerung der Gefahren möglich und eine Motivation für die zeitnahe Ereignisauswertung gegeben.

Wesentlicher Baustein eines HWRMP ist daher eine Internet-Version seines Inhalts („HWRM-Viewer“). Dabei werden die Karteninhalte nicht lediglich „statisch“ zur Verfügung gestellt. Vielmehr erlauben ArcIMS-Anwendungen die Überlagerung unterschiedlicher situationsabhängiger HW-Themen, die in analogen Karten nicht zu leisten ist. Darüber hinaus können beispielsweise Verlinkungen zu aktuellen HW-Steckbriefen hinterlegt werden und so dem Erfahrungsschatz zu einzelnen Hochwasserereignissen über den HWRM-Viewer eine Art schnell zugängliches Online-Archiv bieten. Die Grundlage dafür sowie für die Fortschreibung und Aktualisierung stellt ein entsprechendes GIS-Projekt dar, in dem alle Informationen vorgehalten und bearbeitet werden können.

Das Hochwasserrisikomanagement im Fulda-Plan setzt sich im Wesentlichen aus den zuvor beschriebenen Punkten zusammen. Der Grundtenor des Plans ist dabei die Erfassung, Bewertung und Steuerung der Gefahren und potentiellen Schäden, unterstützt durch ergänzende wasserwirtschaftliche und wasserbauliche Maßnahmen.

Ob die Minderung der Gefahren bzw. potentiellen Schäden bereits nachweisbar wird bzw. welche Maßnahmen letztendlich in welchem Umfang und welcher konkreten Ausgestaltung zur Ausführung kommen, gilt es für den ersten Umsetzungszeitraum nachzuhalten. Ggf. müssen bei der „Fortschreibung der Bewertung des Hochwasserrisikos“ Schwerpunktverlagerungen vorgenommen werden. Insofern ist die Umsetzung des HWRMP Fulda eine wiederkehrende Aufgabe (risk management circle), bei der die Ansatzpunkte des ersten Plans geprüft und ggf. fortgeschrieben werden müssen.

## **1.2 Räumlicher Geltungsbereich des HWRMP**

Der hiermit vorgelegte HWRMP Fulda umfasst das gesamte hessische Einzugsgebiet der Fulda.

Das oberirdische Einzugsgebiet der Fulda liegt mit 89 % in Hessen. Weitere Flächenanteile entfallen auf Nordrhein-Westfalen, Bayern, Thüringen sowie Niedersachsen (vgl. Tab. 1.1). Das Einzugsgebiet der Fulda ist wesentlicher Bestandteil der Flussgebietseinheit (FGE) Weser, die erstmalig im Zusammenhang mit der WRRL definiert wurde. Hessen bildet mit den anderen sechs deutschen Bundesländern, die Anteile am Einzugsgebiet der Weser haben, die Flussgebietsgemeinschaft (FGG) Weser. Nicht alle diese Länder haben Anteile am Einzugsgebiet der Fulda.



Tab. 1.1: Anteile der Anrainerländer am Einzugsgebiet der Fulda

Bundesland	Anteil am ges. Einzugsgebiet	
	[km <sup>2</sup> ]	[%]
Hessen	6.185	89,03%
Nordrhein-Westfalen	637	9,17%
Bayern	23	0,33%
Thüringen	3	0,04%
Niedersachsen	99	1,43%
<b>Summe</b>	<b>6.947</b>	<b>100%</b>

Die Flächenanteile von Bayern, Thüringen und Niedersachsen sind für die Beurteilung im Rahmen des HWRMP nicht von Bedeutung.

Lediglich Nordrhein-Westfalen besitzt mit dem Einzugsgebiet der oberen Eder (ca. 640 km<sup>2</sup>) einen größeren Anteil am Einzugsgebiet der Fulda. Die Einschätzung zur Hochwasserrisikosituation im dortigen Teileinzugsgebiet durch die nordrhein-westfälische Wasserwirtschaftsverwaltung ist noch nicht abgeschlossen. Ein „Hochwasserbrennpunkt“ nach der für den HWRMP Fulda (Teil Hessen) gewählten Definition ist dort möglicherweise nicht gegeben. Sobald die Bearbeitung in Nordrhein Westfalen abgeschlossen ist werden die Ergebnisse im HWRMP Fulda ergänzt.

Eine kleine Ausnahme bildet in diesem Zusammenhang noch die Stadtstrecke der Fulda in Hann. Münden auf niedersächsischem Gebiet: Hier wurde einvernehmlich mit Vertretern der niedersächsischen Wasserwirtschaftsverwaltung festgelegt, dass die ca. 5 km umfassende Teilstrecke oberhalb des Zusammenflusses mit der Werra als Teil des HWRMP Weser bearbeitet werden soll. Dieser insbesondere in Hann. Münden durch komplexe Strömungsverhältnisse mit verschiedenen Stromverzweigungen gekennzeichnete Fuldaabschnitt erfordert einen „Modellansatz aus einem Guss“. Die Abflussaufteilung zwischen Fulda, Werra und Weser sowie die Hochwassersituation in Hann. Münden sollen daher im HWRMP Weser einer hydrodynamisch-numerischen Detailbetrachtung unterzogen werden.

Bei einer Betrachtung der „innerhessischen“ Gebietsteilung und Zuständigkeiten herrschen klare Verhältnisse, die belegen, warum das Regierungspräsidium Kassel innerhalb Hessens als federführende Behörde für das Fuldagebiet bestimmt wurde. So liegt bis auf geringe Anteile das hessische Einzugsgebiet der Fulda im Regierungsbezirk Kassel und schneidet nur partiell die Regierungsbezirke Gießen und Darmstadt (vgl. Tab. 1.2).

Tab. 1.2: Verteilung des hess. Einzugsgebietes der Fulda auf die Regierungspräsidien

Regierungs- präsidium	Anteil am hessischen Einzugsgebiet	
	[km <sup>2</sup> ]	[%]
RP Kassel	5.259	85,03%
RP Gießen	913	14,76%
RP Darmstadt	13	0,21%
<b>Summe</b>	<b>6.185</b>	<b>100%</b>

Abgesehen von den Bundeswasserstraßen, Fulda von Ludwigsau/Mecklar bis zum Zusammenfluss mit der Werra in Hann. Münden sowie der Edertalsperre, deren Unterhaltung der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes obliegt, wird die Unterhaltung der Gewässer von den Städten/Gemeinden bzw. den Wasserverbänden im Einzugsgebiet wahrgenommen.

In der Gewässerkulisse des HWRMP beschäftigen sich drei Wasserverbände mit Hochwasserschutz. Unter dem Eindruck katastrophaler Hochwasserereignisse (vgl. Kap. 3.2) wurden von den betroffenen Kommunen und Landkreisen folgende Verbände gegründet.

Wasserverband Schwalm	gegründet 06.12.1962
Wasserverband Haune	gegründet 30.11.1970
Wasserverband Losse	gegründet 18.09.1972

Ziel der Verbandgründung war und ist die Ausführung und Koordinierung von Hochwasserschutzmaßnahmen.



Abb. 1.2: Das Einzugsgebiet Fulda als Bestandteil der FGE Weser

### 1.3 Zuständige Behörden

Die für die Umsetzung der HWRM-RL<sup>1</sup> bzw. der sich daraus aus dem WHG ergebenden Anforderungen zuständige oberste Behörde in Hessen ist die für die Wasserwirtschaft zuständige oberste Landesbehörde:

Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie,  
Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUELV)  
Mainzer Str. 80  
65189 Wiesbaden

Ihr obliegen die Rechts- und Fachaufsicht und die Koordination gegenüber den nachgeordneten Behörden. Sie stellt sicher, dass die HWRMP oder deren Teilbereiche, die Hessen betreffen termingerecht erstellt und veröffentlicht werden.

Für die Aufstellung der für die Einzugsgebietseinheiten abgegrenzten HWRMP auf hessischem Verwaltungsgebiet sind die Regierungspräsidien als „Obere Wasserbehörden“ zuständig.

Zuständig für den HWRMP Fulda für den hessischen Teil des Einzugsgebietes ist das

Regierungspräsidium Kassel  
Steinweg 6  
34117 Kassel.

Die Zuständigkeiten für die Wahrnehmung der Aufgaben aus dem Wasserrecht ergeben sich aus dem Hessischen Wassergesetz (HWG) vom 06.05.2005, zuletzt geändert durch Gesetz vom 04. März 2010 sowie aus der Zuständigkeitsverordnung Wasserbehörden (WasserZustVO) vom 15.04.2010.

---

<sup>1</sup> „Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23.10.2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken“ (HWRM-RL)

## 2 ALLGEMEINE BESCHREIBUNG DES EINZUGSGEBIETES

### 2.1 Geographie

Das hessische Einzugsgebiet der Fulda mit einer Einzugsgebietsgröße von  $A_{EO} = 6.185 \text{ km}^2$  ist Teil des nordhessischen Mittelgebirges. Es ist, wie in der topografischen Karte in Abb. 2.1 zu sehen, geprägt von stark wechselnden Höhenlagen. Kammlagen zwischen 600 und 800 m ü. NN stehen Talgebieten von nur wenig über 100 m ü. NN an der Fulda bei Hann. Münden gegenüber.

Durch das Fuldagebiet zieht sich von Süden nach Norden eine Gebirgsachse, die über den Vogelsberg, den Knüll und den Meißner verläuft. Im Osten wird das Einzugsgebiet der Fulda durch die Höhenzüge der Rhön gegen das der Werra abgegrenzt.

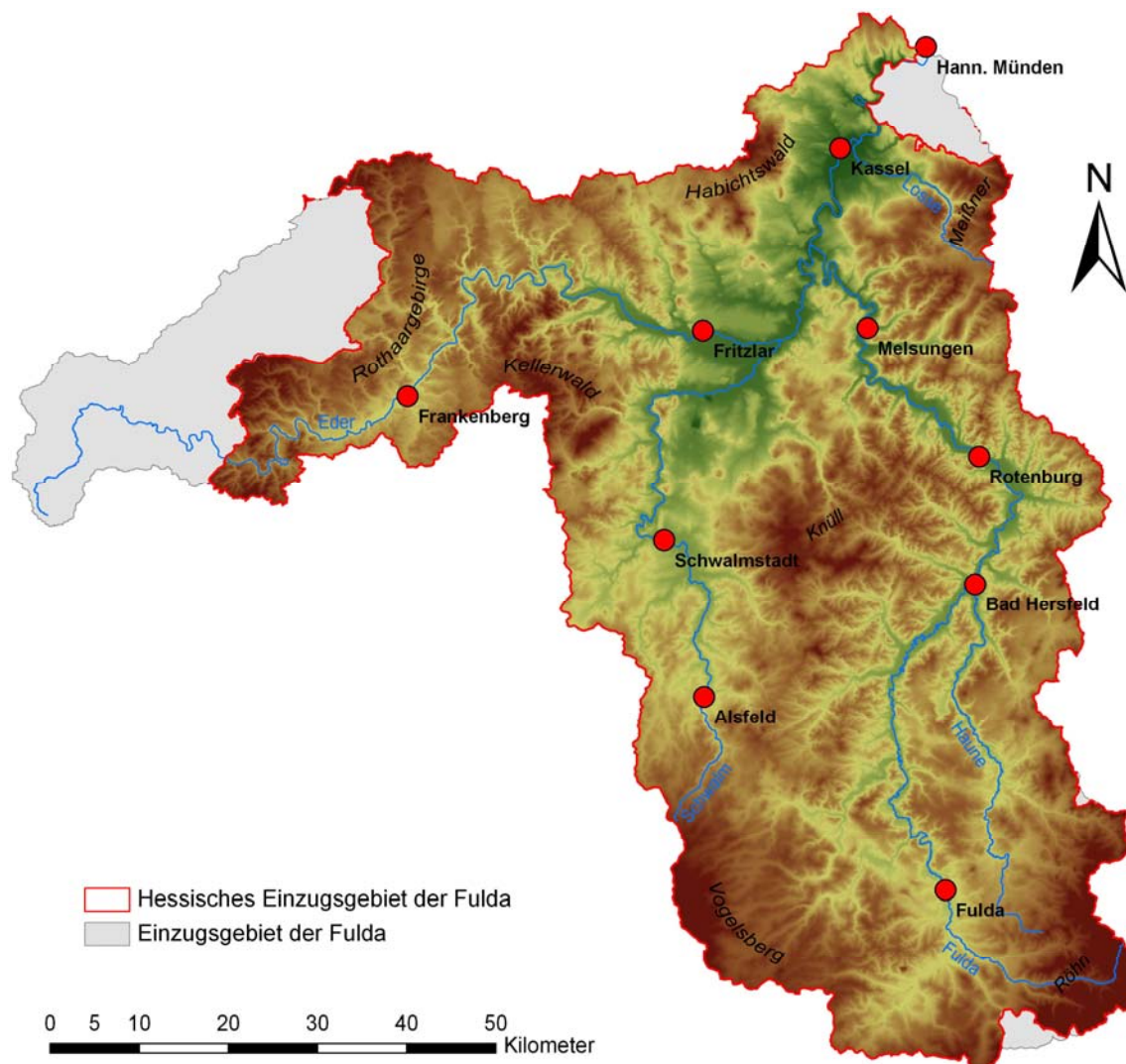


Abb. 2.1: Topografische Karte des Einzugsgebietes der Fulda (Datenbasis HLUG [16])

Der Vogelsberg (Taufstein 744 m ü. NN) und die Ausläufer des oberhessischen Hügellandes prägen den südlichen Teil des Einzugsgebietes. Rothaargebirge und Kellerwald, die Quellgebiete der Eder und ihrer Nebengewässer, bestimmen den westlichen Teil des Einzugsgebietes. Im Nordwesten wird das Einzugsgebiet vom Habichtswald und nach Nordosten vom Kaufunger Wald begrenzt. Über das Zentrum des Einzugsgebietes erstreckt sich das Knüllgebirge (hoher Knüll 636 m ü. NN), durch das von Norden nach Süden die Wasserscheide zwischen den Flüssen Schwalm und Fulda verläuft. Eingebettet zwischen den Höhenzügen liegen an der Fulda das Fuldaer, das Hersfelder und das Kasseler Becken sowie an der Schwalm das Becken zwischen Ziegenhain und Wabern. Diese Talräume waren schon in vorchristlicher Zeit bevorzugte Siedlungsgebiete des Menschen und weisen auch heute noch die größten Bevölkerungsdichten auf. Weite Teile der genannten Höhenzüge sind bewaldet und heute Natur- oder Landschaftsschutzgebiet.

## 2.2 Geologie

Im Bereich des Vogelsberges, des Knülls und des Habichtswaldes stehen überwiegend Gesteine vulkanischen Ursprungs an. Beidseitig der Fulda steht in weiten Teilen des Einzugsgebietes Sandstein an, während im Bereich der Oberen Eder Grauwacke und Schiefer dominieren. Über den geologischen Formationen wurden vorwiegend lehmige und sandig-lehmige Böden im Einzugsgebiet kartiert. Größere Sand- und Kiesvorkommen finden sich vorzugsweise in den Talauen von Fulda und Eder.

Auf Grundlage der Zuordnung der Fließgewässer zu den Gewässerlandschaften Deutschland ergibt sich nach [1] für die Hauptfließgewässer im Untersuchungsraum folgendes Bild:

Die Fulda verläuft ab Gersfeld bis zur Mündung weitgehend durch sandig, kiesigen Buntsandstein. Im Oberlauf der Fulda bis Gersfeld stehen in der Aue basaltische Vulkanite und kiesig, toniger Muschelkalk an. Kurze Abschnitte verlaufen durch tertiäres Hügelland mit tonig, lehmig, sandigen Substraten. Zwischen Rotenburg und Morschen durchfließt die Fulda eine Zechsteinlandschaft mit breiter kiesig, sandiger Aue.

Im Oberlauf ist die Eder der Fließgewässerlandschaft der Schieferregionen zuzuordnen. Bei Allendorf durchfließt die Eder eine kiesig, sandige Aue. Ab Frankenberg bis zur Edertalsperre steht erneut Schiefer an. Unterhalb der Edertalsperre bis Felsberg prägen wiederum kiesig, sandige Auen das Flussbett. Im letzten Abschnitt fließt die Eder auf Buntsandstein der Fulda zu und mündet unterhalb von Guxhagen in die Fulda.

Im Oberlauf der Schwalm stehen basaltische Vulkanite an. Bei Schwalmtal durchfließt die Schwalm eine Lößregion mit über 2 m mächtigen Ablagerungen von schluffig-tonigem, sandigem Feinmaterial. Ab Alsfeld ist die Schwalm der Fließgewässerlandschaft des Buntsandsteins zuzuordnen. Südlich von Schwalmstadt und nördlich von Borken prägen kiesig, sandige Auen den Flusslauf der Schwalm.

Entlang der Haune dominiert Buntsandstein die geologischen Gesteinformationen. Über den geologischen Formationen sind Ton- und Schluffböden ausgebildet.

### 2.3 Klimatische und hydrologische Verhältnisse

Das Gebiet von Hessen gehört nach [19] insgesamt zum warm-gemäßigten Regenklima der mittleren Breiten. Mit überwiegend westlichen Winden werden das ganze Jahr über feuchte Luftmassen vom Atlantik herangeführt, die zu Niederschlägen führen. Der ozeanische Einfluss, der von Nordwest nach Südost abnimmt, sorgt für milde Winter und nicht zu heiße Sommer.

Durch die topographische Struktur des Einzugsgebietes mit seinen Mittelgebirgen, die verschiedenen flache Landschaften einschließen, wird das Klima stark strukturiert. Insbesondere für die Temperatur ist die Geländehöhe entscheidend. So werden in [19] bezogen auf den Zeitraum von 1901 bis 2000 für die höheren Lagen im Norden mittlere Tagesmittelwerte von 6-7 °C und für die tiefer gelegenen Gebiete mittlere Temperaturen von 8-9 °C angegeben.

Durchschnittlich sind in den Wintermonaten die höchsten Lagen von Rhön und Vogelsberg mit mittleren Tagesmittelwerten zwischen -3 und -2°C am kältesten, während die Werte in den anderen Gebirgs- und Höhenzügen im Einzugsgebiet der Fulda im Allgemeinen zwischen -2 und -1°C liegen. In den niederen Bereichen bleiben die Temperaturen zwischen 0 und +1°C. In den Tälern um Kassel liegen die Temperaturen zwischen +1 und +2°C.

Die mittleren Tagesmitteltemperaturen betragen im Sommer in der Rhön, im Vogelsberg und im Rothaargebirge 12 bis 13°C, in den anderen Gebirgen 13 bis 14°C, im Bergland 15 bis 16°C und in den niederen Lagen der Täler 16 bis 17°C.

Die absolut höchsten Maxima der Lufttemperatur erreichten in den Tälern der Fulda (abwärts Hersfeld), der unteren Eder und der Schwalm 36° bis 37°C. Auf den Höhenzügen blieben diese Werte zwischen 33° und 34°C, während die geringsten auf der Rhön und auf dem Vogelsberg mit weniger als 33°C auftraten. Eine Ausnahme bildete das Rothaargebirge, das an dem betr. Stichtag des Juni 1947 im Bereich einer sehr warmen Südströmung lag, die dort das Maximum auf 34 bis 35°C erhöhte, während die weiter östlich gelegenen Höhenzüge hiervon nicht mehr berührt wurden.

Die größere Schwankungsbreite der Lufttemperatur in den Tälern lässt sich u. a. darin erkennen, dass dort auch die absolut tiefsten Minima gemessen wurden. Die Werte sanken unter -30°C im mittleren und oberen Fuldatale sowie im Haunetal, während die Täler der unteren Fulda, unteren Eder und Schwalm -28 bis -30°C erreichten. Auf den Höhenzügen sowie im Vogelsberg und auf der Rhön lagen die Werte zwischen -24 und -26°C, während im Rothaargebirge -24°C nicht unterschritten wurde.

Für den Niederschlag ist die Lage der Gebirge relativ zur Haupt-Windrichtung von Bedeutung, denn im Luv der Berge wird durch die erzwungene Hebung der Luft verstärkt Wolkenbildung und Niederschlag ausgelöst, während sich im Lee der Gebirge durch das Absinken der Luft die Wolken auflösen, so dass relativ trockene Gebiete entstehen. Die höchsten Niederschläge im Einzugsgebiet der Fulda fallen mit 1800 mm in den Höhenlagen des Rothaargebirges, des Vogelsbergs und der Rhön. Die geringsten jährlichen Niederschläge mit 500 mm werden am Unterlauf der Schwalm verzeichnet. Der mittlere jährliche Gebietsniederschlag beträgt 740 mm.

Das Abflussgeschehen der Fulda ist dementsprechend durch den Mittelgebirgscharakter des Einzugsgebietes geprägt. Der Mittelwasserabfluss der Fulda am Pegel Guntershausen ( $A_{EO} = 6.366 \text{ km}^2$ , dies entspricht ca. 91 % des Gesamteinzugsgebietes der Fulda), etwas unterhalb der Mündung der Eder in die Fulda, beträgt  $Q = 58 \text{ m}^3/\text{s}$ ; das entspricht einer Mittelwasserabflussspende von  $M_q = 9,1 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{km}^2)$  oder einer mittleren jährlichen Abflusshöhe von  $287 \text{ mm/a}$ . Bei einem mittleren jährlichen Niederschlag von  $740 \text{ mm}$  bedeutet dies, dass  $453 \text{ mm}$  nicht abflusswirksam werden.

Seit Ende des 19. bzw. Anfang des 20. Jahrhunderts liegen Messdaten zu Wasserständen bzw. Durchflüssen für Pegel im Einzugsgebiet der Fulda vor. In Abb. 2.2 sind die für die Erfassung des Wasserstandes bzw. Abflusses genutzten Pegel und Niederschlagsmessstationen im Einzugsgebiet der Fulda dargestellt.

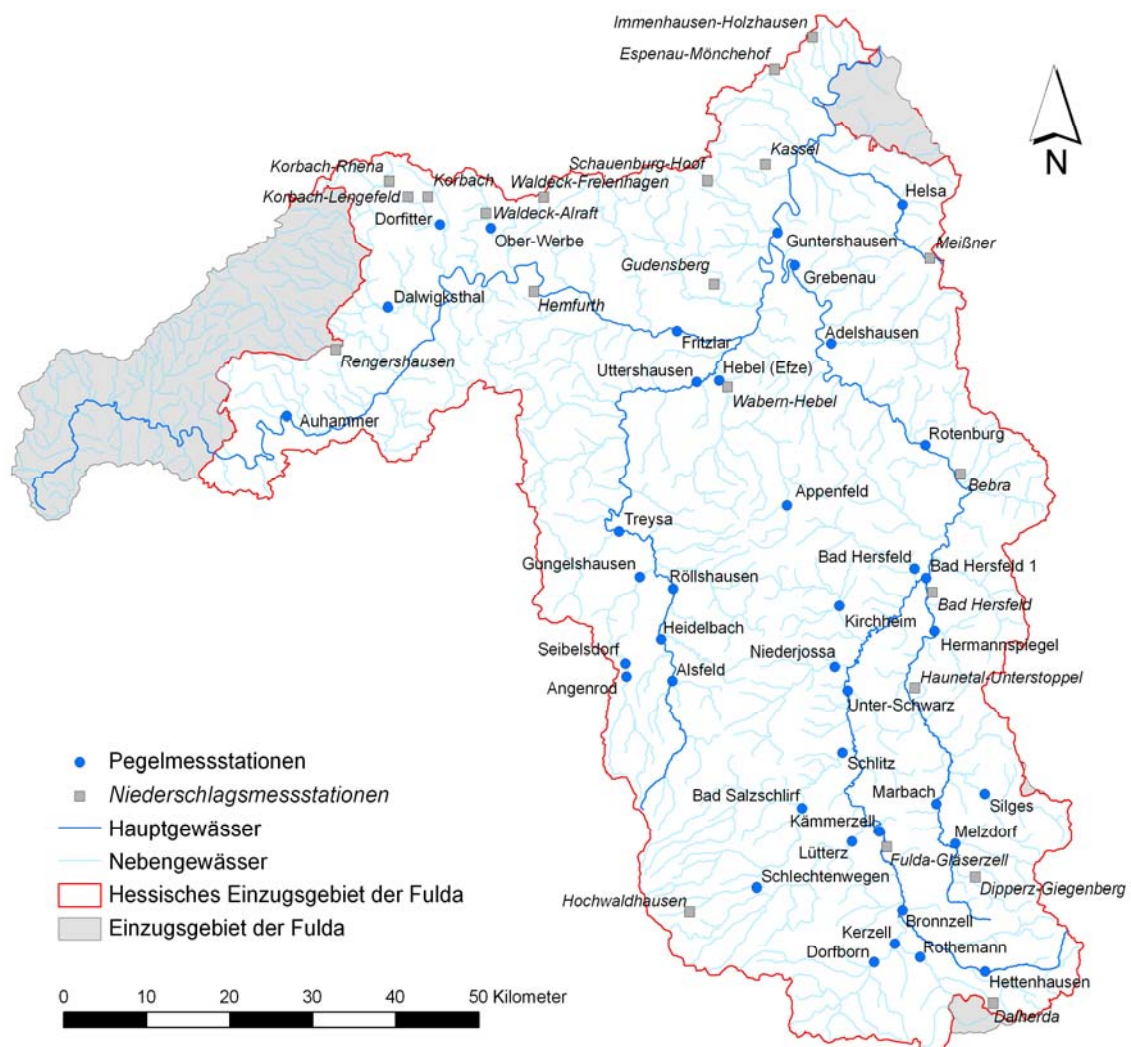


Abb. 2.2: Lage der Pegel- und Niederschlagsmessstationen im hessischen Einzugsgebiet der Fulda [16]



## 2.4 Oberflächengewässer

Das gewässerkundliche Flächenverzeichnis erfasst für das Untersuchungsgebiet der Fulda Gewässerslängen von etwa 3.960 km. Das Abflussgeschehen im Einzugsgebiet wird durch die vier Hauptgewässer Fulda, Eder, Schwalm und Haune dominiert.

Die Fulda entspringt in der Rhön an der Südseite der Wasserkuppe in 850 m Höhe. Im Verlauf ihrer 220 km langen Fließstrecke bis zum Zusammenfluss mit der Werra in Hann. Münden überwindet sie einen Höhenunterschied von 730 m. Die Talbreite beträgt im Oberlauf bis zu 250 m und weitet sich bis Fulda auf ca. 500 m auf. Im Bereich Bad Hersfeld beträgt diese 1.000 m bis 1.200 m und im Bereich Kassel 2.000 bis 3.000 m.

In Abb. 2.3 ist der Längsschnitt der Fulda mit bedeutenden Nebengewässern sowie die Sohlhöhe und die Einzugsgebietsgröße über die Fließstrecke dargestellt. Das erste nennenswerte Nebengewässer der Fulda ist die Fliede, die linksseitig in die Fulda einmündet. Etwas weiter nördlich fließt in Lüdermünd, einem Stadtteil von Fulda, die Lüder zu, bevor in der Stadt Schlitz das Gewässer Schlitz zuströmt. Es folgen Jossa und Aula, ehe in Bad Hersfeld die Haune der Fulda zufließt. Mit einer Einzugsgebietsgröße von 500 km<sup>2</sup> ist sie das kleinste Hauptgewässer im betrachteten Fuldaeinzugsgebiet. Die Haune entspringt im westlichen Teil der Rhön auf 475 m ü. NN und überwindet auf ihrer Fließlänge von 64 km einen Höhenunterschied von 275 m. Der Hauptzufluss der Fulda ist die Eder mit einer Einzugsgebietsgröße von 3.362 km<sup>2</sup>. Sie entspringt im Südosten von Nordrhein-Westfalen und durchfließt in Hessen den Landkreis Waldeck-Frankenberg sowie den Kellerwald, bevor sie in das westliche Ende des bei höchstem Wasserstand ca. 28,5 km langen Stauraum der Edertalsperre einfließt. Nach 172 km Lauflänge und der Überwindung eines Höhenunterschiedes von 475 m mündet die Eder bei Edermünde-Grifte, nur wenige Kilometer südlich von Kassel gelegen, auf 143 m ü. NN in die aus Richtung Südosten kommende Fulda. Der Mittelwasserabfluss am Eder-Pegel Fritzlar (AEO: 1.806 km<sup>2</sup>) wird mit  $MQ = 23,8 \text{ m}^3/\text{s}$  angegeben. Dies entspricht einer Mittelwasserabflussspende von  $Mq = 13,4 \text{ l}/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$ . Der Hauptnebenfluss der Eder ist die Schwalm, die am Rande des Vogelsberges entspringt. Sie fließt parallel zur Fulda nach Norden und mündet nach 97 km Lauflänge bei Altenburg in die Untere Eder. Das Knüllgebirge (634 m ü. NN) bildet die Wasserscheide zwischen Fulda und Schwalm und liegt etwa in der Mitte des ca. 1.300 km<sup>2</sup> großen Einzugsgebietes der Schwalm. Der Mittelwasserabfluss am Schwalm-Pegel Utershausen (AEO: 986 km<sup>2</sup>) wird mit  $MQ = 6,8 \text{ m}^3/\text{s}$ , entsprechend einer Mittelwasserabflussspende von  $Mq = 6,94 \text{ l}/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$ , angegeben. Zusammenfassend gibt Tab. 2.1 einen Überblick über Abflüsse an ausgewählten Pegeln im Einzugsgebiet der Fulda.

In Kassel fließt der Fulda an der Stadtgrenze zu Sandershausen die Losse zu. Die Losse entspringt im Werra-Meißner-Kreis am Walberg in einer Höhe von 429 m ü. NN und ist im Bereich der Stadtstrecke Kassel bis zur Mündung in die Fulda in die Untersuchungen des HWRMP Fulda einbezogen.

In der 77 km langen Flussstrecke der Fulda zwischen Bebra-Blankenheim und Kassel sind fünf Staustufen in erster Linie zur energetischen Gewinnung aus Wasserkraft errichtet worden. Dieser Abschnitt wird lediglich von Sportbooten benutzt. Die 32 km lange Flussstrecke zwischen Kassel und Hann. Münden ist in den Jahren 1893/97 durch sieben Staustufen und im Jahre 1913 durch eine achte Staustufe (Stadtschleuse Kassel) zu einer Schifffahrtsstraße ausgebaut worden. Der schlechte Bauzustand und der hohe Unterhaltungsaufwand der gegen Ende des 19. Jahrhunderts errichteten Staustufen sowie die mit großer Unfallgefahr verbundene Bedienung der alten Nadelwehre waren die Gründe für

eine geänderte Stauregelung dieses Teilstückes, das nach der Neuregelung nunmehr über fünf Staustufen verfügt:

- die alte Staustufe in Münden, aus den Jahren nach 1890, mit zwei festen Wehren,
- die neu gebauten Staustufen Bonaforth und Wilhelmshausen (1988/90),
- die neue Staustufe Wahnhausen (1980),
- die Staustufe in Kassel aus dem Jahre 1912 mit einem zweifeldrigen Walzenwehr, Instandsetzung von 1991 bis 1993 [54].

Ab Kassel ist die Fulda bis zum Zusammenfluss mit der Werra in Hann. Münden mit einer Fahrwassertiefe bis zu 1,40 m ausgebaut bzw. staureguliert und wird derzeit überwiegend für die Freizeitschifffahrt genutzt.

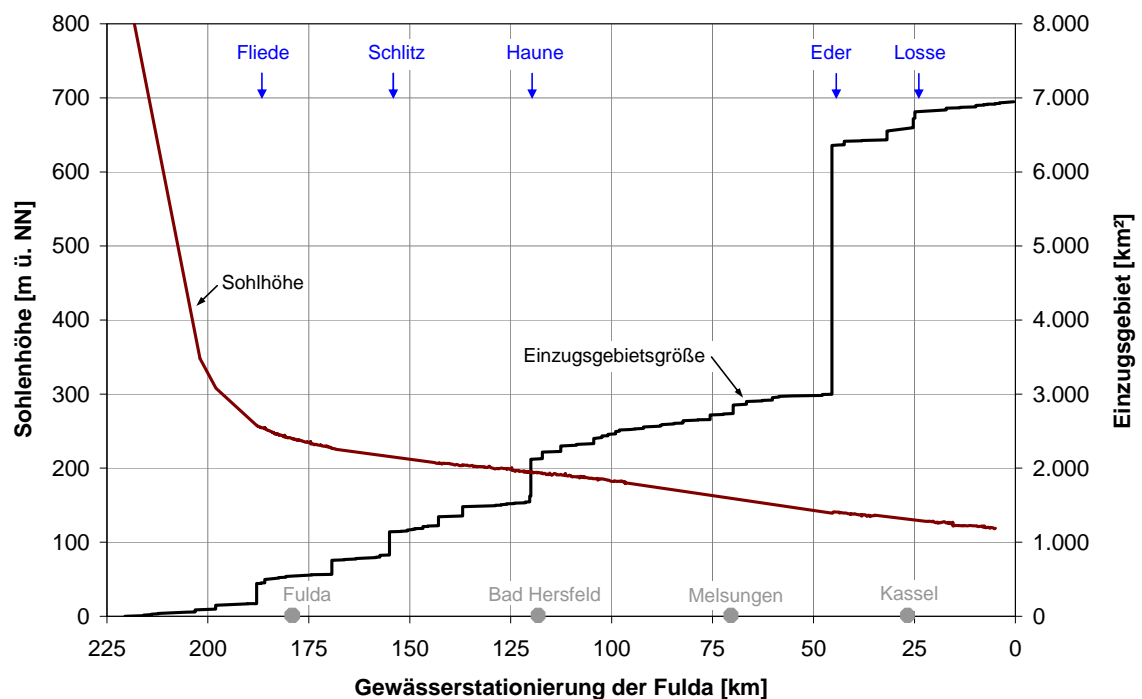


Abb. 2.3: Sohlhöhe und Einzugsgebietsgröße der Fulda (aufbereitet auf Basis von [16])

Tab. 2.1: Abflüsse an ausgewählten Pegeln im Einzugsgebiet der Fulda [40]

Gewässer	Pegel	A <sub>EO</sub> [km <sup>2</sup> ]	NQ		[m <sup>3</sup> /s]			HQ	
					MNQ	MQ	MHQ		
Fulda	Guntershausen	6.366	7,36	16.09.1959	16,6	57,8	405	980	09.02.1946
	Bad Hersfeld 1	2.120	2,44	28.08.1976	4,7	19,9	240	594	23.01.1995
	Hettenhausen	55,5	0,08	25.08.1976	0,2	0,9	14	26	21.07.1980
Eder	Fritzlar	1.806	2,80	19.11.1976	5,9	23,8	138	313	11.03.1981
	Auhammer	489	0,16	23.08.1976	0,8	10,5	138	273	28.10.1998
Schwalm	Uttershausen	986	0,74	19.07.1964	2,0	6,8	52	160	06.12.1960
Haune	Hermannspegel	422	0,30	18.08.1976	0,8	3,4	42	114	11.08.1981
Losse	Helsa	53,8	0,01	18.09.1973	0,1	0,7	13	100	17.07.1969

## 2.5 Siedlungsgebiete, bedeutende Verkehrswege, sonstige Flächennutzung

Die Bevölkerungszahl im Einzugsgebiet der Fulda nahm von 1885 von 487.000 Einwohnern bis 1939 auf 761.000 Einwohner zu (jährliches Wachstum ca. 1 %). Durch Zuwanderung während und unmittelbar nach dem 2. Weltkrieg aus den östlichen Gebieten Deutschlands stieg die Bevölkerungszahl bis 1950 auf 950.000 Einwohner an. Diese Angaben wurden dem Wasserwirtschaftlichen Rahmenplan Fulda [23] entnommen. Gemäß dem Hessischen Statistischen Landesamt (HSL) [31] ergeben sich zum Stand vom 31.12.2008 folgende Kenngrößen: Im Einzugsgebiet der hessischen Fulda leben ca. 1,05 Millionen Einwohner, dies entspricht einer durchschnittlichen Einwohnerdichte von 169 E/km<sup>2</sup>. Der hessische Landesdurchschnitt beträgt 287 E/km<sup>2</sup>. Die einzige Großstadt im Einzugsgebiet der Fulda ist Kassel mit ca. 194.000 Einwohnern. Es folgen die Städte Fulda mit 64.000 Einwohnern und Bad Hersfeld mit ca. 30.000 Einwohnern. Entsprechend dieser Siedlungsstruktur finden sich im Einzugsgebiet der Fulda keine industriellen Ballungszentren. Großflächige Industrie- und Gewerbegebiete sind auf die Kommunalflächen und die Peripherie der größten Städte beschränkt. Kleinflächigere Industrieansiedlungen finden sich vielerorts entsprechend der Siedlungsstruktur.

Die Infrastruktur im Einzugsgebiet ist durch die Lage Nordhessens im geographischen Zentrum der Bundesrepublik Deutschland geprägt. Dies wird in der Karte in Abb. 2.4 verdeutlicht, die neben der Verteilung der Landnutzung des Weiteren überregional bedeutende Verkehrswege im Einzugsgebiet zeigt. Als bedeutendste Verkehrswege sind hier die nationalen Nord-Süd (BAB 7/ 5) und West-Ost-Verbindungen (BAB 44/ 4) zu nennen, die sich in der Region kreuzen und als Drehpunkt europaweit von beträchtlicher Bedeutung sind. Neben der guten Infrastruktur des Straßennetzes ist im Bereich des Schienenverkehrs die Schnellfahrstrecke Hannover-Würzburg der Deutschen Bahn herauszustellen. Hier kommt insbesondere dem Bahnhof Kassel-Wilhelmshöhe durch die Anbindung an die Bahnstrecken Kassel-Warburg und Kassel-Bebra als Teil der West-Ost-Verbindung sowie die Anbindung an die Bahnstrecke Kassel-Frankfurt eine wichtige Rolle als Drehkreuz im deutschen Schienennetz zugute.

In Tab. 2.2 werden die Anteile verschiedener Flächennutzungen im hessischen Einzugsgebiet der Fulda dargestellt. Insgesamt haben Siedlungs- und Verkehrsflächen einen Anteil von zusammen ca. 8 % an der Einzugsgebietsgröße der Fulda in Hessen von 6.185 km<sup>2</sup>. 31 % werden ackerbaulich und 17 % als Grünland genutzt. In den steilen Hanglagen im Einzugsgebiet bzw. in den Tälern der Gewässeroberläufe werden die Flächen überwiegend als Viehweiden extensiv bzw. als Grünland bewirtschaftet. Mit zunehmender Talbreite der Fulda und Eder nimmt die ackerbauliche Nutzung zu. Eine intensive Ackerbaunutzung wird dabei überwiegend in den Auen und Talflanken der mittleren und unteren Fulda sowie der Schwalm betrieben. Der Anteil von wald- und forstwirtschaftlicher Fläche beträgt ca. 43 %.

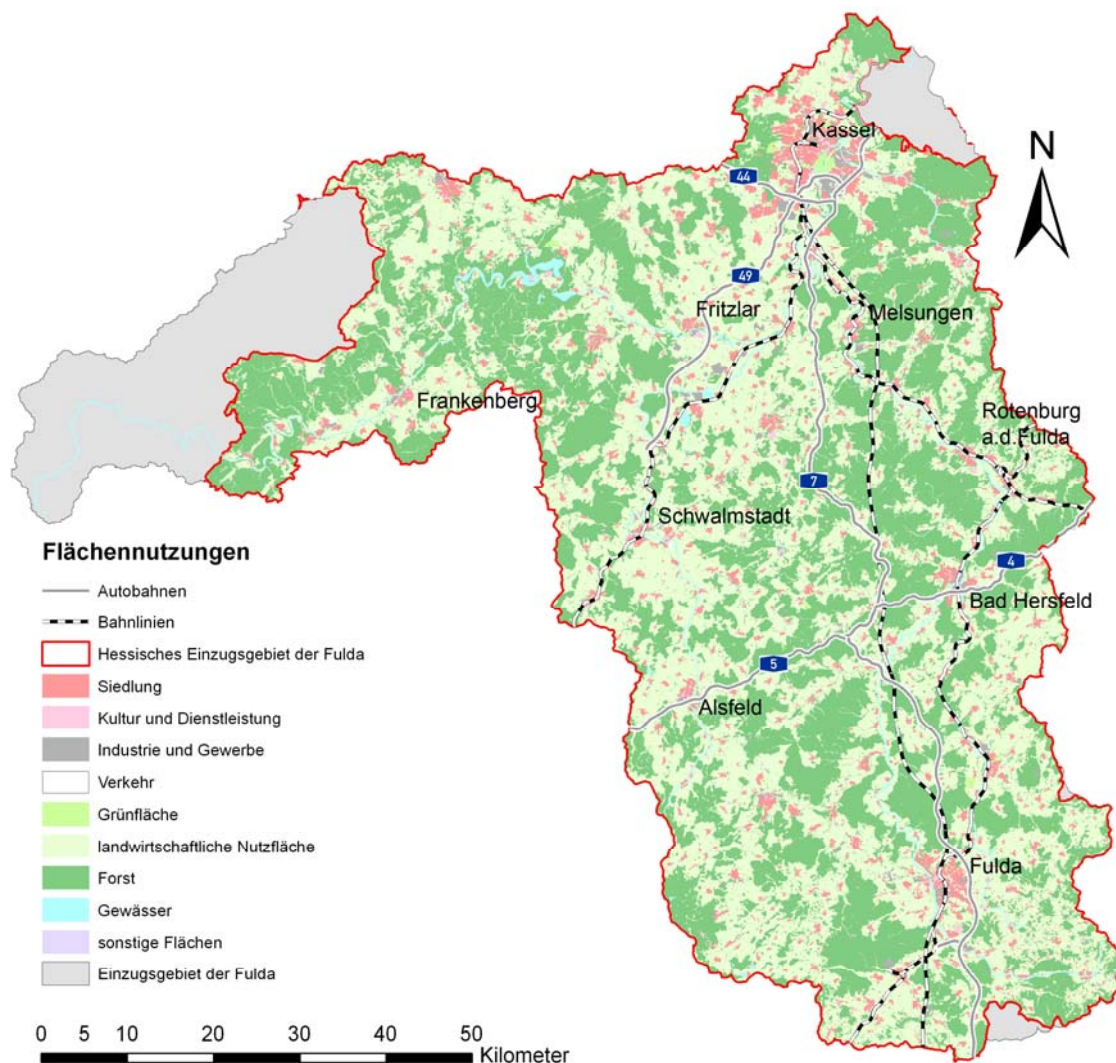


Abb. 2.4: Verteilung der Landnutzung und überregional bedeutsame Verkehrswege im hessischen Einzugsgebiet der Fulda (Datenbasis gemäß [15])

Tab. 2.2: Anteile verschiedener Flächennutzungen im hessischen Einzugsgebiet der Fulda

Flächennutzung	Fläche [ha] (auf 100 gerundet)	Anteil am hessischen Einzugsgebiet der Fulda [%]
landwirtschaftliche Nutzfläche	295.000	47,7
Forst	267.200	43,2
Siedlung	34.800	5,6
Industrie	8.100	1,3
Kultur und Dienstleistung	4.100	0,7
Grünflächen	3.800	0,6
Gewässer	3.700	0,6
Verkehr	1.300	0,2
sonstige Flächen	500	0,1
<b>Summe</b>	<b>618.500</b>	<b>100,0</b>

Das nordrhein-westfälische Edergebiet mit einer Einzugsgebietsgröße von 637 km<sup>2</sup> und einer Bevölkerung von 60.000 Einwohnern ist nach [38] forst- und landwirtschaftlich geprägt. Demnach sind zwei Drittel der Fläche bewaldet bzw. forstwirtschaftlich genutzt. Die landwirtschaftlichen Flächen haben einen Anteil von 28 %, wovon der Grünlandanteil bei 20 % liegt. Nur rund 5 % der Fläche sind bebaut. Wichtige Verkehrsstraßen sind die B 62 und die B 480, die das Gebiet von Südwesten nach Nordosten durchqueren.

## 2.6 Schutzgebiete

Nach Vorgabe des Artikel 6 Abs. 5 der HWRM-RL sind in den Hochwasserrisikokarten u. a. die potentiell nachteiligen Auswirkungen für ggf. betroffene Schutzgebiete gemäß Anhang IV Nummer 1 Ziffern i, iii und v der WRRL darzustellen. Aus diesem Grund wurden bei der Erstellung des HWRMP Fulda die vom Land Hessen im Zuge der Umsetzung der WRRL für das hessische Einzugsgebiet der Fulda zusammengestellten Schutzgebiete übernommen. Die Ausprägung und Verteilung der entsprechenden Gebiete werden im Folgenden kurz beschrieben und bilden die Grundlage für die Darstellung in den Hochwasserrisikokarten sowie der entsprechenden Beschreibung des Hochwasserrisikos (vgl. Kap. 4.4).

## **Wasser- und Heilquellenschutzgebiete**

Soweit es das Wohl der Allgemeinheit erfordert, können zum Schutz der Gewässer vor nachteiligen Einwirkungen nach § 19 WHG in Verbindung mit § 33 HWG Wasserschutzgebiete festgesetzt werden. Die Ausweisung von Wasserschutzgebieten erfolgt durch die Regierungspräsidien als obere Wasserbehörde.

In Hessen werden Wasserschutzgebiete zum qualitativen Schutz des durch Trinkwassergewinnungsanlagen gewonnenen Grundwassers sowie zum qualitativen und quantitativen Schutz von Heilquellen durch eine Verordnung nach einem Anhörungsverfahren festgesetzt.

Die Wasserschutzgebiete für die durch Trinkwassergewinnungsanlagen gewonnenen Grundwässer werden in der Regel in drei Zonen unterteilt: Zone I (Fassungsbereich), Zone II (Engere Schutzzone) und Zone III (Weitere Schutzzone). Heilquellenschutzgebiete (HQS) werden nur für staatlich anerkannte Heilquellen festgesetzt. Bei den Heilquellenschutzgebieten werden qualitative Schutzzonen (Zone I, II und III) sowie quantitative Schutzzonen (A und B) ausgewiesen. In Wasserschutzgebieten sind bestimmte Handlungen oder Anlagen, von denen eine Gefährdung ausgehen kann, verboten oder nur beschränkt zugelassen.

Derzeit sind im hessischen Einzugsgebiet der Fulda 526 Trinkwasserschutzgebiete und 6 Heilquellenschutzgebiete ausgewiesen (Stand 2007). Die Wasserschutzgebiete haben dabei eine Fläche von 2.172 km<sup>2</sup>. Dies entspricht einem Anteil von rd. 35 % an der Fläche des hessischen Einzugsgebietes der Fulda.

Die Wasser- und Heilquellenschutzgebiete können über das Fachinformationssystem Grund- und Trinkwasserschutz Hessen des HLUG eingesehen werden. Zudem ist die Lage der Wasserschutzgebiete in das GIS-Projekt des HWRMP übernommen worden. Ohne den grundlegenden planerischen Hinweisen im „Maßnahmenkapitel“ des HWRMP Fulda an dieser Stelle bereits vorgehen zu wollen, wird über die Bereitstellung von Informationen zu Wasser- und Heilquellenschutzgebieten dem Grundwasserschutz die gebotene Beachtung geschenkt. Bei der Realisierung von Hochwasserschutzmaßnahmen ist die etwaige Betroffenheit der genannten Schutzgebiete bereits in einem frühen Planungsstadium zu berücksichtigen.

## **Badegewässer**

Badegewässer werden auf der Grundlage der Richtlinie 2006/7/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 15.02.2006 über die Qualität der Badegewässer und deren Bewirtschaftung und zur Aufhebung der Richtlinie 76/160/EWG (Badegewässerrichtlinie) beziehungsweise durch deren Umsetzung in Rechtsnormen der Bundesländer (hier: Hessische Badegewässerverordnung) durch das zuständige Gesundheitsamt ausgewiesen. Als Badegewässer gilt dabei jeder Abschnitt eines Oberflächengewässers, in dem regelmäßig mit einer großen Zahl von Badenden zu rechnen ist. Das zuständige Gesundheitsamt berücksichtigt bei der Beurteilung der Anzahl der Badenden auch die bisherige Entwicklung des Badebetriebs am Gewässer und die Infrastruktur, die zur Förderung des Badebetriebs bereitgestellt wird. Die Ausweisung als Badegewässer erfolgt im Benehmen mit der Eigentümerin oder dem Eigentümer des Gewässers.

Ziel der Badegewässerrichtlinie ist die Erhaltung bzw. die Verbesserung der Wasserqualität sowie der Schutz der menschlichen Gesundheit. Hierfür sollen insbesondere fäkale Verunreinigungen und übermäßige Nährstoffeinträge zur Verhütung von Algenmassenvermehrungen aus den Badeseen ferngehalten werden. Dies erfordert häufig auch Maßnahmen im Oberlauf der Badeseen und dient somit der Zielerreichung in den Badeseen und in ihren Einzugsbereichen.

Maßnahmen, die sich aus der Richtlinie ergeben, sind im Wesentlichen:

- Die Überwachung und die Einstufung der Qualität von Badegewässern
- Die Bewirtschaftung der Badegewässer hinsichtlich ihrer Qualität
- Die Information der Öffentlichkeit über die Badegewässerqualität

Zur Überwachung der Wasserqualität werden vor allem die Konzentrationen an speziellen Indikatorbakterien für fäkale Verschmutzungen (*Escherichia coli* und intestinale Enterokokken) regelmäßig, mindestens einmal im Monat, während der Badesaison bestimmt.

Zu Beginn der Badesaison 2008 gab es im hessischen Einzugsgebiet der Fulda 14 BADESTELLEN, die gemäß der Badegewässerrichtlinie überwacht und bewirtschaftet werden. Hierbei handelt es sich um Stauseen und um Abgrabungsseen. Im Bereich der Überschwemmungsgebiete liegen sechs Badeseen. Die Lage der im hessischen Einzugsgebiet der Fulda ausgewiesenen Badeseen (Stand 2008) ist dem digitalen ArcGIS-Projekt zu entnehmen. Zudem sind die Badegewässer, die sich im Bereich der HW-Brennpunkte befinden, in den analogen HW-Risikokarten gekennzeichnet.

### FFH- und Vogelschutzgebiete

Für das europäische Netz geschützter Gebiete wird die Bezeichnung „Natura 2000“ verwendet. Bestandteil dieses Netzes sind die Vogelschutzgebiete, die dem Schutz der europäischen Vögel dienen und die Flora-Fauna-Habitat (FFH)-Gebiete, die für alle anderen auf europäischer Ebene schutzwürdigen Arten und natürlichen Lebensräume auszuweisen sind. Dabei wurden analog zur Wasserrahmenrichtlinie für den HWRMP Fulda nur diejenigen selektiert, für die eine Wasserabhängigkeit festgestellt wurde. Die Methodik dieser Selektion wird im Handbuch WRRL Hessen ausführlich beschrieben.

Tab. 2.3: Anzahl und Flächenanteil der wasserabhängigen FFH- und Vogelschutzgebiete im hessischen Einzugsgebiet der Fulda

Schutzgebiete	Fläche <sup>1</sup> [ha]	Anteil am hessischen Einzugsgebiet der Fulda <sup>1</sup> [%]
93 wasserabhängige FFH-Gebiete	45.873	7,4%
15 wasserabhängige Vogelschutzgebiete	126.858	20,5%

<sup>1</sup> Die FFH- und Vogelschutzgebiete können sich gegenseitig räumlich überlagern.

Die im GIS-Projekt zum HWRMP Fulda aufgeführten FFH- und Vogelschutzgebiete beinhalten neben der Schutzgebietsnummer, dem Namen, dem zuständigen Regierungspräsidium und der Fläche auch Spalten mit generell grundwasserabhängigen Lebensraumtypen, fallweise wasserabhängigen Lebensraumtypen, ausgewählten Arten der FFH-Anhänge, ausgewählten Arten nach Vogelschutzrichtlinie und den Gebietstyp (EU-Meldestand 2007). Weitere detaillierte Informationen und Schutzgebietsrecherchen können über das Hessische Karteninformationssystem (WRRL-Viewer) abgerufen werden:

- <http://wrml.hessen.de>

Dort sind auch die Code-Listen für die WRRL relevanten generellen und fallweisen wasserabhängigen Lebensraumtypen sowie für den Gebietstyp hinterlegt.

Weitergehende Informationen zur Natura 2000-Verordnung sind abgelegt unter:

- <http://natura2000-Verordnung.hessen.de>

Dort sind auch detaillierte Informationen zu jedem einzelnen Schutzgebiet sowie der kartografischen Darstellung hinterlegt.

## 2.7 Kulturerbe

Als Kulturgut wird ein als wichtig und erhaltenswert anerkanntes menschliches Zeugnis oder Ergebnisse künstlerischer Produktion verstanden. Ein Kulturgut mit institutionellem Charakter wird als Kulturdenkmal charakterisiert. Im Zivil- und Katastrophenschutz gelten schützens- und erhaltenswerte Artefakte und Dokumente von bedeutendem kulturellem Gut als Kulturgüter. Deren Gesamtheit wird auch als Kulturelles Erbe oder Kulturerbe bezeichnet.

Im Zuge einer LAWA-Abfrage im Mai 2010 zu Kriterien bei der Auswahl von Kulturerbestätten wurde in Hessen ein diesbezüglicher landesinterner Diskussionsprozess innerhalb der Wasserwirtschaftsverwaltung angestoßen. Im Ergebnis werden in Hessen Kulturdenkmäler im Range von Unesco-Kulturerbe-Anlagen als signifikante Objekte betrachtet.

In Hessen gibt es vier von der UNESCO aufgenommene Weltkulturerbe: das karolingische Kloster Lorsch, die Kulturlandschaft Oberes Mittelrheintal, der Obergermanisch-Raetische Limes und die Grube Messel [37].

Diese befinden sich jedoch nicht im Einzugsgebiet der Fulda und haben für die Umsetzung der HWRM-RL, wie sich diese aus dem WHG ergibt, keine Relevanz. Für den Schutz hessischer Denkmäler, hierunter sind größere plastische Darstellungen oder sonstige Objekte zu verstehen, die an bestimmte Personen oder Ereignisse erinnern sollen, aber auch Bauwerke besonderer Bedeutung, ist das Landesamt für Denkmalpflege Hessen zuständig, das dem Ministerium für Wissenschaft und Kunst unterstellt ist.

Bei den übrigen in der o. g. LAWA-Abfrage thematisierten Arten von Kulturdenkmälern:



- Baudenkmäler,
- Bodendenkmäler,
- sonstigen Kulturdenkmäler

liegen in Hessen noch keine Erkenntnisse zu Hochwasserbetroffenheit bzw. signifikanten Hochwasserschäden in der Vergangenheit vor. Die hessische Wasserwirtschaftsverwaltung geht jedoch davon aus, dass sowohl Baudenkmale, Bodendenkmale als auch sonstige Kulturdenkmale keine Relevanz im Sinne einer Berücksichtigung nach HWRM-RL besitzen. Offensichtlich haben die in den Auen gelegenen Kulturdenkmäler im Hinblick auf das Risikopotenzial in den letzten Jahrhunderten eine hinreichende Resilienz gezeigt oder entwickelt.

Die Einschätzung, dass Kulturgüter meist nicht signifikant von Hochwasser betroffen sind, wird auch von den Kommunen im Einzugsgebiet der Fulda gestützt. So wurde im Rahmen der Beteiligung zur Einschätzung des jeweiligen kommunalen Hochwasserrisikos und etwaiger Hochwasser-Maßnahmen von keiner Kommune eine signifikante Betroffenheit von Kulturgütern thematisiert.

Zurzeit wird durch das Landesamt für Denkmalpflege eine systematische Inventarisierung aller hessischen Denkmäler vorgenommen und so stufenweise bereits bestehende Zusammenstellungen ergänzt. Es existiert diesbezüglich aktuell also kein landesweites bzw. -einheitliches Inventar. Schwerwiegender im Zusammenhang mit der aufgeworfenen Fragestellung ist jedoch, dass eine systematische Einschätzung zur Hochwassersensitivität eines jeden Kulturdenkmals nicht vorliegt. Im Verfahren zur Öffentlichkeitsbeteiligung bei der Erstellung der Risikomanagementpläne erhält die Landesdenkmalverwaltung Gelegenheit zur Stellungnahme und ggf. Ergänzung signifikant betroffener Kulturgüter.

Sollten die Ergebnisse der landesweiten Inventarisierung und Signifikanzprüfung der Landesdenkmalverwaltung eine Hochwasserrelevanz zeigen, erfolgt eine diesbezügliche Ergänzung der in Bearbeitung befindlichen Hochwasserrisikokarten gegebenenfalls erst bei der Fortschreibung des ersten Risikomanagementplans.

Die hessische Wasserwirtschaftsverwaltung geht jedoch davon aus, dass die Einschätzung in Bezug auf die mangelnde Relevanz der Baudenkmäler, Bodendenkmäler und sonstigen Kulturdenkmäler weiterhin Bestand haben wird.

### 3 VORLÄUFIGE BEWERTUNG DES HOCHWASSERRISIKOS

Nach Artikel 4 der HWRM-RL ist eine vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos auf der Grundlage vorhandener oder leicht abzuleitender Informationen durchzuführen. Sie umfasst mindestens

- Karten mit Topographie und Flächennutzungen,
- die Beschreibung abgelaufener Hochwasser mit signifikanten nachteiligen Auswirkungen,
- die Beschreibung signifikanter Hochwasser der Vergangenheit, und erforderlichenfalls
- eine Bewertung der potenziellen nachteiligen Folgen künftiger Hochwasserereignisse.

Zweck der Bewertung ist die Bestimmung der Gebiete, in denen die Länder von einem potenziellen signifikanten Hochwasserrisiko ausgehen. Nur für diese Gebiete müssen Hochwassergefahren und -risikokarten sowie HWRMP erstellt werden.

Ein Mitgliedstaat kann die Vornahme einer vorläufigen Bewertung des Hochwasserrisikos u. a. dadurch umgehen indem er beschließt, direkt mit der Kartierung und der Erstellung von HWRMP zu beginnen (Artikel 13 (1b) HWRM-RL). Von den Möglichkeiten des Artikels 13 – diese möchte das Land Hessen für das Fuldagebiet nutzen – kann nur während des ersten Hochwasserrisikomanagementzyklus Gebrauch gemacht werden.

Die Regelungen des Artikel 13 in Verbindung mit Artikel 4 der HW-Richtlinie finden ihren Widerhall im WHG in § 73 (5) (Bewertung von Hochwasserrisiken, Risikogebiete), in § 74 (6) (Gefahrenkarten und Risikokarten) sowie in § 75 (6) (Risikomanagementpläne). Danach ist die vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos nicht erforderlich, wenn vor dem 22.12.2010 festgestellt wurde, dass ein signifikantes Risiko für ein Gebiet besteht und eine Zuordnung des Gebietes erfolgt ist oder beschlossen wurde, Gefahrenkarten und Risikokarten sowie Risikomanagementpläne zu erstellen. Dies trifft für das Einzugsgebiet der Fulda mit dem hiermit vorgelegten HWRMP zu.

In Kap. 3 wird daher keine „vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos“ im formellen Sinne des Artikels 4 der HWRM-RL vorgenommen, sondern eine Bewertung des Hochwasserrisikos zur Ableitung der Gewässerkulisse, für die in einem gestuften Bearbeitungsprozess Hochwassergefahren- und -risikokarten sowie Managementpläne erstellt werden müssen.

Diese Bewertung des Hochwasserrisikos orientiert sich zwecks Nachvollziehbarkeit und Prüfbarkeit an den in Artikel 4 genannten Bewertungskriterien. Demnach waren folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Beschreibung der Entstehung von Hochwasser im Einzugsgebiet
- Beschreibung vergangener Hochwasser mit signifikant nachteiligen Auswirkungen auf die Schutzgüter
- Beschreibung des bestehenden Hochwasserschutzes

- Beschreibung vergangener Hochwasser mit signifikant nachteiligen Auswirkungen auf die Schutzgüter, die auch zukünftig zu erwarten sind
- Bewertung der potenziell nachteiligen Folgen künftiger Hochwasser auf die Schutzgüter

Die aus der Bearbeitung der vorgenannten Aspekte resultierenden Erkenntnisse fließen schließlich ein in die

- Identifizierung der Gewässer mit einem potenziell signifikanten Hochwasserrisiko (Kap. 3.6).

### **3.1 Beschreibung der Entstehung von Hochwasser im Einzugsgebiet**

Das Hochwasserregime als mittlere jahreszeitliche Ausprägung des Hochwasserganges und der extremen Hochwasser an den Gewässern ist über die auslösenden Niederschläge oder Schneerückhalte und -schmelze eng an das klimatische Regime in den Einzugsgebieten geknüpft. Große Abflüsse entstehen bei flächendeckenden Niederschlägen, so dass für größere Gewässer insbesondere lang anhaltender Dauerregen zu ausgeprägtem Hochwasser im Einzugsgebiet führt. Verschärft wird diese Situation durch vorgesättigte Böden oder in höheren Lagen durch gefrorene Böden sowie ggf. durch Schneeschmelze. Der Durchzug großräumigen Niederschlag bringender Tiefdruckgebiete mit der vorherrschenden westlichen Strömung löst dann größere Hochwasserereignisse aus.

Grundsätzlich sind 3 Hochwassergenesen für die innerhessischen Gewässer zu unterscheiden. In kleinen Einzugsgebieten werden bereits durch kurzzeitige lokale Starkniederschläge große Hochwasserereignisse an kleineren Oberflächengewässern ausgelöst, die insbesondere bei konvektiv verstärktem Gewitterregen im Sommer auftreten. Beispielhaft genannt seien hier die Hochwasser an der Losse im Juli 1969 sowie der Bauna im Juli 1992 (vgl. Kap. 3.2). In mittelgroßen Einzugsgebieten herrschen abwechselnd Sommer- und Winterhochwasserereignisse vor, in größeren Einzugsgebieten vorwiegend Winterhochwasserereignisse.

Typische Entstehungsmuster für die Hochwassertypen Sommer- und Winterhochwasser können anhand des Sommerereignisses vom August 1981 und des Winterereignisses vom Februar 1984, welche beide weithin in Hessen zu außerordentlichen großen und mit Schäden verbundenen Hochwassern führten, verdeutlicht werden:

In den Tagen vor dem Auguthochwasser von 1981 war feuchtwarme subtropische Luft nach Deutschland eingeflossen. Durch das nachfolgende Einfließen von subpolaren kühlen Luftmassen wurden die subtropischen Luftmassen nicht nach Osten verdrängt, sondern großflächig angehoben, wodurch ergiebige Regenfälle mit zum Teil neuen Rekordwerten für Hessen ausgelöst wurden. Durch die Vermischung der Luftschichtung wurden die Niederschläge schauerartig verstärkt und von Gewittern begleitet.

Dem Winterereignis vom Februar 1984 gingen schon niederschlagsreiche Wochen voraus, was einerseits zu einer Vorsättigung der Böden und andererseits zu einer gewissen

Speicherung in einer Schneedecke führte. Die Überquerung des Frontensystems eines südostwärts ziehenden Sturmtiefs löste dann anhaltende und ergiebige Niederschläge aus, die dann entweder auf schon vorgesättigte Böden oder in höheren Lagen auf gefrorenen Boden mit jeweils hoher Abflussbereitschaft trafen. Verbunden mit der Zufuhr milder atlantischer Luftmassen wurde das Hochwasser durch einsetzendes Tauwetter weiter verschärft. Ähnliche Hochwasserereignisse ohne Schneeeinfluss im Herbst/Frühwinter können durch die Überquerung mehrerer Frontensysteme nacheinander ausgelöst werden.

Allgemein zeigt das Einzugsgebiet der Fulda für den Mittel- und Unterlauf eine stärkere Empfindlichkeit gegen lang anhaltende Niederschlagsereignisse, wie sie vorwiegend im Winter auftreten. Während beim Pegel Hettenhausen am Fuldaoberlauf ( $A_{EO} = 55,5 \text{ km}^2$ ) drei der vier größten Hochwasserereignisse im Hochsommer stattfanden, sind schon am stromabwärts gelegenen Fuldapegel Kämmerzell ( $A_{EO} = 561 \text{ km}^2$ ) ausschließlich Hochwasserereignisse aus den Monaten November bis Februar unter den zehn größten Hochwassern in den Messreihen zu finden. Auch für die folgenden Pegel oberhalb des Ederzuflusses Bad Hersfeld ( $A_{EO} = 2.120 \text{ km}^2$ ) und Grebenau ( $A_{EO} = 2.975 \text{ km}^2$ ) sind ausschließlich Winterhochwasser unter den zehn größten Ereignissen vorzufinden. Am unterhalb der Edermündung liegenden Fuldapegel Guntershausen ( $A_{EO} = 6.366 \text{ km}^2$ ) dominieren ebenfalls die Winterhochwasser, lediglich das Maihochwasser von 1984 tritt als Sommerereignis auf, dessen Entstehung aus dem Edereinzugsgebiet resultiert. Ausgeklammert ist hier die Hochwasserwelle vom Mai 1943, die aufgrund der Zerstörung der Edertalsperre im Zweiten Weltkrieg den bisher größten gemessenen Abfluss am Pegel Guntershausen zur Folge hatte.

Die Eder zeigt am Pegel Schmittlotheim (oberhalb der Edertalsperre) die höchsten mittleren monatlichen Hochwasserabflüsse von November bis April. Die zehn größten Hochwasserereignisse traten im Zeitraum zwischen Ende Oktober und Anfang Februar auf. Unterhalb der Edertalsperre am Pegel Fritzlar (1966-2000) ist unter den größten zehn Hochwasserereignissen das vom 31.05.1984 zu finden. Dieses Ereignis ist auf die Zuflüsse der nördlich der Edertalsperre gelegenen Teilgebiete mit dort aufgetretenen frühsommerlichen Starkniederschlägen zurückzuführen [20].

An der Schwalm finden sich in der Pegelreihe des Pegels Uttershausen für den Zeitraum von 1958 bis 2000 nur zwei Sommerereignisse, nämlich im Juni 1981 und im Mai 1984.

Aus Untersuchungen an 125 Pegelreihen in Hessen lassen sich lediglich an etwa 10 % der Pegel signifikante Trends der Hochwasserabflüsse feststellen. Bei 2 Pegeln sind fallende Trends und bei 10 Pegeln zunehmende Trends der Hochwasserabflüsse in den letzten 50 Jahren zu verzeichnen. Die mittlere Auftretenszeit von Hochwasserabflüssen liefert indirekt Hinweise auf Prozesse der Hochwassergenese. Zur Darstellung der Saisonalität der Hochwasserabflüsse wurde ein Saisonalitätsindex (der Zeitpunkt des wahrscheinlichsten Auftretens von Hochwasserereignissen im Jahr) für alle Pegelserien ermittelt. Dieser Saisonalitätsindex ist in Polarkoordinaten auf einem Einheitskreis dargestellt. Die Richtung des mittleren Vektors für alle Ereignisse ergibt das mittlere Auftretensdatum und die Länge des mittleren Vektors ist ein Maß für die Variabilität des Auftretensdatums. Es wird deutlich, dass die Hochwasserereignisse in Hessen in der Regel im Zeitraum Dezember bis Februar auftreten. Die einzige markante Ausnahme stellte der Pegel Eberstadt/Modau im hessischen Ried mit wahrscheinlichstem Auftreten im Monat Juli dar.

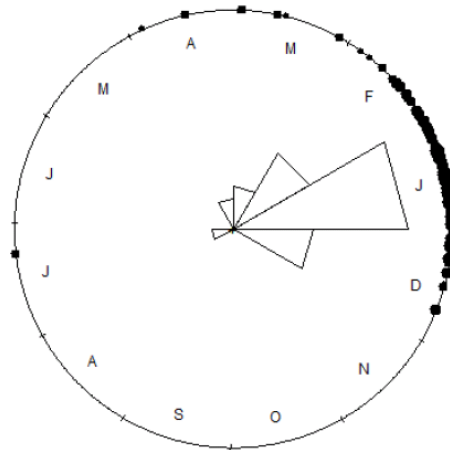


Abb. 3.1: Saisonalitätsindex der Hochwasserabflüsse für 123 Pegel in Hessen [20]

### 3.2 Beschreibung vergangener Hochwasser mit signifikant nachteiligen Auswirkungen auf die Schutzgüter

Extreme Niederschlagsereignisse kombiniert mit Eisstoß oder Schneeschmelze führten im hessischen Einzugsgebiet der Fulda seit vielen hundert Jahren immer wieder zu Hochwassern, die oftmals mit großen materiellen und immateriellen Schäden verbunden waren. Ab etwa 1300 n. Chr. berichten Hochwassermarken und alte Chroniken von großen Hochwassern und deren Auswirkungen im Untersuchungsgebiet. Für einige heutige Messstellen in den entsprechenden Gewässern konnten aus diesen alten Zeugnissen die in Abb. 3.2 dargestellten Wasserstände und Abflüsse historischer Hochwasser rekonstruiert werden. Diese Rekonstruktionen liefern allerdings lediglich Anhaltspunkte und keine genauen Werte für die höchsten Hochwasserstände. Pegelaufzeichnungen an hessischen Gewässern liegen überwiegend erst seit der Mitte des 20. Jahrhunderts, vereinzelt beginnend Anfang des 20. Jahrhunderts, vor. Beim Vergleich der aus dem Pegelmessnetz registrierten Hochwasser mit historischen Hochwassermarken oder historischen Chroniken von Hochwasserabläufen wird deutlich, dass in den vergangenen Jahrhunderten vor den aktuellen Messwertaufzeichnungen größere Hochwasser mit deutlich höheren Wasserständen aufgetreten sind. Äußerst seltene, aber dann extreme meteorologische Konstellationen führten zu Hochwasserereignissen, deren Ausmaß - auch verbunden mit nicht oder nur ansatzweise vorhandenen Hochwasserschutzmaßnahmen - das Ausmaß der Hochwasserereignisse des letzten Jahrhunderts deutlich überschritt.

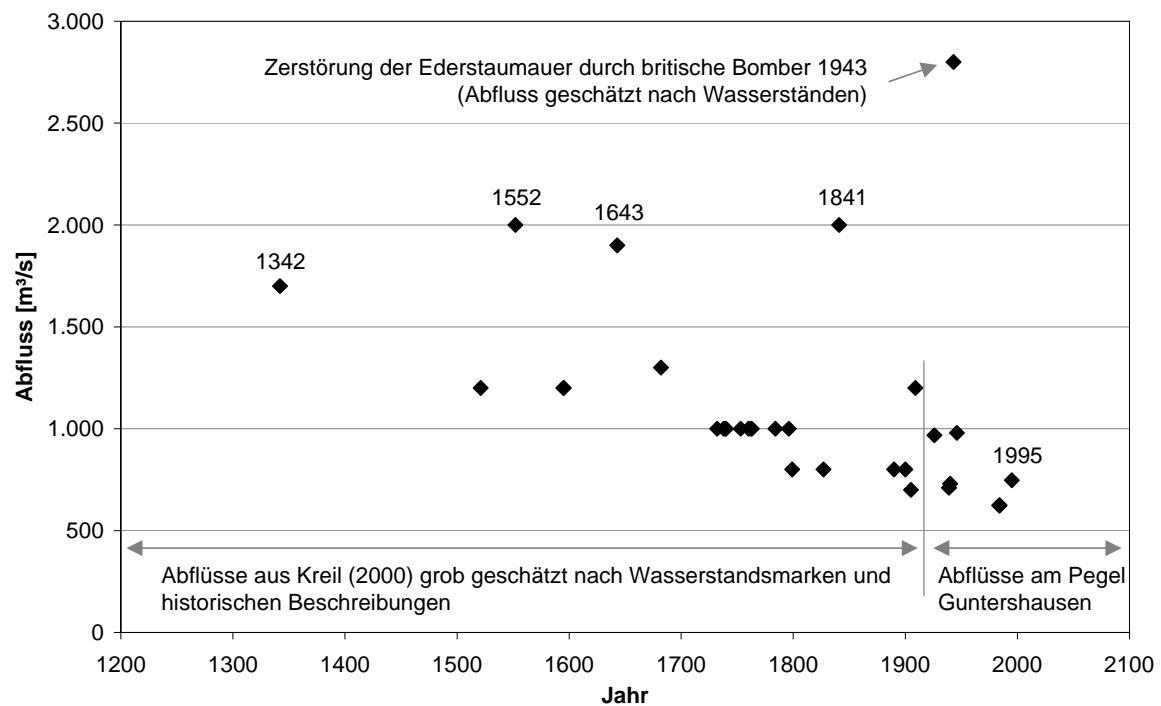


Abb. 3.2: Historische Hochwasserereignisse im Einzugsgebiet der Fulda (Pegel Guntershausen) [27]

Im Folgenden wird auf signifikante Hochwasserereignisse an den Hauptgewässern chronologisch eingegangen.

Das erste Hochwasserereignis im Untersuchungsgebiet, von dem eine Überlieferung vorliegt, ist das Hochwasserereignis vom 22.7.1342 mit einem geschätzten Abfluss von  $Q = 1.700 \text{ m}^3/\text{s}$  im Bereich des bei Kassel gelegenen Pegels Guntershausen. Nach dem Ereignis von 1552 ist das Hochwasserereignis vom Januar 1841 an der Fulda vermutlich das zweite Hochwasserereignis, das in Kassel einen Abfluss von  $Q = 2.000 \text{ m}^3/\text{s}$  erreicht hat. Hinsichtlich des verursachten Schadens war dieses Ereignis bis heute wohl das Bedeutendste. Die Überschwemmungsfläche dieses Hochwassers wurde in Karten festgehalten und diente später (1903) zur Planung der Fuldaregulierung im Kasseler Stadtgebiet. Die damals betroffene Fläche war größer als die heutige Überschwemmungsfläche eines  $HQ_{100}$ .

Dem Hochwasserereignis von 1909, das neben weiteren historischen Hochwassern in Abb. 3.3 dargestellt ist, kommt eine besondere Bedeutung zu, da es als Basis für die Festlegung der Überschwemmungsgebiete der Gewässer II. Ordnung diente [23]. Nach den Hochwasserereignissen von 1909 und 1914 wurden die Eisbrecher an der Vorderseite der Fuldabrücke in Kassel zurückgebaut. Des Weiteren wurde das Flussbett vertieft und das starre Wehr durch ein Walzenwehr ersetzt [48].

Das Hochwasser zum Jahreswechsel 1925/26 war das erste nach dem Bau der Edertalsperre. Über die Hochwasserentlastung flossen in der Silvesternacht  $Q = 490 \text{ m}^3/\text{s}$  ab und bewirkten im Unterlauf erhebliche Schäden. In Kassel betrug der Abfluss  $Q = 1.336 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Ohne die Wirkung der Edertalsperre wären nach Schätzungen ca.  $Q = 1.540 \text{ m}^3/\text{s}$  abgefließen. Am 17.05.1943 wurde die Edertalsperre von den alliierten Streitkräften bombardiert. Durch die zerstörte Staumauer flossen rund 160 Millionen  $\text{m}^3$  aus der vollen Talsperre. Der Abfluss betrug im Edertal  $Q = 8.500 \text{ m}^3/\text{s}$ , in Kassel lag er noch bei  $Q = 2.800 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Im Dezember 1960 kam es an der Schwalm zu einem Hochwasserereignis, dessen Abfluss am Pegel Uttershausen ( $A_{EO} = 986 \text{ km}^2$ , Fluss-km 9,4) mit  $Q = 157 \text{ m}^3/\text{s}$  dem 33-fachen des Mittelwasserabflusses entsprach. In 30 Gemeinden wurden die tiefer liegenden Ortsteile auf einer Gesamtläche von  $32 \text{ km}^2$  überflutet. Der Ortskern von Schwalmstadt-Ziegenhain stand vollständig unter Wasser. Es entstanden hohe Schäden an privaten und kommunalen Anlagen und in der Landwirtschaft. Die Verkehrswege waren unterbrochen und teilweise beschädigt [24]. Dieses Ereignis war 1962 Anlass zur Gründung des Wasserverbandes Schwalm, der in den folgenden Jahren die Hochwasserrückhaltebecken Treysa-Ziegenhain und Heidelbergbach sowie die Antriftalsperre errichtet hat.

Hochwasser der Fulda im Februar 1909  
in Kassel/ Unterneustadt



Hochwasser der Fulda im Februar 1909  
in Horas



Hochwasser der Fulda im Jahr 1925/26  
in Kassel/ Blücherviertel



Hochwasser der Schwalm im Dezember 1960  
in Ziegenhain



Abb. 3.3: Beispielhafte Eindrücke historischer Hochwasserereignisse im Einzugsgebiet der Fulda (Fotos links von Stadtarchiv Kassel; oben rechts von Stadt Fulda; unten rechts von WWA Marburg)

Im Januar 1995 ereignete sich in Nordhessen ein Hochwasser, das an der Fulda Oberstrom der Edermündung ein statistisches Wiederkehrintervall von 100 Jahren erreichte. In Abb. 3.5 sind Bilder zur damaligen Hochwassersituation dargestellt. Auslöser war eine lang anhaltende Niederschlagsperiode, verstärkt durch abfließendes Schmelzwasser aus den Höhenlagen der Mittelgebirge. Daraus resultierten, wie an den Abflussganglinien ausgewählter Pegel in Abb. 3.4 ersichtlich wird, zwei Hochwasserwellen, die am 23./24. Januar bzw. 30./31. Januar abliefen. Die Wasserführung in der oberen Fulda war geprägt durch die Vogelsbergzuflüsse. Am Pegel Kämmerzell ( $A_{EO} = 561 \text{ km}^2$ , Fluss-km 172) besaß die erste Hochwasserwelle ein Wiederkehrintervall von 80 Jahren, am Fuldapegel in Bad Hersfeld ( $A_{EO} = 2.120 \text{ km}^2$ , Fluss-km 119,8) erreichte der Scheitelabfluss mit  $Q = 594 \text{ m}^3/\text{s}$  ein Wiederkehrintervall von 100 Jahren. In Kassel wurden die seit 1946 höchsten Abflusswerte beobachtet und der Abflussspitzenwert am Pegel Guntershausen betrug  $Q = 747 \text{ m}^3/\text{s}$ . Im Oberlauf der Eder wurde für den Pegel Auhammer ( $A_{EO} = 486 \text{ km}^2$ , Fluss-km 110) das Wiederkehrintervall mit 50 Jahren bestimmt, der Scheitelabfluss der Orke mit  $Q = 101 \text{ m}^3/\text{s}$  wies ein Wiederkehrintervall von 100 Jahren auf.

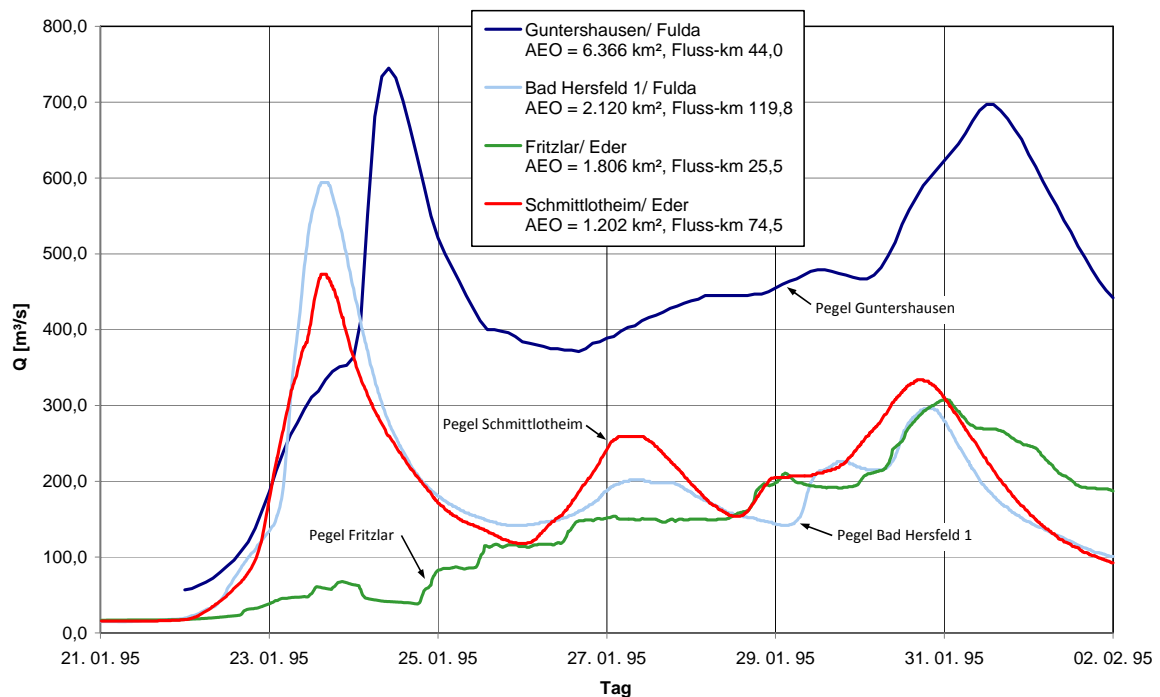


Abb. 3.4: Abflussganglinien an den Pegeln Guntershausen/Fulda, Bad Hersfeld1/Fulda, Fritzlar/Eder und Schmittlotheim/Eder während des Hochwasserereignisses 1995 (zusammengestellt nach [44])

Durch die Edertalsperre wurde die Spitze der ersten Hochwasserwelle der Eder gekappt und an den Unterlauf ein stark gedrosselter Abfluss weitergegeben. Dies wird insbesondere an den in Abb. 3.4 dargestellten Abflussganglinien der Pegel Schmittlotheim und Fritzlar deutlich. So betrug an der Messstelle Schmittlotheim, die den Zulaufpegel zur Edertalsperre darstellt, der Abfluss  $Q = 480 \text{ m}^3/\text{s}$ . Am Pegel Fritzlar, 24 km Unterstrom der



Talsperre, wurden entsprechend zeitversetzt nur noch maximal  $Q = 68 \text{ m}^3/\text{s}$  gemessen. Die Hochwasserrückhaltebecken der Schwalm führten ebenfalls zu einer deutlichen Reduzierung des Spitzenabflusses, so dass Eder und Schwalm zu dem Spitzenabfluss am Pegel Guntershausen nur  $Q = 100 \text{ m}^3/\text{s}$  beitrugen. Somit haben die Edertalsperre und die beiden Schwalmbecken zu einer wesentlichen Entschärfung der damaligen Hochwassersituation beigetragen und höhere Schäden verhindert.

Die zweite Hochwasserwelle vom 30. bis 31. Januar erreichte am Fuldapegel in Bad Hersfeld mit einem Abfluss von  $Q = 296 \text{ m}^3/\text{s}$  im Vergleich zur ersten Welle mit  $Q = 594 \text{ m}^3/\text{s}$  einen deutlich geringeren Spitzenabfluss. Aufgrund der lang anhaltenden Niederschläge der Vortage war die Speicherkapazität von Edertal- und Antrittstalsperre erschöpft, so dass es zu einem Abfluss über die Hochwasserentlastungsanlagen kam. Der Zufluss zur Edertalsperre von ca.  $Q = 350 \text{ m}^3/\text{s}$  konnte daher nur noch auf einen Abfluss von  $Q = 295 \text{ m}^3/\text{s}$  reduziert werden. Wie aus Abb. 3.4 deutlich ersichtlich ist, führte die Überlagerung der Hochwasserwellen der Eder und der Fulda am weiter stromabwärts gelegenen Pegel Guntershausen zu einem Abfluss von  $Q = 700 \text{ m}^3/\text{s}$ , so dass es erneut zu großflächigen Überschwemmungen im Stadtbereich von Kassel kam.

Hochwasser der Fulda im Januar 1995  
in Kassel mit Blick auf den Kreisel der Leipziger Straße



Hochwasser der Fulda im Januar 1995  
in Kassel mit Blick auf die Flutmulde



Hochwasser der Fulda im Jahr 1995  
in Melsungen



Hochwasser der Fulda im Januar 1995  
in Melsungen



Abb. 3.5: Beispielhafte Eindrücke vom Hochwasser 1995. Eine ausführliche fotografische Dokumentation des HW-Ereignisses ist im GIS-Projekt enthalten [36]

Einige ausgewählte Abflüsse des Hochwasserereignisses von 1995 mit Angabe des Wiederkehrintervalls sind in Tab. 3.1 zusammengestellt.

Tab. 3.1: Ausgewählte Pegelwerte für das HW-Ereignis 1995 (verändert nach [27])

Gewässer	Pegel	Jan 95		
		HQ [m³/s]	Tag	T [Jahre]
Fulda	Hettenhauen	25,4	23	20
Fulda	Kämmerzell	196	23	91
Fulda	Bad Hersfeld	594	23	100
Fulda	Guntershausen	747	24	-
Haune	Melzdorf	47,6	22	16
Haune	Hermannspegel	80,5	23	18
Eder	Auhammer	262	23	44
Eder	Fritzlar	291	30	-
Schwalm	Röllshauen	31,6	30	-
Schwalm	Uttershausen	97,9	23	20
Losse	Helsa	14,3	23	4

Neben den großen Hochwasserereignissen an den Hauptgewässern Fulda, Eder, Schwalm und Haune traten im Einzugsgebiet Fulda auch lokale schadbringende Hochwasser an den Nebengewässern auf. Hiervon werden im Folgenden beispielhaft zwei Ereignisse näher beschrieben.

Im Einzugsgebiet der Bauna (ca. 50 km<sup>2</sup>) kam es am 31.7.1992 zu einem extremen Niederschlagsereignis, dessen Wiederkehrintervall in einigen Bereichen weit über 100 Jahre lag. An der Niederschlagsstation in Hoof im Nordwesten des Bauna-Einzugsgebietes wurden innerhalb von 24 Stunden 133 mm Niederschlag gemessen. Dieses Ereignis besaß lokal bereits die Charakteristik einer Sturzflut. Allein im Einzugsgebiet der Bauna entstand ein Schaden von rund 6,6 Mio. Euro [45]. In Nachgang erweiterte der örtliche Abwasserverband seine Aufgaben um den Bereich Hochwasserschutz und firmiert seitdem als „Verband für Abwasserbeseitigung und Hochwasserschutz Baunatal Schauenburg – VAH“. Bisher sind vom VAH drei Hochwasserrückhaltebecken umgesetzt worden, ein viertes ist in Planung. Der HQ<sub>100</sub>-Schutz an der Bauna ist somit bereits überwiegend gegeben bzw. wird in naher Zukunft vollständig realisiert sein.

Im Lossetal verursachte am 17.07.1969 ein Hochwasser große Schäden. Am Pegel Helsa trat ein Scheitelabfluss von  $Q = 55,6 \text{ m}^3/\text{s}$  auf, dies entspricht einer Jährlichkeit von 90 Jahren. In Helsa beliefen sich die Schäden auf 1,3 Mio. Euro, in Kaufungen auf 5,1 Mio. Euro und in Kassel auf rund 1 Mio. Euro. Dieses Katastrophenhochwasser führte zur Gründung des Wasserverbandes Losse [49].

### 3.3 Beschreibung des bestehenden Hochwasserschutzes

Hochwasserschutz besaß in Hessen und damit auch im hessischen Teil des Fuldaeinzugsgebietes bereits vor in Kraft treten der HWRM-RL Priorität. Schwerpunkte an der Fulda waren neben der Hochwasservorsorge, die Förderung kommunaler Hochwasserschutzmaßnahmen und das Retentionskataster Hessen.

Der bestehende Hochwasserschutz im hessischen Einzugsgebiet der Fulda lässt sich den drei Säulen der Hochwasserschutzstrategie zuweisen: Hochwasser-Flächenmanagement, Technischer Hochwasserschutz und Hochwasservorsorge.

Ausgehend von dieser allgemeinen Kategorisierung werden in den nachfolgenden Unterkapiteln die bereits umgesetzten Elemente und durchgeführten Maßnahmen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes im Einzugsgebiet der Fulda zusammengestellt und beschrieben. Die Ausführungen basieren dabei auf einer umfangreichen Recherche zu den vorhandenen Hochwasserschutzmaßnahmen und enthalten im Wesentlichen die überregional bedeutsamen Maßnahmen.

#### 3.3.1 Hochwasser-Flächenmanagement

Ziel des Hochwasser-Flächenmanagement ist es, dem Hochwasser die natürlichen Überflutungsräume zu erhalten, dem Wasser Flächen zur unschädlichen Ausbreitung zur Verfügung zu stellen und die Nutzung betroffener Flächen verträglich mit den Anforderungen des Hochwasserschutzes zu gestalten. Entsprechende Maßnahmen wurden im hessischen Einzugsgebiet der Fulda in den vergangenen Jahren in unterschiedlichem Umfang umgesetzt.

#### Flächenvorsorge: Kennzeichnung und Sicherung von Überschwemmungsgebieten

Die wasserrechtliche Festsetzung von Überschwemmungsgebieten dient neben der Vermeidung einer Abfluss- bzw. Hochwasserverschärfung insbesondere auch der Verringerung des Schadenspotenzials, dem Schutz der Gewässerauen mit ihrer Flora und Fauna sowie dem Boden- und Grundwasserschutz.

Im hessischen Einzugsgebiet der Fulda wurden von 1995 bis 2010 für 720 km Gewässerstrecke die Überschwemmungsgebiete des HQ<sub>100</sub> ermittelt und durch Rechtsverordnung gesichert bzw. durch die Veröffentlichung einer Arbeitskarte vorläufig gesichert:

Tab. 3.2: Bearbeitungsstand der Sicherung der Überschwemmungsgebiete für das HQ<sub>100</sub> im hessischen Einzugsgebiet der Fulda

Dokumentation Bearbeitungsstand (Stand: 01.04.2010)	Länge [km]	Anteil [%]
Bislang per Rechtsverordnung gesicherte Gewässerstrecke	593	49%
Bislang per Arbeitskarte gesicherte Gewässerstrecke	90	7%
Zu überarbeitende nach alten Anforderungen festgestellte Gewässerstrecke	302	25%
Bislang rechtlich noch nicht gesicherte Gewässerstrecke	236	19%
<b>Summe der rechtlich zu sichernden Gewässerstrecke</b>	<b>1.221</b>	<b>100%</b>

### Flächenvorsorge: Kennzeichnung und Sicherung von Retentionsräumen

Natürliche Überflutungsräume (Retentionsräume) haben einen unmittelbaren Einfluss und damit eine besondere Bedeutung für das Ausmaß der Hochwasserabläufe und der Hochwasserstände in und an den Gewässern. Daher ist es erklärtes Ziel der hessischen Hochwasserschutzstrategie, die an den hessischen Gewässern heute noch vorhandenen Retentionsräume in ihrem Bestand zu erhalten sowie zusätzliche Räume zu aktivieren [28]. Vor diesem Hintergrund wurden im Rahmen des Projektes „Niederschlagsgebietsweise Erfassung der natürlichen Retentionsräume in Hessen“ (Retentionskataster Hessen – Projekt RKH) seit 1995 u. a. auch die wesentlichen Retentionsräume im Einzugsgebiet der Fulda erfasst und in einem Kataster dokumentiert.

In Tab. 3.3 sind die vorhandenen und potentiellen<sup>2</sup> Retentionsräume im hessischen Einzugsgebiet der Fulda aus der Datenbank des Retentionskataster Hessen mit Stand vom 31.05.2010 zusammengefasst. Für die vorhandenen und potentiellen Retentionsräume werden jeweils das Volumen sowie die Fläche angegeben. Für die ermittelten potentiellen Retentionsräume wird zusätzlich eine Unterscheidung ihrer Ausdehnung bei Hochwasserereignissen mit einer Jährlichkeit geringer sowie größer 100 Jahre vorgenommen.

<sup>2</sup> Das RKH versteht unter potentiellen Retentionsräumen, die Bereiche, die durch entsprechende Maßnahmen als Retentionsraum reaktiviert bzw. neu gewonnen werden können.

Tab. 3.3: Vorhandene und potentielle Retentionsräume im hessischen Einzugsgebiet der Fulda [43]

Gewässer	vorhandene Retentionsräume		potentielle Retentionsräume			
	Volumen [Mio. m <sup>3</sup> ]	Fläche [km <sup>2</sup> ]	< HQ <sub>100</sub>		> HQ <sub>100</sub>	
	Volumen [Mio. m <sup>3</sup> ]	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Volumen [Mio. m <sup>3</sup> ]	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Volumen [Mio. m <sup>3</sup> ]	Fläche [km <sup>2</sup> ]
<b>Fulda</b>	61,4	37,8			3,6	
Nebengewässer	16,9	27,0	0,9	2,9	1,8	1,1
<b>Eder</b>	65,4	41,6	3,6	3,8	0,6	0,9
Nebengewässer	9,5	14,7	0,1	0,5	1,0	0,8
<b>Schwalm</b>	15,3	21,0	0,2	0,9	0,4	0,3
Nebengewässer	8,6	15,7	0,4	1,4	1,9	1,8
<b>Haune</b>	6,9	9,2	0,1	0,6	0,6	0,1
Nebengewässer	1,0	2,7	0,1	0,3	0,5	0,3
<b>Summe:</b>	185,1	169,7	5,3	10,5	10,5	5,3

### Flächenvorsorge: Berücksichtigung des Hochwasserschutzes in Landes- und Regionalplanung

Nach § 4 des Hessischen Landesplanungsgesetzes (HLPG) sind die Ziele und Grundsätze der Raumordnung von öffentlichen Stellen bei ihren raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen zu beachten. Diesem grundsätzlichen Gebot wurde bei der Erstellung des HWRMP Fulda Rechnung getragen:

Im Raumordnungsgesetz (ROG) ist in § 2 der Grundsatz verankert, den vorbeugenden Hochwasserschutz zu fördern. Der Landesentwicklungsplan (LEP) fordert die Funktionsfähigkeit und den Erhalt der Abfluss- und Retentionsräume für den Hochwasserschutz, die Verlangsamung der Abflussgeschwindigkeit, die Verringerung der Schadenspotenziale, keine Steigerung des Abflussvermögens aus der Fläche und die Nutzung sämtlicher Möglichkeiten des Hochwasserrückhalts in der Fläche. Der gesetzlichen Forderung wird auf Landesebene durch den LEP Rechnung getragen. Der für Hessen gültige LEP stammt aus dem Jahr 2000 und wurde zuletzt im Jahr 2007 geändert. Die Anforderungen des LEP werden in dem für das Einzugsgebiet der Fulda maßgeblichen Regionalplan Nordhessen (RPN) weiter konkretisiert. Die kommunalen Träger der Bauleitplanung sind gehalten, die entsprechenden Forderungen des Hochwasserschutzes in ihren Bauleitplänen zu berücksichtigen.

Den für die Hochwasserbrennpunkte im Handlungsbereich Flächenvorsorge aufgeführten Maßnahmen zur Berücksichtigung des Hochwasserschutzes in der Raumplanung wird durch die Ausweisung der Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für den vorbeugenden Hochwasserschutz im Regionalplan Nordhessen 2009 Rechnung getragen. Diese Gebiete beinhalten für das hessische Einzugsgebiet der Fulda die festgesetzten und im Festset-

zungsverfahren befindlichen Überschwemmungsgebiete zum Zeitpunkt der Planaufstellung. Berücksichtigt wurden die Überschwemmungsgebiete der Fulda, der Eder, der Schwalm, der Haune und der Losse, wie sie digital mit ihren Abgrenzungen vom HLUg zur Verfügung gestellt wurden (letztmaliger Datenabgleich für den 2. Offenlegungsentwurf des RPN 2008 und Einarbeitung der in diesem Zeitraum neu festgestellten Überschwemmungsgebiete bis Mai 2009). Im Regionalplantext zu dem Kapitel 4.3 „Vorbeugender Hochwasserschutz“ erfolgte bereits ein Hinweis auf die zu ermittelnden Hochwasserbrennpunkte bzw. die überschwemmungsgefährdeten Gebiete, die gemäß § 15 Hessisches Wassergesetz in Raumordnungsplänen zu kennzeichnen sind. Die Bereitstellung von Flächen für die im Wesentlichen kleinräumigen Maßnahmen zur Reaktivierung von Überflutungsflächen und der Sicherung von Retentionsräumen für Maßnahmenplanungen des Hochwasserrisikomanagementplans, die außerhalb der Überschwemmungsgebietsgrenzen (HQ<sub>100</sub>) liegen, sind einzeln betrachtet zunächst nicht als raumbedeutsam einzustufen, bzw. es ist nicht zu erkennen, dass sie sich nicht mit regionalplanerischen Grundsätzen und Zielen decken. Somit wird der Flächenvorsorge durch die derzeitigen Ausweisungen im Regionalplan nachgekommen.

### **Maßnahmen zur natürlichen Wasserrückhaltung: Renaturierung von Fließgewässern und Auen und Synergieeffekte zur Retentionsraumaktivierung**

Die Rückführung ausgebauter und veränderter Auen und Gewässer in einen naturnahen Zustand dient in erster Linie der Verbesserung der Gewässerstrukturen und des ökologischen Zustandes. Ein weiterer wichtiger Nebeneffekt ist der positive Einfluss auf das Abflussverhalten der Gewässer. Vor diesem Hintergrund kommt somit auch den zahlreichen Maßnahmen zur Renaturierung der Fließgewässer und Auen im Einzugsgebiet der Fulda eine Bedeutung im Rahmen des Hochwasserschutzes zu.

Aufgrund ihrer Größe und besonderen Bedeutung können an dieser Stelle beispielhaft die in den letzten Jahren durchgeführten Maßnahmen an der mittleren Fulda genannt werden. So wurde – nachdem das Extremhochwasser im Januar 1995 mit einer Jährlichkeit von etwa 100 Jahren zu erheblichen Schäden im Fuldataal geführt hat (vgl. Kap. 3.2) – die Naturlandstiftung Hessen, Kreisverband Hersfeld-Rotenburg e. V. vom Landkreis Hersfeld-Rotenburg sowie den Städten und Gemeinden Niederaula, Bad Hersfeld, Ludwigsau, Bebra, Rotenburg an der Fulda, Alheim, Haunack und Haunetal beauftragt, Möglichkeiten für einen naturverträglichen Hochwasserschutz durch Vergrößerung des Rückhaltepotenzials der Fulda- und Hauneauen zu erarbeiten.

In dem Bearbeitungsgebiet von ca. 3.100 ha mit Gewässerlängen der Fulda von ca. 56,5 km und der Haune von ca. 20,3 km wurde untersucht, inwieweit durch Wiederherstellung einer natürlichen Auenlandschaft (Auwald, Flutrinnen etc.) unter Berücksichtigung vorhandener Nutzungen und künftiger Entwicklungsperspektiven in städtebaulicher, verkehrstechnischer und gesamtökologischer Sicht Auswirkungen auf Hochwasserabflüsse unterschiedlicher Häufigkeiten – wie die Vergrößerung der Retentionsräume und die Verlängerung von Fließzeiten – resultieren. Die hydraulische Studie hat eine mögliche Erhöhung des Retentionsvolumens von ca. 6,1 Mio. m<sup>3</sup> und die Verlängerung der Fließzeit um ca. 4,1 Stunden an der Fulda ergeben. Die erarbeiteten Maßnahmen sind grundsätzlich geeignet, die Hochwasserstände lokal zu verringern und die Gewässerstrukturgüte (auch in Hinblick auf die Ziele der WRRL) wesentlich zu verbessern. Die Ergebnisse der genannten Untersuchungen bilden die Grundlage für weitergehende Detailbetrachtungen

und -berechnungen und die seit Ende der 1990er Jahre umgesetzten bzw. angestrebten Maßnahmen zur Steigerung des „natürlichen Wasserrückhalts“ (vgl. Tab. 3.4 und Kap. 5.4.2).

Tab. 3.4: Zusammenstellung der in den letzten Jahren an der mittleren Fulda realisierten Renaturierungsmaßnahmen, die einen Beitrag zur Verbesserung der Hochwassersituation leisten

Gemeinde	Kurzbeschreibung der Maßnahme	Länge [km]
Rotenburg a. d. Fulda	Flussaufweitungen und -aufspaltungen, Flutmulden	2,2
Bebra	Flussaufweitungen und -aufspaltungen, Flutmulden; Objektschutz entlang südlicher Bebauung durch Verwallung	1,0
Ludwigsau	Flussaufweitung und -aufspaltungen, Flutmulde unter Einbeziehung des Kiesrestsees	1,8
Bad Hersfeld	Verzweigung mit Altarm und Flutmulde	0,8
	Flutmulden, Verzweigungen, Aufweitungen unter Einbeziehung der Haune- und Geis-Mündung	1,5

vor Umsetzung der Renaturierungsmaßnahme



Bauphase



nach Umsetzung der Renaturierungsmaßnahme



Abb. 3.6: Beispielhafte Eindrücke der Renaturierungsmaßnahmen an der mittleren Fulda (Fotos: WAGU GmbH, Kassel)



Neben den genannten Maßnahmen wurden im hessischen Einzugsgebiet der Fulda in den letzten Jahren zahlreiche „kleinere“ Renaturierungsmaßnahmen umgesetzt und aus dem Landesprogramm „Naturnahe Gewässer“ finanziell gefördert. Insgesamt konnten an den Hauptgewässern 46 Gewässerabschnitte bzw. 35,6 km naturnah umgestaltet werden (vgl. Tab. 3.5).

Tab. 3.5: Zusammenstellung der im Einzugsgebiet der Fulda umgesetzten Renaturierungsmaßnahmen (ohne die oben separat aufgeführten Beispiele an der mittleren Fulda)

Gewässer	Renaturierungsmaßnahmen	
	Anzahl [-]	Länge [km]
Fulda	3	1,4
Eder	22	14,9
Schwalm	3	0,8
Haune	0	0,0
Losse	13	11,2
Nebengewässer	67	63,1
<b>Summe</b>	<b>108</b>	<b>91,4</b>

### Maßnahmen zur natürlichen Wasserrückhaltung: Entsiegelung von Flächen

Die Entsiegelung von Flächen kann ebenso wie die gezielte Niederschlagsversickerung einen Beitrag zum vorbeugenden Hochwasserschutz leisten. Entsprechende Grundsätze sind bereits im Landesentwicklungsplan 2000 niedergelegt.

Die Realisierung von Infrastrukturprojekten und die generelle Bautätigkeit führen in Hessen und auch im Fuldaeinzugsgebiet zu einer Zunahme der Flächenversiegelung. Oft wird von den Trägern solcher Bauvorhaben versucht, die Neuversiegelung von Flächen durch den Teilrückbau des zu ersetzenden Objekts zumindest in Ansätzen zu kompensieren. Echte „Entsiegelungen“ – wenn auch jeweils in geringen Ausdehnungen – sind beispielsweise u. a. in Kassel, Fulda, Fritzlar, Hessisch-Lichtenau und Bad Hersfeld umgesetzt worden. Der daraus resultierende jeweilige regionale Beitrag zum vorbeugenden Hochwasserschutz muss allerdings realistischer Weise als sehr gering eingestuft werden.

### 3.3.2 Technischer Hochwasserschutz

Der Landesaktionsplan Hochwasserschutz [28] versteht unter dem Begriff Technischer Hochwasserschutz das Errichten, Betreiben und Unterhalten von Anlagen, die eine Ausbreitung des Hochwassers verhindern oder die Hochwasserscheitelabflüsse vermindern und so gefährdete Bereiche schützen. Für das Einzugsgebiet der Fulda sind die Elemente des vorhandenen technischen Hochwasserschutzes in diesem Kapitel zusammengefasst.

#### Stauanlagen zur Hochwasserrückhaltung im Einzugsgebiet

Die Hochwasserrückhaltebecken und Talsperren im Einzugsgebiet der Fulda, die in der Karte in Abb. 3.7 verortet sind, stellen zusammen einen Hochwasserschutzraum von etwa 91 Mio. m<sup>3</sup> zur Verfügung. Hierdurch werden für die jeweiligen Bemessungsereignisse etwa 34 % des Fuldaeinzugsgebietes kontrolliert.

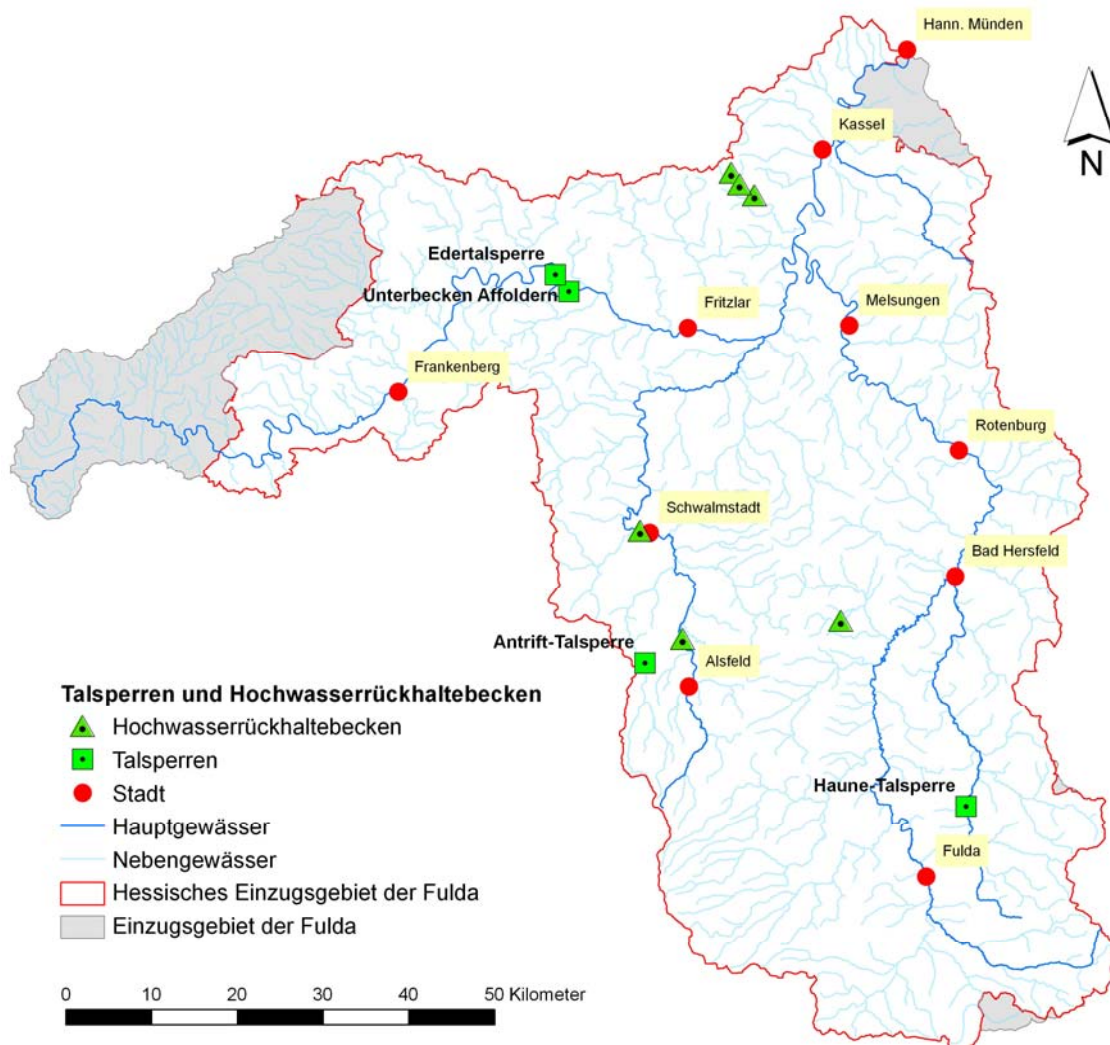


Abb. 3.7: Lage der HRB und Talsperren im hessischen Einzugsgebiet der Fulda

Die Grunddaten der leistungsfähigsten Hochwasserrückhaltebecken und Talsperren, die im Folgenden etwas detaillierter vorgestellt werden, sind in Tab. 3.6 zusammengestellt.

Tab. 3.6: Grunddaten der leistungsfähigsten Hochwasserrückhaltebecken und Talsperren im Einzugsgebiet der Fulda (nach [28])

Anlage	Gewässer	Baujahr	oberirdisches Einzugsgebiet [km <sup>2</sup> ]	Stauinhalt [Mio. m <sup>3</sup> ]	
				gesamt	HW-Schutz
Edertalsperre	Eder	1914	1.443	199,3	72
HRB Treysa-Ziegenhain	Schwalm	1972	548	8	8
HRB Heidelbergbach	Schwalm	1967	161,7	5,6	5,6
Haunetalsperre	Haune	1989	149	3,2	2,9
Antrifftalsperre	Antreff	1979	61,7	3,68	1,6/2,1 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Sommer/Winter

### **Edertalsperre**

Die Edertalsperre wurde in den Jahren 1908 bis 1914 in einer Engstelle des Edertales bei Hemfurth errichtet und wird als bundeseigene Talsperre vom Wasser- und Schifffahrtsamt Hann. Münden bewirtschaftet. Die gekrümmte und aus Grauwackebruchsteinen erstellte Schwergewichtsmauer verfügt über eine Höhe von 47 m und eine Kronenlänge von ca. 400 m. Der Stausee hat eine Fläche von 11,5 km<sup>2</sup> und ein Volumen von rund 200 Mio. m<sup>3</sup> (vgl. Abb. 3.8). Das angeschlossene Einzugsgebiet umfasst eine Fläche von 1.443 km<sup>2</sup>.

Die Hauptaufgaben der Edertalsperre sind:

- Niedrigwasseraufhöhung der Oberweser
- Temporärer Hochwasserschutz
- Energieerzeugung

Im Laufe der Zeit sind als zusätzliche Nutzungsarten eine Berufs- und umfangreiche Sportfischerei sowie ein starker Fremdenverkehr mit Wassersport, Fahrgastschiffahrt, Badeanstalten, Wochenendbetrieb, Ferienheimen, Hotels, Pensionen und Campingplätzen hinzugekommen.

Im Jahresverlauf sind drei Hauptphasen der Talsperrenbewirtschaftung zu beschreiben:

- Hochwasserbewirtschaftung
- Mindestwasserabgabe
- Niedrigwasserbewirtschaftung

Die Zeit der Hochwasserbewirtschaftung fällt in den Zeitraum vom 1. November eines Jahres bis 1. Mai des darauf folgenden Jahres. Zwischen dem 1. November und dem 15. Dezember beträgt der Hochwasserschutzraum der Edertalsperre ca. 70 Mio. m<sup>3</sup>. Im Rahmen der Niedrigwasserbewirtschaftung wird anschließend mit der schrittweisen Füllung der Talsperre begonnen. Die Größe des Hochwasserschutzraumes nimmt dabei über mehrere Stützstellen linear ab, bis zum 1. Mai möglichst der Vollstau erreicht wird, um für die Niedrigwasserbewirtschaftung ein großes Wasservolumen zur Verfügung zu haben.

Für die Bewirtschaftung der Talsperre wird eine besonders sensible und aufmerksame Stauraumsteuerung betrieben, die verschiedene Faktoren wie die Schneelage, geänderte Abflussbedingungen bedingt durch die Vegetation im Einzugsgebiet der Talsperre, etc. berücksichtigt.

Ein HQ<sub>100</sub>-Schutz ist aufgrund der Mehrfachnutzung und dem variablen Hochwasserschutzraum nicht immer gegeben. Je nach Form der Zuflusswelle und zu Verfügung stehendem Hochwasserschutzraum kann es zu einem unkontrollierten Überlauf der HW-Entlastung kommen. Dennoch trägt die Edertalsperre vor allem während der kritischen Wintermonate mit ihrem steuerbaren Rückhalteraum und ihrer generellen Retentionswirkung bei Ereignissen mit geringerer Jährlichkeit als dem HQ<sub>100</sub> maßgeblich zur Verbesserung des Hochwasserschutzes an den sich anschließenden Gewässerstrecken bei.


<b>Edertalsperre</b>		
	Betreiber:	Bundeswasserstraßenverwaltung WSA-Hann. Münden
	Gewässer:	Eder
	Lage:	südlich der Stadt Waldeck, Landkreis Waldeck-Frankenberg
Einzugsgebiet	1.443 km <sup>2</sup>	
Gesamtstauraum	199,3 Mio. m <sup>3</sup>	
Hochwasserrückhalteraum	variabel nach Betriebsplan	
Mittelwasserabfluss	20,9 m <sup>3</sup> /s (Pegel Affoldern)	
Hundertjähriger Abfluss	900 m <sup>3</sup> /s	
Abgabesteuerung gemäß den Anforderungen der Zweckbestimmung nach Betriebsplan		
Mindestwasserabgabe	6 m <sup>3</sup> /s	
Normalwasserabgabe	6 - 40 m <sup>3</sup> /s	
Erhöhte Wasserabgabe	40 - 110 m <sup>3</sup> /s	

Abb. 3.8: „Steckbrief“ mit den technischen Kenngrößen der Edertalsperre

Das Wasser- und Schifffahrtsamt Hann. Münden hat in den vergangenen Jahren mehrere hydrologische Studien bzw. numerische Modellierungen bei der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) in Auftrag gegeben (vgl. [53] und [55]). Ziel war es dabei u. a., weitere Optimierungsmöglichkeiten bei der Talsperrenbewirtschaftung zu prüfen. Als Ergebnis dieser Studien bleibt festzuhalten, dass die bisherige Steuerungsstrategie als optimiert und nicht wesentlich verbesserungsfähig angesehen wird.

### **Hochwasserrückhaltebecken Treysa-Ziegenhain**

Das HRB Treysa-Ziegenhain, das von 1967 bis 1972 gebaut wurde, liegt im Tal der Schwalm zwischen Treysa und Loshausen. Es handelt sich hierbei um ein Trockenbecken mit einem Hochwasserschutzraum von 8 Mio. m<sup>3</sup> Inhalt. Der Einstau erfolgt in der Regel, wenn der Abfluss der Schwalm den Regelabfluss von  $Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$  überschreitet. Das Niederschlagsgebiet bis zur Sperrstelle beträgt 548 km<sup>2</sup>. Dies entspricht in etwa 42 % des Einzugsgebietes der Schwalm. Der Hochwasserschutzraum des Beckens ist bei Zugrundlegung der genannten Regelabgaben für das Bemessungshochwasser BHQ3 eines hundertjährigen Abflussereignisses dimensioniert. Die Dämme und Deiche des HRB Treysa-Ziegenhain haben eine Gesamtlänge von ca. 10 km. Das Auslassbauwerk ist in den Absperrdamm eingefügt und mit seitlichen Flügeln an diesen angeschlossen. Die Hochwasserentlastung, die für ein 1.000-jährliches Hochwasserereignis ausgelegt ist, erfolgt über einen Kronenüberfall und vier Heber.

<b>HRB Treysa-Ziegenhain</b>		
	Betreiber:	Wasserverband Schwalm, Homberg
	Gewässer:	Schwalm
	Lage:	zwischen den OT Treysa und Ziegenhain der Stadt Schwalmstadt, Schwalmstadt-Eder-Kreis
Einzugsgebiet	548 km <sup>2</sup>	
Dauerstau	keiner	
Hochwasserrückhalteraum	8 Mio. m <sup>3</sup>	
Mittelwasserabfluss	3,83 m <sup>3</sup> /s	
Hundertjähriger Abfluss	118 m <sup>3</sup> /s	
Regelabgabe	20 - 30 m <sup>3</sup> /s	

Abb. 3.9: „Steckbrief“ mit den technischen Kenngrößen des HRB Treysa-Ziegenhain

**Hochwasserrückhaltebecken Heidelberg**

Das Hochwasserrückhaltebecken (HRB) Heidelberg liegt etwa 6 km nördlich von Alsfeld, ca. 900 m oberhalb der Ortslage Heidelberg, im Tal der Schwalm. Das HRB wurde von 1965 bis 1968 gebaut. Es handelt sich um ein Trockenbecken mit einem Hochwasserschutzraum von 5,6 Mio. m<sup>3</sup> Inhalt. Der Einstau erfolgt in der Regel, wenn der Abfluss der Schwalm den Regelabfluss von  $Q = 5,8 \text{ m}^3/\text{s}$  überschreitet. Der Hochwasserschutzraum des Beckens ist bei Zugrundlegung der genannten Regelabgaben ebenfalls für das Bemessungshochwasser BHQ3 eines hundertjährigen Abflussereignisses dimensioniert. Das Niederschlagsgebiet bis zur Sperrstelle beträgt 162 km<sup>2</sup>. Die Hochwasserentlastung ist für ein 1000-jährliches Hochwasserereignis ausgelegt und erfolgt über eine Stauklappe (Fischbauchklappe) und zwei seitliche Überlaufschwellen.

HRB Heidelberg		
	Betreiber:	Wasserverband Schwalm, Homberg
	Gewässer:	Schwalm
	Lage:	Südlich vom OT Heidelberg der Stadt Alsfeld, Vogelsbergkreis
Einzugsgebiet	161,7 km <sup>2</sup>	
Dauerstau	keiner	
Hochwasserrückhalteraum	5,6 Mio. m <sup>3</sup>	
Mittelwasserabfluss	1,13 m <sup>3</sup> /s	
Hundertjähriger Abfluss	56,6 m <sup>3</sup> /s	
Regelabgabe	5,8 - 12,0 m <sup>3</sup> /s	

Abb. 3.10: „Steckbrief“ mit den technischen Kenngrößen des HRB Heidelberg

### Antrifftalsperre

Die Antrifftalsperre hat ein Einzugsgebiet von 62 km<sup>2</sup> und befindet sich zwischen den beiden Ortschaften Angenrod und Seibelsdorf (Vogelsbergkreis, Hessen). Die Bauzeit dauerte einschließlich der Fertigstellung der Vorsperre von 1971 bis 1984. Die Dammkronenlänge beträgt 550 m bei einer maximalen Höhe von 18 m und einer Basisbreite von 130 m. Die Talsperre dient in erster Linie dem Hochwasserschutz der unteren Antreff und der Schwalm. Die Regelabgaben im Hochwasserbetrieb variieren zwischen  $Q = 4 - 6 \text{ m}^3/\text{s}$ . Der Hochwasserschutzraum beträgt im Sommer 1,6 Mio. m<sup>3</sup> und im Winter 2,1 Mio. m<sup>3</sup>. Die Hochwasserentlastung erfolgt durch einen Kelchüberfall mit einem Kronendurchmesser von 15 m. Der Hochwasserschutzraum des Beckens ist bei Zugrundlegung der genannten Regelabgaben für das Bemessungshochwasser BHQ3 eines hundertjährigen Abflussereignisses dimensioniert.


Antrifftalsperre		
	Betreiber:	Wasserverband Schwalm, Homberg
	Gewässer:	Antrift
	Lage:	bei Seibelsdorf, Vogelsbergkreis
Einzugsgebiet	61,7 km <sup>2</sup>	
Dauerstau	Winter: 1,03 Mio. m <sup>3</sup> Sommer: 1,56 Mio. m <sup>3</sup>	
Hochwasserrückhalteraum	Winter: 2,13 Mio. m <sup>3</sup> Sommer: 1,60 Mio. m <sup>3</sup>	
Mittelwasserabfluss	0,63 m <sup>3</sup> /s	
Hundertjähriger Abfluss	42 m <sup>3</sup> /s	
Regelabgabe	4 - 6 m <sup>3</sup> /s	

Abb. 3.11: „Steckbrief“ mit den technischen Kenngrößen der Antrifftalsperre

**Haunetalsperre**

Die Haunetalsperre liegt südlich von Hünfeld bei Petersberg-Marbach im Landkreis Fulda. Sie wurde in den Jahren 1983 bis 1989 gebaut. Der Dammkörper mit einer Kubatur von 78.000 m<sup>3</sup> und einer maximalen Höhe von 14 m besteht aus gebrochenem Sandsteinmaterial mit einer Asphaltaußendichtung. Die Kronenlänge der Talsperre beträgt 230 m. Der entstandene Stausee mit einem Dauerstauinhalt von 0,3 Mio. m<sup>3</sup> hat eine Fläche von 15,2 ha. Die Hochwassereinstaufläche beträgt 75,4 ha mit einem zusätzlichen Hochwasserrückhalteraum von rund 2,9 Mio. m<sup>3</sup>. Auch der Hochwasserschutzraum der Haunetalsperre ist bei Zugrundlegung einer Regelabgabe von  $Q = 12,5 \text{ m}^3/\text{s}$  für das Bemessungshochwasser BHQ3 eines hundertjährigen Abflussereignisses dimensioniert.


Haunetalsperre		
	Betreiber:	Wasserverband Haune, Petersberg
	Gewässer:	Haune
	Lage:	südlich Hünfeld, beim OT Marbach der Gemeinde Petersberg, Landkreis Fulda
Einzugsgebiet	149,4 km <sup>2</sup>	
Dauerstau	0,3 Mio. m <sup>3</sup>	
Hochwasserrückhalteraum	2,9 Mio. m <sup>3</sup>	
Mittelwasserabfluss	1,3 m <sup>3</sup> /s	
Hundertjähriger Abfluss	74,8 m <sup>3</sup> /s	
Regelabgabe	12,5 m <sup>3</sup> /s	

Abb. 3.12: „Steckbrief“ mit den technischen Kenngrößen der Haunetalsperre

Neben den genannten Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken existieren im Einzugsgebiet der Fulda weitere kleine Hochwasserrückhaltebecken als qualifizierte Schutzbauwerke (an der Ibra, Bauna etc.). Ihr Hochwasserschutzraum beträgt jedoch in Summe deutlich weniger als 1 Mio m<sup>3</sup>. Die Hochwasserschutzfunktion bzw. hydrologische Wirkung dieser Bauwerke hat ausschließlich lokalen Charakter, so dass an dieser Stelle auf eine Detailbeschreibung verzichtet wird.



### Deiche, Dämme, Hochwasserschutzmauern und mobiler HW-Schutz

Eine Übersicht der vorhandenen Deiche im hessischen Einzugsgebiet der Fulda liefert der Staatsanzeiger aus dem Jahr 1991. Darauf aufbauend findet sich in Tab. 3.7 eine während der Bearbeitung des HWRMP ergänzte Gesamtübersicht der qualifizierten<sup>3</sup> und nicht qualifizierten linienhaften Hochwasserschutzanlagen an den Hauptgewässern. Tab. 3.8 zeigt eine Zusammenstellung der an den Nebengewässern von Fulda, Eder, Schwalm, Haune und Losse befindlichen qualifizierten linienhaften Hochwasserschutzanlagen.

Tab. 3.7: Qualifizierte und nicht qualifizierte linienhafte Hochwasserschutzanlagen an den Hauptgewässern

Gewässer	linienhafte stationäre Hochwasserschutzanlagen (Deiche, etc.)		linienhafte Verkehrsdämme, Wälle und ähnliches	
	Anzahl	Länge [km]	Anzahl	Länge [km]
Fulda	12	11,42	23	11,40
Eder	1	0,81	32	13,78
Schwalm	11	12,85	16	6,44
Haune	-	-	11	5,60
Losse	-	-	2	0,40
<b>Summe</b>	<b>24</b>	<b>25,08</b>	<b>84</b>	<b>37,62</b>

Tab. 3.8: Qualifizierte linienhafte Hochwasserschutzanlagen an den Nebengewässern von Fulda, Eder, Schwalm, Haune und Losse

Lfd. Nr.	Gewässer	Bezeichnung	Gemeinde	Uferseite	Länge [m]
5.201	Aula	Auladeich	Kirchheim	li	300
5.301	Geis	Hochwasserschutzmauer	Bad Hersfeld	re	140
5.302	Geis	Geisdeich	Bad Hersfeld	li	140
5.512	Olmes	Olmesdeich	Borken	re	2.300
5.513	Efze	Efzedeich	Schwalm-Eder-Kreis	re	350
5.514	Efze	Efzedeich	Knüllwald	re	300
5.515	Efze	Efzedeich	Knüllwald	li	200

<sup>3</sup> d. h. bereits ursprünglich als Hochwasserschutzbauwerk technisch konzipiert und ausgeführt

Demnach sind an den Hauptgewässern im Projektgebiet 24 linienhafte stationäre Hochwasserschutzanlagen mit einer Gesamtlänge von ca. 25 km zu verzeichnen. Von den 12 stationären Anlagen entlang der Fulda befinden sich sechs im Bereich der Stadt Bad Hersfeld, vier in der Stadt Fulda und mit dem Auedamm eine in der Stadt Kassel. An der Schwalm finden sich zahlenmäßig fast die Hälfte der o. g. Hochwasserschutzanlagen. Diese schützen hauptsächlich die städtischen Bereiche von Schwalmstadt und Röllshausen. An der Eder schützt ein Deich Teile der Stadt Frankenberg.

Die qualifizierten Deichbauwerke sind in unterschiedlicher Ausprägung in der Landschaft als Hochwasserschutzanlage wahrnehmbar. In der Abb. 3.13 sind vier Beispiele von linienhaften Hochwasserschutzanlagen entlang der Hauptgewässer dargestellt.

Ederdeich in der Stadt Frankenberg



Fuldadeich im Bereich des Aueweihers der Stadt Fulda



HW-Schutzdeich in Röllshausen an der Schwalm



Blick auf den Auedamm an der Fulda in Kassel



Abb. 3.13: Beispiele für die Deichanlagen an den Hauptgewässern [52]

Neben den offiziell als Hochwasserschutzanlagen ausgewiesenen Deichen dienen an 84 Stellen und einer Gesamtlänge von knapp 38 km auch Straßen- und Bahndämme, einfache Wälle und ähnliches dem Hochwasserschutz von Ortschaften oder anderweitig genutzten Flächen.

### **Maßnahmen im Abflussquerschnitt bzw. Erhöhung der Abflusskapazität**

Als eine der effektivsten Maßnahmen im Untersuchungsgebiet, durch die Vergrößerung des Fließquerschnitts eine Erhöhung der Abflusskapazität zu erreichen, kann die Realisierung der Gerinneaufweitung an der Fulda unterhalb der Stadtstrecke Rotenburg angesehen werden. Durch die Auskiesung eines Auenabschnittes ist eine prognostizierte Wasserspiegelabsenkung beim  $HQ_{100}$  von mehreren Dezimetern gelungen.

Andere positive Beispiele sind die Absenkung der Vorlandbereiche an der Kreuzung der Fulda mit der Brücke über die B 27 („Frankfurter Straße“) in Bad Hersfeld, der Ersatz eines Brückenbauwerks bei Binsförth an der Fulda, aber auch die Optimierung der Strompfeilergestaltungen beim Ersatz von Brückenbauwerken in der Stadtstrecke Kassel.

Daneben ist die erfolgte Umsetzung einer Vielzahl noch stärker kleinräumig wirkender Maßnahmen zur Erhöhung der Abflusskapazität bekannt. Beispielhaft seien hier genannt:

- Lokaler Ausbau der Bauna in der Ortslage Elgershausen, vornehmlich die Vergrößerung der Durchlassquerschnitte an Brückenbauwerken
- Nutzung von Synergien zwischen Renaturierungsmaßnahmen und Hochwasserschutz bei lokalen Gerinneaufweitungen in den Übergangsbereichen der Losse in der Stadtstrecke Bettenhausen
- Lokale Gerinneprofilierungen an der PfiEFFe und Teilverlegung des Gewässers in Spangenberg

### **Objektschutz**

Im Einflussbereich eines Fließgewässers befindliche Gebäude sind potentiell durch Hochwasser bedroht. Diesem Umstand kann durch entsprechende bauliche Vorkehrungen Rechnung getragen werden. Die baulichen Schutzmaßnahmen umfassen vornehmlich die Herstellung einer wasserundurchlässigen Gebäudehülle (Kellersohlen, Wände, Decken u. a.). Die hochwassersichere Gestaltung bzw. Nachrüstung von Gebäuden kann wie folgt systematisiert werden:

- Herstellung hochwassersicherer Kellerbereiche
- Maßnahmen gegen eindringendes Wasser
- Vorsorgemaßnahmen im Gebäudeinnern

Maßnahmen des Objektschutzes werden durch einzelne Betroffene meist im unmittelbaren Nachgang eines schadensträchtigen Hochwasserereignisses durchgeführt. Eine zentrale bzw. systematische Erfassung solcher Aktivitäten von privater Seite erfolgt in Hessen nicht. Zur Dokumentation dessen, was im hessischen Teil des Einzugsgebietes der Fulda an derartigen Maßnahmen bereits umgesetzt wurde, kann daher nur auf Erfahrungen der Wasserwirtschaftsverwaltung aus dem konkreten Hochwasserwarndienst bzw. aus der Vor-Ort-Präsenz im wasserwirtschaftlichen Vollzug abgeleitet werden. So sind einzelne Objektschutzmaßnahmen von Privatpersonen bekannt. Beispielsweise, dass

- einzelne Anlieger der „Fulda-Flutmulde“ in Kassel ihre Kellerfenster druckwasserdicht ausgerüstet haben,
- analoges gilt u. a. für einzelne Hauseigentümer in den Überschwemmungsgebieten der Fulda in Melsungen, Rotenburg und Bad Hersfeld,
- ein Anwohner im Bereich von Melsungen auf eigenem Grundstück Verwallungen zur Vermeidung von Wasserzutritt durch die Kellerfenster vorgenommen hat,
- in Einzelfällen Gebäudeumrüstungen stattgefunden haben, indem beispielsweise die Energieversorgung und Heizungsanlagen aus dem überflutungsgefährdeten Keller in höher gelegene Stockwerke versetzt wurden,
- von Anwohnern (u. a. in Kassel) Pumpen vorgehalten werden, um im Bedarfsfall lenzen zu können,
- etc.

Erste Umsetzungen eines vornehmlich privaten Hochwasser-Objektschutzes lassen sich im hessischen Einzugsgebiet der Fulda erkennen. Die Anzahl solcher bisher realisierten Maßnahmen ist jedoch als vergleichsweise gering einzustufen, so dass hier Ansatzpunkte im weiteren Hochwasserrisikomanagement gegeben sind.

### 3.3.3 Hochwasservorsorge

Ein umfassender Hochwasserschutz beinhaltet auch eine weitergehende Hochwasservorsorge. Diese umfasst folgende Einzelstrategien:

#### **Bauvorsorge**

Die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten setzt u. a. darauf, den Betroffenen Informationen zum Ausmaß der Hochwassergefährdung an die Hand zu geben und damit einen weiteren Anstieg des Schadenspotenzials zu verhindern bzw. eigene Vorsorge-maßnahmen wirksam werden zu lassen. Die Bauvorsorge hat das Ziel mittels angepasster Gebäudenutzung und -ausstattung oder mittels Maßnahmen der Abdichtung und Abschirmung mögliche Schäden zu minimieren. Besonderes Augenmerk ist hierbei auf die Sicherung von Öltanks zu legen. Auslaufendes Heizöl führt bei länger andauerndem Einstau zur erheblichen Erhöhung des Schadenausmaßes bis hin zur Unbrauchbarkeit. Nach derzeitiger Rechtslage in Hessen sind Heizöllagerstätten im Überschwemmungsgebiet innerhalb von 2 Jahren nach Festsetzung des Überschwemmungsgebietes von einem Sachverständigen prüfen zu lassen und die entsprechende Bescheinigung ist der Unteren Wasserbehörde vorzulegen. Danach sind Lagerstätten mit einem Inhalt von mehr als 1.000 l mindestens alle 5 Jahre prüfen zu lassen.

Die Überprüfung der Heizöl- und Betriebsstoff-Lagerstätten ist in einem großen Teil der durch das RKH-Projekt erfassten Gewässerstrecken von 1.220 km im hessischen Einzugsgebiet der Fulda bereits weit fortgeschritten. Die Verpflichtung zur Überprüfung ist gesetzlich verankert und wird innerhalb der nächsten Jahre, also noch vor der Fortschreibung des ersten HWRMP Fulda, abgeschlossen sein.

Sonstige Maßnahmen der Bauvorsorge wurden im Einzugsgebiet der Fulda bisher nur in Einzelfällen realisiert. Zu nennen sind hier Kellergestaltungen bei der Neugründung der „Unterneustadt“ in Kassel, aber auch umfangreiche Gebäudenachrüstungen von Einzelobjekten in Melsungen bzw. Felsberg an der unteren Eder.

### **Verhaltensvorsorge**

Im Rahmen der Verhaltensvorsorge wird vor anlaufenden Hochwassern gewarnt, um die Zeiträume zwischen dem Anlaufen eines Hochwassers und dem Eintritt der kritischen Hochwasserstände durch konkretes schadenminderndes Handeln zu nutzen. In diesem Zusammenhang ist die Verhaltensvorsorge abhängig von einem rechtzeitigen Hochwasserwarn-, Informations- und Meldedienst, um ein planvolles Handeln vor und während des Hochwassers zu gewährleisten. Erfahrungen aus kleineren Hochwasserereignissen der letzten Jahre zeigen, dass bei Gewässern mit entsprechend großen Vorwarnzeiten durchaus Maßnahmen der Verhaltensvorsorge ergriffen werden. Dies betrifft neben vereinzelten Ansatzpunkten der privaten Verhaltensvorsorge vor allem die professionelle Begleitung von Hochwasserereignissen durch örtliche ehrenamtliche und berufsmäßige Katastrophenschutzorganisationen. Die durch das Land Hessen bereitgestellten Hochwasserinformationen sind dabei auch bei prophylaktischen Hochwasserschutzübungen der letztgenannten Akteursgruppe eine wichtige Arbeitsgrundlage.

### **Informationsvorsorge**

Der Hochwasserwarn- und -meldedienst informiert über die aktuelle Hochwasserlage, deren Entwicklung und den prognostizierten Verlauf. Er ist wesentliche Voraussetzung für die Ergreifung von Schutzmaßnahmen zur Minimierung der Hochwasserschäden.

Für das Einzugsgebiet der Weser besteht eine „Zentrale Hochwasserdienstordnung – Hessisches Wesergebiet“ (vgl. [42]). Diese wurde 2009 aktualisiert und deckt das Einzugsgebiet der Fulda für die Hauptgewässer (Fulda, Eder, Schwalm, Haune) ab. Die entsprechenden Hochwasserwarnungen werden von der Hochwasserwarnzentrale beim RP Kassel an bestimmte Dienststellen, die zentralen Leit- beziehungsweise Leitfunkstellen bei den Kreisen und kreisfreien Städten und ggf. an die Medien herausgegeben. Von dort aus werden die Hochwasserwarnungen an die Städte und Gemeinden im Kreisgebiet sowie an größere Industriebetriebe weitergeleitet. Die Städte und Gemeinden geben die Warnungen in ortsüblicher Weise an die betroffenen Anlieger weiter. Die Warnungen und Informationen erfolgen jeweils rechtzeitig vor Erreichen kritischer Wasserstände, so dass auf das herannahende Hochwasser reagiert werden kann. Mit den Hochwasserinformationen werden Prognosen über die weitere Entwicklung der Wasserstände den Warnungsempfängern mitgeteilt.

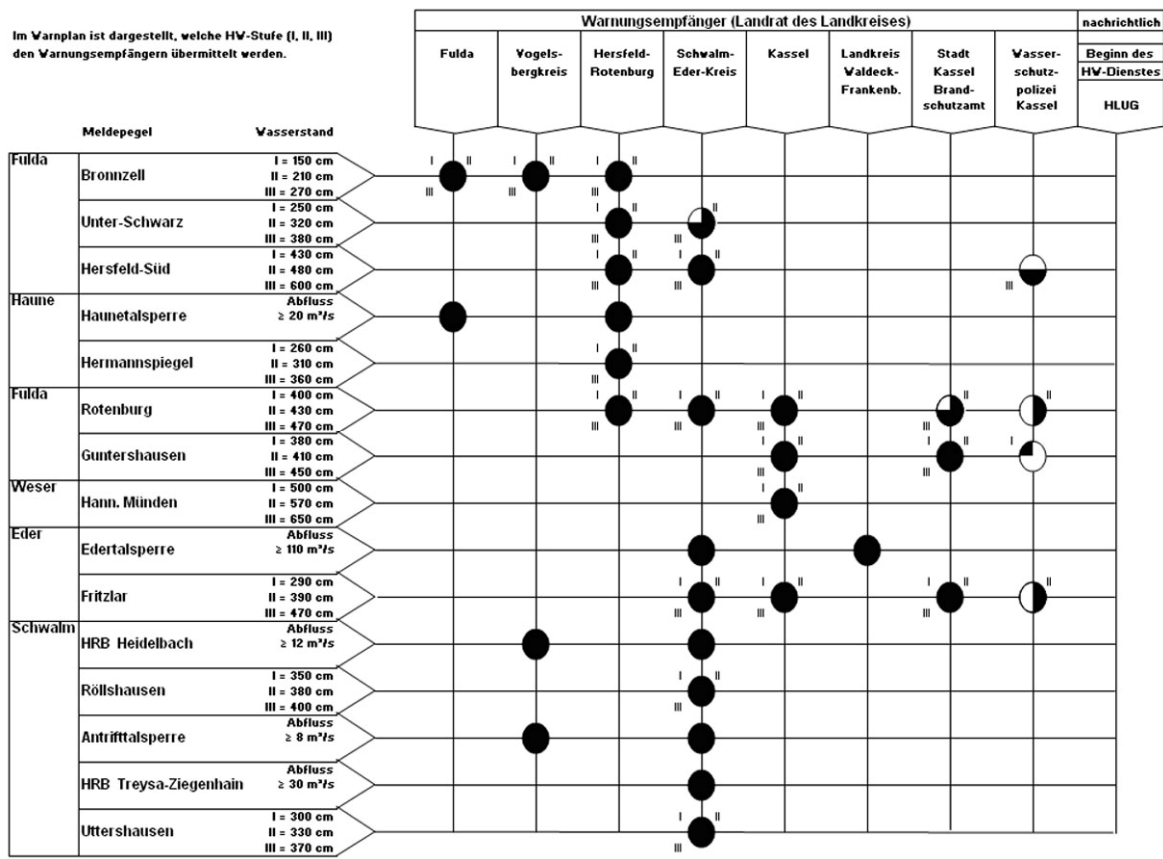


Abb. 3.14: Warnplan für das Einzugsgebiet der Fulda mit Darstellung der an die jeweiligen Warnungsempfänger zu übermittelnden HW-Stufen (I, II, III), aus [42]

Für kleinere Einzugsgebiete bestehen an neun Gewässern bzw. Gewässerstrecken „Dezentrale Hochwasserdienststörungen“. Warnungen erfolgen hier analog der Zentralen Hochwasserdienststörung, jedoch sind die Vorwarnzeiten erheblich kürzer. Die Meldungen von den Hochwasserwarnpegeln werden daher direkt von der jeweils zuständigen Kreisverwaltung an die Gemeinden weitergeleitet.

Sowohl für den „Zentralen-“ als auch für den „Dezentralen Hochwasserdienst“ ist das Melde- und Warnsystem grundsätzlich auf drei Alarmstufen aufgebaut:

- Meldestufe I:
  - Meldebeginn überschritten, stellenweise kleine Ausuferungen.
- Meldestufe II:
  - Flächenhafte Überflutung ufernaher Grundstücke, leichte Verkehrsbehinderung auf Gemeinde- und Hauptverkehrsstraßen, Gefährdung einzelner Gebäude, Überflutung von Kellern.

- Meldestufe III:
  - Bebaute Gebiete in größerem Umfang überflutet, Sperrung von überörtlichen Verkehrsverbindungen, Einsatz von Deich- und Wasserwehr erforderlich.

Wasserstände und Durchflüsse an den Pegelstationen sowie der an den Niederschlagsstationen gefallene Regen können seit geraumer Zeit im Internet für jedermann verfügbar abgerufen werden ([www.hlug.de/medien/wasser/hochwasser/index.htm](http://www.hlug.de/medien/wasser/hochwasser/index.htm)). Dabei wird das Erreichen bestimmter Grenzwerte farblich hervorgehoben. Die Daten werden dreimal täglich, im Hochwasserfall stündlich aktualisiert.

Als Hintergrundinformationen sind darüber hinaus die Stammdaten der Pegel und Niederschlagsmessstellen, die hydrologischen Hauptzahlen sowie Informationen über extreme Hochwasserereignisse einsehbar.

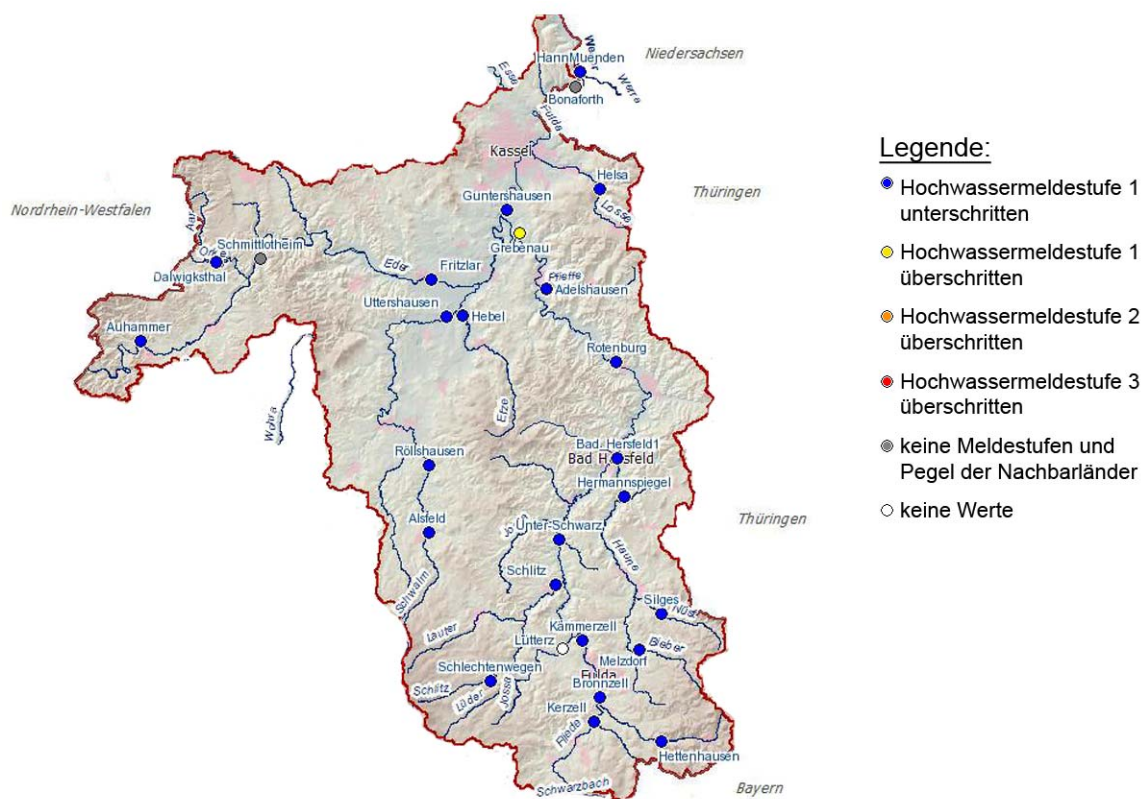


Abb. 3.15: Internetdarstellung der Pegel in Fuldaeinzugsgebiet (überarbeitet nach [17])

Verwaltungsintern wurde seit November 2009 ein Hochwasservorhersagemodell auf der Basis des Wasserhaushaltsmodells LARSIM (vgl. [21]) und Vorhersagen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) einem operationellen Testbetrieb unterzogen. Die dabei gewonnenen Erfahrungen dienen zur Einschätzung der Vorhersagegüte, pegelspezifischer Vorhersagezeiträume und insbesondere einer fortlaufenden Optimierung der Modelle. Seit

dem 25. Oktober 2010 werden die Ergebnisse des operationellen Vorhersagebetriebs der Hochwasservorhersagezentrale Hessen des HLUg nun auch im Internet unter „http://hochwasservorhersage.hlug.de“ einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Es werden mindestens täglich zwei Modellläufe durchgeführt, während Hochwasserzeiten werden die Simulationen und Aktualisierungen im Internet bis zu einem Stundentakt verdichtet. Dadurch werden für alle wichtigen Pegel des Landes neben den gemessenen Werten aus der Vergangenheit die simulierten Abflüsse bzw. Wasserstände für einen kürzeren aber belastbareren „Vorhersagezeitraum“ ( $\leq 24$  h) und einen darüber hinausreichenden „Abschätzungszeitraum“ (bis zu 7 Tagen - je nach hydrologischer Situation) dargestellt. Für Gewässer kleinerer Einzugsgebiete an denen keine Pegel existieren, werden Warnkarten zur Abschätzung der Hochwasserentwicklung erzeugt.

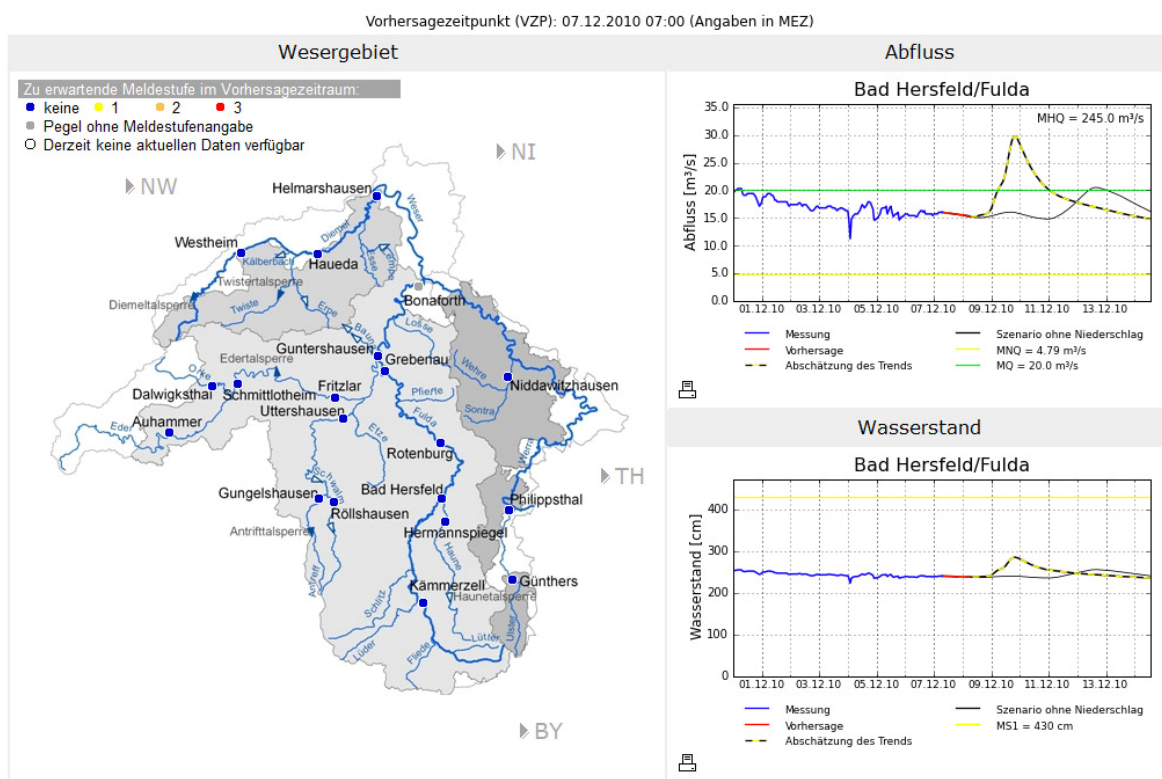


Abb. 3.16: Internetdarstellung der Abfluss- und Wasserstandsvorhersagen für das Fulda-einzugsgebiet (nach [22])

### Risikovorsorge

Die Risikovorsorge ist die finanzielle Vorsorge durch Rücklagen und Versicherungen, für den Fall, dass trotz aller vorgenannten Strategien ein Hochwasserschaden eintritt.

Zweckgebundene Rücklagen zur Abgeltung privater Hochwasserschäden werden in Hessen durch die öffentliche Hand nicht vorgehalten. Grundsätzlich ist eine Versicherung ge-



gen Hochwasserschäden möglich, jedoch prüfen die Gesellschaften sehr eingehend das Hochwasserrisiko und die Bausubstanz etwaiger Kunden. Umgekehrt werden potentiell von Hochwasser Betroffene – sofern diese denn überhaupt von den Versicherern akzeptiert werden – prüfen, ob der finanzielle Aufwand im Verhältnis zum zu erwartenden Schaden liegt. Der Gestaltungsprozess zur Risikovorsorge gestaltet sich aktuell also schwierig. Für das Gebiet der hessischen Fulda kann nach Erfahrungen der Wasserwirtschaftsverwaltung zum jetzigen Zeitpunkt festgestellt werden, dass die vorgenannten Ansatzpunkte der Rücklagenbildung bzw. Hochwasserversicherung bisher kein nennenswerter Teil einer bestehenden Risikovorsorge sind.

### **Vorhaltung, Vor- und Nachbereitung der Gefahrenabwehr**

Eine zielgerichtete Vorhaltung von geeigneten Maßnahmen des technischen Hochwasserschutzes sowie eine entsprechende Vorbereitung der Einsatzkräfte und Gewässeranlieger kann zu einer Reduzierung von Hochwasserschäden beigetragen.

Die Einrichtung und Bereithaltung der erforderlichen Organisationsstrukturen und Einsatzkräfte, die Aktivierung dieser Einsatzkräfte, deren Führung und Schulung sind wesentliche Voraussetzungen für eine erfolgreiche Arbeit während eines Hochwassers. Im Einzugsgebiet der Fulda haben zahlreiche Kommunen diesbezüglich konkrete Alarm- und Einsatzpläne. Es sind dies u. a. die Städte Kassel, Melsungen, Rotenburg, Bad Hersfeld, Fulda, Frankenberg, Schwalmstadt etc. Erfahrungen und Erkenntnisse aus den vorausgegangenen Hochwassereinsätzen werden bereits jetzt z. T. sorgfältig dokumentiert, um diese in die Verbesserung der Organisations- und Verhaltensvorsorge sowie des Hochwassermanagements einfließen zu lassen (vgl. a. Kap. 5.4.2).

Das bereits jetzt im Einzugsgebiet der Fulda erreichte Organisations- und Ausbildungsniveau sowie die Vorhaltung von Systemen des technischen Hochwasserschutzes soll beispielhaft am Landkreis Fulda dargestellt werden.

An dem zentral liegenden Feuerwehrstützpunkt Fulda im Stadtteil Neuenberg werden Quickdammsysteme mit einer Gesamtlänge von 30 m vorgehalten. In der Stadt Hünfeld (für den Bereich der Haune) sind im Feuerwehrstützpunkt ebenfalls 30 m Quickdamm eingelagert. Der Landkreis Fulda verfügt insgesamt über 120 m Quickdamm, der mobil eingesetzt werden kann. Im THW-Stützpunkt Fulda sind insgesamt 60.000 Sandsäcke eingelagert, wovon ca. 4.000 Sandsäcke befüllt sind. Außerdem sind im Feuerwehrstützpunkt in Hünfeld 5.200 Sandsäcke eingelagert, wovon 200 Sandsäcke befüllt sind. Im Landkreis Fulda ist damit das THW (Ortsverbände Hünfeld, Fulda und Neuhof) für die Logistik der Sandsäcke im Falle eines Einsatzes verantwortlich.

Der Erfolg aller Schutzmaßnahmen hängt von der Professionalität der eingesetzten Kräfte ab. Dort, wo unter extremen Einsatzbedingungen schnelle Entscheidungen erforderlich sind, ist ein hohes Maß an Routine von Nöten. In diesem Zusammenhang wurde im Oktober 2009 im Landkreis Fulda die Hochwasserschutzübung „Herbstlaub 2009“ durchgeführt. Ziel der Übung war es, für den Ernstfall ein möglichst reibungsfreies Zusammenspiel der einzelnen Hilfsorganisationen sowie die Logistik beim Zusammenführen der mobilen Hochwasserschutzeinrichtungen zu gewährleisten.

Einsatz der Feuerwehr Kassel beim Hochwasser 2007 an der Losse



Einsatz der Feuerwehr Kassel beim Hochwasser 2007 an der Losse



Einsatz der Feuerwehr Kassel beim Hochwasser 2007 an der Losse



Hochwasserschutzübung der örtlichen Feuerwehren und des THW im Oktober 2009 im Landkreis Fulda



Abb. 3.17: Beispiele im Einzugsgebiet der Fulda für den Einsatz im Hochwasserfall (Fotos: oben und unten links: Feuerwehr Kassel; unten rechts: THW Neuhof)

### 3.4 Beschreibung vergangener Hochwasser mit signifikant nachteiligen Auswirkungen auf die Schutzgüter, die auch zukünftig zu erwarten sind

Die Erläuterungen in Kap. 3.1ff zur Entstehung von Hochwasser im Einzugsgebiet der Fulda und die Beschreibung vergangener Hochwasser mit signifikant nachteiligen Auswirkungen auf die Schutzgüter verdeutlichen, dass extreme Hochwasserereignisse auch in weit zurückliegender Vergangenheit eintraten, unter Randbedingungen, bei denen in Bezug auf Versiegelungsgrad, Landnutzung, „Klimafaktoren“ und Schadenspotenzial etc. nach heutigen Maßstäben moderatere Verhältnisse herrschten.

Die abgeschätzten „historischen Hochwasserabflüsse“ am Beispiel des Fulda-Pegels Gunterhausen belegen, dass größere Abflüsse als das  $HQ_{\text{Extrem}}$  erreicht wurden. Mit dem Hochwasser zum Jahreswechsel 1925/26 – nach Inbetriebnahme des leistungsfähigsten

Rückhaltebauwerks im Einzugsgebiet, der Edertalsperre – wurden in Kassel in der „Neuzeit“ Abflüsse in der Größenordnung des heutigen  $HQ_{\text{Extrem}}$  erreicht.

Die Ergebnisse des Interreg IIB-Projektes zum „Umweltverträglichen Hochwasserschutz für die Einzugsgebiete von Fulda und Diemel“ (vgl. [27]) zeigen, dass für die Unterläufe der großen Gewässer im Einzugsgebiet der Fulda die Möglichkeiten der Abflussreduzierungen bezogen auf ein  $HQ_{100}$  relativ gering sind. Hierzu wurden systematische hydrologische Untersuchungen durchgeführt, darunter auch Berechnungen zum Einfluss zusätzlicher Hochwasserrückhaltebecken, großflächig Hochwasser reduzierender Landnutzungen und der Auswirkung von umfangreichen Gewässerrenaturierungsmaßnahmen.

Die Kenntnis historischer Hochwasserereignisse erlaubt zusammen mit Erfahrungen aus dem Projekt „Retentionskataster Hessen“ eine quantitative Festlegung von Gewässerläufen bzw. von Gewässerabschnitten, bei denen auch in Zukunft signifikante Auswirkungen auf die in der HWRM-RL genannten Schutzgüter gegeben sind.

Im Kap. 3.6 wird die in Hessen gewählte Bearbeitungsmethodik und das Ergebnis der „Identifizierung der Gewässer mit einem potenziell signifikanten Hochwasserrisiko“ eingehend dargestellt. Diese Identifizierung ist abgeschlossen. Damit wurde festgestellt, dass signifikante Hochwasserrisiken für bestimmte Gebiete bestehen.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die in Kap. 3.2 beschriebenen „vergangenen Hochwasser mit signifikant nachteiligen Auswirkungen auf die Schutzgüter“ auch zukünftig erwartet werden können. Dies betrifft vor allem die Mittel- und Unterläufe der Fulda, Schwalm und Eder. Analogieschlüsse aus den Erfahrungen während größerer Hochwasserereignissen der Vergangenheit lassen vermuten, dass auch zukünftig in den Auen dieser Gewässer eine Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit und der wirtschaftlichen Tätigkeit – in eingeschränktem Maße auch der Umwelt – durchaus gegeben ist. Durch ein entsprechendes Hochwasserrisikomanagement (Kap. 5) soll versucht werden, in Zukunft die signifikant nachteiligen Auswirkungen auf die Schutzgüter zu verringern.

### **3.5 Bewertung der potenziell nachteiligen Folgen künftiger Hochwasser auf die Schutzgüter**

Im Kap. 3 werden die zur vorläufigen Bewertung des Hochwasserrisikos notwendigen fachlichen Beschreibungen vorgenommen, deren Ziel es ist, die Gebiete abzugrenzen, bei denen von einem potenziellen signifikanten Hochwasserrisiko ausgegangen werden kann. Die wesentlichen „Zukunftsaspekte“ der zunächst auf der Grundlage von Informationen der Vergangenheit bzw. zum Status quo abgegrenzten Gewässerkulisse für Gebiete mit erhöhtem Risiko liegt vornehmlich in der Bewertung der potenziell nachteiligen Folgen künftiger Hochwasser auf die Schutzgüter.

Die Entwicklung zukünftiger nachteiliger Folgen für die Schutzgüter wird dabei maßgeblich durch zwei Faktoren geprägt. Auf der einen Seite werden die hochwasserangepasste Flächen- und Vorhaltungsvorsorge wesentlich die künftige Risikoentwicklung bestimmen. Hierbei ist davon auszugehen, dass die rechtliche Sicherung der Überschwemmungsgebiete, wie sie in Hessen durch das RKH-Projekt weitgehend abgeschlossen ist, sowie schärfere gesetzliche Restriktionen für neue Bauvorhaben in Überschwemmungsgebieten

(WHG, HWG), ein weiteres Ansteigen des Hochwasserrisikos für die Schutzgüter weitgehend verhindern werden. Eine Verbesserung der Verhaltensvorsorge ist zudem ein wesentlicher Ansatzpunkt der HWRMP.

Auf der anderen Seite werden die Folgen zukünftiger Hochwasser auf die Schutzgüter auch durch die Niederschlags-Abflusssdynamik unter sich verändernden Klimabedingungen zu betrachten sein. Daher gilt es aus heutiger Sicht abzuschätzen, ob die Kulisse der Gewässer mit einem signifikanten Hochwasserrisiko aus diesen Überlegungen entsprechend erweitert werden muss bzw. solche Klimafolgen durch die Auswahl der Gewässer als bereits abgedeckt anzusehen sind.

Im Gegensatz zum aktuellen Witterungsgeschehen beschreibt das Klima das langjährige mittlere klimatische Verhalten einer Region und weist dabei eine natürliche Variabilität auf. Der durch den Menschen verursachte Anstieg der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre hat im vergangenen Jahrhundert zu einem globalen Anstieg der Lufttemperaturen um etwa 1 °C geführt. Je nach angenommenem zukünftigen Emissionsszenario ist mit einer weitergehenden Zunahme der Lufttemperatur in Hessen um 1-2 °C bis zur Mitte des Jahrhunderts zu rechnen. Aufgrund der engen Verflechtung zwischen Klima und dem Gebietswasserhaushalt können Klimaveränderungen mit einhergehenden Veränderungen in den maßgeblichen Wasserhaushaltsgrößen Niederschlag und Verdunstung zu erheblichen Auswirkungen auf das Abflussgeschehen und den Hochwasserabfluss führen.

Nach den Ergebnissen zur Untersuchung von regionalen Auswirkungen der globalen Klimaänderungen ist für Hessen in den kommenden Jahrzehnten insbesondere mit dem Auftreten von wärmeren und niederschlagsreicheren Wintermonaten sowie wärmeren und niederschlagsärmeren Sommermonaten zu rechnen. Aus hydrologischen Modellrechnungen mit den Klimaszenarien als Eingabedaten lässt sich für das Hochwasserregime hessischer Gewässer eine deutliche Zunahme der Hochwasserabflüsse insbesondere in den Monaten Dezember bis Februar und eine leichte Abnahme der mittleren monatlichen Hochwasserabflüsse in den Sommermonaten erwarten. Eine Zunahme von intensiven lokalen sommerlichen Starkniederschlägen kann für kleine Einzugsgebiete angenommen werden, wobei für diese Skala keine Ergebnisse aus den Klimamodellen vorliegen.

Das Ausmaß des Klimawandels und der davon abhängigen Wirkungen auf das Hochwasserabflussgeschehen ist nur mit Simulationsrechnungen zu quantifizieren. Die bisher vorliegenden Untersuchungen weisen jedoch noch erhebliche Unsicherheiten auf, die insbesondere den globalen und regionalen Klimamodellen und den angehaltenen Szenarien der Entwicklung der Treibhausgase geschuldet sind. Generell kann von einer Zunahme der Hochwassergefahr im Winterhalbjahr ausgegangen werden. Dabei treten erste deutliche Veränderungen im Hochwasserabflussgeschehen im Zeitraum 2021 bis 2050 mit zunehmender Ausprägung in der weiteren Zukunft auf. Für den ersten Planungszeitraum bis 2015 sind nach derzeitigen Erkenntnissen aber noch keine so signifikanten Auswirkungen des Klimawandels zu erwarten, als dass sie schon konkret in die „Bewertung der potenziell nachteiligen Folgen künftiger Hochwasser auf die Schutzgüter“ bzw. in die Maßnahmenplanungen eingehen können.

Im Zuge der 6-jährigen Fortschreibungszyklen der HWRMP sind deshalb die weiteren Erkenntnisse und Ergebnisse der Klimafolgenforschung zu verfolgen und gegebenenfalls zu berücksichtigen. Trotz der großen Unsicherheiten über das Ausmaß des Klimawandels gibt es viele no-regret-Maßnahmen und Handlungsoptionen, die einer generellen Verbesserung der Hochwasserschutzsituation dienen und auch einer zukünftigen Verschärfung der Hochwasserbetroffenheit durch den Klimawandel entgegenwirken.

Im Ergebnis bleibt für den HWRMP Fulda festzuhalten, dass nach derzeitiger Erkenntnis aus der Bewertung der potenziellen Folgen zukünftiger Hochwasserereignisse keine Ergänzung der Gebiete resultiert, in denen die hessische Wasserwirtschaftsverwaltung von einem potenziellen signifikanten Hochwasserrisiko ausgeht.

### **3.6 Identifizierung der Gewässer mit einem potenziell signifikanten Hochwasserrisiko**

Die Gewässer der RKH-Projektkulisse wurden nach wasserwirtschaftlichen Erwägungen und verwaltungsinternen Kenntnissen der jeweiligen Hochwassersituation ausgewählt und im Staatsanzeiger des Landes Hessen (St.Anz. 2008 Nr. 49 S. 3130 ff) veröffentlicht.

Die für die Bearbeitung im Retentionskataster ausgewählten Gewässerstrecken umfassen mit einer Länge von 1.220 km knapp 50 % des im Einzugsgebiet vorhandenen WRRL-„relevanten“ Gewässernetzes (AEO > 10 km<sup>2</sup>) von 2.495 km. In der RKH-Projektkulisse sind die Vermessungsarbeiten, die hydraulischen Modellierungen und die Darstellung der Arbeitsergebnisse in Überschwemmungsgebietskarten abgeschlossen. Bis zum Jahre 2010 sind davon rd. 720 km als Überschwemmungsgebiete förmlich festgestellt und damit für den Hochwasserschutz gesichert.

Als vorbereitender Schritt zur Identifizierung der Gewässer mit einem potenziell signifikanten Hochwasserrisiko wurde eine Studie zur „Erstellung einer landesweiten Übersicht der Hochwasser-Schadenspotenziale auf der Basis der Daten des Projektes Retentionskataster Hessen (RKH)“ erarbeitet (vgl. [33]). In dieser wurden die Überflutungsflächen eines 100-jährlichen Hochwassers zu einem landesweiten Datenbestand als 10x10 m Raster zusammengeführt. Die Ermittlung der Wassertiefen erfolgte durch Verschneidung der Wasserspiegelflächen mit dem DGM25 des Landes Hessens, das teilweise durch terrestrische Vermessung und Luftbildauswertung ergänzt wurde.

Die Bestimmung der Nutzungen basiert auf den ATKIS-Daten des Landes Hessen. Diese wurden mit den Überschwemmungsgebieten verschnitten, so dass die Flächengrößen der einzelnen Nutzungsarten innerhalb des Überschwemmungsgebietes ermittelt werden konnten. Zur Ermittlung der Schadenspotenziale wurden die Nutzungen nach ATKIS zu folgenden Klassen zusammengefasst:

- Landwirtschaftlich genutzte Flächen
- Wald- und Forstflächen
- Siedlungsflächen mit Wohnbebauung
- Industrie- und Gewerbeflächen
- Flächen gemischter Nutzung
- Verkehrsflächen

Die Bestimmung der Anzahl der von Überschwemmung betroffenen Personen erfolgte auf Basis der Hessischen Gemeindestatistik des Hessischen Statistischen Landesamtes. Über den Flächenanteil der vom Überschwemmungsgebiet betroffenen Wohnbaufläche an der gesamten Wohnbaufläche der jeweiligen Gemeinde, wurde die Anzahl der von Hochwasser betroffenen Personen abgeschätzt.

Die Schadensfunktionen sowie die spezifischen Vermögenswerte für Hessen konnten aus dem IKSR–Rheinatlas 2001 übernommen werden. Die prozentuale Schädigung des Vermögenswertes für die einzelnen Nutzungsklassen wurde hierbei mit Hilfe der verwendeten Schadensfunktionen in Abhängigkeit von der Wassertiefe ermittelt. Darauf aufbauend konnte für jede Nutzungsfläche das Schadenspotenzial in Euro abgeschätzt werden.

Die Ergebnisse dieser Schadenspotenzialbetrachtung wurden auf unterschiedliche Weise aufbereitet:

- Eine Darstellung zeigt die zusammengefassten Schadenspotenziale (in €) nach Gewässersystemen entsprechend der Bearbeitung im RKH. Diese Darstellung dient dem Überblick, wie sich Schadenspotenziale in absoluten Summen auf die einzelnen Gewässersysteme verteilen.
- Eine weitere Zusammenstellung weist die Schadenspotenziale in Gewässerabschnitten entsprechend der Unterteilung gemäß dem Gewässerkundlichen Flächenverzeichnis des Landes Hessen aus. Diese Übersicht dient somit Identifizierung von besonders hochwasserbetroffenen Teilabschnitten innerhalb der Gewässersysteme.
- Eine dritte Übersicht beziffert die Höhe des Schadenspotenzials in Gewässerabschnitten von 2 km Länge. Sie dient der Darstellung der Verteilung des Schadenspotenzials entlang der bearbeiteten Gewässerstrecken auf der Basis vergleichbarer Abschnitte.

In Tab. 3.9 sind die ermittelten Schadenspotenziale der RKH-basierten Untersuchung für die ausgewählten Hauptfließgewässer des Einzugsgebietes der Fulda dargestellt.

Tab. 3.9: Auszüge der ermittelten Schadenspotenziale bei einem HQ<sub>100</sub> aus [33]<sup>4</sup>

FKZ	Gewässer	betroffene Personen	Schadenspotential in T €	Gewässerstrecke in km
428	Eder	1.246	49.105	156,7
42	Fulda	1.421	48.715	195,8
4288	Schwalm	346	19.868	93,5
4296	Losse	400	5.207	24,6
426	Haune	106	4.255	48,5

	Schadenspotential 2 - 5 Mio. €		Schadenspotential 10 - 50 Mio. €
	Schadenspotential 5 - 10 Mio. €		Schadenspotential > 50 Mio. €

<sup>4</sup> Abweichungen in Bezug auf die betroffenen Personen ergeben sich aus der detaillierteren Analyse und Nachbearbeitung der Überschwemmungsgebietsflächen im HWMRP.

Die vorgenannten Karten- und Tabellen wurden durch die Fachverwaltung überprüft und zum Teil auf der Grundlage von Verwaltungskennntnis modifiziert bzw. ergänzt.

Auf der Basis des differenziert zugewiesenen Schadenspotenzials, der betroffenen Einwohner und der fachkundigen Wertung unter Einbeziehung der Hochwassererfahrungen der Verwaltung, wurden die Gewässerstrecken festgelegt, für die gemäß Kap. III der HWRM-RL Gefahrenkarten und Risikokarten zu erstellen sind. In die Kulisse der Gewässer, für die solche Karten zu erstellen sind, wurden vornehmlich nur solche Gewässer aufgenommen, für die der summierte Schaden im Gewässersystem 5 Mio. € übersteigt.

In die o. g. Überprüfung und Ergänzung der ausgewählten Gewässer, für die anhand der Schadenspotenzialbetrachtung von einem potentiell signifikanten Hochwasserrisiko auszugehen ist, gingen nicht zuletzt auch die in den vorhergehenden Teilkapiteln zusammengetragenen Informationen zur Entstehung von Hochwasser im Einzugsgebiet, Erfahrungen mit vergangenen Hochwasserereignissen und die Kenntnis des bestehenden Hochwasserschutzes ein.

Die für das Fulda-Gebiet getroffenen diesbezüglichen Festlegungen wurden rückwirkend im Verlauf der Bearbeitung des HWRMP bestätigt. So wurden im Zuge der Öffentlichkeitsbeteiligung von den an den Untersuchungsgewässern im Fuldaeinzugsgebiet gelegenen Kommunen keine weiteren im Sinne der HWRM-RL zu untersuchenden einmündenden Nebengewässer eingefordert, auch wenn unabhängig davon z. Zt. lokale Hochwasserschutzüberlegungen an kleineren Nebengewässern<sup>5</sup> angestellt werden. Auch die Erfahrungen aus dem für das Fuldaeinzugsgebiet durchgeführten INTERREG IIIB-Projekt zum „Umweltverträglichen Hochwasserschutz“ (Laufzeit 2003 bis 2007, [27]) und die dort vorgenommene flächendeckenden Fragebogenaktion an alle potentiell von Hochwasser betroffenen Städte, Gemeinden und Wasserverbände lieferte damals über die jetzt ausgewählten Hochwasserrisikogebiete keine zusätzlichen Meldungen. Es kann somit begründet davon ausgegangen werden, dass die Einschätzung des Hochwasserrisikos und der Schadenspotenziale, wie sie im Vorfeld der Bearbeitung des HWRMP Fulda vorgenommen wurde, nachvollziehbar und belastbar ist.

Diese Arbeiten entsprechen daher nicht nur der vorläufigen Bewertung des Hochwasserrisikos gemäß der EU-Richtlinie zur Bewertung und dem Management von Hochwasserrisiken vom 23.10.2007 (Kap. II, Artikel 4), sondern führen direkt zu der Festlegung der Gebiete bzw. Gewässerstrecken, für die in Hessen HWRMP zu erarbeiten sind.

Bei den übrigen Gewässerstrecken kann im Wesentlichen davon ausgegangen werden, dass durch die Ausweisung der Überschwemmungsgebiete für ein  $HQ_{100}$  und die daraus folgenden gesetzlichen Restriktionen kein signifikantes Hochwasserrisiko besteht und eine weitere Untersuchung durch Hochwassergefahren und Hochwasserrisikokarten nicht erforderlich ist. Dennoch liegen für diese Bereiche durch das RKH-Projekt eine Art reduzierte Hochwassergefahrenkarten („Gefahrenkarten red.“) vor (vgl. Abb. 3.18).

---

<sup>5</sup> Beispielhaft genannt seien an dieser Stelle die Gewässer Urf, Efze, Antreff, Gilsa und Ohe aus dem Einzugsgebiet der Schwalm.

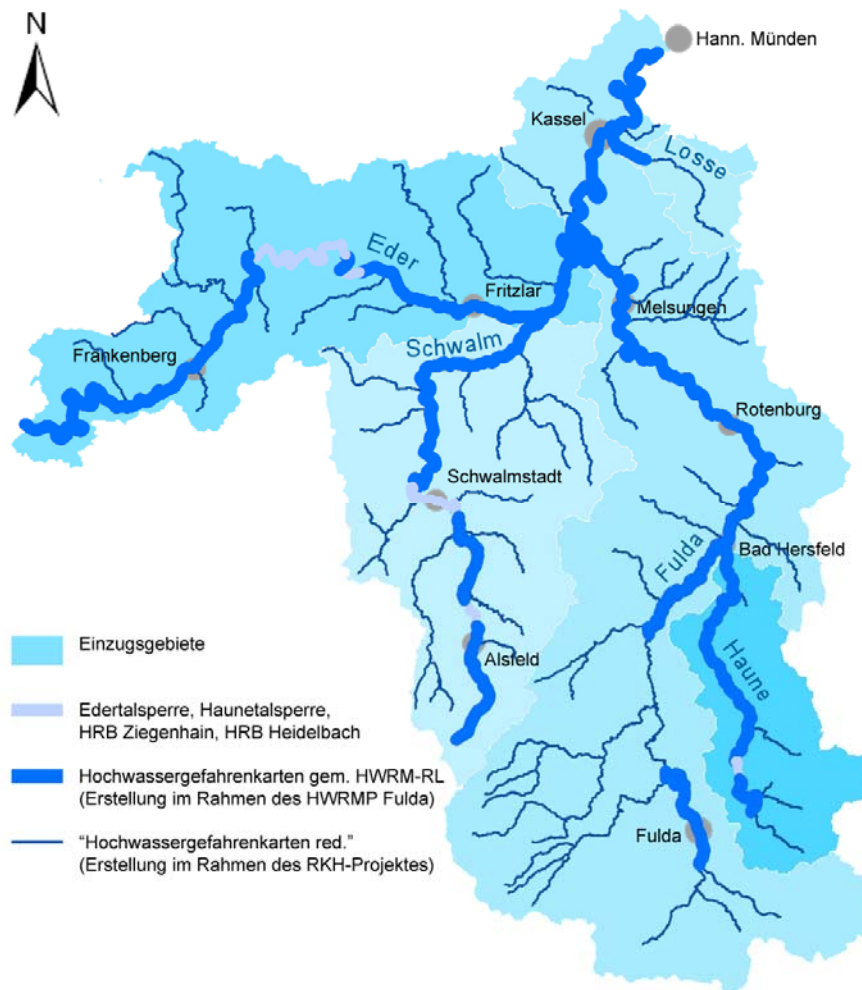


Abb. 3.18: Hochwassergefahrenkarten für das hessische Einzugsgebiet der Fulda

Die Hauptschadenspotenziale an den betrachteten Gewässerstrecken finden sich in innerörtlichen bzw. bebauungsnahen Bereichen. Es war daher sinnvoll, diese für die Erarbeitung der Hochwasserrisikokarten wie folgt näher zu untersuchen:

- Auswertung der Umfrageaktion des INTERREG IIIB-Projektes „Umweltverträglicher Hochwasserschutz für die Einzugsgebiete von Fulda und Diemel“ [27] zwecks vertiefter Ermittlung der Hochwasserbetroffenheit in den potentiellen Gewässerstrecken
- Detailbetrachtungen und ergänzende Plausibilisierungen der Überflutungsflächen in Siedlungsbereichen innerhalb der auf der Grundlage der Schadenspotenzialbetrachtung vorausgewählten Gewässerkulisse
- Identifizierung der Hochwasserbrennpunkte unter Berücksichtigung zusätzlicher „Verwaltungskennnis“ des RP Kassel, Abteilung Umwelt- und Arbeitsschutz



- Verifizierung der identifizierten Brennpunkte durch das FG Wasserbau und Wasserwirtschaft und anschließende Abstimmung und Festlegung mit dem RP Kassel

Auf diese Weise wurden 35 Hochwasserbrennpunkte identifiziert, für die Risikokarten erarbeitet wurden. Außerhalb der Brennpunkte wird zudem auf punktuelle Hochwasserrisiken bei einzelnen Objekten eingegangen, da aufgrund der geringen räumlichen Ausdehnung und des geringen Schadenspotenzials davon ausgegangen werden kann, dass in diesen Bereichen eine vertiefte Betrachtung des Hochwasserrisikos nicht erforderlich ist.

Aufbauend auf den Arbeitsschritten zur Identifizierung der Gewässer mit einem potenziell signifikanten Hochwasserrisiko sind somit drei Detaillierungsebenen bei der wasserwirtschaftlichen Bearbeitung des HWRMP berücksichtigt (vgl. Abb. 3.19 und Tab. 3.11).

- Auf der ersten Detaillierungsebene werden grobe Hochwasserschutzüberlegungen auf Einzugsgebietsebene zusammengetragen. Sie bestehen neben der allgemeinen Beschreibung des Einzugsgebietes aus Zusammenstellungen zu historischen Hochwasserereignissen und zum bestehenden Hochwasserschutz sowie auf dieser groben Ebene ableitbaren noch erforderlichen Hochwasserschutzmaßnahmen.
- Die zweite Detaillierungsebene hat Hochwasserschutzüberlegungen für die Hauptgewässer zum Gegenstand. Dazu werden für die Gewässer mit einem potentiell signifikanten Hochwasserrisiko – Fulda, Eder, Schwalm, Haune und Losse – auch die geforderten Hochwassergefahrenkarten erstellt.
- Schließlich werden in der dritten und auch kleinräumigsten Detaillierungsebene Hochwasserschutzüberlegungen in Hochwasser-Brennpunkten angestellt. Zentrales Arbeitsergebnis hierbei sind neben den Hochwasserrisikokarten vor allem Maßnahmensteckbriefe, auf die die örtlichen Planungsträger bei der weiteren Konkretisierung zurückgreifen können.

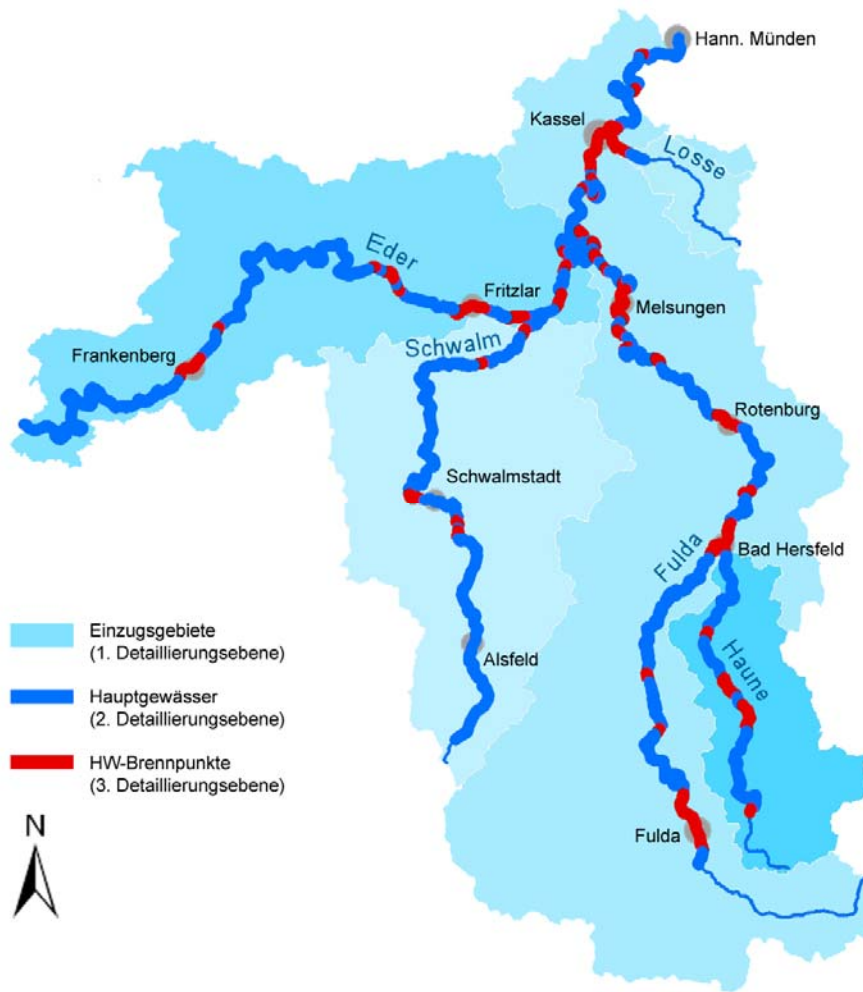


Abb. 3.19: Differenzierung des Projektgebietes in drei Detaillierungsebenen

Tab. 3.10: Umfang der zweiten und dritten Detaillierungsebene

2. Detaillierungsebene		3. Detaillierungsebene	
Gewässer	Länge Hauptgewässer [km]	Länge HW-Brennpunkte [km]	Anzahl HW-Brennpunkte [-]
Fulda	188,0	49,6	17
Losse	7,0	4,0	1
Eder (mit Edersee)	128,4	18,9	10
Schwalm	93,6	6,5	3
Haune	53,6	11,6	4
<b>Summe</b>	<b>470,6</b>	<b>90,6</b>	<b>35</b>

### 3.7 Einschätzung zu Sturzfluten und Überflutungen aus Oberflächenabfluss

Gemäß HWRM-RL sollen grundsätzlich alle Arten von Hochwasser in die Überlegungen zur Bewertung des Hochwasserrisikos mit einbezogen werden. Neben den Überflutungen entlang der Gewässer treten im hessischen Einzugsgebiet der Fulda auch immer wieder Überflutungen durch oberflächlich wild abfließendes Wasser (Oberflächenabfluss) infolge von Starkniederschlagsereignissen auf. Im Rahmen der vorläufigen Bewertung des Hochwasserrisikos wurden daher verfügbare Informationen zu Starkniederschlagsereignissen ausgewertet, um ggf. die Gebiete festzulegen, in denen ein potenzielles signifikantes Risiko durch Oberflächenabfluss im Sinne der HWRM-RL besteht.

Überflutungen durch Oberflächenabfluss-Wasser sind Gebietsreaktionen infolge von konvektiven Niederschlagsereignissen mit kurzen Niederschlagsdauern und großen Niederschlagshöhen und -intensitäten. Dabei können die Niederschläge über die gesamte Ereignisdauer betrachtet sehr unterschiedlich hinsichtlich der gefallenen Niederschlagshöhen und -intensitäten verteilt sein. Wegen des dichten Gewässernetzes und der relativ kleinen zu betrachtenden Teileinzugsgebiete kommt es bei Niederschlagsereignissen von mittlerer (100-jährlich) oder hoher (10-jährlich) Auftretenswahrscheinlichkeit noch zu keinen nennenswerten Schäden. Erst bei extremen Niederschlagsereignissen treten höhere Schäden auf, die jedoch wegen den sehr kleinräumig ausgeprägten konvektiven Ereignissen meist lokal beschränkte Hochwasser zur Folge haben.

Zur Prüfung, ob ein potenzielles Risiko durch Oberflächenabfluss besteht, wurden u. a. die Ergebnisse des Forschungsvorhabens „Vorhersage und Management von Sturzfluten in urbanen Gebieten (URBAS)“ (Finanzierung im Förderprogramm RIMAX), im Rahmen dessen deutschlandweit historische Hochwasserereignisse infolge von „Sturzfluten“ zusammengestellt wurden, ausgewertet (vgl. [5]). Das Projekt URBAS wurde zwar zu einer Zeit konzipiert, als die HWRM-RL noch nicht verabschiedet war, die gewonnenen Ergebnisse liefern dennoch wertvolle Informationen über Ablauf und Folgen von Starkniederschlagsereignissen.

Die Ereignisdatenbank von URBAS umfasst deutschlandweit 422 Ereignisse, die einen Zeitraum von fast 30 Jahren abdecken. Davon entfallen 11 Ereignisse auf das hessische Einzugsgebiet der Fulda (vgl. Tab. 3.11). Die Ursache für Überflutungen aus Oberflächenabfluss sind im Einzugsgebiet der Fulda kleinräumige konvektive Niederschlagszellen, die sich in kurzer Zeit mit großen Niederschlagshöhen und -intensitäten entladen. Diese Ereignisse können prinzipiell überall auftreten.

Genau genommen repräsentieren die Ergebnisse der Tab. 3.11 nur zufällig von Niederschlagsaufzeichnungen der letzten zwanzig Jahre erfasste wenige Einzelereignisse. Statistische Auswertungen zur Signifikanz lokaler Starkregencluster führten unter diesen Umständen zu keinem sinnvollen Ergebnis. Aus Tab. 3.11 ist aber ersichtlich, dass die dort gelisteten Einzelereignisse auch lokal noch keinen „Sturzflutcharakter“ im eigentlichen Sinne gehabt haben dürften. Hierzu wären nach Erfahrungen aus der Region Nordhessen Starkregenereignisse notwendig, bei denen innerhalb einer Stunde räumlich eng begrenzt eine Niederschlagssumme von etwa 100 mm (Abschätzung) niedergeht.

Lokal können solche Extremereignisse negative Auswirkungen auf die Schutzgüter haben. Das Hochwasserrisiko bzw. das Schadensausmaß in einem Einzugsgebiet ist bei solchen Starkregenereignissen jedoch erheblich geringer als bei großräumigen Hochwasserereignissen.

Tab. 3.11: Starkregen und Sturzfluten im hessischen Einzugsgebiet der Fulda gem. UR-BAS

Datum	Beschreibung	Region	Niederschlag [mm]	Dauer [h]
31.07.92	Unwetter (Hagel, Gewitter, Starkregen)	Kassel, Fritzlar		48.0
12.12.99	Sturmtief 'Franz'	Fulda		48.0
05.06.00	Gewitter	Rotenburg a.d. Fulda	- 37.0	48.0 -
27.08.02	Gewitter mit Hagel und Starkregen	LK Hersfeld-Rotenburg, LK Fulda	80.0 49.6	48.0 -
16.07.03	Gewitter mit Starkregen und Tornados	Rotenburg a.d. Fulda		48.0
27.07.05	Gewitter	Stadt und LK Kassel	30.0 42.5	1.0 0.4
25.06.06	Schweres Gewitter mit starkem Regen und orkanartige Windböen	Borken (Hessen)	35.0 46.0 30.0	- 6.0 1,0
05.07.06	Unwetter mit starken Regenfällen und Sturmböen (Hagel, Sturzflut)	Kassel	88.0 31.0	2.0 0.5
28.07.06	Heftige Gewitter mit Sturmböen und Starkregen	Kassel, Fuldataal	73,0 50,0 40,0 16,9	3,0 - - 24,0
27.05.07	Gewitter mit Starkregen	Fulda, Stadtallendorf, Kassel	30,1 30,0	24.0 -
12.06.07	Schweres Unwetter	Kassel	55.0 30.0	- 1.0

In Deutschland wird bei der Beurteilung der Signifikanz von Hochwasserereignissen unterschieden zwischen im Interesse des Allgemeinwohls liegenden öffentlichen Hochwasserschutzmaßnahmen in öffentlich-rechtlicher Trägerschaft und der Verpflichtung jeder Person, im Rahmen des ihr Möglichen und Zumutbaren geeignete Vorsorgemaßnahmen zum Schutz vor Hochwassergefahren und zur Schadensminderung zu treffen. Ein öffentliches Interesse ist vorhanden, wenn Maßnahmen zum Schutz der Allgemeinheit gegen Hochwasser erforderlich sind, wenn durch Überschwemmungen das Leben der Bevölke-

ung bedroht ist oder häufiger Sachschäden in außerordentlichem Maße bei einer größeren Zahl von Betroffenen eintreten, d. h. wenn ein allgemeines Schutzbedürfnis besteht oder wenn die wirtschaftlichen Aktivitäten einer Region nachhaltig gestört werden (vgl. [14]).

Im Rahmen der Eigenvorsorge können sich die Gebäudeeigentümer mit verhältnismäßig geringen Aufwendungen selbst schützen. Das Hochwasserrisiko für die nach HWRM-RL zu betrachtenden Schutzgütern menschliche Gesundheit, Umwelt, Kulturerbe und wirtschaftliche Tätigkeit infolge Oberflächenabfluss wird als nicht signifikant im Sinne der HWRM-RL eingestuft. Bezieht man die sehr seltene Eintretenswahrscheinlichkeit dieser extremen konvektiven Niederschlagsereignisse und deren Kleinräumigkeit mit ein, so ist das Risiko für die vier zu betrachtenden Schutzgüter sehr gering. Starkregenereignisse werden demnach als Ereignisse eingeordnet, die ausschließlich auf lokaler Ebene zu betrachten sind.

Eine signifikante Hochwassergefährdung infolge extremer konvektiver Niederschlagsereignisse tritt erst ein, wenn die Abflussbildung und -konzentration so weit fortgeschritten ist, dass „flächig“ bedeutende Fließtiefen und -geschwindigkeiten erreicht und damit die Abflusskapazität der Fließgewässer extrem überschritten werden. Durch das Ausuferen der Fließgewässer aus Überflutungen durch Oberflächenabfluss entsteht eine Hochwassergefährdung durch eine lokale Sturzflut. Diese ist hinsichtlich Auftrittsort und -zeitpunkt nicht bestimmbar. Großräumigere Niederschlagsereignisse mit im Vergleich geringerer Intensität sind statistisch besser zu fassen und finden durch die Bewertung des Hochwasserrisikos infolge von Überflutungen aus oberirdischen Gewässern Berücksichtigung.

Im Ergebnis bleibt festzuhalten, dass räumlich eng begrenzte Sturzfluten an jeder Stelle des Einzugsgebietes auftreten und durchaus Schäden verursachen können. Von einem mit statistischen Mitteln einzugrenzenden bzw. zu lokalisierenden potentiellen signifikanten Hochwasserrisiko kann für dieses Szenario nicht ausgegangen werden, da es sich hier meist um singuläre, vergleichsweise kleinräumige und sehr seltene Ereignisse handelt.

Bei der Bewertung des Hochwasserrisikos für das hessische Einzugsgebiet der Fulda für Überflutungen infolge von Starkniederschlägen wird festgestellt, dass keine Gebiete im Sinne des Art. 5 HWRM-RL als potenziell signifikant einzustufen sind.

## 4 BESCHREIBUNG DER HOCHWASSERGEFAHR UND DES HOCHWASSERRISIKOS

Ein zentraler Bestandteil der HWRMP ist die Beschreibung der Hochwassergefahren und -risiken für das jeweils betrachtete Gewässersystem. Die damit verbundenen Informationen bilden die Basis für die Untersuchung und Bewertung des Ist-Zustandes, für die daraus abzuleitenden Ziele und Maßnahmen sowie für die Fortschreibung und Aktualisierung des Managementplanes. Aus diesem Grund besitzt die systematische und einheitliche Ermittlung, Darstellung und Analyse der Hochwassergefahren und -risiken eine besondere Bedeutung und äußert sich u. a. in einem hohen Anspruch an die Qualität und Nachvollziehbarkeit der damit verbundenen Arbeitsschritte.

In diesem Kapitel werden daher zum besseren Verständnis der Arbeitsergebnisse und als Grundlage für zukünftige Überprüfungen sowohl die wesentlichen Eingangsdaten genannt als auch die methodische Vorgehensweise zur Erstellung der Hochwassergefahren- und -risikokarten beschrieben. Die erarbeiteten Kartenwerke sind entweder den Anlagenreihen B und C oder dem digitalen GIS-Projekt zu entnehmen. Zudem können sie insbesondere über den hessenweiten HWRM-Viewer eingesehen werden (vgl. Kap. 7.4). Ergänzend zu diesen Informationsmöglichkeiten wird am Ende dieses Kapitels eine aggregierte Beschreibung und Analyse der ermittelten Hochwassergefahren- und -risiken vorgenommen.

### 4.1 Bearbeitungsumfang und Datengrundlagen

Gemäß der in Kap. 3.6 ausführlich erläuterten Differenzierung in drei verschiedene Detaillierungsebenen erfolgt die Erstellung der Hochwassergefahrenkarten im Rahmen des ersten HWRMP Fulda für die vier Hauptgewässer Fulda, Eder, Schwalm und Haune sowie die Losse innerhalb Kassels. Zu diesen Gewässerabschnitten liegen dem Land Hessen aus früheren Projekten und Untersuchungen umfangreiche Grundlagendaten vor, auf die im Zuge einer effizienten Bearbeitung nun zurückgegriffen und aufgebaut werden konnte.

Es sind dies, wie Abb. 4.1 entnommen werden kann, das „Retentionskataster des Landes Hessen (RKH)“, 2D-HN Untersuchungen im Rahmen des INTERREG IIIB-Projektes und die FLYS-Datenbank der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG). Darüber hinaus konnten diese Informationen in der Bearbeitungsphase durch Datenbereitstellungen der betroffenen Kommunen lokal ergänzt bzw. aktualisiert werden. Diese zusätzlichen Höheninformationen und Querprofile basieren auf örtlichen Planungsvorhaben, damit verbundenen Vermessungen bzw. hydraulischen Berechnungen und Auszügen aus den kommunalen Kanalkatastern. Die hieraus resultierenden lokalen Ergänzungen und Aktualisierungen der o. g. Ausgangsdaten sind sowohl in den HN-Modellen als auch im GIS-Projekt dokumentiert.

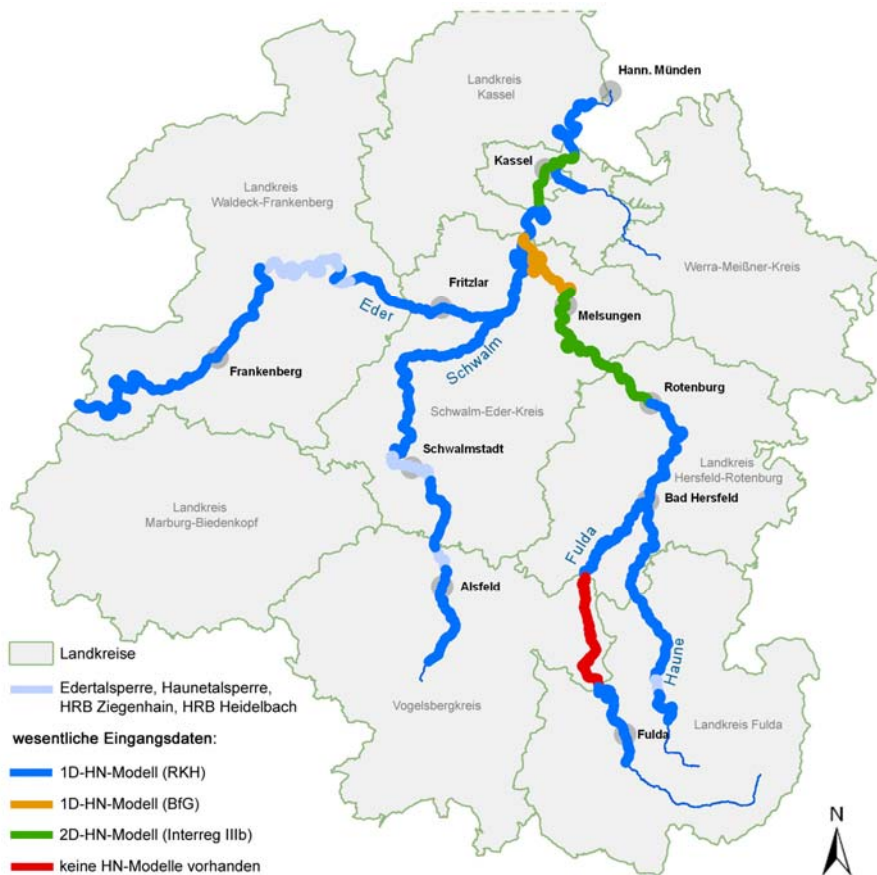


Abb. 4.1: Lagemäßige Zuordnung der wesentlichen Datengrundlagen zur Erstellung der Hochwassergefahren- und -risikokarten.

Wie in Kap. 3.3.1 ausführlich beschrieben, zielt das RKH auf die Erfassung vorhandener und potentieller Retentionsräume sowie die Feststellung und Sicherung der Überschwemmungsgebiete ab. Durch die damit verbundenen Untersuchungen liegen dem Land Hessen für die jeweiligen Gewässerabschnitte folgende Informationen vor:

- Lage und Höhendaten der Querprofile (Gewässer und Vorland)
- Abflusslängsschnitt für das  $HQ_{100}$
- Lauffähiges 1D-Modell
- Berechnete Wasserspiegellagen und Überschwemmungsflächen für das  $HQ_{100}$

Aufbauend auf diesen Daten waren im Rahmen des HWRMP Fulda verschiedene Arbeitsschritte erforderlich, um den Anforderungen der HWRM-RL zu entsprechen und die Überschwemmungsflächen und Wassertiefen für die drei Abflussereignisse  $HQ_{10}$ ,  $HQ_{100}$  und  $HQ_{\text{Extrem}}$  darstellen zu können. Dazu zählen u. a. die Erstellung eines digitalen Geländemodells (DGM) für den Fluss-schlauch und das Vorland sowie die Übernahme und ggf. erforderliche Anpassung der bestehenden 1D-Modelle und die Berechnung von Wasser-

spiegellagen für Hochwasserereignisse verschiedener Jährlichkeiten. Die entsprechenden methodischen Ansätze sind in den folgenden Kapiteln näher erläutert.

Durch das INTERREG IIB-Projekt liegen sowohl für die Fulda im Stadtgebiet von Kassel als auch für die Fuldstrecke von Melsungen bis Rotenburg detaillierte 2-dimensionale HN-Berechnungen vor, so dass für die Erstellung der Hochwassergefahrenkarten in diesen Bereichen auf die entsprechenden DGM und Berechnungsergebnisse zurückgegriffen werden konnte.

Parallel zur Erarbeitung des HWRMP Fulda erfolgte der Aufbau der „Flusshydrologischen Software FLYS“ für den als Bundeswasserstraße klassifizierten Abschnitt der Fulda durch die BFG. Dieses Werkzeug zielt auf die Ermittlung der Wasserstandsverhältnisse an Bundeswasserstraßen ab und ermöglicht zudem die Berechnung der ungefähren Überschwemmungsflächen. Da für die Fuldstrecke von der Einmündung der Eder bis zur Ortslage von Melsungen bisher keine Querprofilinformationen und HN-Modelle vorliegen, wurden im Zuge des HWRMP Fulda zur Erstellung der entsprechenden Hochwassergefahrenkarten auf die mit Hilfe von FLYS ermittelten Überschwemmungsflächen und Wassertiefen zurückgegriffen.

Für die Fulda im Bereich des Vogelsbergkreises existiert gegenwärtig kein hydrodynamisch-numerisches Modell, ebenso liegen keine Querprofil- und Geländeinformationen vor. Die amtlich festgesetzten Überschwemmungsgebiete basieren in diesem Fuldaabschnitt auf einer Erfassung und analogen Darstellung der Überschwemmungsgrenzen des Hochwassers vom Januar 1995, das in diesem Gebiet in etwa einem  $HQ_{100}$  entsprach. Die entsprechenden Überflutungslinien wurden im Rahmen der Erstellung des HWRMP Fulda digitalisiert und nachrichtlich übernommen.

Aus der detaillierten Zusammenstellung der wesentlichen Eingangsdaten und des damit verbundenen grundsätzlichen Bearbeitungsumfangs wird ersichtlich, dass für den ersten HWRMP Fulda weder großräumige Vermessungen und Geländeaufnahmen durchgeführt, noch neue Niederschlags-Abfluss-Modelle und HN-Modelle erstellt wurden (vgl. Tab. 4.1). Vielmehr galt es, die vorhandenen Daten zu nutzen, ggf. zu verbessern und erstmalig in einem einheitlichen Format bzw. System zusammenzuführen.



Tab. 4.1: Detaillierte Zusammenstellung der wesentlichen Eingangsdaten und des Bearbeitungsumfangs im Rahmen des HWRMP Fulda

Nr.	Gewässerabschnitt			DGM		Hydraulik		
	Bezeichnung	von [km]	bis [km]	Länge [km]	wesentliche Datenbasis	Erstellung im Rahmen des HWRMP Fulda	Quelle HN-Modell	Berechnung im Rahmen des HWRMP Fulda
<b>Fulda</b>								
1	Landkreis Kassel I	4,9	22,0	17,1	RKH	ja	RKH	ja
2	Stadt Kassel	22,0	34,9	12,9	INTERREG IIIb (BCE), Laserscan (ZRK)	ja	INTERREG IIIb (BCE)	nein
3	Landkreis Kassel II	34,9	45,3	10,4	RKH	ja	RKH	ja
4	Schwalm-Eder-Kreis	45,3	63,9	18,6	-	nein	FLYS	nein
		63,9	86,1	22,2	INTERREG IIIb (IWUD)	nein	INTERREG IIIb (IWUD)	ja (IWUD)
5	Landkreis Hersfeld-Rotenburg	86,1	95,6	9,5	INTERREG IIIb (IWUD)	nein	INTERREG IIIb (IWUD)	ja (IWUD)
		95,6	144,0	48,4	RKH	ja	RKH	ja
6	Vogelsbergkreis	144,0	168,2	24,2	-	nein	-	nein
7	Landkreis Fulda	168,2	188,0	19,8	RKH	ja	RKH	ja
<b>Eder (ohne Darstellung des Affoldener Sees)</b>								
8	Untere Eder	0,0	49,5	49,5	RKH	ja	RKH	ja
9	Edersee	49,5	70,4	20,9	-	-	-	-
10	Obere Eder	70,4	128,4	58,0	RKH	ja	RKH	ja
<b>Schwalm (ohne Darstellung der HRB Treysa-Ziegenhain und Heidelbach)</b>								
11	Untere Schwalm	0,0	67,5	67,5	RKH	ja	RKH	ja
12	Obere Schwalm	67,5	93,6	26,1	RKH	ja	RKH	ja
<b>Haune (ohne Darstellung der Haunetalsperre)</b>								
13	Haune	0,0	53,6	53,6	RKH	ja	RKH	ja
<b>Losse</b>								
14	Losse	0,0	7,0	7,0	RKH	ja	RKH	ja

## 4.2 Methodische Vorgehensweise

Für die geforderte Ermittlung und Darstellung von Wassertiefen ist eine Differenzenbildung zwischen dem jeweiligen DGM, welches die Höhen der Geländeoberfläche wiedergibt, und der durch hydrodynamisch-numerische (HN) Berechnungen ermittelten Wasseroberfläche erforderlich (vgl. Abb. 4.2). Folglich sind als Grundlage für die erfolgreiche Erstellung der Hochwassergefahren- und -risikokarten ein hinreichend genaues digitales Höhenmodell inkl. der Darstellung des Flussschlauches sowie möglichst realitätsnahe hydrodynamisch-numerische Berechnungsmodelle unabdingbar. Letztere benötigen als Dateneingang neben der Geometrie und den hydraulischen Parametern die mittels hydrologischer Untersuchungen bestimmten statistischen Abflüsse.

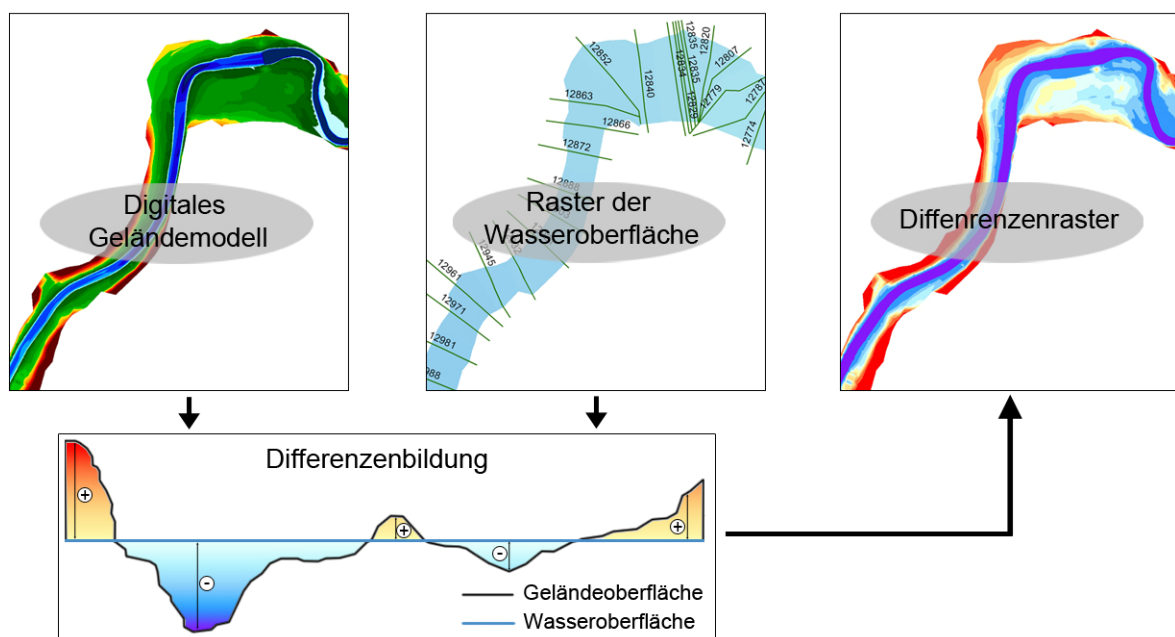


Abb. 4.2: Grundlegende Arbeitsschritte zur Ermittlung von Überschwemmungsflächen und Wassertiefen ([41], modifiziert)

### 4.2.1 Erstellung eines digitalen Geländemodells

Im Rahmen des HWRMP Fulda war es notwendig, neue digitale Höhenmodelle zu erstellen, da die bislang für das Fuldagebiet vorliegenden DGM aufgrund des fehlenden Flussschlauches und zu großen Ungenauigkeiten in den Vorlandbereichen nicht für die Erarbeitung von aussagekräftigen Hochwassergefahren- und -risikokarten geeignet sind. Eine entsprechende Dokumentation und Analyse der verschiedenen vorhandenen DGM findet sich in [50].

Die zentrale Datengrundlage für die neue modellhafte Abbildung von Flussschlauch und Vorland bildeten die im Rahmen des RKH entstandenen Querprofildaten. Diese weisen i. d. R. einen mittleren Abstand von 50 m auf und basieren im Vorland auf einer photogrammetrischen Auswertung aktueller Luftbildaufnahmen. Nach Information des HLUK kann in diesen Bereichen von einer Höhengenaugigkeit von +/- 10 - 15 cm ausgegangen werden. Die Daten des eigentlichen Gewässerprofils bis etwa zu den Böschungsoberkanten entstammen einer terrestrischen Vermessung. Diese erfolgte jedoch mit einem größeren Profilabstand, so dass die terrestrisch vermessenen Daten des Gewässerschlauches durch die lineare Interpolation benachbarter Profile verdichtet wurden. Auf diese Weise wurde jedem „Vorlandprofil“ ein „Gewässerprofil“ zugeordnet und zu einem „vollständigen Querprofil“ zusammengesetzt. Zudem ist darauf hinzuweisen, dass die Querprofilspuren des RKH neben den reinen Geländehöhen z. T. Bauwerkshöhen enthalten. So sind beispielsweise im Bereich von Brückenbauwerken die Deckenunter- und -oberkanten mit erfasst. Darüber hinaus sind in einzelnen Profilen Gebäudehöhen integriert oder Punkte der photogrammetrischen Luftbildauswertung reichen in die Gewässerparzelle. Diese zusätzlichen Höheninformationen können bei einer ungeprüften Integration in das Geländemodell zu einer verfälschten Darstellung führen.

Ausgehend von dieser Datenbasis erfolgte die Erarbeitung des neuen DGM für die in Tab. 4.1 genannten Gewässerabschnitte in enger Anlehnung an die entsprechenden landesweiten Vorgaben (vgl. [50] und Abb. 4.3).

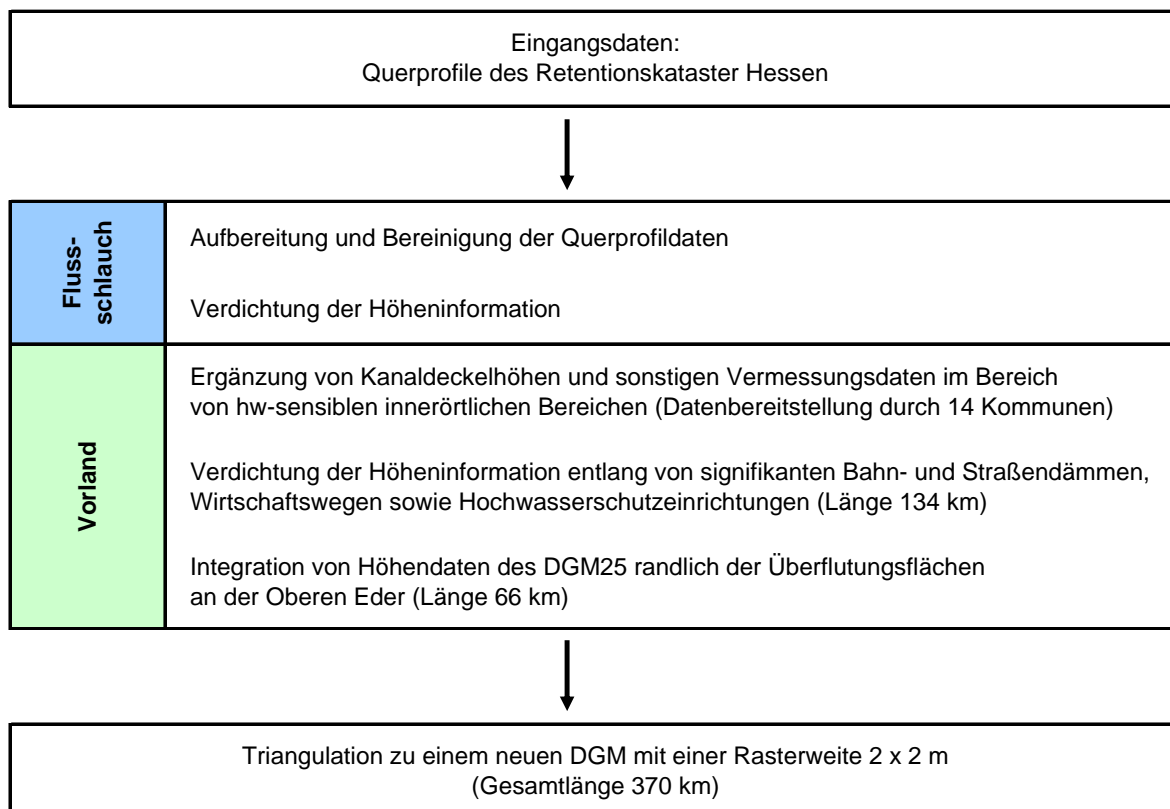


Abb. 4.3: Methodisches Vorgehen zur Erstellung von Flussschlauch- und Vorland-DGM

Demnach wurden zunächst die Querprofile des RKH manuell überprüft und erforderlichenfalls von nicht benötigten Höheninformationen bereinigt. Anschließend konnten für die jeweiligen Flussschläuche die Uferlinien und sonstigen Bruchkanten definiert und die Höhenpunkte durch eine gerichtete Interpolation entlang dieser Linien verdichtet werden.

Für die Vorlandbereiche der Gewässer wurden die genannten Höhendaten des RKH über die landesweiten Vorgaben hinaus gezielt ergänzt, um die topographischen Gegebenheiten noch genauer zu erfassen und dadurch die Qualität der Wassertiefendarstellung weiter zu erhöhen. Dies gilt insbesondere für hochwassersensible innerörtliche Abschnitte. Hierzu wurden die entlang der Hauptgewässer betroffenen Kommunen gebeten, falls verfügbar zusätzliche digitale Höhendaten von Kanaldeckeln, Deichen, Verkehrswegen oder anderen signifikanten Geländestrukturen bereit zu stellen. Dabei wurden aufgrund der besonderen örtlichen Relevanz zudem die Höheninformationen für das Edervorland bei Wabern durch eine örtliche Vermessung punktuell verdichtet. Darüber hinaus konnten durch verschiedene Plausibilitätsprüfungen die Sonderbauwerke und Geländestrukturen im Vorland identifiziert werden, die maßgeblichen Einfluss auf die Ausdehnung der Überflutungsgebiete haben und durch eine einfache Triangulation der RKH-Daten im Geländemodell nicht ausreichend abzubilden gewesen wären. Daher erfolgten in diesen Bereichen in einem iterativen Prozess weitere Verfeinerungen durch die Verdichtung vorhandener Höheninformationen entlang von signifikanten Bahn- und Straßendämmen, Wirtschaftswegen sowie Hochwasserschutzanlagen. Da entlang der Oberen Eder die ermittelten Überflutungsflächen abschnittsweise über die RKH-Querprofile hinausgehen, wurde hier das neue DGM in den äußeren Bereichen näherungsweise mit den Höheninformationen des landesweit verfügbaren, jedoch recht ungenauen DGM 25 (Raster 20 x 20 m, Höhengenaugigkeit +/- 1 - 3 m) ergänzt.

Etwas anders stellt sich dagegen das methodische Vorgehen im Bereich der Gewässerstrecken dar, für die aus dem INTERREG IIIB-Projekt 2D-Modelle vorliegen. So wurde für den Fuldaabschnitt von Melsungen bis Rotenburg das digitale Geländemodell des vorhandenen 2D-Modells übernommen. Im Bereich der Stadtstrecke in Kassel wurden die Höheninformationen aus dem 2D-Modell im Flussschlauch weiter verdichtet und im Vorland durch Daten eines im Jahr 2009 durchgeführten Laserscans sowie zusätzlicher aktueller Vermessungsdaten ersetzt. Dabei erfolgte zudem eine Ausdünnung der vom Zweckverband Raum Kassel überlassenen Laserdaten.

In einem abschließenden Arbeitsschritt wurde die Triangulation der gesamten Höhendaten für Flussschlauch und Vorland zu einem neuen DGM vorgenommen, das gemäß den Vorgaben über eine Rasterweite von 2 x 2 m verfügt (vgl. Abb. 4.3). Die Gesamtlänge summiert sich auf 370 km (vgl. auch Tab. 4.1).

Neben den Ergänzungen und Verfeinerungen der Höhendaten, die in erster Linie auf eine belastbare Ermittlung und Darstellung der Überflutungsflächen und Wassertiefen abzielen, galt es eine einheitliche Grundlage für die zukünftige Aktualisierung der Höhendaten und damit die Fortschreibung des Plans an sich zu schaffen. So ist es z. B. erklärtes Ziel des Landes Hessen, die Höheninformationen für das Vorland schrittweise durch angestrebte Laserscan-Befliegungen weiter zu verbessern bzw. zu ersetzen. Für derartige Aktualisierungen ist es eine grundlegende Hilfe, wenn für jeden Höhenpunkt des DGM dessen Herkunft eindeutig definiert ist. Zudem erhöht sich durch eine derartige Dokumentation die Nachvollziehbarkeit der Aussagen, die aus den Höhenmodellen bzw. den darauf basierenden Hochwassergefahren- und -risikokarten abgeleitet werden. Daher erfolgte im Rahmen des HWRMP Fulda eine genaue Beschreibung jedes einzelnen Höhenpunktes. So werden neben der obligatorischen Lage- und Höheninformation Hinweise zum Bear-

beiter und Bearbeitungsdatum, der Datenquelle (z. B. RKH, Uni Kassel, etc.), der Kategorie (z. B. Laserscan, Luftbildauswertung, Vermessung, Interpolation, etc.) und der Lage im Flussschlauch (FS) bzw. Vorland (VL) gegeben (vgl. Abb. 4.4).

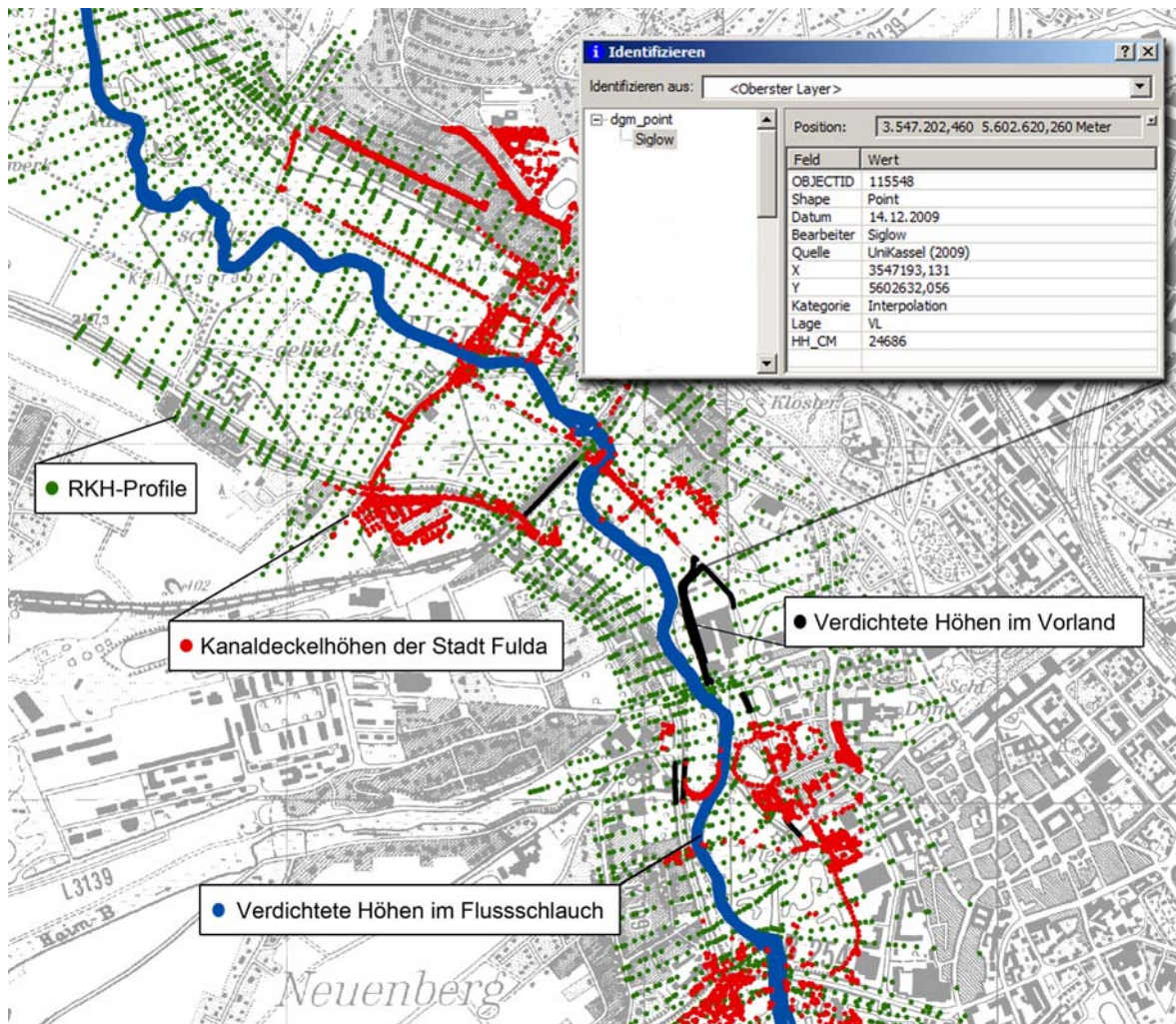


Abb. 4.4: Beispiel für die Datenhaltung und Informationsdichte der neu erstellten DGM

Zusammenfassend können die realisierten digitalen Höhenmodelle, die ausführliche Dokumentation und zukunftsfähige Aufbereitung der entsprechenden Geländedaten sowie die unmittelbare Verfügbarkeit der damit verbundenen Informationen in einem System bereits als eine Maßnahme im Sinne eines effizienten und verbesserten Hochwasserrisikomanagements gewertet werden.

#### 4.2.2 Hydrologische Eingangsdaten

Die HWRM-RL fordert die Darstellung von Überschwemmungsflächen und Wassertiefen für folgende Abflussereignisse:

- Hochwasser mit niedriger Wiederkehrwahrscheinlichkeit (Extremereignisse)  
in Hessen:  $HQ_{100} * 1,3$
- Hochwasser mit mittlerer Wiederkehrwahrscheinlichkeit ( $HQ_{100}$ )
- Hochwasser mit hoher Wiederkehrwahrscheinlichkeit ( $HQ < HQ_{100}$ )  
in Hessen:  $HQ_{10}$

Über diese Anforderungen hinaus wurden Wasserspiegellagenberechnungen für das  $HQ_5$ ,  $HQ_{20}$  und  $HQ_{50}$  durchgeführt, um ein möglichst breites Abflussspektrum zu erfassen.

Eine zentrale Eingangsgröße für die entsprechenden hydrodynamisch-numerischen Berechnungen stellen die jeweiligen Abflussbänder für die zu untersuchenden Gewässerabschnitte dar. Gemäß der landesweiten Vorgaben (vgl. [50]) basieren die verwendeten Abflussgrößen auf dem RKH und der „Regionalisierung von Hochwasserkennwerten für Hessen“ durch das HLUG (vgl. [18]). So wurden die Abflusswerte für das  $HQ_{100}$  direkt dem RKH entnommen und die entsprechenden Kenngrößen für das Extremhochwasser durch eine einfache Multiplikation dieser Werte mit dem Faktor 1,3 errechnet. Die Aufbereitung der Abflussbänder für die statistischen Abflussereignissen mit Eintrittswahrscheinlichkeiten größer dem  $HQ_{100}$  ( $HQ < HQ_{100}$ ) erfolgte mit Hilfe der genannten Regionalisierungsdaten des HLUG. Dazu wurden aus den Abflusslängsschnitten der HW-Regionalisierung zunächst Verhältniszahlen zwischen dem jeweiligen Abflussereignis und dem  $HQ_{100}$  ermittelt (z. B.  $HQ_{10}$ -Regionalisierung /  $HQ_{100}$ -Regionalisierung). Durch die Multiplikation des  $HQ_{100}$  aus dem RKH mit diesen Verhältniszahlen ergaben sich schließlich die Abflussgrößen für den HWRMP Fulda.

Eine Besonderheit stellt die Gewässerstrecke der Fulda unterhalb der Einmündung der Eder dar. So wurde für die Strecke innerhalb Kassels auf die 2D-HN-Berechnungen der Ingenieurgesellschaft BCE aus dem Jahr 2005 zurückgegriffen. Ausgehend von den damit verbundenen Untersuchungen zur Abfluss- und Hochwassersituation in Kassel wurde aus Konsistenzgründen und Erfahrungen der Verwaltung abweichend von dem o. g. Vorgehen für das  $HQ_{\text{Extrem}}$  ein Abfluss von  $Q = 1.300 \text{ m}^3/\text{s}$ , für das  $HQ_{100}$  ein Abfluss von  $Q = 1.200 \text{ m}^3/\text{s}$  und für das Hochwasser mit hoher Wiederkehrwahrscheinlichkeit ein Abfluss von  $Q = 650 \text{ m}^3/\text{s}$  (entspricht gemäß aktuellen Untersuchungen des HLUG in etwa einem  $HQ_{10}$ ) angesetzt. Zur Gewährleistung eines einheitlichen und plausiblen Hochwasserlängsschnittes orientieren sich die im HWRMP Fulda für die Anschlussstrecken flussaufwärts bis zur Edermündung sowie flussabwärts bis zur Landesgrenze nach Niedersachsen angedeuteten Abflusswerte an dieser Vorgehensweise.

Die auf diese Weise für die Gewässer Fulda, Eder, Schwalm, Haune und Losse ermittelten und mit dem HLUG abgestimmten Hochwasserlängsschnitte sind der Anlagenreihe A zu entnehmen (vgl. auch beispielhafte Darstellung in Abb. 4.5).

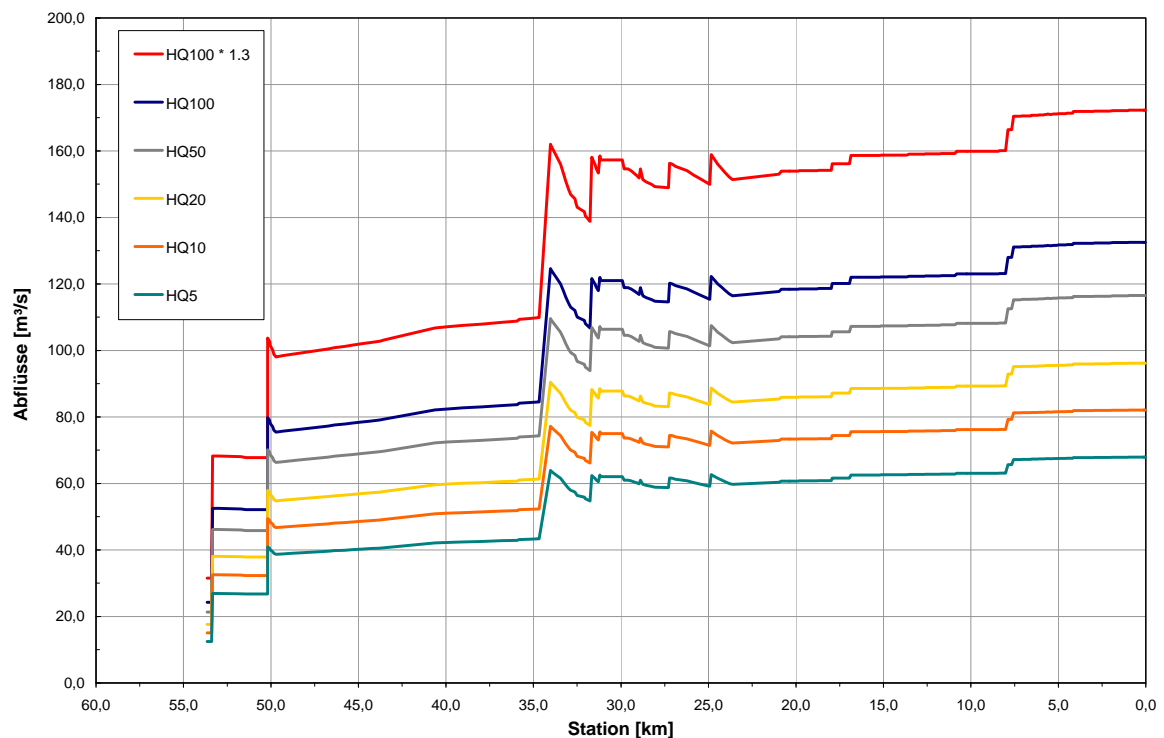


Abb. 4.5: Hochwasserlängsschnitt der Haune für den HWRMP Fulda

Ergänzend sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass in den HWRMP in Hessen in Analogie zum RKH „Wellenverformungen“ bzw. Retentionseffekte großer technischer Hochwasserschutzanlagen zum Wasserrückhalt bei den zu Grunde zu legenden Hochwasserlängsschnitten keine Berücksichtigung finden. Dies betrifft im Falle des HWRMP Fulda die Hochwasserschutzwirkungen der Edertalsperre, der Hochwasserrückhaltebecken an der Schwalm und der Haunetalsperre.

### 4.2.3 Hydrodynamisch-numerische Berechnungen

Auch die durchgeführten HN-Berechnungen folgen den landesweiten Vorgaben (vgl. [50]). So wurden in einem ersten Schritt für die in Tab. 4.1 genannten Gewässerabschnitte von Fulda, Eder, Schwalm, Haune und Losse die im RKH für das Abflussereignis HQ<sub>100</sub> aufgestellten 1D-HN-Modell Datensätze übernommen. Diese HN-Modelle wurden seinerzeit von der Verwaltung überprüft und abgenommen sowie zur weiteren Verwendung freigegeben.

Umfassende Modellanpassungen und Kalibrierungen waren nicht Gegenstand der jetzt durchgeführten hydrodynamisch-numerischen Berechnungen. Ferner ist festzuhalten, dass die HN-Modelle des RKH nicht an Naturmessungen abgelaufener HW-Ereignisse

kalibriert wurden, weshalb die Ermittlung verlässlicher Wasserspiegellagen mit Unsicherheiten behaftet ist.

Insgesamt wurden zur Aufstellung des ersten HWRMP Fulda für rund 357 km Fließgewässer stationäre Wasserspiegellagenberechnungen durchgeführt. Diese unterteilen sich in 65 Einzelmodelle und erfolgten mit dem Programmsystem WSP-ASS bzw. Hydra-WSP.

Im Zuge der Qualitätssicherung wurden mit den übernommenen RKH-Modellen in einem zweiten Schritt Vergleichsrechnungen für das HQ<sub>100</sub> durchgeführt. Die hierdurch ermittelten Wasserspiegellagen, Fließgeschwindigkeiten und Abflussaufteilungen zwischen Flussschlauch und Vorland wurden in Form von Längsschnitten aufbereitet, eingehend analysiert und mit den vorhandenen Ergebnissen des RKH verglichen. In diesem Zusammenhang erfolgten 108 „kleinere“ Modellanpassungen, die sich wie folgt zusammenfassen lassen:

- Neudefinition des abflusswirksamen Bereiches in markanten Bereichen
- Änderung der modellhaften Abbildung von Brücken und der jeweiligen Anschlussstrecken
- Durchführung von Modellanpassungen aufgrund durchgeführter Sensitivitätsanalysen in hydraulisch stark sensiblen Bereichen (z. B. Eder/Fritzlar, Eder/Wabern)
- Implementierung von zwischenzeitlichen Änderungen in der Geometrie (z. B. Fulda/Bad Hersfeld, Losse/Bettenhausen)

Des Weiteren wurden auch Gewässerabschnitte identifiziert, für welche aufgrund der vorliegenden Strömungscharakteristika eine 2D-HN-Modellierung empfohlen wird.

Im Nachgang dieser Plausibilisierung wurden die HN-Berechnungen für die in Kap. 4.2.2 genannten Hochwasserereignisse durchgeführt. Die entsprechenden Ergebnisse wurden in Form von Wasserspiegellängsprofilen aufbereitet und können der Anlagenreihe A bzw. dem GIS-Projekt entnommen werden.

#### **4.2.4 Ermittlung der Überschwemmungsflächen und Wassertiefen**

Zur Ermittlung der Überschwemmungsflächen und Wassertiefen wurden im HWRMP Fulda die berechneten Wasserspiegellagen im GIS-Projekt (vgl. Kap. 6) den jeweiligen Querprofilen zugeordnet. Somit repräsentiert jede Profilspur gleichzeitig eine Linie gleichen Wasserstandes. Hierbei galt es zu berücksichtigen, dass die in den Vorlandbereichen der Gewässer gelegenen Geländekonturen einen maßgeblichen Einfluss auf die sich hier einstellenden Wasserspiegel bzw. Überflutungsflächen nehmen können. Als typisches Beispiel seien an dieser Stelle Straßen- und Bahndämme genannt, die zwar nicht überströmt werden, jedoch über einen Wegedurchlass verfügen oder umflossen werden. Hierdurch sind die dahinter liegenden Flächen mit dem Abflussgebiet verbunden und selbst Teil des Überschwemmungsgebietes, auch wenn sie keinen signifikanten Einfluss auf die eigentlichen Strömungsverhältnisse nehmen. Aus diesem Grund erfolgte eine Überprüfung und wenn erforderlich Anpassung der Linien gleicher Wasserstände für die



drei darzustellenden Hochwasserereignisse ( $HQ_{10}$ ,  $HQ_{100}$  und  $HQ_{\text{Extrem}}$ ), um die sich flächig bzw. 2-dimensional einstellenden Wasserspiegelverhältnisse möglichst realitätsnah abbilden zu können. Diese Plausibilitätskontrolle basierte auf den Überschwemmungsgrenzen für das  $HQ_{100}$  des RKH, der Analyse aktueller Luftbilder und umfangreichen Ortsbegehungen.

Im Bereich der Fulda in Kassel wurden keine HN-Berechnungen für das extreme Hochwasserereignis durchgeführt. Zur Bestimmung der Wasserstände beim Extremereignis wurde daher für diesen Abschnitt nach Erfahrung der Verwaltung als Näherungslösung eine Lamelle von 30 cm auf die für ein 100-jährliches Hochwasserereignis berechneten Wasserspiegel addiert. Die Höhe dieser Lamelle resultiert aus einer Analyse des Wasserspiegelanstiegs vom  $HQ_{100}$  zum  $HQ_{\text{Extrem}}$  ( $1.300 \text{ m}^3/\text{s}$ ) in den sich unterhalb und oberhalb anschließenden Gewässerstrecken.

Das aus den Linien gleicher Wasserstände für das jeweilige Hochwasserereignis berechnete Raster der Wasseroberfläche diente schließlich zusammen mit dem digitalen Geländemodell für die Differenzenbildung (vgl. Abb. 4.2). Das resultierende Raster enthält für die überschwemmten Gebiete die jeweils zu erwartenden Wassertiefen und für die nicht überfluteten Areale die Höhe des „Freibordes“. Gemäß den Vorgaben wurden diese für den HWRMP Fulda erstellten Differenzenraster für die Darstellung in den Hochwassergefahrenkarten wie folgt unterteilt (vgl. [50]):

- Differenzenraster für das Überschwemmungsgebiet
- Differenzenraster für das potentielle Überschwemmungsgebiet hinter Verkehrsdämmen, Verwallung und ähnlichem
- Differenzenraster für das potentielle Überschwemmungsgebiet hinter einer qualifizierten Hochwasserschutzanlage

Die für die einzelnen Gewässerabschnitte getroffene Unterscheidung in das Überschwemmungsgebiet und das potentielle Überschwemmungsgebiet gründet sich ebenfalls auf den Abgleich mit den Überschwemmungsflächen des RKH, der Einbeziehung der topographischen Informationen im GIS-Projekt (insbesondere TK25, Luftbilder und DGM) und der punktuellen Überprüfung vor Ort.

Darüber hinaus wurden für die Darstellung in den Hochwassergefahren- und -risikokarten aus den jeweiligen Differenzenrastern die Überschwemmungsgrenzen für die drei Abflussereignisse  $HQ_{10}$ ,  $HQ_{100}$  und  $HQ_{\text{Extrem}}$  in Form von Polygonzügen ermittelt.

#### 4.2.5 Erstellung von Hochwassergefahrenkarten

Die Hochwassergefahrenkarten für den ersten HWRMP Fulda wurden entsprechend den inhaltlichen Anforderungen der HWRM-RL bzw. der LAWA (vgl. [3]) gestaltet. Demnach umfassen diese für jedes der drei darzustellenden Hochwasserereignisse  $HQ_{10}$ ,  $HQ_{100}$  und  $HQ_{\text{Extrem}}$  ( $HQ_{100} * 1,3$ ) insbesondere das Ausmaß der Überflutung und die Wassertiefe. Zudem können dem GIS-Projekt bzw. den Anlagen zum Plan der jeweilige Abfluss und die korrespondierenden Wasserstände entnommen werden.

Aus Gründen der Effizienz wurde bewusst darauf verzichtet, für jedes der drei Hochwasserereignisse eine separate analoge bzw. in Papierform vorliegende Hochwassergefahrenkarte zu erstellen. Das wesentliche Argument für dieses Vorgehen sind die verschiedenen dynamischen Abfrage- und Darstellungsmöglichkeiten im GIS-Projekt bzw. dem Internet-Viewer, die den Nutzern alle geforderten Informationen nachvollziehbar, in den jeweils gewünschten Zusammenstellungen und schnell „per Mausklick“ zur Verfügung stellen. Diese Informationsdichte könnte durch die Erstellung von klassischen „statischen“ Karten nicht gewährleistet und nur durch eine sehr große Anzahl von entsprechenden Plananlagen annähernd erreicht werden. Zudem erleichtert dieses Vorgehen die laufende Aktualisierung und weitere Verbesserung der einzelnen Datensätze. Aus diesen Gründen wurde im Rahmen des Erstellungs- und Abstimmungsprozesses zum HWRMP Fulda entschieden, die detaillierten und vollständigen fachlichen Informationen in dem digitalen GIS-Projekt bzw. dem Internet-Viewer vorzuhalten. Ergänzend wurde eine Hochwassergefahrenkarte als pdf-Datei bzw. Papierausdruck erzeugt, die die wesentlichsten Informationen übersichtlich zusammenfasst und einen ersten Überblick über die jeweilige örtliche Hochwassersituation ermöglicht (vgl. Anlagenreihe B). Zur Verdeutlichung dieser Vorgehensweise sind die jeweiligen inhaltlichen Informationen in Tab. 4.2 zusammenfassend aufgeführt.

Ebenso richtet sich das Layout der Hochwassergefahrenkarten nach den Empfehlungen zum hessenweiten Vorgehen (vgl. [50]). Demnach wurden die Wassertiefen für die Überschwemmungsflächen (Kat. 0) und potentiellen Überschwemmungsflächen hinter Verkehrsdämmen, Wällen und ähnlichem (Kat. 1) für alle drei abzubildenden Hochwasserereignisse gemäß den Vorschlägen der LAWA für offene Systeme abgebildet (5-stufig, verschiedene Blautöne, vgl. [3]), da diese Klassifizierung hinreichend genau und die gewählten Farbtöne gut lesbar sind. Die Differenzierung zwischen diesen beiden Kategorien erfolgte durch eine zusätzliche rote Schraffur für die potentiellen Überschwemmungsflächen der Kategorie 1. Die potentiellen Wassertiefen hinter öffentlichen Hochwasserschutzeinrichtungen (Kat. 2) wurden entsprechend den bereits genannten LAWA-Anregungen für offene Systeme dargestellt (5-stufig, verschiedene Rottöne). Darüber hinaus wurden die jeweiligen Überschwemmungsgrenzen zur Verdeutlichung des Ausmaßes der Überflutung zusätzlich durch Polygonzüge gekennzeichnet, die das entsprechende Gebiet umfassen.

Als zusätzliche Informationen enthalten die Hochwassergefahrenkarten die linienhafte Darstellung der öffentlichen Hochwasserschutzeinrichtungen, die Kennzeichnung der Pegelstandorte und die offizielle Gewässerstationierung des Landes Hessen. Als Kartenhintergrund dient die TK 25. Weitergehende Hinweise zum Layout finden sich in [50].

Tab. 4.2: Übersicht über die wesentlichen fachlichen Inhalte der Hochwassergefahrenkarten im GIS-Projekt bzw. im Internet-Viewer und der zusammenfassenden pdf-Version bzw. Anlagenreihe B gemäß [50]

HW-Ereignis	inhaltliche Information	Hochwassergefahrenkarten			
		GIS-Projekt bzw. Internet-Viewer		pdf-Datei bzw. Anlagenreihe B	
		Wassertiefen bzw. Freibord (Raster)	Ausmaß der Überflutung (Polygon)	Wassertiefen bzw. Freibord (Raster)	Ausmaß der Überflutung (Polygon)
HQ <sub>10</sub>	Überschwemmungsgebiet (Kat. 0)	x	x		x
	pot. Überschwemmungsgebiet hinter Verkehrsdämmen, Wällen u. ähnlichem (Kat. 1)	x	x		x
	pot. Überschwemmungsgebiet hinter Hochwasserschutzanlagen (Kat. 2)	x	x		x
	nicht überfluteter Grenzbereich (0 - 50 cm)	x			
HQ <sub>100</sub>	Überschwemmungsgebiet (Kat. 0)	x	x	x	x
	pot. Überschwemmungsgebiet hinter Verkehrsdämmen, Wällen u. ähnlichem (Kat. 1)	x	x	x	x
	pot. Überschwemmungsgebiet hinter Hochwasserschutzanlagen (Kat. 2)	x	x	x	x
	nicht überfluteter Grenzbereich (0 - 50 cm)	x			
HQ <sub>Extrem</sub>	Überschwemmungsgebiet (Kat. 0)	x	x		x
	pot. Überschwemmungsgebiet hinter Verkehrsdämmen, Wällen u. ähnlichem (Kat. 1)	x	x		x
	pot. Überschwemmungsgebiet hinter Hochwasserschutzanlagen (Kat. 2)	x	x		x
	nicht überfluteter Grenzbereich (0 - 50 cm)	x			

Für etwa 404 km bzw. einem Anteil von 91 % der Strecken an den untersuchten Gewässern entsprechen die Hochwassergefahrenkarten den o. g. Inhalten. Bei den verbleibenden 41 km handelt es sich zum einen um die Staubereiche des Affolderner Sees an der Eder (2,7 km), der HRB Treysa-Ziegenhain (7,1 km) und Heidelbach (3,8 km) an der Schwalm und der Haunetalsperre (3,0 km) und die Gewässerstrecke der Fulda im Vogelsbergkreis (24,2 km). Die Beckenräume der Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken sind per Gesetz (HWG) als Überschwemmungsgebiete definiert. Im Bereich des

Vogelsbergkreises enthalten die Hochwassergefahrenkarten aufgrund der aktuellen Datenlage „nur“ die Überschwemmungsgrenzen des HQ<sub>100</sub> und erfüllen damit immerhin das Informationsniveau einer „Gefahrenkarte red.“.

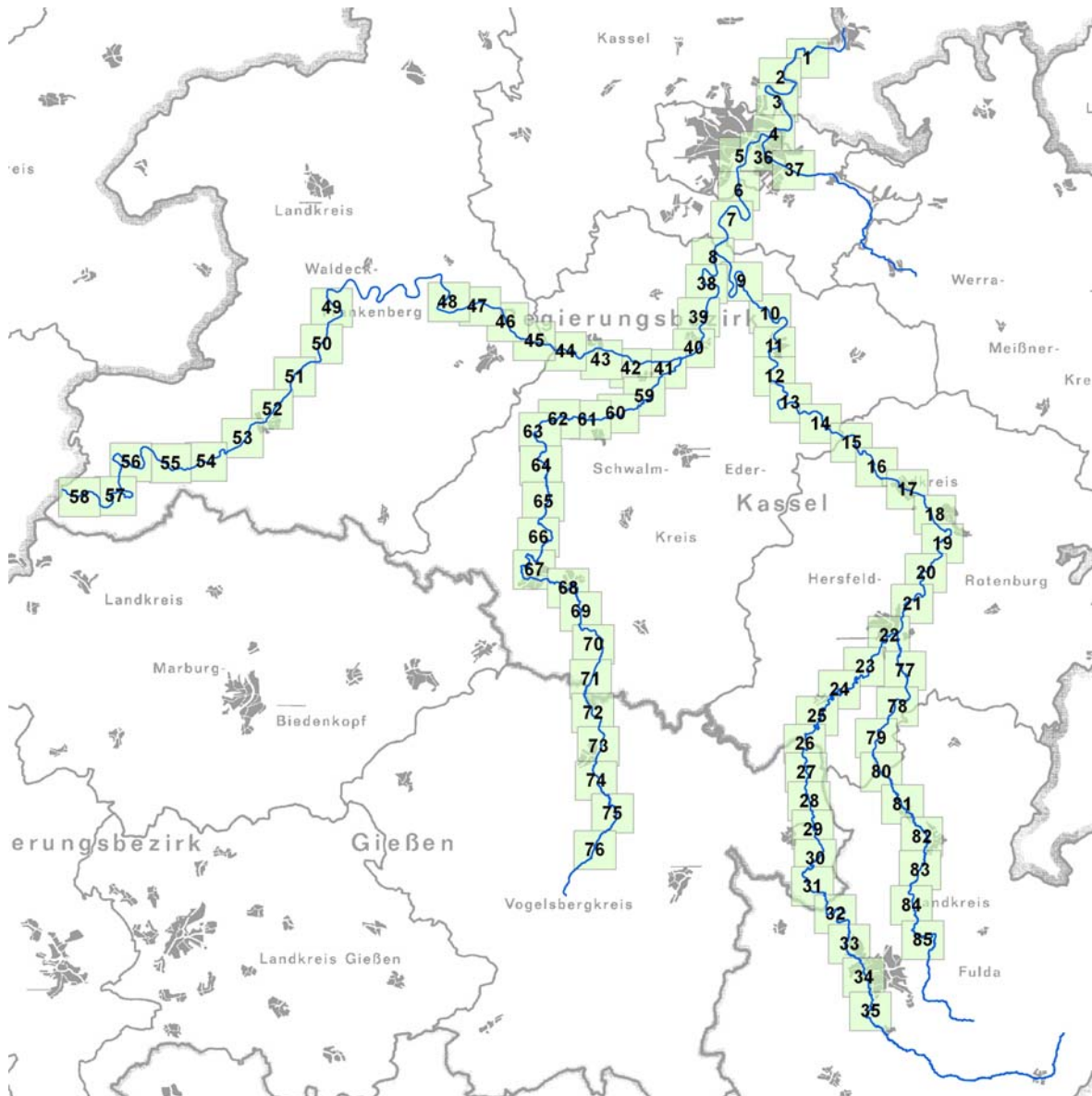


Abb. 4.6: Übersicht über die 85 Blattsschnitte der zusammenfassenden Hochwassergefahrenkarte (vgl. Anlagenreihe B)

#### 4.2.6 Erstellung von Hochwasserrisikokarten

In der HWRM-RL werden die in den Risikokarten für die drei Hochwasserszenarien darzustellenden Inhalte definiert:

- die Anzahl der potenziell betroffenen Einwohner (Orientierungswert)
- die Art der wirtschaftlichen Tätigkeiten in dem potenziell betroffenen Gebiet
- Anlagen, die im Fall der Überflutung unbeabsichtigte Umweltverschmutzungen verursachen könnten und potenziell betroffene Schutzgebiete
- weitere Informationen, die der Mitgliedstaat als nützlich betrachtet

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, berücksichtigen die Hochwasserrisikokarten die konkretisierenden Vorgaben der LAWA (vgl. [3]) bzw. der Wasserwirtschaftsverwaltung des Landes Hessen (vgl. [50]).

Tab. 4.3: Inhaltliche Informationen und die entsprechenden Datenquellen der Hochwasserrisikokarten des HWRMP Fulda

inhaltliche Information		Datenquelle
potenziell betroffenen Einwohner (Orientierungswert)		aus überschwemmter Wohnbaufläche (ATKIS) und Einwohnerzahl errechnet
wirtschaftliche Tätigkeiten in dem potenziell betroffenen Gebiet		ATKIS-Daten (aggregiert)
Gefahrenquellen	Kläranlage	auf dem Hessisches Abwasser Anlagenkataster (HAA) basierendes Shapefile des Landes Hessen
	Große Anlage mit Umweltgefahr bei Hochwasser	auf dem Anlagen-Informationssystem Immissionschutz (AIS-I) mit den durch die Abteilungen Umwelt erfassten IVU-Betriebsstätten in Hessen basierendes Shapefile des Landes Hessen
Schutzgebiete	Natura 2000-Gebiet bzw. sonstiges Naturschutzgebiet	Shapefile des Landes Hessen mit den Natura 2000-Gebieten
		Shapefile des Landes Hessen mit den Naturschutzgebieten
	Wasserschutzgebiet (Zone II) bzw. Heilquellenschutzgebiet (Zone II)	Shapefile des Landes Hessen mit den Wasserschutzgebieten
		Shapefile des Landes Hessen mit den Heilquellenschutzgebieten
	Badegewässer	Shapefile des Landes Hessen mit den Badegewässern
Kulturgüter von besonderer Bedeutung		nicht relevant für den ersten HWRMP Fulda (vgl. Kap. 2.7)

Wie aus Tab. 4.3 zu ersehen ist, wurden für die Hochwasserrisikokarten keine neuen Daten erhoben, sondern auf landesweit vorhandenes Material zurückgegriffen. Dies gilt auch für die Ermittlung des Orientierungswertes der im Hochwasserfall betroffenen Einwohner. Dieser wurde aus der in den ATKIS-Daten angegebenen und im Überschwemmungsgebiet bzw. potentiellen Überschwemmungsgebiet befindlichen anteiligen Siedlungsfläche und der Einwohnerzahl der Gemeinden errechnet. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass sich der resultierende Orientierungswert auf die kompletten Gewässerstrecken von Fulda, Eder, Schwalm, Haune oder Losse in der jeweils betrachteten Gemeinde bezieht. Gemäß der in Kap. 3.6 beschriebenen Unterscheidung in drei Detaillierungsebenen wurde der Orientierungswert nur für die Kommunen errechnet, in denen sich mindestens einer der 35 identifizierten Hochwasserbrennpunkte befindet.

Zur Darstellung der wirtschaftlichen Tätigkeit wurden die detaillierten, gleichzeitig aber auch heterogenen Nutzungsinformationen der verschiedenen ATKIS-Objekte zu neun landesweit vorgegebenen Nutzungsklassen aggregiert. Alle weiteren inhaltlichen Informationen entstammen direkt dem landesweiten Datenpool und wurden ohne weitere Überarbeitung übernommen.

Vergleichbar dem Vorgehen bei den Gefahrenkarten wurde auch in Bezug auf die Hochwasserrisikokarten bewusst darauf verzichtet, für jedes der drei Hochwasserereignisse eine separate analoge bzw. in Papierform vorliegende Karte zu erstellen. Somit sind die detaillierten und vollständigen fachlichen Informationen wiederum dem digitalen GIS-Projekt bzw. dem Internet-Viewer zu entnehmen. Zusätzlich wurde auch hier ergänzend eine Hochwasserrisikokarte als pdf-Datei bzw. Papierausdruck erzeugt, die die wesentlichsten Angaben übersichtlich zusammenfasst und einen ersten Überblick über das jeweilige örtliche Hochwasserrisiko ermöglicht (vgl. Anlagenreihe C). Zur Verdeutlichung der Vorgehensweise sind die jeweiligen inhaltlichen Informationen in Tab. 4.4 zusammenfassend aufgeführt.

Für die komplette Gewässerstrecke von 404 km, für die Hochwassergefahrenkarten erstellt wurden, sind auch die entsprechenden Informationen zum Hochwasserrisiko im GIS-Projekt bzw. dem Internet-Viewer enthalten. Darüber hinaus sind die Teilabschnitte der Fulda im Vogelsbergkreis als reduzierte Risikokarten mit eingeschränktem Informationsgehalt („Risikokarte red“) aufbereitet. Die zusammenfassenden Hochwasserrisikokarten wurden aus den in Kap. 3.6 genannten Gründen nur für die 35 HW-Brennpunkte erstellt.

Tab. 4.4: Daten und Datenquellen für die Erstellung der Hochwasserrisikokarten

inhaltliche Information		Hochwasserrisikokarten					
		GIS-Projekt bzw. Internet-Viewer			pdf-Datei bzw. Anlagenreihe B		
		HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>Extrem</sub>	HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>Extrem</sub>
potenziell betroffenen Einwohner (Orientierungswert für die HW-Brennpunkte)		x	x	x	x	x	x
wirtschaftliche Tätigkeiten in dem potenziell betroffenen Gebiet		x	x	x			x
Gefahren- quellen	Kläranlage		x			x	
	Große Anlage mit Umweltgefahr bei Hochwasser		x			x	
Schutzgebiete	Natura 2000-Gebiete		x		aggregierte Darstellung		
	sonstige Naturschutzgebiete		x				
	Wasserschutzgebiet (Zone II)		x		aggregierte Darstellung		
	Heilquellenschutzgebiete (Zone II)		x				
	Badegewässer		x			x	

### 4.3 Beschreibung der Hochwassergefahr

Neben der reinen Darstellung der ermittelten Hochwassergefahren wurden für den ersten HWRMP Fulda durch entsprechende statistische Auswertungen der erarbeiteten Daten allgemeine Aussagen zur Hochwassersituation im Untersuchungsgebiet abgeleitet.

So ist generell eine Zunahme der Überschwemmungsflächen vom  $HQ_{10}$  bis zum  $HQ_{\text{Extrem}}$  zu verzeichnen. Die unmittelbar von Überflutungen betroffenen Flächen variieren je nach Abflussszenario zwischen 10.660 und 16.000 ha<sup>6</sup> (vgl. Tab. 4.5). So entsprechen die ermittelten Überschwemmungsgebiete bezogen auf die Größe des hessischen Einzugsgebietes der Fulda von 6.185 km<sup>2</sup> in etwa einem Flächenanteil von 1,7 bzw. 2,6 %. Deutlich kleiner sind die jeweiligen potentiellen Überflutungsgebiete, die sich entweder hinter linienhaften Hochwasserschutzanlagen oder hinter sonstigen Straßendämmen, Verwallungen und ähnlichem befinden. Durch diese Bauwerke sind beim  $HQ_{10}$  624 ha, beim  $HQ_{100}$  850 ha und beim  $HQ_{\text{Extrem}}$  350 ha geschützt bzw. als potentiell hochwassergefährdet zu klassifizieren. Dies entspricht Flächenanteilen am hessischen Einzugsgebiet der Fulda von 0,10 % beim  $HQ_{10}$ , 0,14 % beim  $HQ_{100}$  bzw. 0,06 % beim  $HQ_{\text{Extrem}}$ .

Es sind somit jedoch auch nur geringe Anteile der natürlichen Überschwemmungsgebiete bzw. Retentionsräume im Hochwasserfall vom Abflussprozess abgeschnitten (5,5 % beim  $HQ_{10}$ , 5,9 % beim  $HQ_{100}$  und 2,2 % beim  $HQ_{\text{Extrem}}$ ). Dass sich dieses Verhältnis an Fließgewässern grundsätzlich völlig anders darstellen kann, zeigt trotz anderer Nutzungsanforderungen und Abflussbedingungen beispielsweise auch die Situation am Oberrhein, wo auf einer Länge von knapp 270 km ca. 60 % der Retentionsflächen durch entsprechende Ausbaumaßnahmen verloren wurden (vgl. [51]).

Die dokumentierte Zunahme der potentiellen Überflutungsflächen vom  $HQ_{10}$  zum  $HQ_{100}$  von 220 ha lässt den Schluss zu, dass die jeweiligen Bauwerke vielfach bis zu einem  $HQ_{100}$  als Schutzanlage wirken. Entsprechend vergrößern sich die dahinter liegenden potentiell gefährdeten Flächen bis zum  $HQ_{100}$  in Abhängigkeit von höheren Wasserständen und örtlicher Topographie. Die Reduktion der potenziell von Hochwasser betroffenen Gebiete vom  $HQ_{100}$  zum  $HQ_{\text{Extrem}}$  liegt darin begründet, dass Flächen, die bei einem  $HQ_{100}$  noch als potentiell Überschwemmungsgebiet gelten, bei einem Hochwasserereignis geringerer Wiederkehrwahrscheinlichkeit als überflutet zu klassifizieren sind, da bestehende Schutzanlagen und Dammstrukturen aufgrund des höheren Abflusses überströmt werden. Folglich vergrößert sich in diesen Bereichen die Überschwemmungsfläche.

Die flächenmäßig größten Anteile der potenziellen Überschwemmungsgebiete sind bei den untersuchten Abflussereignissen an Fulda und Schwalm zu verzeichnen. Hier kommt vor allem den vorhandenen linienhaften Hochwasserschutzbauwerken eine besondere Bedeutung zu. Beispielhaft genannt seien für die Fulda der Auedamm in Kassel sowie die Deiche in Bad Hersfeld und Fulda und für die Schwalm die Deiche in Harle, um den ehemaligen Braunkohletagebau in Borken sowie in Röllshausen. Nicht erfasst wurden die durch die Deiche und Pumpstationen des HRB Treysa-Ziegenhain geschützten Flächen.

---

<sup>6</sup> Diese Gesamtflächen überschätzen die realen Verhältnisse um etwa 200 bis 600 ha, da die Mündungsbereiche von Losse, Eder und Haune in die Fulda sowie der Schwalm in die Eder durch die einfache Summenbildung doppelt erfasst sind. Diese Ungenauigkeit ist jedoch vernachlässigbar.



Etwas anders stellt sich die Situation an den drei weiteren Gewässern des Untersuchungsgebietes dar. So resultieren die potenziellen Überschwemmungsflächen an der Eder vornehmlich sowie an Haune und Losse ausschließlich aus den im Vorland befindlichen Straßendämmen und sonstigen Verwallungen.

Tab. 4.5: Zusammenstellung der für die jeweiligen Gewässerabschnitte ermittelten Überschwemmungsflächen und potentiellen Überschwemmungsflächen

Gewässer	Überschwemmungsgebiet [ha, auf 10 ha gerundet]			potentielles Überschwemmungsgebiet [ha, auf 10 ha gerundet]					
	HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>Extrem</sub>	hinter Straßendämmen, Verwallungen o. ä.			hinter linienhaften HW-Schutzanlagen		
	HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>Extrem</sub>	HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>Extrem</sub>	HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>Extrem</sub>
Fulda <sup>1</sup>	4.600	5.560	6.270	80	110	50	130	250	40
Eder <sup>2</sup>	3.470	4.500	5.770	90	130	50	4	20	0
Schwalm <sup>3</sup>	1.860	2.320	2.680	50	60	40	190	210	100
Haune <sup>4</sup>	710	880	930	30	60	70	0	0	0
Losse	30	290	380	50	10	3	0	0	0
<b>Summe</b>	<b>10.670</b>	<b>13.550</b>	<b>16.030</b>	<b>300</b>	<b>370</b>	<b>213</b>	<b>324</b>	<b>480</b>	<b>140</b>

<sup>1</sup> Angaben ohne Berücksichtigung des Flussabschnittes der Fulda im Vogelsbergkreis

<sup>2</sup> Angaben ohne Berücksichtigung der Edertalsperre und des Affolderner See

<sup>3</sup> Angaben ohne Berücksichtigung der überschwemmten Flächen des HRB Treysa-Ziegenhain und des HRB Heidelberg

<sup>4</sup> Angaben ohne Berücksichtigung der überschwemmten Flächen der Haunetalsperre

Tab. 4.6: Überschwemmungsflächen im Bereich der Talsperren<sup>7</sup> und HRB für das HQ<sub>100</sub>

Gewässer	Abschnitt	Überschwemmungsgebiet beim HQ <sub>100</sub> [ha, auf 10 ha gerundet]
Fulda	Vogelsbergkreis	710
Eder	Affolderner See	150
Schwalm	HRB Treysa-Ziegenhain	490
	HRB Heidelberg	150
Haune	Haunetalsperre	70
<b>Summe</b>		<b>1.570</b>

<sup>7</sup> Das in Analogie zu den Festlegungen im HWG bezüglich Talsperren definierte „Überschwemmungsgebiet“ der Edertalsperre beträgt ca. 1.100 ha.

Bezogen auf das gesamte untersuchte Gebiet nehmen die Überschwemmungsflächen inkl. der potentiell gefährdeten Bereiche vom  $HQ_{10}$  zum  $HQ_{100}$  um etwa 3.100 ha und vom  $HQ_{100}$  zum  $HQ_{Extrem}$  um knapp 2.000 ha zu. Somit betragen die mittleren Zuwachsraten vom  $HQ_{10}$  zum  $HQ_{100}$  gut 28 % und vom  $HQ_{100}$  zum  $HQ_{Extrem}$  ca. 14 %. Auch wenn in der Tendenz bei allen untersuchten Gewässern der Flächenzuwachs vom  $HQ_{10}$  zum  $HQ_{100}$  größer als vom  $HQ_{100}$  zum  $HQ_{Extrem}$  ist, kann in den einzelnen Gewässerabschnitten die jeweilige Zunahme der Überschwemmungsgebiete aufgrund der örtlichen Tal- und Geländestructuren sowie der einflussnehmenden Bauwerke deutlich variieren (vgl. Abb. 4.7). Auffallend ist beispielsweise die relative Zunahme der Überschwemmungsflächen vom  $HQ_{10}$  zum  $HQ_{100}$  an der Losse im Stadtgebiet von Kassel, während die Ausuferungen an den anderen Gewässern für diesen Fall verhältnismäßig gleichmäßig zunehmen. Ursächlich hierfür ist, dass das  $HQ_{10}$  für lange Gewässerstrecken an der Fulda, der Eder und auch an Schwalm und Haune bereits signifikante Ausuferungen in das Vorland bedingt, demgegenüber dieses statistische Hochwasserereignis an der Losse in Kassel nach jetzigen Erkenntnissen jedoch noch weitgehend im Gewässerbett abgeführt werden kann. Folglich resultiert durch die Überflutungen der angrenzenden Vorlandbereiche beim  $HQ_{100}$  eine größere relative Zuwachsrate für die Stadtstrecke der Losse in Kassel. Die im Vergleich zu den anderen Gewässern höhere Zuwachsrate vom  $HQ_{100}$  zum  $HQ_{Extrem}$  an der Eder kann auf zusätzlich überströmte Bereiche in den Ortslagen von Wabern, Edertal und Frankenberg zurückgeführt werden.

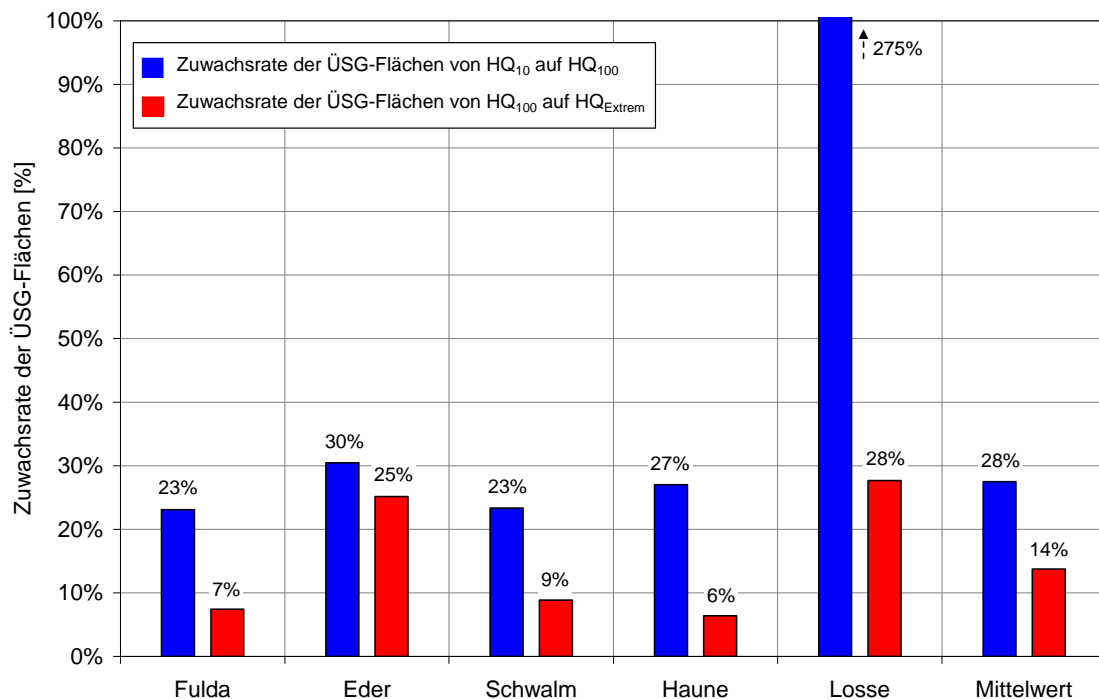


Abb. 4.7: Vergleich der relativen Zuwachsraten der ermittelten Überschwemmungsflächen und potentiellen Überschwemmungsflächen an den Hauptgewässern

Ein weiterer wesentlicher Parameter zur Beschreibung der Hochwassergefahr ist die sich bei dem jeweiligen Abflussszenario einstellende Wassertiefe. So verdeutlicht eine Auswertung der in den Vorlandbereichen der untersuchten Gewässerstrecken beim  $HQ_{100}$  zu erwartenden Wassertiefen, dass ca. 53 % der Überschwemmungsflächen Wassertiefen kleiner 1 m aufweisen und 35 % der überschwemmten Gebiete zwischen 1 bis 2 m überflutet werden. Bei etwa 12 % der Flächen ist mit Wassertiefen größer 2 m zu rechnen (vgl. Abb. 4.8).

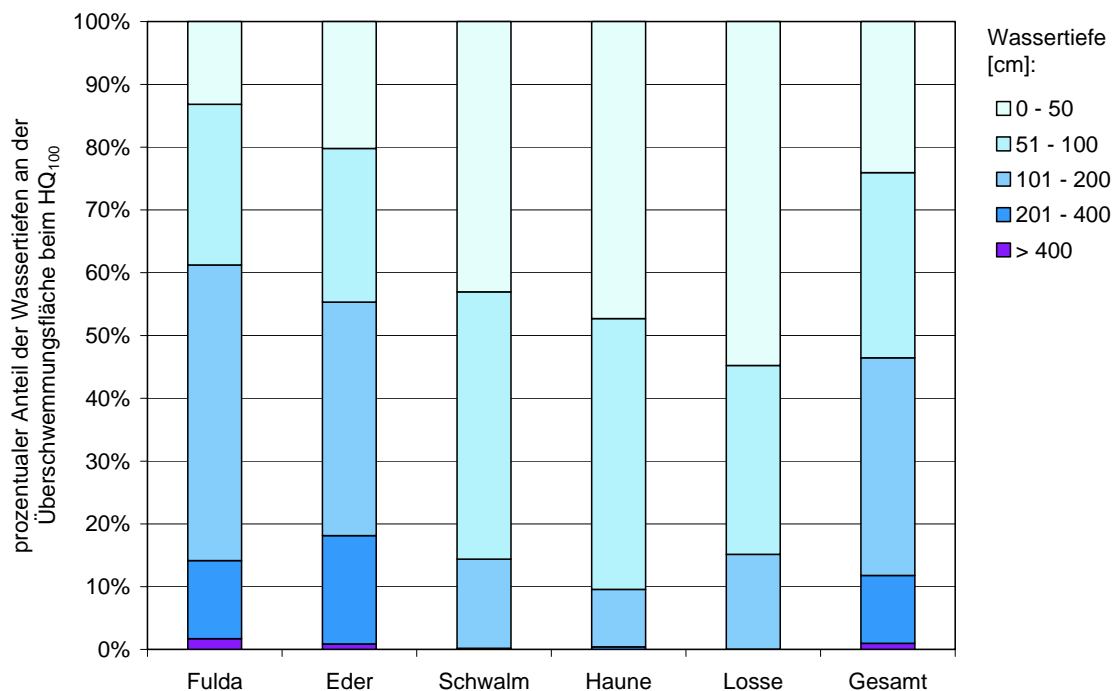


Abb. 4.8: Prozentuale Verteilung der Wassertiefen in den Vorlandbereichen beim  $HQ_{100}$  (ohne Berücksichtigung der jeweiligen Flussschläuche und pot. Ü-Gebiete)

Abweichend von diesen mittleren Wassertiefen sind an Fulda und Eder über 50 % der Überschwemmungsflächen mindestens mit einer Lamelle von 1 m und mehr überströmt. Ca. 15 % der Überschwemmungsgebiete an diesen beiden Gewässern verfügen sogar über Wassertiefen größer 2 m. Diese im Vergleich zu den anderen Gewässern größeren Wassertiefen resultieren an der Fulda vornehmlich aus den abschnittsweise schmalen Tälern der Unteren Fulda, dem Gelände der Bundesgartenschau in Kassel, den Teichanlagen und Seen im Schwalm-Eder-Kreis bzw. im LK Hersfeld-Rotenburg sowie tief liegenden Auenbereichen im LK Hersfeld-Rotenburg. Ähnlich lassen sich die höher überfluteten Vorlandabschnitte an der Eder erklären. Hier resultieren die größeren Wassertiefen aus den z. T. großflächigen Kiesabbaugebieten und Teichanlagen an der Unteren Eder sowie den abschnittsweise sehr schmalen bzw. tief liegenden Auenbereichen an der Oberen Eder. Beispielhaft für die Teichanlagen seien an dieser Stelle die Bereiche zwischen Fritzlar und Wabern genannt. Enge Tallagen mit den entsprechend großen Wassertiefen finden sich an der Oberen Eder beispielsweise nördlich von Ederbringhausen, als Beispiel

für die tief liegenden Abschnitte kann die Rennertehäuser Aue gesehen werden. Für diese als wertvolle Retentionsbereiche anzusehenden Flächen, von denen einige sogar als wasserabhängige Naturschutz- bzw. FFH-Gebiet ausgewiesen sind, dürften folglich keinen größeren Hochwassergefahren ausgehen. Eine Ausnahme stellen hierbei die besiedelten und hochwassergefährdeten Vorlandbereiche im Gebiet der Stadt Felsberg dar, in denen mit Wassertiefen größer 1 m zu rechnen ist.

An Schwalm und Haune sind die Wassertiefen bei ca. 90 % der Überschwemmungsflächen kleiner einem Meter.

Neben dieser Auswertung der Wassertiefen in den Vorlandbereichen kann auch der zu erwartende Wasserspiegelanstieg Hinweise auf die Hochwassergefahren geben. Im Rahmen des HWRMP Fulda wurde daher das über die jeweiligen Gewässerstrecken gewichtete Mittel des Wasserspiegelanstiegs errechnet. Dieses beträgt bezogen auf alle untersuchten Gewässer vom  $HQ_{10}$  zum  $HQ_{100}$  etwas mehr als 60 cm und vom  $HQ_{100}$  zum  $HQ_{Extrem}$  knapp 40 cm (vgl. Abb. 4.9). Auffallend sind die im Vergleich zur Schwalm und Haune deutlich größeren Wasserspiegelanstiege an Fulda und Eder. Als Ursache hierfür können die bereits erwähnten engen Talabschnitte an der Unteren Fulda und der Eder oberhalb des Edersees sowie die durch Deiche bzw. Straßendämme und sonstige Verwallungen geschützten Ortslagen genannt werden.

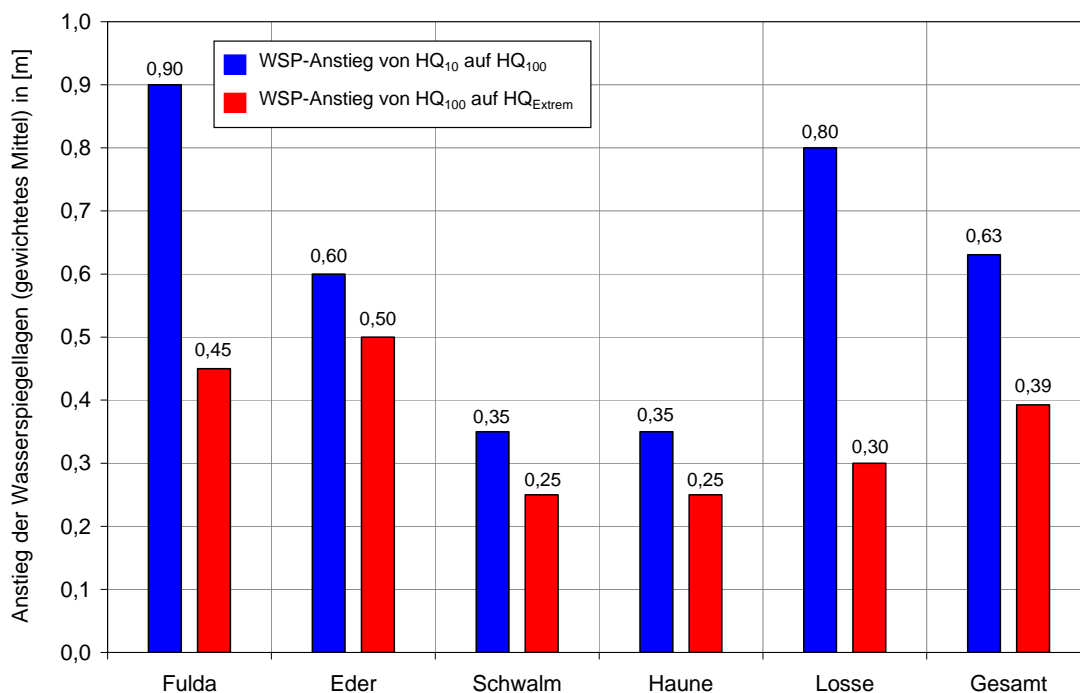


Abb. 4.9: Darstellung des gewichteten Mittels der Wasserspiegeländerungen

#### 4.4 Beschreibung des Hochwasserrisikos

Die detaillierte Darstellung des Hochwasserrisikos im Untersuchungsgebiet kann dem GIS-Projekt bzw. den zusammenfassenden Risikokarten für die Hochwasserbrennpunkte entnommen werden. Darüber hinaus finden sich weitergehende qualitative Analysen zur jeweiligen lokalen Situation in den Maßnahmensteckbriefen. Als Ergänzung zu diesen Detailbetrachtungen erfolgt an dieser Stelle eine allgemeine Beschreibung des Hochwasserrisikos an den untersuchten Hauptgewässern. Diese bezieht sich gemäß HWRM-RL auf die Flächennutzungen bzw. daraus abgeleitet auf die wirtschaftlichen Tätigkeiten, die betroffenen Einwohner, die Gefahrenquellen (Kläranlagen und IVU-Betriebsstätten) sowie die Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete, Natura-2000-Gebiete und Badegewässer.

#### Flächennutzungen bzw. wirtschaftliche Tätigkeiten

Die Grundlage für die qualitative Analyse der wirtschaftlichen Tätigkeiten im Untersuchungsgebiet bildet eine statistische Auswertung der Flächennutzungen in den Überschwemmungsgebieten und potentiellen Überschwemmungsgebieten, die bei den drei berücksichtigten Hochwasserszenarien zu erwarten sind. Die entsprechenden Ergebnisse können den Tab. 4.7 und Tab. 4.8 entnommen werden<sup>8</sup>.

Tab. 4.7: Flächennutzungen in den Überschwemmungsgebieten und potentiellen Überschwemmungsgebieten der untersuchten Hauptgewässer

Nutzungsart	Flächennutzung in den Überschwemmungsgebieten [ha, auf 10 ha gerundet]			Flächennutzung in den potentiellen Überschwemmungsgebieten [ha, auf 10 ha gerundet]					
	HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>Extrem</sub>	hinter Straßendämmen, Verwallungen o. ä.			hinter linienhaften HW-Schutzanlagen		
				HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>Extrem</sub>	HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>Extrem</sub>
<b>Siedlung</b>	<b>150</b>	<b>430</b>	<b>660</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>4</b>
Kultur und Dienstleistung	50	80	120	10	20	10	0	3	0
<b>Industrie</b>	<b>100</b>	<b>290</b>	<b>550</b>	<b>50</b>	<b>80</b>	<b>50</b>	<b>130</b>	<b>180</b>	<b>130</b>
Verkehr	10	40	80	10	1	1	2	4	0
Grünflächen	190	340	540	20	9	2	70	140	0
<b>landwirtschaftliche Nutzfläche</b>	<b>8.190</b>	<b>9.970</b>	<b>11.290</b>	<b>180</b>	<b>200</b>	<b>110</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>6</b>
Forst	460	540	600	2	5	5	1	3	0
Gewässer	1.330	1.350	1.440	1	2	1	90	90	0
sonstige Flächen	20	30	30	1	1	0	0	1	0
<b>Summe</b>	<b>10.500</b>	<b>13.070</b>	<b>15.310</b>	<b>294</b>	<b>358</b>	<b>199</b>	<b>324</b>	<b>471</b>	<b>140</b>

<sup>8</sup> Es sei darauf hingewiesen, dass die Mündungsbereiche von Losse, Eder, Haune und Schwalm bei der Auswertung der Flächennutzungen nur einmal erfasst wurden und daher die absoluten Flächengrößen im Vergleich zu den angegebenen Überschwemmungsflächen leicht variieren.

Die durchgeführten Auswertungen verdeutlichen, dass je nach Abflussereignis zwischen 8.200 ha und 11.300 ha der im Hochwasserfall überfluteten Auenbereiche landwirtschaftlich genutzt werden. Weitaus geringere Anteile am Überschwemmungsgebiet entfallen auf die Siedlungs- und Industrieflächen, von denen im Verhältnis zu den anderen Flächennutzungen jedoch ein deutlich höheres Risikopotenzial ausgeht. So beträgt beispielsweise bei einem HQ<sub>100</sub> der Anteil der Siedlungsfläche an den Überschwemmungsflächen nur 430 ha bzw. 3,3 % und der der industriell genutzten Flächen 290 ha bzw. 2,2 %. Folglich ist das Hochwasserrisiko in Bezug auf die wirtschaftlichen Tätigkeiten im Untersuchungsgebiet sehr unterschiedlich ausgeprägt und für weite Bereiche aufgrund der landwirtschaftlichen Nutzung als verhältnismäßig gering einzustufen. Punktuell sind jedoch auch Siedlungs- und Industrieflächen gefährdet, von denen ein signifikantes Hochwasserrisiko für die jeweilige wirtschaftliche Tätigkeit ausgehen kann.

Diese qualitative Einschätzung greift auch dann, wenn die im Überschwemmungsgebiet befindlichen Flächennutzungen auf das gesamte hessische Einzugsgebiet der Fulda bezogen werden. So repräsentieren beispielsweise die im Untersuchungsgebiet von Überflutungen betroffenen Siedlungsflächen beim HQ<sub>10</sub> 0,4 %, beim HQ<sub>100</sub> 1,2 % und beim HQ<sub>Extrem</sub> 1,9 % der gesamten Siedlungsbereiche im hessischen Einzugsgebiet der Fulda. Der Anteil der hochwassergefährdeten landwirtschaftlichen Nutzflächen an den insgesamt agrarwirtschaftlich genutzten Arealen beträgt beim HQ<sub>10</sub> 2,8 %, beim HQ<sub>100</sub> 3,4 % und beim HQ<sub>Extrem</sub> 3,8 %. Damit dürften Hochwasserereignisse an den Hauptgewässern für einzelne Betriebe durchaus wirtschaftliche Risiken mit sich bringen, bezogen auf die gesamte Landwirtschaft im Einzugsgebiet der Fulda jedoch keine signifikante Bedeutung haben.

Tab. 4.8: Prozentuale Verteilung der Flächennutzungen in den Überschwemmungsgebieten und entsprechender Anteil an den Nutzungen im hessischen Einzugsgebiet der Fulda

Nutzungsart	prozentuale Verteilung der Flächennutzung in den Überschwemmungsgebieten [%]			Anteil an den Flächennutzungen im hessischen Einzugsgebiet der Fulda [%]		
	HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>Extrem</sub>	HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>Extrem</sub>
<b>Siedlung</b>	<b>1,4%</b>	<b>3,3%</b>	<b>4,3%</b>	<b>0,4%</b>	<b>1,2%</b>	<b>1,9%</b>
Kultur und Dienstleistung	0,5%	0,6%	0,8%	1,2%	2,0%	2,9%
<b>Industrie</b>	<b>1,0%</b>	<b>2,2%</b>	<b>3,6%</b>	<b>1,2%</b>	<b>3,6%</b>	<b>6,8%</b>
Verkehr	0,1%	0,3%	0,5%	0,8%	3,1%	6,2%
Grünflächen	1,8%	2,6%	3,5%	5,0%	8,9%	14,2%
<b>landwirtschaftliche Nutzfläche</b>	<b>78,0%</b>	<b>76,3%</b>	<b>73,7%</b>	<b>2,8%</b>	<b>3,4%</b>	<b>3,8%</b>
Forst	4,4%	4,1%	3,9%	0,2%	0,2%	0,2%
Gewässer	12,7%	10,3%	9,4%	35,9%	36,5%	38,9%
sonstige Flächen	0,2%	0,2%	0,2%	4,0%	6,0%	6,0%
<b>gesamter Flächenanteil</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>1,7%</b>	<b>2,1%</b>	<b>2,5%</b>

Der Anteil der in den ermittelten Überschwemmungsgebieten betroffenen Industrieflächen an den im hessischen Einzugsgebiet der Fulda industriell genutzten Gebieten variiert zwischen 1,2 % beim  $HQ_{10}$ , 3,6 % beim  $HQ_{100}$  und 6,8 % beim  $HQ_{\text{Extrem}}$ . Bei einem  $HQ_{10}$  werden zusätzlich ca. 180 ha Industrieflächen – dies entspricht 2,2 % der Gesamtindustrieflächen im Fuldagebiet – durch Deiche bzw. Straßen- und Bahndämme geschützt und sind somit als potentiell hochwassergefährdet zu klassifizieren. Dieser Anteil erhöht sich beim  $HQ_{100}$  auf 260 ha bzw. 3,2 %. Demnach kommt den genannten Bauwerken insbesondere zum Schutz von Industrieflächen eine besondere Bedeutung zu. Allerdings ist zu erwähnen, dass bei den zu Grunde liegenden Nutzungsinformationen (ATKIS) u. a. Kiesabbaugebiete oder auch das ehemalige Tagebaugelände bei Borken als Industrieflächen ausgewiesen sind. Diese Nutzungsarten besitzen jedoch keine bzw. nur eine untergeordnete Bedeutung für das Hochwasserrisiko des Schutzgutes „wirtschaftliche Tätigkeit“. Abzüglich der genannten Flächennutzungen, die beim  $HQ_{100}$  in etwa 160 ha umfassen, konzentrieren sich die betroffenen Industrieareale auf die Ortslagen der Hochwasserbrennpunkte.

Es kann festgehalten werden, dass die an den Hauptgewässern identifizierten und ausgewählten Hochwasserbrennpunkte zusammen 85 % der an den untersuchten Gewässerstrecken gefährdeten Siedlungsflächen und 90 % der betroffenen Industrieflächen repräsentieren. Dies kann als weiteres Argument für die Differenzierung in der dritten Detaillierungsebene gewertet werden (vgl. Kap. 3.6), da sowohl die zusammenfassenden Hochwasserrisikokarten für die Brennpunkte als auch die entsprechenden Maßnahmensteckbriefe die wesentlichen Bereiche in Bezug auf die risikorelevanten Flächennutzungen und damit verbunden auch die betroffenen Einwohner berücksichtigen.

### **Betroffene Einwohner**

Für die Beschreibung des Hochwasserrisikos in Bezug auf das Schutzgut „menschliche Gesundheit“ ist die Zahl der von Hochwasser betroffenen Einwohner ein wesentlicher Parameter. Entsprechende Zahlenwerte wurden für die Hochwasserbrennpunkte ermittelt und in Tab. 4.9 zusammenfassend dokumentiert. Eine Ausnahme bildet dabei die Stadt Schlitz bzw. deren Ortsteile Queck und Pfordt, für die aufgrund der Datenlage für den Fuldaabschnitt im Vogelsbergkreis nur die im Falle eines  $HQ_{100}$  betroffenen Einwohner abgeschätzt und ausschließlich in den Hochwasserrisikokarten dokumentiert wurden.

Insgesamt sind in den letztlich berücksichtigten Gebieten beim  $HQ_{10}$  etwa 3.600, beim  $HQ_{100}$  größenordnungsmäßig 12.000 und beim  $HQ_{\text{Extrem}}$  bis zu 18.800 Einwohner direkt von Überschwemmungen berührt. Darüber hinaus sind durch Deiche bzw. Straßen- und Bahndämme oder ähnliches beim  $HQ_{10}$  gut 600, beim  $HQ_{100}$  knapp 1.500 und beim  $HQ_{\text{Extrem}}$  wiederum etwa 600 Einwohner geschützt bzw. potentiell gefährdet. Zusammengefasst entspricht dies in Abhängigkeit des Hochwasserereignisses einem Anteil an der Bevölkerung der berücksichtigten Gemeinden zwischen 0,8 % und maximal 3,9 %.

Tab. 4.9: Orientierungswerte für die von Überschwemmungen betroffenen Einwohner

Kategorie	Orientierungswerte für die Anzahl der betroffenen Einwohner in den Gemeinden mit Hochwasserbrennpunkten		
	HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>Extrem</sub>
Überschwemmungsgebiet	3.580	12.020	18.800
pot. Überschwemmungsgebiet hinter Straßendämmen, Verwallungen o. ä.	570	1.150	520
pot. Überschwemmungsgebiet hinter linienhaften HW-Schutzanlagen	40	290	40
<b>Summe</b>	<b>4.190</b>	<b>13.460</b>	<b>19.360</b>
Anteil an den Einwohnern in den 35 HW-Brennpunkten	0,8%	2,7%	3,9%

Somit ist bezogen auf die gesamte Bevölkerung das Hochwasserrisiko im Untersuchungsgebiet als verhältnismäßig gering zu bewerten. Dennoch lassen sich auch in Bezug auf das Schutzgut „menschliche Gesundheit“ durch eine differenziertere Aufschlüsselung lokale „Brennpunkte“ identifizieren. So wohnen beispielsweise in den Kommunen Kassel, Felsberg und Wabern in den Überschwemmungsgebieten des HQ<sub>100</sub> jeweils über 1.000 und zusammen ca. 7.700 Einwohner (vgl. Tab. 4.10). Dies entspricht ca. 57 % der insgesamt bei diesem Ereignis in den Hochwasserbrennpunkten betroffenen Einwohner. Von besonderer Bedeutung ist dabei, dass in Felsberg bereits bei einem HQ<sub>10</sub> etwa 900 Einwohner in von Überschwemmungen gefährdeten Bereichen wohnen und somit hier bereits bei häufiger auftretenden Hochwasserereignissen mit entsprechenden Risiken zu rechnen ist<sup>9</sup>. Als weitere signifikante Brennpunkte können mit jeweils über 400 betroffenen Einwohnern beim HQ<sub>100</sub> die Städte Borken, Frittlar, Melsungen und Rotenburg a. d. Fulda eingestuft werden.

Welche Relevanz der Hochwassersituation in den einzelnen Kommunen in Bezug auf die Wohnbevölkerung zukommt, kann in Ergänzung zu den absoluten Zahlen auch durch die in Abb. 4.10 dokumentierte Darstellung des prozentualen Anteils der in den jeweiligen Brennpunkten von Hochwasser betroffenen Einwohner verdeutlicht werden. Hierbei wurden sowohl die Überschwemmungsgebiete als auch die potentiellen Überschwemmungsgebiete berücksichtigt. Auch hierdurch wird verdeutlicht, dass insbesondere Wabern und Felsberg als zwei zentrale Hochwasserbrennpunkte einzustufen sind. So ist beispielsweise in Wabern jeder vierte Bewohner von den Überschwemmungsflächen des HQ<sub>100</sub> direkt betroffen.

Zur Verdeutlichung des Hochwasserrisikos in Bezug auf die „menschliche Gesundheit“ in den einzelnen Landkreisen wurden die ermittelten Orientierungswerte entsprechend dieser Verwaltungseinheiten zusammengefasst und in Tab. 4.11 dargestellt. Demnach konzentriert sich das Risikopotenzial auf die Stadt Kassel und den Schwalm-Eder-Kreis.

<sup>9</sup> Die faktische Schutzwirkung der Edertalsperre entspannt die Situation jedoch deutlich.



Tab. 4.10: Orientierungswerte für die in den jeweiligen Kommunen von Überschwemmungen betroffenen Einwohner

Gemeinde	betroffene Einwohner (Orientierungswert auf 10 aufgerundet)								
	Überschwemmungsgebiet			potentielles Überschwemmungsgebiet					
				hinter Straßendämmen, Verwallungen o. ä.			hinter linienhaften HW-Schutzanlagen		
	HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>Extrem</sub>	HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>Extrem</sub>	HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>Extrem</sub>
Bad Hersfeld	80	110	630	70	280	80	10	90	30
Borken	40	430	600	70	30	10	0	0	0
Burghaun	100	150	200	10	20	30	0	0	0
Edertal	180	340	670	30	110	90	0	0	0
Felsberg	900	1.220	1.430	20	10	0	0	0	0
Frankenberg	30	130	450	20	60	0	0	0	0
Fritzlar	210	530	780	10	0	0	0	0	0
Fulda	110	240	670	20	110	180	30	180	10
Fuldabrück	90	310	390	0	0	0	0	0	0
Fuldatal	10	120	150	0	0	0	0	0	0
Guxhagen	110	150	200	0	0	0	0	0	0
Haunetal	40	60	80	10	10	10	0	0	0
Hünfeld	50	70	70	0	10	10	0	0	0
Kassel	420	4.320	6.410	110	190	20	0	10	0
Körle	40	60	70	0	0	0	0	0	0
Ludwigsau	40	90	120	10	0	10	0	0	0
Malsfeld	20	80	110	10	0	0	0	0	0
Melsungen	320	550	640	10	10	10	0	0	0
Morschen	50	90	110	10	10	10	0	0	0
Petersberg	120	180	230	0	0	0	0	0	0
Rotenburg a. d. F.	110	410	1.170	100	240	40	0	0	0
Schwalmstadt	120	190	300	30	50	0	0	0	0
Wabern	220	1.950	3.020	30	10	20	0	10	0
Willingshausen	170	240	300	0	0	0	0	0	0
<b>Summe</b>	<b>3.580</b>	<b>12.020</b>	<b>18.800</b>	<b>570</b>	<b>1.150</b>	<b>520</b>	<b>40</b>	<b>290</b>	<b>40</b>

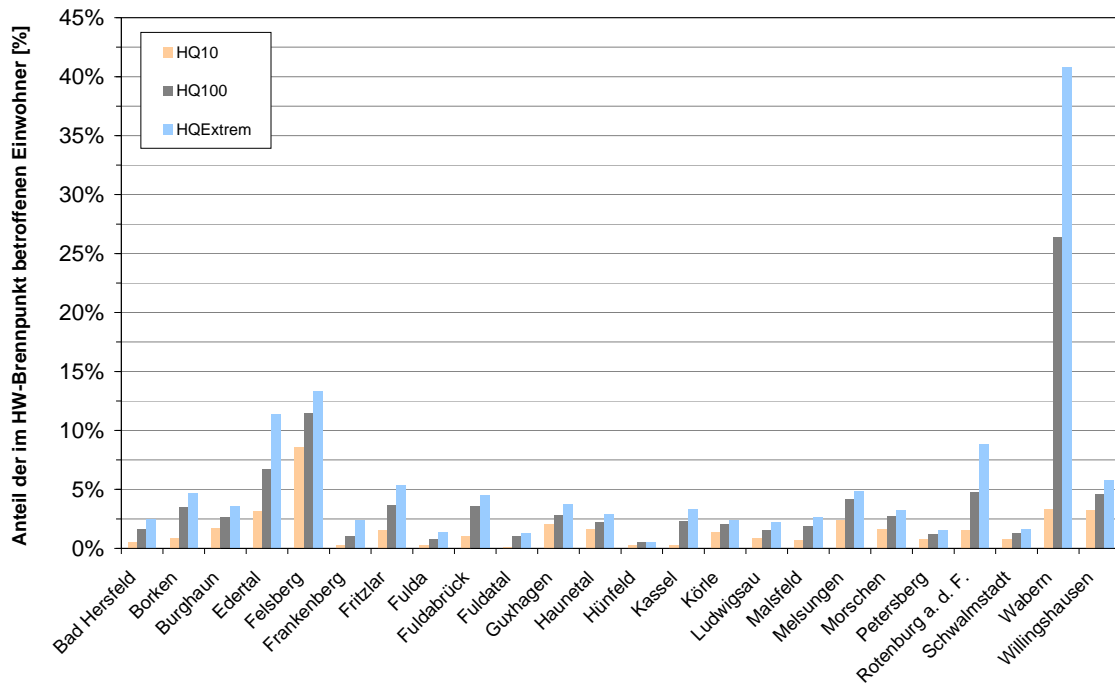


Abb. 4.10: Prozentualer Anteil der in den jeweiligen Brennpunkten von Hochwasser betroffenen Einwohner bei Berücksichtigung der Überschwemmungsgebiete und potentiellen Überschwemmungsgebiete

Tab. 4.11: Orientierungswerte für die in den jeweiligen Landkreisen von Überschwemmungen betroffenen Einwohner

Kreise	betroffene Einwohner (Orientierungswert auf 10 aufgerundet)								
	Überschwemmungsgebiet			potentielles Überschwemmungsgebiet					
	HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>Extrem</sub>	hinter Straßendämmen, Verwallungen o. ä.			hinter linienhaften HW-Schutzanlagen		
	HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>Extrem</sub>	HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>Extrem</sub>	HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>Extrem</sub>
LK Kassel	100	430	540	0	0	0	0	0	0
Stadt Kassel	420	4.320	6.410	110	190	20	0	10	0
Schwalm-Eder-Kreis	2.200	5.490	7.560	190	120	50	0	10	0
LK Hersfeld-Rotenburg	270	670	2.000	190	530	140	10	90	30
LK Fulda	380	640	1.170	30	140	220	30	180	10
LK Waldeck-Frankenberg	210	470	1.120	50	170	90	0	0	0
<b>Summe</b>	<b>3.580</b>	<b>12.020</b>	<b>18.800</b>	<b>570</b>	<b>1.150</b>	<b>520</b>	<b>40</b>	<b>290</b>	<b>40</b>

### Gefahrenquellen (Kläranlagen, IVU-Betriebsstätten)

Gemäß der hessenweit vorliegenden und für die Erstellung des HWRMP Fulda zur Verfügung gestellten Daten zu den Abwasserreinigungsanlagen befinden sich entlang der untersuchten Hauptgewässer Fulda, Eder, Schwalm und Haune insgesamt 64 Kläranlagen. Wie Tab. 4.12 zu entnehmen ist, sind davon bei einem  $HQ_{10}$  56, beim  $HQ_{100}$  42 und beim  $HQ_{\text{Extrem}}$  noch 32 Anlagenstandorte außerhalb der Überschwemmungsgebiete bzw. potentiellen Überschwemmungsgebiete gelegen. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass mit diesen Kläranlagen kein signifikantes Hochwasserrisiko verbunden ist.

Tab. 4.12: Anzahl der an den Hauptgewässern gelegenen Kläranlagen

Kategorie	Anzahl der Kläranlagen an den Hauptgewässern		
	$HQ_{10}$	$HQ_{100}$	$HQ_{\text{Extrem}}$
Überschwemmungsgebiet	6	14	27
pot. Überschwemmungsgebiet hinter Straßendämmen, Verwallungen o. ä.	1	6	5
pot. Überschwemmungsgebiet hinter linienhaften HW-Schutzanlagen	1	2	0
außerhalb der Überschwemmungsgebiete und pot. Überschwemmungsgebiete	56	42	32
<b>Summe</b>	<b>64</b>	<b>64</b>	<b>64</b>

Inwieweit von den im überfluteten bzw. im potentiell überfluteten Bereich gelegenen Anlagen eine Gefährdung ausgeht, kann nicht abschließend beurteilt werden. Grund hierfür sind die Eingangsdaten für das digitale Geländemodell der Vorlandbereiche, aus denen nicht immer hervorgeht, ob der jeweilige Standort eingedeicht ist bzw. sich auf einer Geländeerhöhung befindet. Folglich kann aus der festgestellten Lage im Überschwemmungsgebiet nicht direkt auf das Hochwasserrisiko geschlossen werden. Für die 32 beim  $HQ_{\text{Extrem}}$  gefährdeten bzw. potentiell gefährdeten Kläranlagen wird daher in Tab. 4.13 der im HWRMP Fulda berücksichtigte Datenstand dokumentiert. Demnach liegen zu 22 Anlagenstandorten keine weitergehenden Informationen zum Hochwasserschutz oder entsprechende Geländehöhen vor. In neun Fällen verlaufen die Querprofilspuren des RKH durch die Kläranlagenbereiche, so dass hier entsprechende Verdichtungen im digitalen Geländemodell vorgenommen werden konnten.

Die Zusammenstellung dieser Informationen in Tab. 4.13 soll zum einen die richtige Interpretation im Rahmen des ersten HWRMP Fulda gewährleisten und zum anderen die spätere Aktualisierung der Datensätze unterstützen. Eine diesbezügliche Fortschreibung ist notwendig, da sich bereits bei einem  $HQ_{10}$  sechs, bei einem  $HQ_{100}$  14 und beim  $HQ_{\text{Extrem}}$  27 Kläranlagen im Überschwemmungsgebiet befinden. Zudem erscheint auf Basis der geschilderten Datengrundlage der vorhandene Hochwasserschutz an zwei Standorten nicht einem  $HQ_{100}$  zu entsprechen und an insgesamt fünf Kläranlagen nicht auf die beim  $HQ_{\text{Extrem}}$  zu erwartenden Wasserstände ausgelegt zu sein. Diese Beurteilung sollte überprüft werden, um das von den Kläranlagen ausgehende Hochwasserrisiko zukünftig richtig abbilden und ggf. minimieren zu können.

Tab. 4.13: Zusammenstellung der Kläranlagen, die sich in den Überschwemmungsgebieten bzw. potentiellen Überschwemmungsgebieten der Hauptgewässer befinden und Dokumentation der bekannten Informationen zum Hochwasserschutz

Name der Kläranlage	Gewässer	Einschätzung zur HW-Betroffenheit			Datengrundlage	
		HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>Extrem</sub>	Informationen zum HW-Schutz	Berücksichtigung im DGM
Bad Hersfeld	Fulda	pot. ÜSG	pot. ÜSG	ÜSG	keine Information	keine Berücksichtigung
Battenberg (Eder) / Dodenau	Eder			ÜSG		
Borken (Hessen) / Gombeth	Schwalm			ÜSG		
Edertal / Hemfurth	Eder			ÜSG		
Fritzlar	Eder		ÜSG	ÜSG		
Fulda / Kämmerzell	Fulda			ÜSG		
Fulda / Lüdermünd	Fulda	ÜSG	ÜSG	ÜSG		
Fuldabrück / Dennhausen	Fulda			ÜSG		
Hatzfeld (Eder)	Eder	ÜSG	ÜSG	ÜSG		
Haunetal / Odensachsen	Haune		ÜSG	ÜSG		
Körle	Fulda		ÜSG	ÜSG		
Malsfeld	Fulda		ÜSG	ÜSG		
Melsungen	Fulda		ÜSG	ÜSG		
Morschen / Neumorschen	Fulda	ÜSG	ÜSG	ÜSG		
Niederaula / Kerspenhausen	Fulda	ÜSG	ÜSG	ÜSG		
Petersberg / Marbach	Haune			ÜSG		
Rotenburg a. d. Fulda / Braach	Fulda			ÜSG		
Schrecksbach / Röllshausen	Schwalm		ÜSG	ÜSG		
Schwalmstadt / Rommershausen	Schwalm	ÜSG	ÜSG	ÜSG		
Schwalmstadt / Treysa	Schwalm	ÜSG	ÜSG	ÜSG		
Vöhl / Kirchlotheim	Eder		pot. ÜSG	ÜSG		
Wabern	Eder			ÜSG		
Alsfeld	Schwalm			ÜSG	Höhendaten des RKH deuten auf HW-Schutz hin	Verdichtung der Höhendaten des RKH
Edermünde / Grifte	Eder		pot. ÜSG	pot. ÜSG		
Felsberg	Eder		pot. ÜSG	ÜSG		
Haunetal / Hermannspegel	Haune			pot. ÜSG		
Hünfeld	Haune		ÜSG	ÜSG		
Ludwigsau / Mecklar	Fulda	pot. ÜSG	pot. ÜSG	pot. ÜSG		
Niederaula	Fulda		pot. ÜSG	pot. ÜSG		
Schwalmtal / Vadenrod	Schwalm		ÜSG	ÜSG		
Speele	Fulda		pot. ÜSG	pot. ÜSG	Kombination aus Deichen, Mauern & mobilen Elementen	Verdichtung gem. der vom KEB gelief. Höhendaten
Kassel / Wolfsanger	Fulda		pot. ÜSG	ÜSG		

Neben den Kläranlagen können insbesondere die im hessischen Anlagen-Informationssystem Immissionsschutz (AIS-I) geführten und im Hochwasserfall in den jeweiligen Überschwemmungsgebieten gelegenen IVU-Betriebsstätten als besondere Gefahrenquellen wirken. Daher wurde ein Abgleich zwischen den entsprechenden Standorten und den ermittelten Überschwemmungsflächen vorgenommen. Demnach sind gemäß den in Tab. 4.14 dargestellten Ergebnissen beim  $HQ_{10}$  zwei, beim  $HQ_{100}$  drei und beim  $HQ_{Extrem}$  sechs IVU-Anlagen von Überflutungen betroffen. Es liegen gegenwärtig keine umfassenden Informationen zum vorhandenen Objektschutz vor. Diese sind für die abschließende Bewertung des Hochwasserrisikos jedoch von besonderer Bedeutung. Daher sollte im Zuge der Fortschreibung des Managementplans eine detaillierte Erfassung der örtlichen Situation erfolgen, um auch das von den IVU-Betriebsstätten ausgehende Hochwasserrisiko zukünftig richtig abbilden und ggf. minimieren zu können. Die genaue Lage sowie die Bezeichnung der Anlagenstandorte sind dem digitalen GIS-Projekt zu entnehmen.

Tab. 4.14: Zusammenstellung der an den Hauptgewässern gelegenen IVU-Anlagen

Kategorie	Anzahl der IVU-Betriebsstätten an den Hauptgewässern		
	$HQ_{10}$	$HQ_{100}$	$HQ_{Extrem}$
Überschwemmungsgebiet	2	3	6
pot. Überschwemmungsgebiet hinter linienhaften HW-Schutzanlagen	1	1	0
<b>Summe</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>6</b>

### Schutzgebiete (Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete, Natura2000-Gebiete, Badegewässer)

Ebenso sind die von Überschwemmungen betroffenen Flächen der gemäß HWRM-RL zu berücksichtigenden Schutzgebiete im GIS-Projekt enthalten (vgl. Kap. 2.6 und Kap. 4.2.6). Wie in Tab. 4.15 zusammengefasst, werden demnach je nach untersuchtem Hochwasserereignis zwischen 2,8 % bis 5,1 % der im hessischen Einzugsgebiet der Fulda als Trinkwasser- bzw. Heilquellenschutzgebiet (Zone II) ausgewiesenen Flächen überflutet. Das damit verbundene Hochwasserrisiko ist vermutlich aufgrund des geringen Flächenanteils von untergeordneter Bedeutung, sollte bei Bedarf im Zuge der Fortschreibung jedoch konkretisiert werden.

Gleiches kann grundsätzlich für die in den Überschwemmungsgebieten erfassten Naturschutz- und NATURA-2000-Gebiete angenommen werden. Hier sind neben den geringen Flächenanteilen in den Auenbereichen naturnahe Abfluss- und Überschwemmungsverhältnisse oftmals sogar als Entwicklungsziel für die entsprechenden Flächen formuliert. Nachteilige Folgen sind somit auch hier nur in wenigen Ausnahmefällen zu erwarten und von ereignisspezifischen Randbedingungen - z. B. mögliche Verunreinigungen - abhängig.

Tab. 4.15: Zusammenfassung der im Untersuchungsgebiet von Hochwasser betroffenen Flächengrößen und -anteile wesentlicher Schutzgebiete

Schutzgebiet	In den Hochwasserbrennpunkten betroffene Flächen [ha, auf 10 ha aufgerundet]			Flächenanteil an den gesamten jeweiligen Schutzgebieten im hessischen AEO der Fulda		
	HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>Extrem</sub>	HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>Extrem</sub>
Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete (Zone II)	60	100	110	2,8%	4,6%	5,1%
wasserabhängige Vogelschutzgebiete	1.600	1.780	1.830	1,3%	1,4%	1,4%
wasserabhängige FFH-Gebiete	2.400	3.250	3.330	5,2%	7,1%	7,3%

Die neben der Edertalsperre an den Hauptgewässern von Überschwemmungen betroffenen Badegewässer können der Tab. 4.16 entnommen werden. Aufgrund ihrer Lage im unmittelbaren Auenbereich sind fünf der sechs identifizierten Badestellen bereits bei Hochwasserereignissen mit hoher Wiederkehrwahrscheinlichkeit überströmt. Anders stellt sich die Situation an der Stocklache dar, die auch im Hochwasserfall durch Verwallungen von der Schwalm getrennt ist. Nachteilige Folgen für die Badegewässer durch Hochwasserereignisse dürften wiederum nur in Ausnahmefällen zu erwarten bzw. von möglichen hochwasserbedingten Verunreinigungen abhängig sein. Gemäß der hessischen Badegewässerverordnung erfolgt bereits eine entsprechende Überwachung und Einstufung der Badewasserqualität und Information der Bevölkerung (vgl. Kap. 2.6).

Tab. 4.16: Im Hochwasserfall an den Hauptgewässern von Überschwemmungen betroffene Badegewässer

Name des Badegewässers	Gemeinde	Gewässer	im Überschwemmungsgebiet vom		
			HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>Extrem</sub>
BUGA-See	Kassel	Fulda	ÜSG	ÜSG	ÜSG
Fuldasee Bebra	Bebra	Fulda	ÜSG	ÜSG	ÜSG
Fuldasee Bad Hersfeld	Bad Hersfeld	Fulda	ÜSG	ÜSG	ÜSG
Großer Pfordter See	Schlitz	Fulda	k. A.	ÜSG	ÜSG
Campingplatz Kirchlotheim	Vöhl	Eder	ÜSG	ÜSG	ÜSG
Stockelache	Borken (Hessen)	Schwalm	pot. ÜSG	pot. ÜSG	pot. ÜSG

## 5 HOCHWASSERRISIKOMANAGEMENTPLANUNG

### 5.1 Arbeitsschritte im Planungsprozess und methodisches Vorgehen

Zentrales Ziel der HWRM-RL und damit auch des HWRMP Fulda ist die Verringerung potenzieller hochwasserbedingter nachteiliger Folgen für die vier Schutzgüter menschliche Gesundheit, Umwelt, Kulturerbe und wirtschaftliche Tätigkeiten. Demnach sollen gemäß HWRM-RL alle Handlungsbereiche des Hochwasserrisikomanagements Berücksichtigung finden. Zu diesen zählen die Flächenvorsorge, der natürliche Wasserrückhalt, der technische Hochwasserschutz und die Hochwasservorsorge.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, wurden im Planungs- und Beteiligungsprozess verschiedene Arbeitsschritte durchlaufen, die sich eng an der HWRM-RL und den entsprechenden Umsetzungsempfehlungen der LAWA orientieren (vgl. [2] und Abb. 5.1).

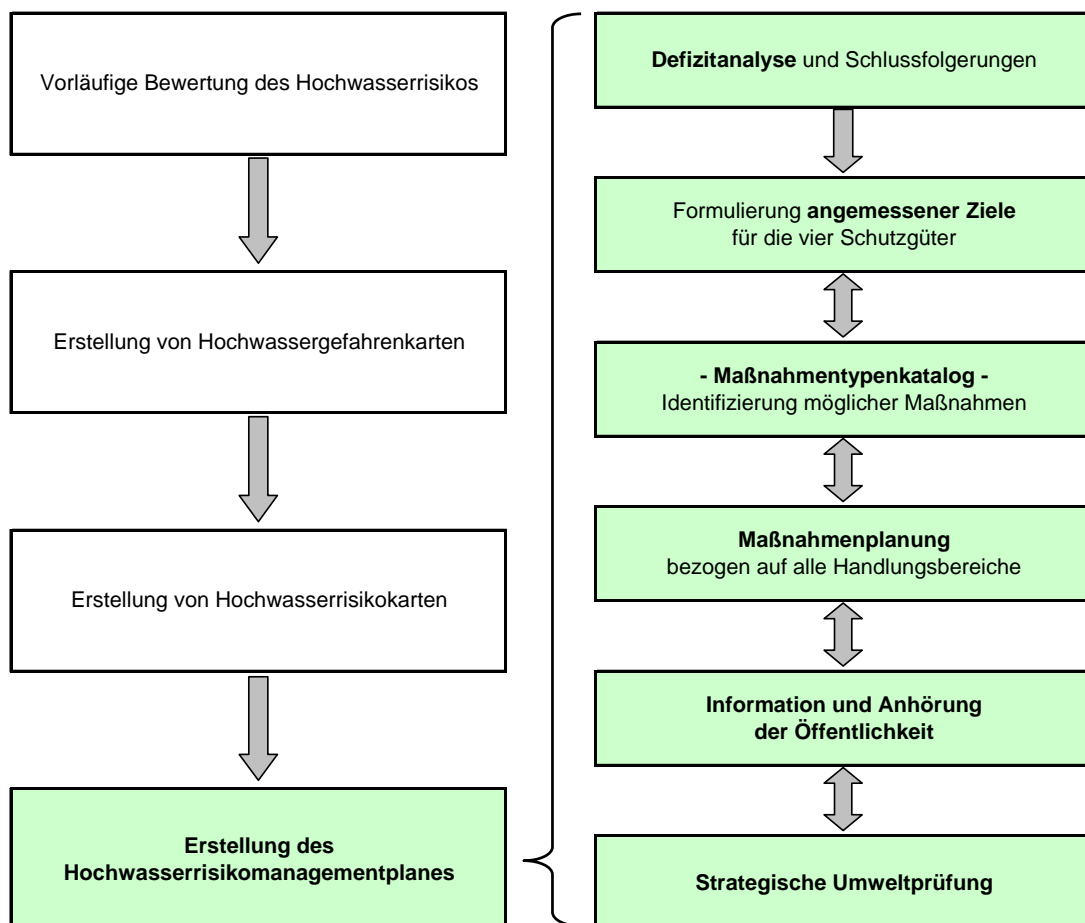


Abb. 5.1: Arbeitsschritte zur Aufstellung des ersten HWRMP Fulda (verändert nach [2])

So wurden zunächst aufbauend auf die vorläufige Bewertung des potenziellen Hochwasserrisikos im Einzugsgebiet (vgl. Kap. 3) und die Analyse der Hochwassergefahren und -risiken für die ausgewählten Hauptgewässer (vgl. Kap. 4) die wesentlichen Defizite in Bezug auf das Hochwasserrisikomanagement herausgearbeitet (vgl. Kap. 5.2). Dieser Arbeitsschritt bildete die Grundlage für die Formulierung und Abstimmung der angemessenen Ziele zur Verringerung potenzieller hochwasserbedingter nachteiliger Folgen für die vier Schutzgüter im Projektgebiet (vgl. Kap. 5.3). Ausgehend von den direkten Wirkungszusammenhängen zwischen den Schutzgütern einerseits und den verschiedenen Handlungsbereichen des Hochwasserrisikomanagements andererseits (vgl. Tab. 5.1) erfolgte daraufhin die Planung der zur Erreichung der formulierten Ziele vorgesehenen Maßnahmen (vgl. Kap. 5.4).

Tab. 5.1: Zuordnung der Handlungsbereiche zu den Schutzgütern gemäß [2] (aggregierte Darstellung)

Handlungsbereich		Verringerung nachteiliger Folgen für die Schutzgüter			
		menschliche Gesundheit	Umwelt	Kulturerbe	wirtschaftliche Tätigkeit
Flächen- vorsorge	administrative Instrumente	x	x	x	x
	angepasste Flächennutzung	x	x	x	x
natürlicher Wasserrückhalt	Maßnahmen zur natürlichen Wasserrückhaltung	x	x	x	x
	Reaktivierung von Retentionsräumen	x	x	x	x
technischer Hochwasserschutz	Stauanlagen zur Rückhaltung im Einzugsgebiet	x	x	x	x
	Deiche, Dämme, HW-Schutzmauern und mobiler HW-Schutz	x	x	x	x
	Freihaltung der Hochwasserabflussquerschnitte im Siedlungsraum	x	x	x	x
	siedlungswasserwirtschaftliche Maßnahmen	x	x	x	x
	Objektschutz	x		x	x
Hochwasservorsorge	Bauvorsorge	x	x	x	x
	Risikovorsorge				x
	Informationsvorsorge	x		x	x
	Verhaltensvorsorge	x			x
	Vorhaltung, Vor- und Nachbereitung der Gefahrenabwehr	x	x	x	x



Aufgrund der Vielzahl denkbarer und in ihrer Wirkungsweise unterschiedlicher Maßnahmen wurde zunächst ein umfassender Typenkatalog erarbeitet, der alle grundsätzlich möglichen Maßnahmentypen und Instrumente in allgemeiner Form systematisiert und beschreibt. Diese als methodische Planungsgrundlage bzw. Auswahlliste zu verstehende Zusammenstellung knüpft an die entsprechenden Empfehlungen der LAWA [2] an und umfasst 49 verschiedene Maßnahmentypen (vgl. Abb. 5.2).

Handlungsbereiche und Maßnahmentypen	Anzahl	Hinweise und Bewertungen				
<b>1 Flächenvorsorge</b>		Beschreibung der Maßnahme (Defizit, Wirkung, Umsetzung, pot. Maßnahmenträger, etc.)	Hinweise zu Hochwasserschutzwirkung, Umsetzbarkeit, Akzeptanz, etc.	generelle Abschätzung des Einflusses auf die Umweltgüter	generelle Abschätzung des Einflusses auf die Nutzungen	Bezug zur WRRL
1.1 administrative Instrumente	4					
1.2 angepasste Flächennutzung	4					
<b>2 Natürlicher Wasserrückhalt</b>						
2.1 Maßnahmen zur natürlichen Wasserrückhaltung	6					
2.2 Reaktivierung von Retentionsräumen	5					
<b>3 Technischer Hochwasserschutz</b>						
3.1 Stauanlagen zur Hochwasserrückhaltung im Einzugsgebiet	4					
3.2 Deiche, Dämme, Hochwasserschutzmauern und mobiler HW-Schutz	4					
3.3 Maßnahmen im Abflussquerschnitt bzw. Erhöhung der Abflusskapazität	4					
3.4 siedlungswasserwirtschaftliche Maßnahmen	3					
3.5 Objektschutz	2					
3.6 sonstige Maßnahmen	2					
<b>4 Hochwasservorsorge</b>						
4.1 Bauvorsorge	2					
4.2 Risikovorsorge	1					
4.3 Informationsvorsorge	3					
4.4 Verhaltensvorsorge	2					
4.5 Vorhaltung, Vor- und Nachbereitung der Gefahrenabwehr	3					

Abb. 5.2: Struktur und Informationen des Maßnahmentypenkataloges für den HWRMP Fulda

Im Typenkatalog werden neben der grundsätzlichen Beschreibung insbesondere erste Hinweise in Bezug auf das jeweils zu behebende Defizit, die Wirkungsweise und die Umsetzung gegeben.

Die eigentliche Maßnahmenkonzeption basiert darüber hinaus auf einer Reihe vorhandener Studien und Pläne, die im Planungsprozess Berücksichtigung fanden (vgl. Abb. 5.3).

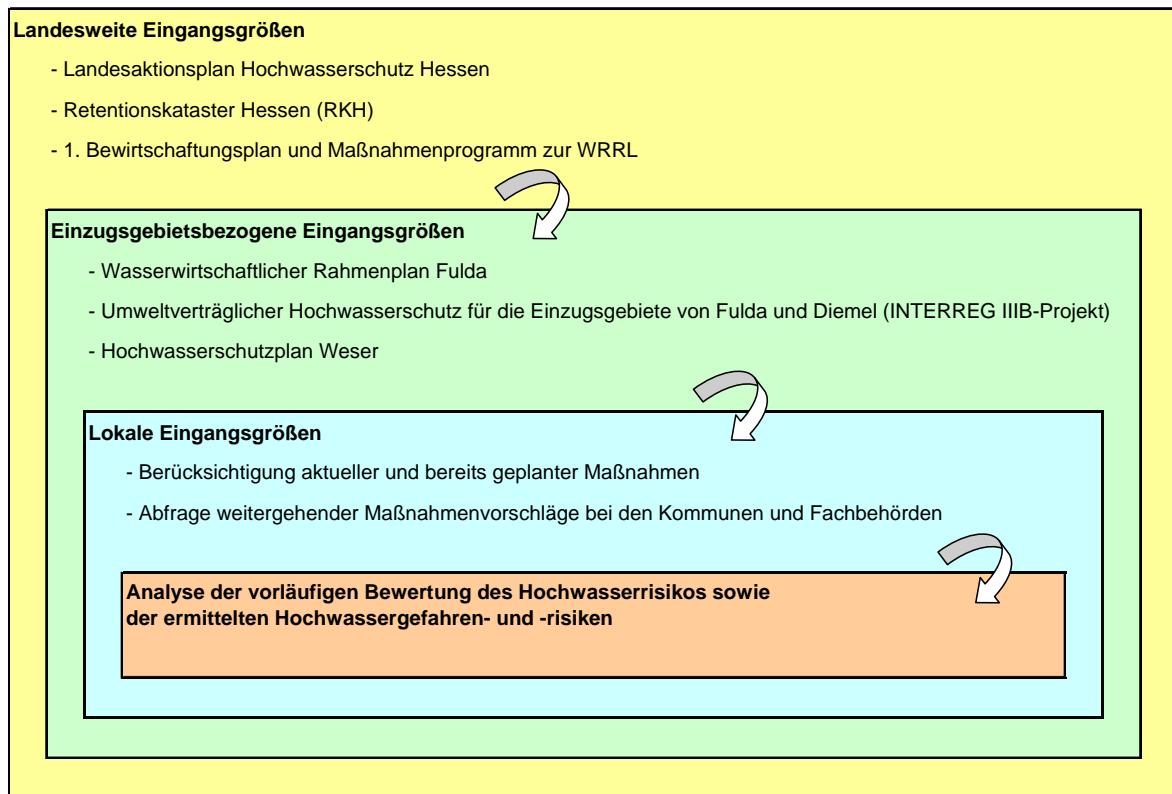


Abb. 5.3: Integratives Konzept zur Berücksichtigung der verschiedenen Informations- und Datenquellen im Rahmen des Planungsprozesses für den HWRMP Fulda

Bei der Maßnahmenplanung des HWRMP Fulda werden die Maßnahmen, die auf die allgemeine Verbesserung der Hochwassersituation im Einzugsgebiet abzielen und eher grundlegenden Charakter haben, in der einzugsgebietsbezogenen Planungsebene behandelt. Solche Maßnahmen sind nur im Ausnahmefall verortet und bilden den grundsätzlichen Rahmen zur Verbesserung des Hochwasserrisikomanagements. Ergänzend dazu haben die Maßnahmenvorschläge der lokalen Planungsebene einen genauen örtlichen Bezug und zielen z. B. direkt auf ein bestimmtes Defizit in einem der Brennpunkte ab.

Die Dokumentation und Aufbereitung des Planungs- und Abstimmungsprozesses erfolgte mit Hilfe einer Datenbank auf Basis von MS Access. Diese gewährleistet nicht nur die übersichtliche und nachvollziehbare Verwaltung der unterschiedlichen Eingangsdaten und Stellungnahmen, sondern ermöglicht auch die einheitliche und systematische Durchführung inhaltlicher Arbeitsschritte wie z. B. die Wirkungsanalyse oder die Abschätzung von Aufwand und Vorteil (vgl. Abb. 5.4). Im Einzelnen können die jeweiligen Maßnahmen detailliert dokumentiert werden, hinsichtlich

- ihrer Ausrichtung, Eignung und Verortung in der einzugsgebietsbezogenen und lokalen Planungsebene (HW-Brennpunkte)
- im Beteiligungsverfahren ggf. eingereichter Stellungnahmen

- ihres konkreten (maßnahmenscharfen) Bezugs zum Maßnahmenprogramm der WRRL und weiterer vorhandener Planungsgrundlagen
- ihrer Wirkung auf das Hochwasserrisikomanagement und die zu erwartende Verbesserung
- der Abschätzung von Aufwand und Vorteil
- der Priorisierung und Rangfolge

Auf diese Weise unterstützt die Datenbank nachvollziehbar die Entscheidungs- und Abstimmungsprozesse bei der Erstellung des Maßnahmenkataloges. Zudem wird sie die zukünftige Überprüfung und ggf. erforderliche Aktualisierung unterstützen. Hierzu dienen auch die verschiedenen Darstellungsoptionen, die die Ausgabe der Ergebnisse in Form von Steckbriefen bzw. im GIS und dem hessenweiten HWRM-Viewer ermöglichen.

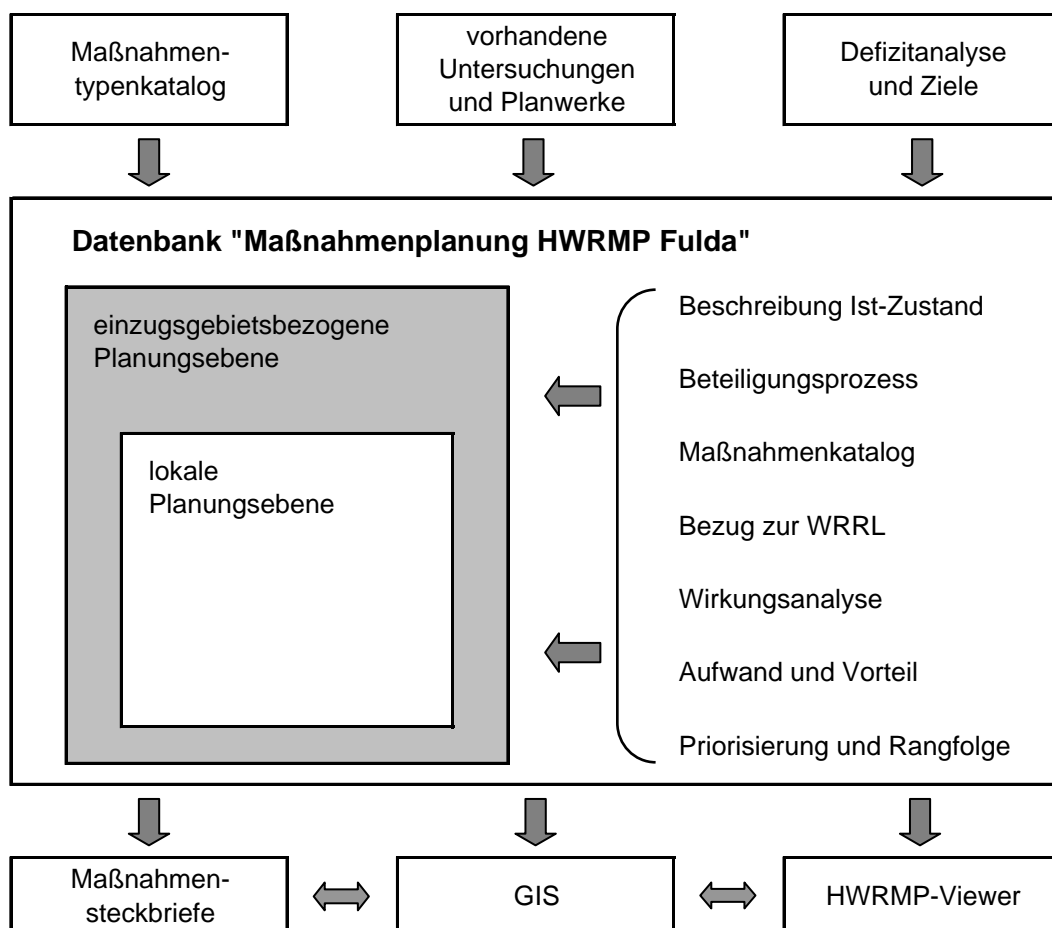


Abb. 5.4: Funktionen der Access-basierten Datenbank zur Maßnahmenplanung

## 5.2 Defizitanalyse und Schlussfolgerungen

Ausgehend von der umfassenden Beschreibung und Bewertung der Hochwassersituation im hessischen Einzugsgebiet der Fulda in den Kapiteln 3 und 4 ist festzuhalten, dass ein verhältnismäßig geringes Hochwassergefährdungs- und -risikopotenzial für die vier Schutzgüter besteht. Diese Einschätzung lässt sich zum einen auf die Siedlungs- und Wirtschaftsstruktur des Gebietes zurückführen und zum anderen auf bereits zahlreiche in der Vergangenheit umgesetzte Maßnahmen zur Flächenvorsorge und Stärkung des natürlichen Wasserrückhaltes sowie zur Verbesserung des technischen Hochwasserschutzes und der Hochwasservorsorge.

Dennoch konnten in Bezug auf das Hochwasserrisikomanagement auch eine Reihe signifikanter Defizite herausgearbeitet werden. Diese sind ebenfalls in den Kapiteln 3 und 4 dargelegt sowie in den Maßnahmensteckbriefen für die jeweiligen Hochwasserbrennpunkte konkretisiert und können wie folgt zusammengefasst werden:

### Defizite in Bezug auf die Schutzgüter:

- Trotz des insgesamt geringen Anteils der hochwassergefährdeten Bevölkerung sind in den an den Hauptgewässern gelegenen Hochwasserbrennpunkten bereits beim  $HQ_{10}$  3.500 Einwohner, beim  $HQ_{100}$  12.000 Einwohner und beim  $HQ_{\text{Extrem}}$  bis zu 19.000 Einwohner direkt von Überschwemmungen betroffen.
- Neben der Bevölkerung sind im lokalen Einzelfall in den Hochwasserbrennpunkten auch einige Industrieflächen als überschwemmungsgefährdet nachgewiesen, so dass im Hochwasserfall mit nachteiligen Folgen für die jeweiligen Betriebe zu rechnen ist. Zudem können einzelne Kläranlagen und IVU-Betriebsstätten als zusätzliche Gefahrenquellen wirken.

### Defizite in Bezug auf die Handlungsbereiche:

- Zum Zeitpunkt der Erstellung des HWRMP Fulda sind noch nicht für alle relevanten Gewässer im hessischen Einzugsgebiet der Fulda die Überschwemmungsgebiete festgesetzt und die entsprechenden Grundlagendaten (DGM, HN-Modelle, etc.) vorhanden.
- Ebenso liegen der Wasserwirtschaftsverwaltung des Landes Hessen nicht für alle Flussabschnitte der Hauptgewässer adäquate Modelldatensätze vor. Beispielhaft genannt seien die Fulda im Vogelsbergkreis oder auch die Losse in Kassel.
- Verschiedene Beispiele dokumentieren, dass der Flächenvorsorge und dem vorbeugenden Hochwasserschutz bei lokalen Bauvorhaben aufgrund eines zu geringen Hochwasserbewusstseins nicht immer konsequent Rechnung getragen wird.

- Durch die detaillierte Analyse der Hochwassersituation in den Brennpunkten konnten vereinzelte Defizite beim lokalen technischen Hochwasserschutz identifiziert werden. Diese sind den jeweiligen Maßnahmensteckbriefen zu entnehmen.
- Die Erfahrungen der Wasserwirtschaftsverwaltung bei der Erarbeitung der Überschwemmungsgebiete für die Gewässer des Einzugsgebietes der Fulda lassen den Schluss zu, dass das Bewusstsein in Bezug auf mögliche Hochwassergefahren- und -risiken in Teilen der Bevölkerung nicht vorhanden bzw. nur gering ausgeprägt ist. Dies stellt ein besonderes Defizit dar.
- Ebenso wurde im Rahmen der Erstellung des HWRMP Fulda festgestellt, dass die systematische Nachbereitung abgelaufener Hochwasserereignisse inkl. der Dokumentation der sich lokal eingestellten Wasserspiegellagen bei den Betroffenen noch umfassender erfolgen könnte, um die Datengrundlage für die Kalibrierung der Modellrechnungen zu verbessern und die darauf aufbauenden Planungen zu erleichtern.
- Gleichfalls verdeutlichen die durchgeführten Recherchen und Untersuchungen, dass die einzelnen Informationen zur aktuellen Hochwassersituation, zu früheren Hochwasserschutzmaßnahmen sowie zu aktuellen Planungen und auch lokalen Einsatzplänen, etc. nicht, sehr heterogen oder auch räumlich verteilt vorliegen. Entsprechend schwierig ist es Ansatzpunkte für Verbesserungen aus einer Gesamtschau abzuleiten.

### **Schlussfolgerungen:**

- Aufgrund der ermittelten Verteilung und Signifikanz der Hochwassergefahren- und -risiken im Projektgebiet ist zur Reduktion der hochwasserbedingten nachteiligen Folgen keine Ausweitung des überregionalen technischen Hochwasserschutzes angezeigt. Dies gilt insbesondere, da das Hochwasserabflussregime im Bereich der bedeutendsten Brennpunkte bereits durch die Edertalsperre im Zusammenspiel mit den Hochwasserrückhaltebecken an der Schwalm beeinflusst ist. Diese hydrologische Wirkung sollte bei der konkretisierenden Planung der Maßnahmenvorschläge in Anrechnung gebracht werden.
- Die identifizierten und punktuell ausgeprägten hochwasserbedingten Gefährdungen und Risiken werden sich insbesondere aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht immer durch übergeordnete bauliche Maßnahmen reduzieren lassen. Vielmehr ist das Verhalten des Einzelnen, der Kommunen und zuständigen Fachverwaltungen sowie des Katastrophenschutzes entscheidend für die aus einem Hochwasserfall resultierenden nachteiligen Folgen. Folglich sollte ein ganz zentraler Schwerpunkt des zukünftigen Hochwasserrisikomanagements in der Stärkung der zentralen Hochwasservorsorge und der Bewusstseinsbildung liegen. Dies impliziert eine offensive Informationsbereitstellung und -vorhaltung sowohl für die Öffentlichkeit als auch für die jeweiligen Fachbehörden. Hierzu kann neben der Etablierung eines Internet-Viewers auch die Implementierung eines verwaltungsinternen Berechnungs-, Darstellungs- und Managementsystems zählen, das alle relevanten Aspekte des Hochwasserrisikomanagements berücksichtigt und auch die zukünftige Fortschreibung der Pläne unterstützt.

### 5.3 Zusammenstellung und Beschreibung der angemessenen Ziele für das Hochwasserrisikomanagement

Die HWRM-RL nennt qualitative Vorgaben für angemessene Ziele des Hochwasserrisikomanagements im Hinblick auf die zu betrachtenden Schutzgüter, aber keine quantifizierten anzustrebenden Hochwasserschutzziele oder spezifische Zielvorgaben für das Risikomanagement. Dieser Ansatz unterscheidet sich somit grundsätzlich von der bisherigen „Dimensionierungsphilosophie“ bei der Auslegung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen. Angemessene Ziele für das Hochwasserrisikomanagement lassen sich demnach nicht auf konventionelle Schutzziele, wie den HQ<sub>100</sub>-Ausbau eines Gewässers in einer Ortslage oder die HW<sub>200</sub>-Eindeichung eines Industriebetriebes beschränken. Vielmehr ist ausgehend von einer Risikoabwägung zu entscheiden, ob beispielsweise ein vorhandener HQ<sub>50</sub>-Ausbau des Gewässers ausreicht, sofern sich die Menschen dieses Schutzgrades bewusst sind und das verbliebene Risiko zu Händeln gelernt haben bzw. lernen werden. Die Beschreibung angemessener Ziele für das Hochwasserrisikomanagement muss daher an dieser Stelle zwangsläufig eher generalisierend ausfallen, wird jedoch spätestens bei der Nennung der jeweiligen Maßnahmenvorschläge (vgl. Kap. 5.4) konkreter erkennbar.

Den Vorgaben des § 79 Abs. 1 WHG folgend wurde der HWRMP Fulda in einem interdisziplinären Ansatz und unter aktiver Beteiligung interessierter Stellen erstellt (Ingenieure/innen, Wasserwirtschaftler/innen, Verwaltungsfachleute, Kommunen: vgl. Kap. 7).

Nach der bisher in der Bundesrepublik abzusehenden Definition des in der Richtlinie nicht genau definierten Begriffs des „Hochwasserrisikomanagements“, umfasst dies den gesamten Vorsorge-, Gefahrenabwehr- und Nachsorgezyklus. In Abb. 5.5 ist der zyklische Prozess, über Bewältigung, Regeneration und Vorsorge vor Hochwasserereignissen, unter Nennung der zugehörigen Handlungsbereiche differenziert dargestellt. Es werden somit gemäß [2] alle Phasen vor, während und nach einem Hochwasser einbezogen. In diesem Sinne wurden die angemessenen Ziele für das Hochwasserrisikomanagement festgelegt und auch die Maßnahmen benannt (Kap. 5.4) die alle Aspekte umfassen. Richtlinienkonform wurde hierbei der Schwerpunkt der angemessenen Ziele auf die Verringerung potenzieller hochwasserbedingter nachteiliger Folgen für die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe und die wirtschaftliche Tätigkeit gelegt.

Ausgehend von obigen Zusammenhängen im HWRM-Zyklus leiten sich für das Hochwasserrisikomanagement generell vier grundlegende Ziele ab:

- Vermeidung neuer Risiken (im Vorfeld eines Hochwassers) im Hochwasserrisikogebiet
- Reduktion bestehender Risiken (im Vorfeld eines Hochwassers) im Hochwasserrisikogebiet
- Reduktion nachteiliger Folgen während eines Hochwassers
- Reduktion nachteiliger Folgen nach einem Hochwasser

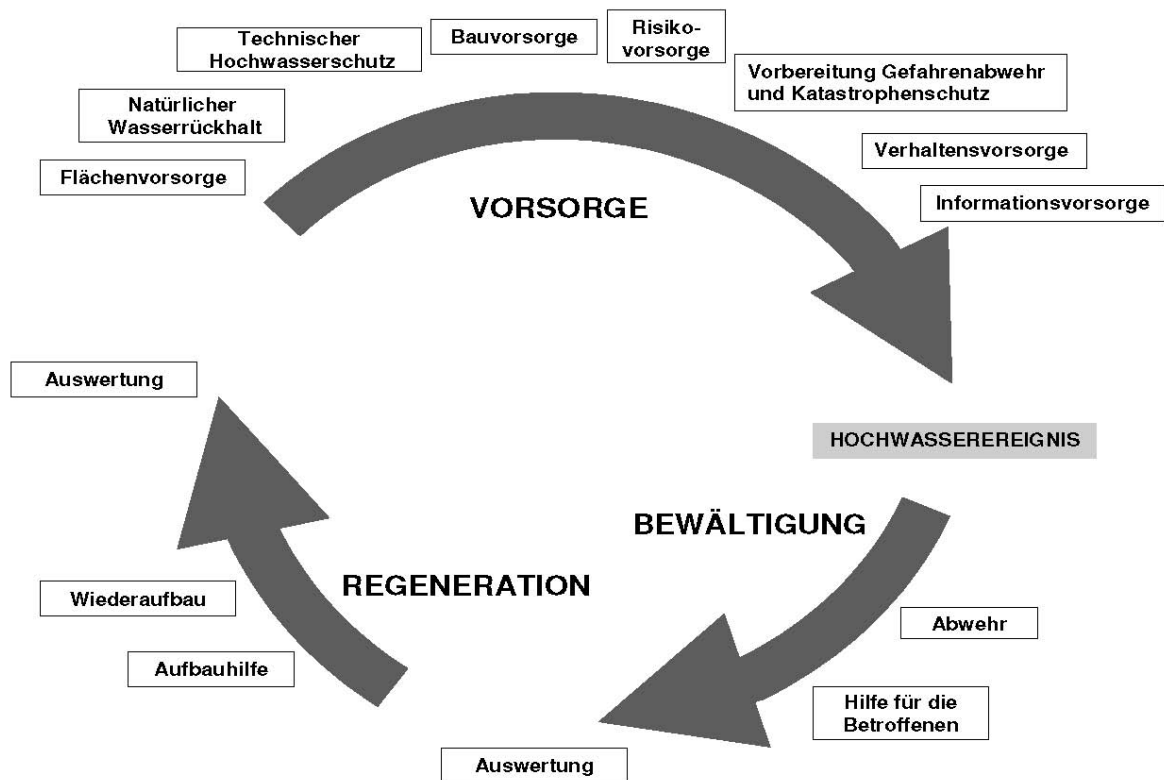


Abb. 5.5: HWRM-Zyklus, [2]

Für das hessische Einzugsgebiet der Fulda wurden auf der Grundlage der Kenntnis der Gebiete mit potentiell signifikantem Risiko angemessene Ziele für die Schutzgüter festgelegt. Hierbei konnten die bei der hydrodynamisch-numerischen Modellierung erworbenen detaillierten Ortskenntnisse und die bei der Bearbeitung der Gefahren- und Risikokarten festgestellte Risikoausprägung genutzt werden. Darüber hinaus erfolgte im Zuge der Ziel festlegungen eine Sichtung, Bewertung und Zusammenstellung anderweitiger HW-relevanter Unterlagen, wie sie z. B. die Ergebnisse des INTERREG IIIB-Projekt für das Fuldagebiet bzw. der Bewirtschaftungsplan nach WRRL darstellen.

### 5.3.1 Ziele bezogen auf das Schutzgut „menschliche Gesundheit“

In Kap. 4.4 werden die aus der wasserwirtschaftlichen Analyse gewonnenen Erkenntnisse zu dem auf das Schutzgut „menschliche Gesundheit“ bezogenen Hochwasserrisiko eingehend dargelegt. Demnach ist die Bevölkerung im Einzugsgebiet der hessischen Fulda in unterschiedlichem Umfang betroffen. In den Hochwasserbrennpunkten überwiegt diesbezüglich eine nachrangige Betroffenheit, jedoch sind auch Risikoschwerpunkte in Bezug auf die menschliche Gesundheit abzuleiten. Das Hauptaugenmerk angemessener Ziele für das Hochwasserrisikomanagement liegt somit auf der Realisierung von Maßnahmen zur Stärkung der HW-Vorsorge, hat lokal jedoch auch das Ziel, durch technische Hoch-

wasserschutzmaßnahmen das HW-Risiko zu minimieren. Ziel ist es, in den lokalisierten Brennpunkten die Zahl der nachteilig betroffenen Einwohner zu reduzieren.

Ein weiterer Aspekt sind indirekte Effekte auf die menschliche Gesundheit, wie beispielsweise der Eintrag von Gefahrenstoffen im Hochwasserfall. Im Projektgebiet spielen Industriebetriebe eine untergeordnete Rolle, jedoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass auch einzelne Kläranlagen im HW-Fall überflutet werden. Aus diesem Grund erhalten die Betreiber solcher Kläranlagen, bei denen die Hochwassersicherheit nicht abschließend eruiert werden konnte, entsprechende Informationen, mit dem Ziel, die tatsächliche Betroffenheit im Detail zu prüfen und ggf. durch Maßnahmen zu vermindern (Reduktion bestehender Risiken und Folgen vor und während eines Hochwassers).

Weitere Ziele bezogen auf das Schutzgut „menschliche Gesundheit“ im HWRMP Fulda sind darüber hinaus:

- Reduktion bestehender und Vermeidung neuer Risiken im Vorfeld von HW-Ereignissen durch die Sicherung der Überschwemmungsflächen an den Gewässern im Einzugsgebiet, die über ein potenziell signifikantes Hochwasserrisiko verfügen und an denen bislang keine Überschwemmungsgebiete festgesetzt sind (Fortführung des RKH-Projektes).
- Minimierung der Bevölkerungsanteile, die sich akuter Hochwassergefahr mangels ausreichender Ü-Gebietsinformationen nicht bewusst sind. Ziel ist es zudem, der Bevölkerung über die HW-Informationen Ansatzpunkte für Schutzmaßnahmen und Verhaltensvorsorge in Eigeninitiative aufzuzeigen.
- Reduktion bestehender und Vermeidung neuer Risiken für die Bevölkerung durch Überarbeitung zwischenzeitlich überholter RKH-Ergebnisse.
- Schaffung besserer Entscheidungsgrundlagen für Maßnahmen zur Reduktion bestehender Risiken.
- Reduktion bestehender Risiken im Hochwasserrisikogebiet durch die Realisierung von effizienten lokalen Baumaßnahmen. Konkretes Ziel ist dabei den Umfang der betroffenen Bevölkerung deutlich zu reduzieren.
- Durch sensible, die Wirkungszusammenhänge beachtende Maßnahmenvorschläge mindestens einen HW-neutralen Beitrag zu Minimierung des Hochwasserrisikos im unterhalb gelegenen Einzugsgebiet der Flussgebietseinheit Weser zu leisten, also Vermeidung einer „Unterliegerproblematik“ mit negativen Auswirkungen auf die dortige Bevölkerung (Vermeidung neuer Risiken).
- Reduktion nachteiliger Folgen nach einem Hochwasser durch gezielte Ereignisnachlese. Ziel ist die Initiierung und fortlaufende Verbesserung hochwasserbezogener Organisationsprozesse und somit die weitergehende Risikoverringerung.



### 5.3.2 Ziele bezogen auf das Schutzgut „Umwelt“

Da durch die betrachteten Hochwasserereignisse für die in den Überschwemmungsgebieten erfassten Schutzgebiete (Naturschutz- und NATURA-2000-Gebiete), abgesehen von wenigen Ausnahmefällen, keine nachteiligen Folgen zu erwarten sind, lauten die Ziele bezogen auf das Schutzgut „Umwelt“:

- Abgleich der Maßnahmen des Bewirtschaftungsplanes zur Umsetzung der WRRL und des Hochwasserschutzes sowie Erarbeitung von Ansatzpunkten zur Nutzung von Synergien. Ziel für das Schutzgut „Umwelt“ ist es dabei, neue und bestehende Risiken im Vorfeld von Hochwasserereignissen zu vermeiden bzw. zu reduzieren
- Reduktion von Umweltrisiken durch ggf. im Hochwasserfall austretende gefährliche Stoffe

### 5.3.3 Ziele bezogen auf das Schutzgut „Kulturerbe“

Gemäß der Analyse des Hochwasserrisikos sind im hessischen Einzugsgebiet der Fulda zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine von Hochwasser betroffenen signifikanten Kulturgüter bekannt (vgl. Kap. 2.7). Somit haben die nachstehend aufgelisteten Ziele zum gegenwärtigen Zeitpunkt präventiven Charakter. Zudem ergeben sich aus den für die Schützgüter „menschliche Gesundheit“ und „wirtschaftliche Tätigkeit“ definierten Ziele und den daraufhin abgeleiteten Maßnahmen Synergieeffekte, die den vornehmlich in Siedlungsflächen lokalisierten sonstigen Kulturgütern ebenfalls zugute kommen:

- Reduktion nachteiliger Folgen während eines Hochwassers durch Sicherstellung einer rechtzeitigen Information und Warnung im Hochwasserfall inkl. einer funktionierenden Gefahrenabwehr.
- Durch Nutzung von Synergieeffekten zur Reduktion bestehender Risiken durch Schadstoffeintrag in die Gewässer – Ziel für das Schutzgut Umwelt - werden auch in Bezug auf sonstige Kulturgüter bestehende Risiken reduziert. Da solche Kulturgüter gegen Umweltverschmutzungen besser abgesichert werden, die in Bezug auf reine Wasserbetroffenheit in der Vergangenheit eine gewisse Resilienz gezeigt haben.

### 5.3.4 Ziele bezogen auf das Schutzgut „wirtschaftliche Tätigkeiten und erhebliche Sachwerte“

Die Untersuchungen zum Hochwasserrisiko (Kap. 4.4) zeigen, dass im Einzugsgebiet der Fulda nur vereinzelte Flächen mit der Nutzung „wirtschaftliche Tätigkeiten“ von Hochwasser betroffen sind. Wirtschaftliche Totalausfälle ganzer Regionen sind demnach auch bei großen und flächendeckenden HW-Ereignissen auf Einzugsgebietsebene eher unwahrscheinlich.

Dennoch ist es Ziel des HWRMP Fulda auch in Bezug auf die „wirtschaftliche Tätigkeit“ neue Risiken zu vermeiden bzw. vorhandene zu reduzieren. Dazu sollen die als hochwassergefährdeten (bzw. vermutlich gefährdeten) Betriebe konkrete Informationen zur Gefährdung erhalten. Diese werden so in die Lage versetzt, weitergehende Untersuchungen zur Quantifizierung bzw. Erhöhung des Schutzgrades in Auftrag zu geben. Weiterhin eröffnet dieser Weg auch die Möglichkeit betrieblicher Verhaltensvorsorge. Ziel soll es dabei sein, die nachteiligen Folgen für die eingegrenzten Betriebe vor und während eines Hochwassers zu reduzieren.

In Bezug auf die wirtschaftlichen Tätigkeiten in „Mischgebieten“ soll an dieser Stelle auf die Beschreibung der Ziele für das Schutzgut „menschliche Gesundheit“ verwiesen werden.

#### **5.4 Zusammenstellung und Beschreibung der Maßnahmen für das Hochwasserrisikomanagement**

Die zur Erreichung der angemessenen Ziele für das Hochwasserrisikomanagement im hessischen Einzugsgebiet der Fulda vorgesehenen Maßnahmen werden gemäß den Vorgaben der HWRM-RL in den folgenden Abschnitten zusammenfassend beschrieben. Dabei wird zwischen grundlegenden und weitergehenden Maßnahmen unterschieden, auch wenn eine scharfe Trennung nicht immer möglich ist:

- Grundlegende Maßnahmen sind z. T. durch entsprechende Rechts- bzw. Verwaltungsvorschriften vorgegeben und bereits Gegenstand der bisherigen wasserwirtschaftlichen Praxis.
- Weitergehende Maßnahmen sind Maßnahmen, die ergänzend zu den grundlegenden Maßnahmen geplant und ergriffen werden, um die angemessenen Ziele für das Hochwasserrisikomanagement zu erreichen.

Insbesondere die weitergehenden Maßnahmen für die Hochwasserbrennpunkte verstehen sich dabei als Angebotsplanung des Landes.

##### **5.4.1 Grundlegende Maßnahmen**

Die grundlegenden Maßnahmen sind Gegenstand der bisherigen wasserwirtschaftlichen Praxis und somit als Mindestanforderung für das Hochwasserrisikomanagement anzusehen. Die entsprechenden Maßnahmen und Aktivitäten gilt es auch zukünftig fortzuführen. Weitergehende Beschreibungen der im Folgenden aufgeführten grundlegenden Maßnahmen finden sich im Landesaktionsplan Hochwasserschutz Hessen (vgl. [28]), so dass an dieser Stelle auf eine zusätzliche Wiedergabe bewusst verzichtet wird. Zudem basieren die entsprechenden Maßnahmen überwiegend auf landesweiten Vorgaben und Absprachen. Einige ergänzende Hinweise können dennoch dem Maßnahmentypenkatalog entnommen werden.

### **Flächenvorsorge**

- administrative Instrumente
  - Berücksichtigung des Hochwasserschutzes in der Raumordnung, Regional- u. Bauleitplanung
  - Sicherung der Überschwemmungsgebiete
  - Kennzeichnung von überschwemmungsgefährdeten Gebieten
  - Sicherung von Retentionsräumen
- angepasste Flächennutzung
  - Beratung von Land- und Forstwirtschaft zur Schaffung eines Problembewusstseins
  - Umsetzung einer angepassten Flächennutzung in der Land- und Forstwirtschaft
  - Umsetzung einer angepassten Verkehrs- und Siedlungsentwicklung
  - Bereitstellung von Flächen für Hochwasserschutz und Gewässerentwicklung

### **Technischer Hochwasserschutz**

- siedlungswasserwirtschaftliche Maßnahmen
  - Regenwassermanagement
- Objektschutz
  - Objektschutz von einzelnen Gebäuden und Bauwerken
- Sonstige Maßnahmen
  - Schutz vor Druck- und Grundwasser

### **Hochwasservorsorge**

- Bauvorsorge
  - Hochwasserangepasstes Planen und Bauen
  - Hochwasserangepasster Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
- Informationsvorsorge  
(wird schwerpunktmäßig als grundlegende Maßnahme angesehen)
  - Verbesserung der Verfügbarkeit aktueller hydrologischer Messdaten (Niederschlags- und Abflussdaten)

- Optimierung des übergeordneten Hochwasserwarn- und -meldedienstes
- Erweiterung der Hochwasservorhersage
- Verhaltensvorsorge  
(wird schwerpunktmäßig als grundlegende Maßnahme angesehen)
  - Ortsnahe Veröffentlichung der Hochwassergefahren- und -risikokarten
  - Weitergehende Förderung der Bewusstseinsbildung und Öffentlichkeitsarbeit
- Vorhaltung, Vor- und Nachbereitung der Gefahrenabwehr
  - Aufstellung bzw. Optimierung von Alarm- und Einsatzplänen
  - Katastrophenschutzmanagement

#### **5.4.2 Weitergehende Maßnahmen für das Einzugsgebiet**

Ergänzend zu den grundlegenden Maßnahmen werden einige weitergehende Maßnahmen angeregt, die auf die Verringerung der hochwasserbedingten Folgen im gesamten hessischen Einzugsgebiet der Fulda abzielen. Die Zusammenstellung und Bewertung ist dem entsprechenden Maßnahmensteckbrief zu entnehmen, so dass an dieser Stelle eine Beschreibung der wesentlichsten Gesichtspunkte für die jeweiligen Handlungsbereiche des Hochwasserrisikomanagements erfolgt.

#### **Maßnahmen des Handlungsbereiches „Flächenvorsorge“**

Die wasserrechtliche Festsetzung von Überschwemmungsgebieten dient neben der Vermeidung einer Abfluss- bzw. Hochwasserverschärfung insbesondere auch der Verringerung des Schadenspotenzials, dem Schutz der Gewässerauen mit ihrer Flora und Fauna sowie dem Boden- und Grundwasserschutz. Im Staatsanzeiger für das Land Hessen sind die Gewässer und Gewässerabschnitte aufgeführt, für die nach § 13 Abs. 2 Satz 1 HWG die Überschwemmungsgebiete des  $HQ_{100}$  festzusetzen sind (vgl. [46]). Demnach stehen im hessischen Einzugsgebiet der Fulda noch an weiteren 236 km Gewässerstrecke entsprechende Festsetzungsverfahren an (Stand: 01.04.2010). Die jeweiligen Gewässerabschnitte sind in Tab. 5.2 aufgeführt. Für diese wird in den nächsten Jahren die Ausweisung der  $HQ_{100}$ -Flächen abgeschlossen.

Tab. 5.2: Liste der Gewässer/-abschnitte für die im hessischen Einzugsgebiet der Fulda noch Überschwemmungsgebiete festzusetzen sind (Stand: 01.04.2010)

GKZ	Gewässer	Abgrenzung von	Abgrenzung bis	Länge [km]
42	Fulda	Gemeindegrenze Gersfeld (Rhön) / Ebersburg	Gemeindegrenze Eichenzell/Fulda	15,4
426	Haune	Gemarkungsgrenze Rex / Margretenhaun	Kreisgrenze FD/HEF-ROT	33,9
4278	Pfieffe	Spangenberg-Bischofferode	Ü-Gebiet der Fulda	18,3
42784	Landebach	Spangenberg-Herlefeld	Mündung in die Pfieffe	4,9
42785	Vockebach	KreisgrenzeWerra- Meissner/Schwalm- Eder	Mündung in die Pfieffe	5,8
42786	Essebach	oberhalb Hessisch Lichtenau-Retterode	Mündung in die Pfieffe	10,8
428531	Itter	Grenze Vöhl/Korbach	Mündung in den Edersee	8,5
42856	Wesebach	Untermühle Freberhausen	Mündung in die Eder	15,1
42858	Wilde	K 38 Bad Wildungen-Reinhardshausen	Mündung in die Eder	10,3
428876	Olmes	Brücke Campingpl. Neuenhain	Mündung in die Schwalm	8,0
42888	Efze	Knüllwald-Appenfeld	Mündung in die Schwalm	29,0
428888	Ohebach	Eisenbahnbrücke Spieskappel	Mündung in die Efze	10,7
4288888	Rinnebach	Einmündung Klingelbach	Mündung in den Ohebach	11,1
42892	Ems	Schauenburg-Breitenbach	Ü-Gebiet der Eder	31,2
4292	Bauna	Eisenbahnbrücke Schauenburg-Hoof	Ü-Gebiet der Fulda	14,5
42958	Ahne	Brücke K 30 Ahnatal-Weimar	Gahrenbergstraße KS	8,2
<b>Summe</b>				<b>235,8</b>

### Maßnahmen des Handlungsbereiches „natürlicher Wasserrückhalt“

Das Maßnahmenprogramm zur Umsetzung der WRRL sieht für den Zeitraum 2009 bis 2015 an den Gewässern des hessischen Einzugsgebietes der Fulda u. a. zahlreiche Renaturierungsmaßnahmen vor, die als weiteren wichtigen Nebeneffekt grundsätzlich positiven Einfluss auf das jeweilige Abflussverhalten haben. Somit kommt auch den Maßnahmen zur Förderung von naturnahen Gewässer-, Ufer- und Auenstrukturen eine gewisse Bedeutung im Rahmen des Hochwasserrisikomanagements zu. Auf Basis einer entsprechenden Auswertung des Maßnahmenprogramms 2009 – 2015 durch das HLUG sind an den Gewässern im hessischen Einzugsgebiet der Fulda etwa 1.350 Einzelmaßnahmen mit einer Gesamtlänge von ca. 1.200 km vorgesehen (vgl. Tab. 5.3).

Zusätzlich zu den dort bereits umgesetzten Maßnahmen sind in den nächsten Jahren weitere Vorhaben an der mittleren Fulda geplant, die einen entsprechenden Beitrag zur Verbesserung der Hochwassersituation leisten. Die angestrebten Einzelmaßnahmen und der Planungsstand im Frühjahr 2010 kann Tab. 5.4 entnommen werden.

Tab. 5.3: Anzahl und Länge der im Maßnahmenprogramm 2009 - 2015 gem. WRRL enthaltenen Maßnahmen, denen eine gewisse Relevanz in Bezug auf Hochwasserabflussverhalten zukommt

Maßnahmengruppe des Maßnahmenprogramms gem. WRRL für das hessische Einzugsgebiet der Fulda	Anzahl [-]	zu beplanende Gewässerlänge [km]
Bereitstellung von Flächen	550	538
Entwicklung naturnaher Gewässer-, Ufer- und Auenstrukturen	740	618
Förderung natürlicher Rückhalt	4	2
Maßnahmen an Bundeswasserstraßen	54	57
<b>Summe</b>	<b>1.348</b>	<b>1.214</b>

Tab. 5.4: Geplante größere Renaturierungsvorhaben an der mittleren Fulda mit signifikanten Einfluss auf die Hochwassersituation (Stand: 01.04.2010)

Gemeinde	Kurzbeschreibung der Maßnahme	Länge [km]	Status
Alheim	Retentionsraumverstärkung	10,0	in Planung
	Flutmulden, Flussaufspaltungen	1,4	in Umsetzung
Bebra	Flussaufweitung und -aufspaltungen, Flutmulde unter Einbeziehung der Kiesrestseen	1,4	in Planung
	Altarm entlang der Bahnlinie mit Flutmulden-Verbindung über das NSG zu 42_ab_1064	1,0	in Umsetzung
	Flutmulde mit Anschluss über Altarm an 42_ab_1056	2,3	genehmigt
Bad Hersfeld	Flutmulden, Verzweigungen, Altarmstrukturen unter Einbeziehung des Fuldasees	2,0	genehmigt

### Maßnahmen des Handlungsbereiches „technischer Hochwasserschutz“

Aufgrund der Verteilung und Signifikanz der Hochwassergefahren- und -risiken sind im Projektgebiet derzeit keine zusätzlichen überregional wirkenden technischen Hochwasserschutzmaßnahmen vorgesehen. Aufgrund der Historie der Hochwasserschutzüberlegungen für das hessische Einzugsgebiet der Fulda existieren jedoch verschiedene Zusammenstellungen potentieller Standorte für Hochwasserrückhaltebecken (vgl. z. B. [23] und [24]). Die hydrologische Wirkung dieser grundsätzlich denkbaren Beckenstandorte auf den Hochwasserabfluss der Fulda sowie deren mögliche Realisierbarkeit vor dem Hintergrund raumplanerischer und naturschutzfachlicher Gesichtspunkte wurde zuletzt im Rahmen des Interreg IIIB-Projektes „Umweltverträglicher Hochwasserschutz für die Ein-

zugsgebiete von Fulda und Diemel“ abgeschätzt (vgl. [27]). Hierbei wurde herausgearbeitet, dass die überregionale Wirkung der untersuchten potenziellen Hochwasserrückhaltebecken aufgrund von Überlagerungseffekten als gering einzustufen ist ([27], Teil 3 „Hydrologie“, S. 93). Als Ergebnis der raum- bzw. landschaftsplanerischen Untersuchungen bleibt festzuhalten, dass zahlreiche der potenziellen Standorte sowohl aus raumplanerischen als auch aus naturschutzfachlichen Überlegungen mit einem hohen Konfliktpotenzial verbunden sind ([27], Teil 4 „Raumplanung“, S. 164ff und Teil 5 „Landschaftsplanung“, S. 126ff). Aufgrund dieser Gesamtsituation wurden im Rahmen der Erstellung des ersten Hochwasserrisikomanagementplanes für das hessische Einzugsgebiet der Fulda keine zusätzlichen Untersuchungen in Bezug auf zusätzliche überregional wirkende Rückhaltebauwerke durchgeführt. Die vorgesehenen Standorte sind jedoch für die Belange des Hochwasserschutzes freizuhalten.

Dies schließt nicht aus, dass zukünftig einzelne kleinere Hochwasserrückhaltebecken, deren Hochwasserschutzfunktion bzw. hydrologische Wirkung lokalen Charakter hat und durch die entsprechende Reduktion des örtlichen Risikopotenzials begründet sind, geplant und realisiert werden. Gegenwärtig laufen entsprechende und durch das Land Hessen geförderte konkretisierende Planungen für denkbare Hochwasserrückhaltebecken am Oberlauf der Losse und an der Geis.

Als weitere technische Hochwasserschutzmaßnahme, die eine gewisse regionale Bedeutung hat, wurde im Rahmen des Beteiligungsverfahrens angeregt, im Schwalm-Eder-Kreis an zentralen Stellen im Kreisgebiet mobile Hochwasserschutzelemente vorzuhalten. Bei kleineren bzw. lokal auftretenden Hochwasserereignissen könnte so eine schnelle Verfügbarkeit und Verteilung gewährleistet werden. Wie in Kap. 3.3.3 beschrieben, hat sich eine derartige Vorgehensweise im Landkreis Fulda bereits bewährt. Ausgehend von diesem Positivbeispiel wird daher für die Landkreise im hessischen Einzugsgebiet der Fulda die Stärkung des mobilen Hochwasserschutzes in Kombination mit den entsprechenden lokalen bzw. regionalen Alarm- und Einsatzplänen angeregt.

### **Maßnahmen des Handlungsbereiches „Hochwasservorsorge“**

Der Schwerpunkt der Maßnahmen im HWRMP Fulda liegt auf dem Ausbau der Hochwasservorsorge. Dazu ist die Implementierung eines GIS-Hydraulik-Arbeitsplatzes in der Verwaltung sinnvoll, über den z. B. Online-Berechnungen und die Darstellung von Überschwemmungsflächen für die im Hochwasserfall vorhergesagten Abflüsse im Krisenstab möglich wären. Darüber hinaus sind in diesem Kontext vorgesehen:

#### ***Verbesserung der Verfügbarkeit aktueller hydrologischer Messdaten***

Aktuell können über das hessische Onlineportal WISKI, welches zentral von der HLUG betrieben wird, aktuelle Wasserstände und Durchflüsse von den online angeschlossenen Pegeln sowie Niederschlagsdaten abgerufen werden. Darüber hinaus werden die jeweiligen Hochwasserwarnstufen angezeigt. Ziel ist es, dieses Angebot in den kommenden Jahren weiter zu ergänzen und auf dem neuesten technischen Stand zu halten.

***Optimierung des übergeordneten Hochwasserwarn- und -meldedienstes***

Dem übergeordneten Hochwasserwarn- und -meldedienstes kommt auch im hessischen Fuldaeinzugsgebiet eine besondere Bedeutung für die rechtzeitige Information der handelnden Akteure und der Bevölkerung zu. Zur Gewährleistung dieser zentralen Aufgabe ist eine periodische Überprüfung und Fortschreibung der Warn- und Meldeordnung Bestandteil des Hochwasserrisikomanagement für das Fuldagebiet.

***Erweiterung der Hochwasservorhersage***

Seit dem 25. Oktober 2010 werden die Ergebnisse aus dem operationellen Vorhersagebetrieb der Hochwasservorhersagezentrale Hessen des HLUK im Internet bereitgestellt (vgl. Kap. 3.3.3). Die damit verbundenen Vorhersagemöglichkeiten sollen zukünftig weiter verfeinert und in ein zentral einzurichtendes Hochwasserportal eingebunden werden.

***Veröffentlichung der Hochwassergefahren- und -risikokarten***

Das Land Hessen strebt neben dem Internet-Viewer für die Hochwasserrisikomanagementpläne die Erstellung eines zentralen Hochwasserportals an (vgl. Kap. 7.4). Hierdurch werden alle Informationen des Planes jedermann zur Verfügung gestellt. Die festgesetzten Überschwemmungsgebiete, auch an den Nebengewässern, stehen schon jetzt im „HessenViewer“ zur Verfügung und werden stetig aktualisiert.

***Weitergehende Förderung der Bewusstseinsbildung und Öffentlichkeitsarbeit***

Zur weitergehenden Förderung des Hochwasserbewusstseins soll nach Abschluss des HWRMP Fulda ein entsprechendes Faltblatt erstellt und an die interessierte Öffentlichkeit verteilt werden. Darüber hinaus sind im Zuge der Fortschreibung anlassbezogene Besprechungen zum gegenseitigen Erfahrungsaustausch vorgesehen.

***Aufstellung bzw. Optimierung von Alarm- und Einsatzplänen, Katastrophenschutzmanagement sowie Sammlung und Auswertung von Erfahrungen bei Hochwasserereignissen***

Insbesondere die größeren Kommunen an den Hauptgewässern mit entsprechendem Schadenspotenzial verfügen bereits über Alarm- und Einsatzpläne für den Hochwasserfall. Zudem existiert ein für den erfolgreichen Einsatz im Katastrophenfall notwendiges Vor-Ort- bzw. Expertenwissen, dass vielfach auf jahrelangen Erfahrungen beruht, bislang jedoch nicht immer geordnet vorgehalten wird. Daher wird angeregt, dieses Wissen zu dokumentieren. Hierzu zählt auch die aussagekräftige Erfassung und Dokumentation der jeweiligen Wasserstände und Überflutungsflächen.



### 5.4.3 Weitergehende Maßnahmen für die HW-Brennpunkte

In Ergänzung zu den grundlegenden und den auf das Einzugsgebiet bezogenen weitergehenden Maßnahmen erfolgte die Maßnahmenplanung für die 35 Hochwasserbrennpunkte sowie die vier Talsperren bzw. Hochwasserrückhaltebecken an den Hauptgewässern. Für die einzelnen Maßnahmen wurde zum jetzigen Zeitpunkt bewusst keine konkretisierende Detailplanung durchgeführt, so dass diese den ggf. später folgenden weiteren Planungsschritten vorbehalten ist.

Die jeweiligen Überlegungen, Vorschläge und Hinweise sind sowohl in den Maßnahmensteckbriefen als auch im GIS-Projekt und im Internet-Viewer dokumentiert. Darin sind - wie der Abb. 5.6 zu entnehmen ist - die Maßnahmen wenn möglich qualitativ verortet und Hintergrundinformationen über Hotlink-Funktionen abrufbar.

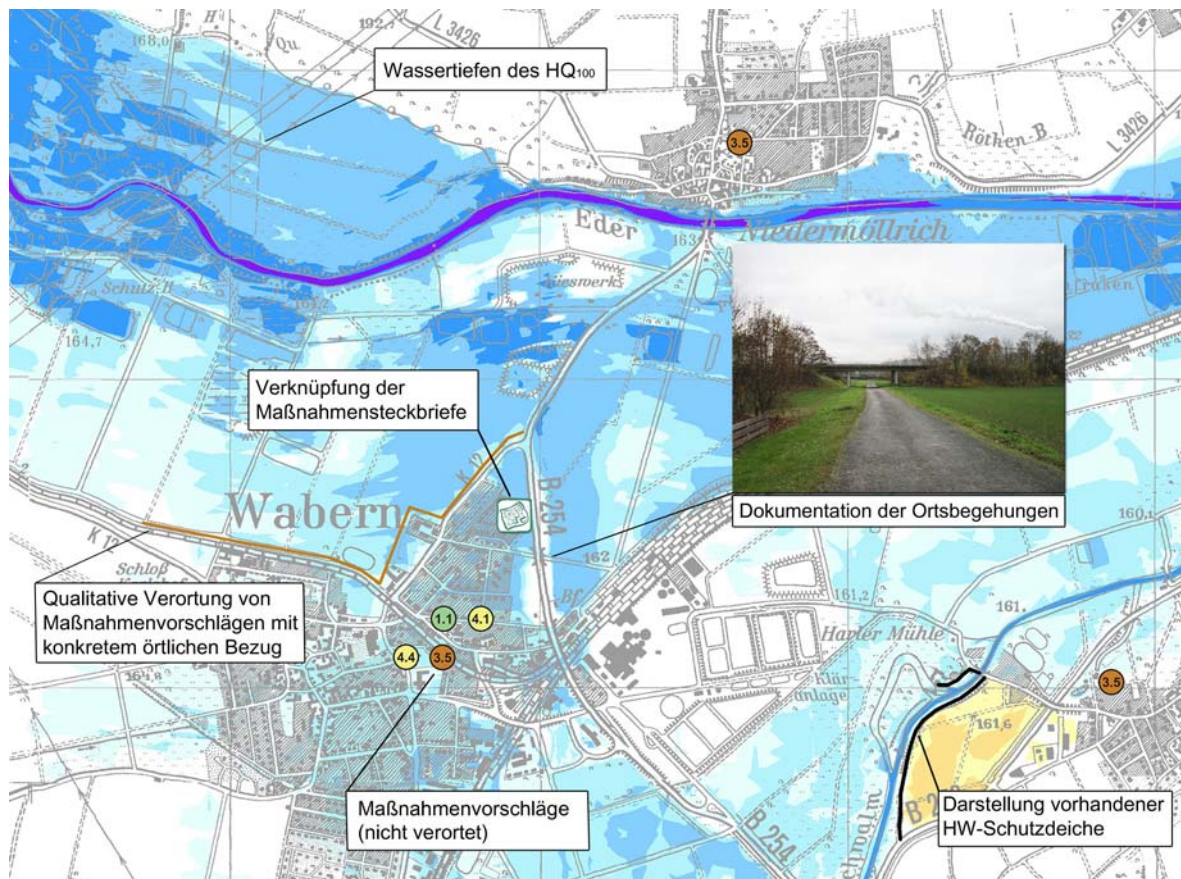


Abb. 5.6: Screen-Shot aus dem GIS-Projekt zum HWRMP Fulda zur Verdeutlichung der Informations- und Planungstiefe

Im Folgenden werden die wesentlichen Aspekte der angeregten weitergehenden Maßnahmen für die Hochwasserbrennpunkte zusammenfassend dargestellt. So umfasst der Maßnahmenkatalog für die 35 Brennpunkte und vier Talsperren bzw. HRB insgesamt 216 Einzelmaßnahmen. Davon entfallen gemäß Tab. 5.5 etwa 10 % auf den Handlungsbe-

reich Flächenvorsorge, knapp 25 % auf den Handlungsbereich natürlicher Wasserrückhalt und ca. 45 % auf den lokalen technischen Hochwasserschutz. Der Stärkung der örtlichen Hochwasservorsorge sind 20 % der Maßnahmen zuzurechnen. Grundlegende Schwerpunkte bilden dabei Maßnahmen zur weiteren Konsolidierung und Aktualisierung des Datenbestandes sowie Kombinationen aus kleineren technischen Hochwasserschutzmaßnahmen zum lokalen „Lückenschluss“ und Renaturierungsvorhaben. Unmittelbare Berücksichtigung fanden dabei neben dem Maßnahmenprogramm 2009-2015 zur WRRL, dem 39 Maßnahmen entstammen, das RKH (3 Maßnahmen) und Hinweise der Kommunen bzw. anderer im Planungsprozess beteiligter Institutionen (30 Maßnahmen). 144 der vorgeschlagenen Einzelmaßnahmen sind ausschließlich auf die detaillierte Analyse der Hochwassersituation im Rahmen des HWRMP Fulda zurückzuführen.

Tab. 5.5: Zusammenstellung der weitergehenden Maßnahmen für die 35 Hochwasserbrennpunkte und vier Talsperren bzw. Hochwasserrückhaltebecken

Maßnahmengruppe		Anzahl [-]	Prozent [%]
<b>Flächenvorsorge</b>			
1.1	Administrative Instrumente	20	9,3%
1.2	angepasste Flächennutzung	1	0,5%
<b>natürlicher Wasserrückhalt</b>			
2.1	Maßnahmen zur natürlichen Wasserrückhaltung	48	22,2%
2.2	Reaktivierung von Retentionsräumen	4	1,9%
<b>technischer Hochwasserschutz</b>			
3.1	Stauanlagen zur Hochwasserrückhaltung im Einzugsgebiet	7	3,2%
3.2	Deiche, Dämme, Hochwasserschutzmauern und mobiler HW-Schutz	37	17,1%
3.3	Maßnahmen im Abflussquerschnitt bzw. Erhöhung der Abflusskapazität	11	5,1%
3.4	siedlungswasserwirtschaftliche Maßnahmen	6	2,8%
3.5	Objektschutz	37	17,1%
3.6	sonstige Maßnahmen	0	0,0%
<b>Hochwassersorsorge</b>			
4.1	Bauvorsorge	12	5,6%
4.2	Risikovorsorge	0	0,0%
4.3	Informationsvorsorge	1	0,5%
4.4	Verhaltensvorsorge	25	11,6%
4.5	Vorhaltung, Vor- und Nachbereitung der Gefahrenabwehr	7	3,2%
<b>Summe</b>		<b>216</b>	<b>100%</b>

Neben der Wirkungsanalyse (vgl. Kap. 5.4.4) und der Abschätzung von Aufwand und Vorteil (vgl. Kap. 5.4.5) wurde jede Maßnahme in Bezug auf ihre Priorität eingestuft und der jeweilige Planungsstand zum Zeitpunkt der Erstellung des HWRMP Fulda angegeben. Dabei wurde unterschieden, ob ein Maßnahmenvorschlag aus jetziger Sicht als „Vorzugsmaßnahme“ anzusehen ist, es sich um eine „Alternative“ zur Vorzugsmaßnahme handelt oder eine „Ergänzung“ zu diesen bzw. bereits vorhandenen Maßnahmen darstellt. In Bezug auf den Planungsstand wurde zwischen Vorschlägen aus dem Planungsprozess zum HWRMP Fulda sowie unabhängig davon in Planung befindlichen bzw. bereits umgesetzten Maßnahmen differenziert. Die entsprechenden Ergebnisse sind in Abb. 5.7 dokumentiert. Demnach verstehen sich 75 % der Einzelmaßnahmen als „Vorzugsmaßnahme“ zur Minderung des lokalen Hochwasserrisikos, die verbleibenden 25 % sind als Alternativlösungen bzw. zusätzliche Ergänzungen anzusehen. Die in den letzten Jahren zur Verbesserung der Hochwassersituation bereits umgesetzten Maßnahmen (17 Stck.) wurden den Vorzugsmaßnahmen zugeordnet.

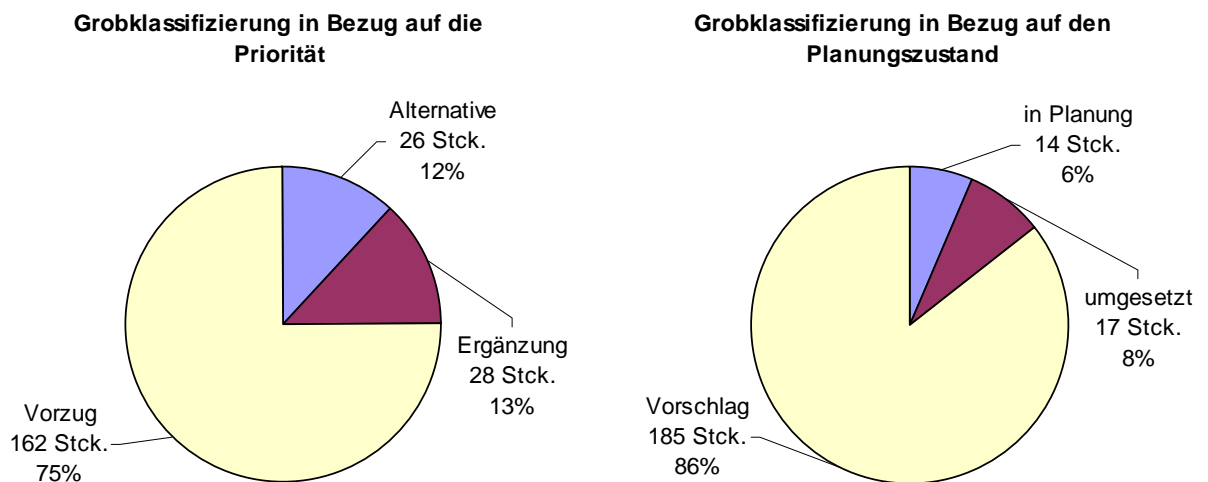


Abb. 5.7: Grobe Priorisierung der weitergehenden Maßnahmen und Angabe des Planungszustandes zum Zeitpunkt der Erstellung des HWRMP Fulda

### Maßnahmen des Handlungsbereiches „Flächenvorsorge“

Die vorgeschlagenen Maßnahmen des Handlungsbereiches Flächenvorsorge beinhalten insbesondere die Überprüfung bzw. Aktualisierung derzeit ausgewiesener Überschwemmungsgebiete (7 Maßnahmen) und die Aufstellung neuer HN-Modelle und die damit verbundenen Berechnung von Überflutungsflächen (3 Maßnahmen). Besonders zu erwähnen sind in diesem Kontext die Anpassung der Überschwemmungsflächen der Eder bei Wabern, die Erstellung eines 1D-HN-Modells für die Fuldstrecke im Vogelsbergkreis sowie die Analyse der Hochwassersituation an der Losse in Kassel mit Hilfe eines detaillierten 2D-HN-Verfahrens.

### **Maßnahmen des Handlungsbereiches „natürlicher Wasserrückhalt“**

In ganz überwiegender Zahl basieren die Maßnahmenvorschläge, die dem Handlungsbereich „natürlicher Wasserrückhalt“ zuzuordnen sind, dem abgestimmten und veröffentlichten Maßnahmenprogramm 2009-2015 zur Umsetzung der WRRL. Zudem sind einige signifikante Renaturierungsmaßnahmen bereits umgesetzt, wie etwa an der Fulda in Rotenburg, Mecklar und Bad Hersfeld (vgl. Kap. 3.3.1) oder in Planung (vgl. Kap. 5.4.2).

Insgesamt 16 der 51 Maßnahmen dieses Handlungsbereiches konzentrieren sich auf die Renaturierung von Gewässerbett und Uferbereich, während 19 Maßnahmen zusätzlich die Förderung einer naturnahen Auenentwicklung zum Ziel und folglich auch einen etwas größeren Einfluss auf das Abflussregime haben.

Vielfach können die im Maßnahmenkatalog enthaltenen Renaturierungsvorhaben nach jetziger Einschätzung als Ausgleich zu den in unmittelbarer räumlicher Nähe gelegenen lokalen technischen Hochwasserschutzmaßnahmen herangezogen werden. Durch eine aufeinander abgestimmte Planung und Umsetzung könnten zudem Synergieeffekte bei der Planung sowie beim Bau durch die Nutzung bzw. Wiederverwendung vor Ort gewonnenen Aushubmaterials erzielt werden. Entsprechende Hinweise finden sich in den Detailbeschreibungen zu den jeweiligen Maßnahmen.

### **Maßnahmen des Handlungsbereiches „technischer Hochwasserschutz“**

Zur Verringerung der hochwasserbedingten nachteiligen Folgen für die Schutzgüter in den Hochwasserbrennpunkten kommt auch den Maßnahmen des technischen Hochwasserschutzes eine besondere Bedeutung zu, auch wenn es sich im Wesentlichen um kleine lokale Maßnahmen handelt. So beschränken sich die insgesamt 37 Vorschläge zu Deichen, Dämmen, Hochwasserschutzmauern und mobilen Elementen häufig auf das Anlegen bzw. Ertüchtigen von kleinen Verwallungen, die in Kombination mit Renaturierungsmaßnahmen realisiert werden könnten. Markantestes Beispiel für eine effiziente Wirkung ist die in Abb. 5.6 dargestellte Anlage eines Erdwalles zum Schutz der Ortslage Wabern, der nach jetzigem Kenntnisstand aufgrund der am Ortsrand ermittelten Wassertiefen für das HQ<sub>100</sub> nicht höher als ein Meter zu sein bräuchte. Insgesamt wird die Errichtung vergleichbarer linienhafter Schutzbauwerke auf einer Länge von ca. 21,0 km vorgeschlagen. Bereits vorhandene Einrichtungen sollten zur Verbesserung der Schutzwirkung auf ca. 5,7 km Länge ertüchtigt bzw. leicht erhöht werden. Zusätzlich könnten auf einer Strecke von 5,3 km mobile Elemente zum Einsatz kommen. Auch wenn die dadurch potentiell verlorengelassenen Retentionsräume nicht bilanziert wurden, dürften diese aufgrund der angedeuteten Bauwerkshöhen und dem Schutz bereits bebauter und nicht maßgeblich am Abflussgeschehen beteiligter Areale relativ gering sein und prinzipiell durch entsprechende Vorhaben zum „natürlichen Wasserrückhalt“ ausgeglichen werden können. Dennoch ist in jedem Fall eine Detailuntersuchung inkl. entsprechender Nachweise notwendig. Ebenso sind in weiteren Planungsphasen die im GIS-Projekt und Internet-Viewer dargestellten Trassierungen, die sich nur als Prinzipskizze und grobe räumliche Verortung verstehen, zu konsolidieren.

Darüber hinaus deuten die Ergebnisse der HN-Berechnungen und die Einschätzung der örtlichen Situation darauf hin, dass in acht Gewässerabschnitten des Untersuchungsgebietes Brücken bzw. Wehre hydraulische Engstellen verursachen. In diesen Fällen wird

daher ergänzend zu den o. g. Maßnahmen vorgeschlagen, die jeweiligen hydraulischen Randbedingungen genauer zu analysieren und die Querschnitte ggf. leistungsfähiger zu gestalten. Ein entsprechendes und bereits umgesetztes Beispiel stellt die Vergrößerung des Fließquerschnittes der Brücke der B27 („Frankfurter Straße“) über die Fulda in Bad Hersfeld dar.

Wenn nach jetzigem Kenntnisstand andere technische Hochwasserschutzmaßnahmen aufgrund des damit verbundenen unverhältnismäßigen baulichen Aufwandes als kaum realisierbar bzw. Ziel führend einzuschätzen sind, werden zur Reduzierung des Hochwasserrisikopotenzials einzelner Bauwerke Objektschutzmaßnahmen vorgeschlagen. Insgesamt enthält der Maßnahmenkatalog 37 diesbezügliche Anregungen.

Wie in Kap. 3.3.2 ausführlich dargelegt, tragen im Untersuchungsgebiet die Edertalsperre, die Hochwasserrückhaltebecken an der Schwalm sowie die Haunetalsperre grundlegend zum Hochwasserschutz der unterhalb gelegenen Kommunen bei. Aus diesem Grund wird angeregt, die Bewirtschaftung und Steuerung der Anlagen im Hochwasserfall in regelmäßigen Abständen zu überprüfen und ggf. Optimierungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Zum Zeitpunkt der Erstellung des ersten HWRMP Fulda gelten die entsprechenden Maßnahmen aufgrund von kurz zuvor durchgeführten bzw. aktuellen Untersuchungen als umgesetzt bzw. begonnen. Aktuell werden daher keine weiteren Ansatzpunkte für Optimierungsmöglichkeiten gesehen. Diese Einschätzung ist jedoch im nächsten Bewirtschaftungszyklus erneut zu prüfen. Bereits im Vorfeld des HWRMP Fulda sind zur Verbesserung der lokalen Hochwassersituation in Bad Hersfeld Untersuchungen zu möglichen Hochwasserrückhaltebecken an der Geis angelaufen. Zudem werden zur Reduktion des Risikopotenzials an der Losse in Kassel derzeit Beckenstandorte in Helsa und Kaufungen näher analysiert. Diese Vorhaben wurden ebenfalls im Maßnahmenkatalog erfasst.

Grundsätzlich bildet auch die hochwasserangepasste Auslegung von siedlungswasserwirtschaftlichen Anlagen einen wichtigen Baustein für einen umfassenden Hochwasserschutz. Daher wurden die zumeist von den Kommunen initiierten und durchgeführten Maßnahmen in den Maßnahmenkatalog mit aufgenommen. Die sechs darin genannten Vorhaben sind somit nicht abschließend, sondern vielmehr als Anregung und Hinweis für weitere diesbezügliche Vorhaben bzw. deren Dokumentation zu verstehen.

### **Maßnahmen des Handlungsbereiches „Hochwasservorsorge“**

Die zentralen Maßnahmen des Handlungsbereiches „Hochwasservorsorge“ beziehen sich auf das gesamte hessische Einzugsgebiet der Fulda und wurden daher bereits im vorherigen Kapitel vorgestellt. Aufgrund ihrer Bedeutung sind im Maßnahmenkatalog 32 zusätzliche Maßnahmen zur weitergehenden Bewusstseinsbildung, Verhaltensvorsorge und Gefahrenabwehr enthalten. Ziel ist es, z. B. durch regelmäßige Informationsveranstaltungen den aktiven Austausch insbesondere zwischen der jeweiligen Kommune, den betroffenen Einwohnern, der Wasserwirtschaftsverwaltung und dem Katastrophenschutz zu fördern. Ggf. ergeben sich hieraus zudem weitergehende Handlungsoptionen zur Verbesserung der jeweiligen Hochwassersituation.

Es wird darüber hinaus vorgeschlagen, in 12 Brennpunkten die verschiedenen Ansatzpunkte zur Verringerung hochwasserbedingter nachteiliger Folgen durch entsprechende Variantenuntersuchungen und lokale Hochwasserschutzkonzepte genauer zu analysieren

sowie darauf aufbauend die jeweiligen Vorzugsmaßnahmen ggf. bis zum nächsten Bewirtschaftungszyklus festzulegen. Beispielhaft genannt seien in diesem Kontext die Hochwasserbrennpunkte Felsberg und Melsungen. Eine wichtige Planungsgrundlage stellen zudem entsprechend detaillierte HN-Berechnungen für die jeweiligen Varianten dar. Die angeregten Untersuchungen sind im Maßnahmenkatalog dem Maßnahmentyp „Hochwasserangepasstes Planen und Bauen“ zugeordnet.

#### 5.4.4 Wirkungsanalyse

Im Rahmen der Wirkungsanalyse werden die bei Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen zu erwartenden Auswirkungen auf das Hochwasserrisiko für die Schutzgüter und auf den Hochwasserabfluss qualitativ abgeschätzt und beurteilt. Ziel dieser Analyse ist es, die entsprechenden Effekte vorausschauend anhand wasserwirtschaftlichen Sachverständs nach einem einheitlichen Bewertungsschema einzuschätzen.

Dazu erfolgt eine Differenzierung in „sehr positive“, „positive“, „keine“, „negative“ und „sehr negative“ Wirkungen. Hierbei wird eine bei Umsetzung der jeweiligen Maßnahme zu erwartende Reduktion der hochwasserbedingten nachteiligen Folgen als „positiver“ Effekt auf das Hochwasserrisiko gewertet. Bei dieser Sichtweise kann eine Maßnahme auch „keine“ Wirkung auf das jeweilige lokale Risikopotenzial haben. Dies ist z. B. dann der Fall, wenn es sich um eine Renaturierungsmaßnahme handelt, die zwar einen generellen Beitrag zum naturnäheren Abflussverhalten leistet, auf die lokale Hochwassersituation jedoch keinen Einfluss nimmt. Theoretisch könnte eine Maßnahme auch negative Wirkungen auf die Hochwasserrisiko entfalten, wenn durch diese z. B. die Situation für die Unterlieger so sehr verschärft werden würde, dass dem lokal angestrebten Vorteil größere negative Folgen an unterhalb gelegenen Gewässerstrecken gegenüber stehen (Beispiel: Aufsteilung einer Hochwasserwelle durch Eindeichungen). Somit erfolgt die Abschätzung der Wirkung auf das Hochwasserrisiko aus der Perspektive der jeweiligen Schutzgüter und geht folglich über die Bewertung wasserwirtschaftlich messbarer Wirkungen nach hydrologischen bzw. hydraulischen Gesichtspunkten hinaus. In Bezug auf den Hochwasserabfluss können insbesondere mit Maßnahmen des technischen Hochwasserschutzes negative Wirkungen verbunden sein. Hierauf keinen Einfluss haben dagegen beispielsweise Maßnahmen der Informationsvorsorge oder auch sehr kleinräumige Objektschutzmaßnahmen. Positiv auf den Hochwasserabfluss wirken vornehmlich die Ansatzpunkte zur Flächenvorsorge sowie zur Förderung des natürlichen Wasserrückhaltes.

Ergänzt wird diese Wertung durch die fallbezogene Einschränkung „vermutlich“, um darauf hinzuweisen, dass bei Maßnahmen, bei denen zum jetzigen Zeitpunkt und der vorhandenen Planungstiefe keine zuverlässigen Aussagen getroffen werden können, Detailuntersuchungen notwendig sind. Die Notation der Wirkungsanalyse, wie sie in den Maßnahmensteckbriefen Verwendung findet, ist aus Abb. 5.8 ersichtlich. Zur Erleichterung einer ersten Groborientierung in den Steckbriefen wurde dabei neben der Symbolisierung und der Kurzbeschreibung auch eine farbliche Zuordnung vorgenommen. Eine insgesamt positive Wirkungseinschätzung wird grün, eine negative Wirkung rot hervorgehoben.

++	sehr positive Wirkung	o	keine Wirkung
(++)	vermutlich sehr positive Wirkung	(o)	vermutlich keine Wirkung
+	positive Wirkung	-	negative Wirkung
(+)	vermutlich positive Wirkung	(-)	vermutlich negative Wirkung
		--	sehr negative Wirkung
		(--)	vermutlich sehr negative Wirkung

Abb. 5.8: Legende der Wirkungsanalyse

Ogleich der geringen Planungstiefe der im Rahmen des HWRMP Fulda an den HW-Brennpunkten vorgeschlagenen weitergehenden Maßnahmen, lässt die Wirkungsanalyse den betroffenen Planungsträgern eine erste Einschätzung zur Wirkungsweise der Maßnahme bei deren Realisierung zukommen. Die meisten Bewertungen werden in weiterführenden Planungen und Detailuntersuchungen dennoch zur konkretisieren sein. Eine zusammenfassende Auswertung der durchgeführten Wirkungsanalyse für die Maßnahmen kann Tab. 5.6 entnommen werden.

Tab. 5.6: Ergebnis der Wirkungsanalyse für die 216 Einzelmaßnahmen an den 35 HW-Brennpunkten zzgl. der vier Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken

qualitative Bewertungsstufen		Wirkung auf	
		Hochwasser- risiko	Hochwasser- abfluss
sehr positive Wirkung	++	2,3%	0,5%
vermutlich sehr positive Wirkung (Detailuntersuchung erforderlich)	(++)	1,4%	0,0%
positive Wirkung	+	61,1%	16,2%
vermutlich positive Wirkung (Detailuntersuchung erforderlich)	(+)	15,3%	13,9%
keine Wirkung	o	13,0%	49,5%
vermutlich keine Wirkung (Detailuntersuchung erforderlich)	(o)	6,9%	14,8%
negative Wirkung	-	0,0%	0,0%
vermutlich negative Wirkung (Detailuntersuchung erforderlich)	(-)	0,0%	5,1%
sehr negative Wirkung	--	0,0%	0,0%
vermutlich sehr negative Wirkung (Detailuntersuchung erforderlich)	(--)	0,0%	0,0%
<b>Summe</b>		<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

Demnach wurden aus den unterschiedlichen Handlungsbereichen die Maßnahmen letztlich so ausgewählt, dass überwiegend positive, zumindest jedoch keine negativen Wirkungen auf das Hochwasserrisiko für die Schutzgüter zu besorgen sein dürften. Einem guten Viertel der vorgeschlagenen 216 Maßnahmen können zudem positive Wirkungen auf den Hochwasserabfluss zugeschrieben werden. Also solchen Maßnahmen, die unmittelbar eine Hochwasserreduzierung, Hochwasserableitung oder Hochwasserlenkung bewirken. Die Auswertungen zeigen somit auch, dass die angeregten Maßnahmen nur zu einem sehr geringen Teil einen negativen Einfluss auf den Hochwasserabfluss haben dürften. Dies ist ganz im Sinne einer Hochwasserrisikomanagementplanung.

#### 5.4.5 Aufwand und Vorteil

Im Zuge der Bearbeitung des HWRMP Fulda wurde sich dazu entschieden, den mit den entwickelten Maßnahmen verbundenen „Aufwand“ und die bei Umsetzung zu erwartenden „Vorteile“ für das Hochwasserrisikomanagement auf Basis einer mehrstufigen Skala qualitativ zu benennen. Ein Grund für dieses Vorgehen ist die Vielzahl der erarbeiteten Alternativen und das damit verbundene Planungsniveau, das genauere Kosten- oder Nutzenbetrachtungen zum jetzigen Planungsstand nicht rechtfertigt. Zudem sind in Hessen in den letzten Jahren Kosten-Nutzen-Nachweise kein vorgeschriebener Bestandteil von Finanzierungsanträgen nach dem einschlägigen Förderprogramm zum kommunalen Hochwasserschutz. Hier ist es bislang ausreichend, die Notwendigkeit der Maßnahme verbalargumentativ nachzuweisen. Kosten-Nutzen-Erwägungen können dabei unterstützend aufgeführt werden.

Der gewählte Ansatz „Aufwand und Vorteil“ qualitativ zu bewerten, greift somit das bisherige Rechtfertigungsverfahren im Zuge von Förderanträgen auf. Gleichzeitig bietet er die Grundlage, auf der Basis detaillierterer wasserwirtschaftlicher Alternativenprüfungen und Nachweise zu den jeweiligen Hochwasserschutzwirkungen Nutzen-Kosten-Betrachtungen anzustellen. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass die im HWRMP Fulda vorgeschlagenen Maßnahmen durch die örtlichen potentiellen Planungsträger entsprechend vertieft untersucht werden.

Die bei der Bearbeitung des HWRMP Fulda gewählte Perspektive zur Abschätzung von „Aufwand“ und „Vorteil“ ist zunächst überwiegend eine volkswirtschaftliche. Dabei wird der wirtschaftliche bzw. grob geschätzte Kosten-Aufwand, der durch die Allgemeinheit aufzubringen ist, dem Vorteil gegenübergestellt, wie dieser sich aus der Reduzierung des Risikopotenzials für das Land bzw. volkswirtschaftlich in einem HW-Brennpunkt ergibt. Aufwand und Vorteil müssen für die öffentliche Hand oder „den einzelnen Betroffenen“ in einem gewissen ausgeglichenen Verhältnis stehen.

Eine Schiefelage würde durch diese Betrachtung zwangsläufig dann angezeigt, wenn sich bei absehbar hohem finanziellem Aufwand für die öffentliche Hand bzw. das Land Hessen lediglich geringe Vorteile ergäben. In einem solchen Fall wäre beispielsweise auf den Bau eines HRB für wenige Betroffene zu verzichten und der Schwerpunkt der Schadensvermeidung auf Objektschutz oder individuelle Verhaltensvorsorge zu legen. Solche Überlegungen lassen sich also aus dem Vergleich des zunächst unabhängig abgeschätzten „Aufwand“ bzw. „Vorteils“ ableiten.



Die Abschätzung von Aufwand und Vorteil hinsichtlich der Realisierung von Maßnahmen zum Hochwasserschutz ist also wie die Wirkungsanalyse ein Instrument, um zum jetzigen Zeitpunkt eine Bewertung oder auch Priorisierung einer Anzahl von Einzelmaßnahmen vornehmen zu können. Folglich wird, wie obiges Beispiel zeigt, eine vorgeschlagene Maßnahme, die eine positive Wirkung auf das Schutzziel hat, jedoch mit hohem Aufwand zur Realisierung verbunden ist, unter Umständen nicht bevorzugt weiter verfolgt werden.

Die Abschätzung von Aufwand und Vorteil erfolgt nach den Klassifizierungen „sehr groß“, „groß“, „mäßig“, „gering“ und „sehr gering“. Ergänzt wird diese Wertung wieder durch die fallbezogene Einschränkung „vermutlich“, um darauf hinzuweisen, dass bei Maßnahmen, bei denen zum jetzigen Zeitpunkt und der vorhandenen Planungstiefe keine zuverlässigen Aussagen getroffen werden können, Detailuntersuchungen notwendig sind. Die Symbolisierung zwischen Aufwand und Vorteil erfolgt in Analogie zu den obigen Ausführungen zur Wirkungsanalyse durch die Zeichengebung „+“ und „-“ sowie der farblichen Unterlegung (rot - negativ, grün - positiv) nach den dargestellten Legenden in Abb. 5.9. Eine detaillierte Definition der einzelnen Bewertungsklassen kann Anlagenreihe D entnommen werden.

#### Legende Aufwand:

++	sehr großer Aufwand	o	mäßiger Aufwand
(++)	vermutlich sehr großer Aufwand	(o)	vermutlich mäßiger Aufwand
+	großer Aufwand	-	geringer Aufwand
(+)	vermutlich großer Aufwand	(-)	vermutlich geringer Aufwand

#### Legende Vorteil:

++	sehr großer Vorteil	o	mäßiger Vorteil
(++)	vermutlich sehr großer Vorteil	(o)	vermutlich mäßiger Vorteil
+	großer Vorteil	-	geringer Vorteil
(+)	vermutlich großer Vorteil	(-)	vermutlich geringer Vorteil

Abb. 5.9: Legenden zur Abschätzung von Aufwand und Vorteil

Analog zur Wirkungsanalyse werden für die jeweils in den Hochwasserberennpunkten vorgeschlagenen Maßnahmen im direkten Vergleich die individuellen Einschätzungen zu „Aufwand“ und „Vorteil“ in den Maßnahmensteckbriefen der Anlagenreihe D aufgelistet.

Eine Auswertung der insgesamt 216 Einzelmaßnahmen an den 35 HW-Brennpunkten zzgl. der vier Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken im Einzugsgebiet der hessischen Fulda ergibt die in Tab. 5.7 bzw. Tab. 5.8 dargelegte Aufteilung zur qualitativen Einschätzung von „Aufwand“ und „Vorteil“ im zuvor erläuterten Sinne.

So ist bei der überwiegenden Anzahl (ca. 90 %) der vorgeschlagenen Maßnahmen von „mäßigem“ bzw. noch geringerem Aufwand auszugehen. Diese Einschätzung findet ihre Entsprechung in der hohen Anzahl (ca. 75 %) mindestens als „groß“ oder „vermutlich

groß“ bezifferten Vorteile. Aus dieser aggregierten Form ist zwar kein direkter maßnahmenspezifischer Vergleich zwischen dem jeweiligen Aufwand und Vorteil möglich. Die Schwerpunktlegung des insgesamt geringen Aufwands für Maßnahmen bei gleichzeitig zahlenmäßig überwiegenden großen Vorteilen zeigen aber, dass die Maßnahmenauswahl aus volks- und wasserwirtschaftlichen Überlegungen sinnvoll getroffen wurde. Diese Ergebnisse belegen darüber hinaus, dass die Ansatzpunkte für Maßnahmen – gemäß den Vorgaben der HWRM-RL – beim Hochwasserrisikomanagement liegen.

Tab. 5.7: Generelle Einschätzung zum „Aufwand“

Aufwand		
qualitative Bewertungsstufen		prozentualer Anteil an den weitergehenden Maßnahmen
gering	-	59,3%
vermutlich gering	(-)	6,0%
mäßig	o	14,8%
vermutlich mäßig	(o)	15,7%
groß	+	0,5%
vermutlich groß	(+)	3,7%
sehr groß	++	0,0%
vermutlich sehr groß	(++)	0,0%
<b>Summe</b>		<b>100,0%</b>

Tab. 5.8: Generelle Einschätzung zum „Vorteil“

Vorteil		
qualitative Bewertungsstufen		prozentualer Anteil an den weitergehenden Maßnahmen
gering	-	0,0%
vermutlich gering	(-)	0,0%
mäßig	o	17,1%
vermutlich mäßig	(o)	6,9%
groß	+	36,6%
vermutlich groß	(+)	36,6%
sehr groß	++	0,0%
vermutlich sehr groß	(++)	2,8%
<b>Summe</b>		<b>100,0%</b>

## 5.5 Bezug zur Wasserrahmenrichtlinie und Vorgehensweise bei der Koordination der HWRM-RL mit der WRRL

Paragraph 80 WHG gibt vor, die Umsetzungen der WRRL und der HWRM-RL miteinander zu koordinieren. Insbesondere sind die Informationen aus der Umsetzung der WRRL bei der Erstellung der Hochwassergefahren- und -risikokarten zu berücksichtigen und die HWRMP mit den zukünftigen Überprüfungen und Anpassungen der Bewirtschaftungspläne der WRRL zu koordinieren. Analoges gilt nach § 79 WHG für die Einbeziehung der interessierten Öffentlichkeit.

Der o. g. Koordinationspflicht wurde bei der Erarbeitung des HWRMP Fulda zum einen auf der fachlich maßnahmenbezogenen Ebene und zum anderen auf der organisatorischen Ebene sowie in Belangen des flussgebietsbezogenen Informationsaustausches nachgekommen.

Bei der Erstellung des Maßnahmenprogramms WRRL wurden basierend auf dem sogenannten „Maßnahmenkatalog Hydromorphologie“ sowie GIS-Informationen zu strukturell defizitären Gewässerabschnitten Strukturverbesserungsmaßnahmen für die jeweiligen Wasserkörper ausgewählt und grob verortet.

Im Zuge der Erarbeitung des „Maßnahmenkatalogs HWRMP“ konnten aus dem Maßnahmenkatalog Hydromorphologie Maßnahmen mit Relevanz zur Hochwasserverbesserung übernommen werden (Uferrandstreifenwerb, Renaturierung Gewässerbett, Auenentwicklung etc., vgl. Kap. 5.4.2 und Kap. 5.4.3). Über die Verschneidung von „Hochwasserbrennpunktstrecken“ und hochwasserrelevanten WRRL-Renaturierungsmaßnahmen war somit die Abgrenzung von Synergiestrecken möglich, innerhalb derer mit einem Hochwasserschutzbeitrag aus Strukturverbesserungserwägungen gerechnet werden kann.

Umgekehrt wurde abgeschätzt, ob aus den Strukturverbesserungsmaßnahmen nach WRRL auch eine Verschärfung von Hochwasserspitzen resultieren kann. Dies kann im Einzelfall ohne vertiefte wasserwirtschaftliche Untersuchung nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Die Maßnahmen in der freien Landschaft zielen jedoch vornehmlich auf eine Redynamisierung der Gewässer und eine frühzeitige Beteiligung der rezenten Aue am Abflussgeschehen bzw. die Förderung von Retentionseffekten ab. Systematische Untersuchungen zu solchen „Renaturierungsmaßnahmen“ im INTERREG IIIB-Projekt belegen für das Einzugsgebiet der Fulda geringe Reduzierungen der Hochwasserscheitel und damit geringe positive Hochwasserschutzeffekte (vgl. [27]).

Die WRRL-Maßnahmen zur Umgestaltung der großen Querbauwerke bestehen ganz überwiegend in der Anordnung von Fischwanderhilfen ohne Veränderung der Wasserspiegellagen, so dass Hochwassereffekte durch „Staulegungen“ kaum eine Rolle spielen. Renaturierungsmaßnahmen in Orts- oder Restriktionslagen sind ohnehin „hochwasserneutral“ umzusetzen; dies ist durch vorausgehende wasserwirtschaftliche Untersuchungen im Vorfeld der Umsetzung nachzuweisen.

Gemessen am Umfang der erforderlichen Strukturverbesserungsmaßnahmen – immerhin sind an den Wasserkörpern des Fuldaeinzugsgebietes auf etwa 1.200 km Gewässerstrecke Strukturverbesserungsmaßnahmen umzusetzen – haben die 48 Vorschläge für sonstige bauliche Maßnahmen an den untersuchten Hauptgewässern mit einer Gewässerlänge von ca. 32 km eher punktuellen Charakter. Sofern diese Maßnahmen von den örtlichen Maßnahmenträgern für eine Umsetzung weiterverfolgt werden, ist in Zweifelsfällen die

Verträglichkeit mit den Umweltzielen der WRRL nachzuweisen, bzw. innerhalb des betroffenen Wasserkörpers in benachbarten Gewässerabschnitten ein entsprechender struktureller Ausgleich zu schaffen.

Bereits in den ersten Planungsschritten wurden mit den betroffenen Kommunen und dem Wasserverband Schwalm, später auch die Träger Öffentlicher Belange, alle „interessierten Stellen“ entsprechend den Vorgaben des Artikel 9 Absatz 3 (HWRM-RL) einbezogen.

Dieser schon in einer relativ frühen Projektphase einbezogene Adressatenkreis ist mit den interessierten Stellen, die im Zuge der Beteiligung der Fachöffentlichkeit bei der Umsetzung der WRRL gehört wurden, identisch (vgl. Kap. 7). Auf der Ebene der lokalen Akteure ist der Beteiligungsprozess zur WRRL über die zwischenzeitlich angelaufene Maßnahmenumsetzung verstärkt gegeben, so dass sich bei der weiteren Umsetzung und Überprüfung beider Pläne zwangsläufig eine Intensivierung des fachlichen Austausches ergeben dürfte.

Eine flussgebietsbezogene Abstimmung des HWRMP Fulda mit dem Bewirtschaftungsplan nach WRRL für die FGE Weser ist durch die fachliche Einbindung Hessen in die auf Weser-Ebene etablierten Arbeitsgruppen Hochwasser und WRRL sichergestellt.

Soweit zum Abschluss des ersten HWRMP für die Fulda Synergien und Diskrepanzen zu den Zielen und Maßnahmen der WRRL absehbar waren, wurde eine Abstimmung im Sinne des Artikels 9 der HWRM-RL vorgenommen. Ein diesbezüglich großes Konfliktpotenzial lässt sich bei den gewählten Maßnahmenansatzpunkten für die Umsetzung beider Richtlinien im hessischen Fulda-Gebiet bisher nicht erkennen. Sollte diese Einschätzung im weiteren Umsetzungsprozess modifiziert werden müssen, wird dies, wie in Artikel 9 (2) gefordert, bei der nächsten Überarbeitung und der Überprüfung des entsprechenden WRRL-Bewirtschaftungsplanes koordiniert werden.

## **5.6 Strategische Umweltprüfung (SUP)**

Für HWRMP ist nach § 16a Absatz 2 HWG in Verbindung mit § 14b Abs.1 Nr. 1 und der Anlage 3 Nr. 1.4 des UVPG zuletzt geändert durch Gesetz vom 21.12.2006 eine strategische Umweltprüfung durchzuführen.

Zentrales Element der Strategischen Umweltprüfung ist der Umweltbericht. Im Umweltbericht werden nach § 14g des UVPG die bei Durchführung des HWRMP voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen auf die in § 2 Abs. 1 Satz 2 des UVPG genannten Schutzgüter sowie vernünftige Alternativen entsprechend den Vorgaben des § 14g UVPG ermittelt, beschrieben und bewertet.

Damit wird gewährleistet, dass aus der Durchführung von Plänen und Programmen resultierende Umweltauswirkungen bereits bei der Ausarbeitung und vor der Annahme der Pläne bzw. Programme berücksichtigt werden.

Der Umweltbericht zur SUP ist als gesonderter Band Bestandteil des HWRMP Fulda. Nach interner Abstimmung innerhalb der hessischen Wasserwirtschaftsverwaltung wurde die SUP für den Fulda-Plan als „Muster-Umweltbericht“ angelegt, der im Zuge der Bear-

beitung weiterer HWRMP in Hessen als Grundlage dienen soll. Zur vertieften Beschäftigung mit den im SUP-Bericht zu prüfenden Umweltwirkungen wird auf den Anlagen-Band verwiesen.

Bestandteil des Umweltberichts ist eine allgemein verständliche, nichttechnische Zusammenfassung, wie sie nachstehend gegeben wird.

### **Beschreibung des derzeitigen Umweltzustandes**

Über die Hälfte des Untersuchungsraums wird landwirtschaftlich genutzt. Es unterliegen ca. 31 % der Ackernutzung. 17 % der Fläche wird als Grünland bewirtschaftet. Der Waldanteil an der Einzugsgebietsfläche der Fulda ist mit ca. 43 % beachtlich. Die Siedlungs- und Verkehrsflächen haben einen Anteil von knapp 8 %.

Die Böden haben hauptsächlich ein mittleres oder ein mittleres bis geringes Versickerungs- und Speichervermögen. Ein nicht unerheblicher Anteil der ackerbaulich genutzten Böden ist erosionsgefährdet. Der Anteil der durch Mulch- oder Direktsaatverfahren bewirtschafteten Ackerflächen ist gering.

Die strukturreiche und vielfältige Landschaft enthält sehr viele schutzwürdige Bereiche und Objekte, die als Lebensraum und Lebensstätten für seltene Tier- und Pflanzenarten dienen. Es gibt viele wassergebundene Schutzgebiete, vor allem in den Auen, insbesondere entlang der Fulda und deren Nebengewässern sowie entlang der Eder.

Im Planungsraum liegen ca. 15.000 ha Siedlungsflächen innerhalb des bei einem HQ<sub>100</sub> überschwemmten Bereichs. Davon sind ca. 1.200 ha bebaut. Bei einem HQ<sub>100</sub> werden mit 490 ha 1,4 % der insgesamt im Untersuchungsraum liegenden Siedlungsflächen und 6,6 % (534 ha) der im Untersuchungsraum liegenden Industrieflächen überschwemmt.

Bei HQ<sub>10</sub> sind schätzungsweise 0,8 % der Einwohner der Hochwasserbrennpunkte vom Hochwasser zumindest potentiell betroffen. Bei HQ<sub>100</sub> und HQ<sub>Extrem</sub> steigt der Anteil der potentiell betroffenen Menschen mit 2,7 bzw. 3,9 % deutlich an. Als besondere Risikobereiche wurden die Hochwasserbrennpunkte Wabern und Kassel identifiziert.

Die Oberflächengewässer weisen in der Regel einen unzureichenden ökologischen Zustand auf. Dies betrifft Fische, Makrophyten / Phytobenthos und Makrozoobenthos. Der nicht gute ökologische Zustand ist oft auf ungünstige hydromorphologische Verhältnisse und hohe Phosphorgehalte zurückzuführen. Zudem gibt es eine Vielzahl von Wanderhindernissen.

Der chemische Zustand der Grundwasserkörper ist bis auf vier Grundwasserkörper gut. Zwei Grundwasserkörper sind wegen Nitrat in einen schlechten chemischen Zustand. Östlich von Bad Hersfeld und südlich der Stadt Fulda sind zwei Grundwasserkörper wegen der Versenkung von Salzabwässern aus der Kaliproduktion in schlechten chemischen Zustand.

### **Prognose des Umweltzustands bei Nichtdurchführung des HWRMP Fulda**

Nach § 14g Abs. 2 Punkt 4 UVPG wurde eine Abschätzung der voraussichtlichen Entwicklung des Umweltzustands durchgeführt für den Fall der Nicht-Umsetzung des HWRMP Fulda.

Zukünftig sind Änderungen in Bezug auf die Hochwassergefährdung im Wesentlichen durch den Klimawandel, eine zunehmende Flächeninanspruchnahme für Siedlung und Verkehr oder Änderungen in der Art und Weise der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung zu erwarten.

Im Klimaschutzkonzept Hessen [29] sind die erwartenden Klimaveränderungen für den Untersuchungsraum prognostiziert worden. Im Zuge der Klimaerwärmung werden die Winter bis Mitte dieses Jahrhunderts um bis zu 25 % feuchter. Danach werden sie wieder trockener und erreichen gegen Ende des Jahrhunderts wieder heutige Werte. Frühjahr und Sommer werden voraussichtlich um bis zu 30 % trockener. Es ist verstärkt mit sommerlichen Starkniederschlägen zu rechnen.

In Folge dieser Niederschlagsveränderungen nehmen die mittleren Abflüsse im Oberlauf der Fulda voraussichtlich zu. Am Pegel Bad Hersfeld steigen die mittleren monatlichen Hochwasserabflüsse in den Monaten Dezember bis Februar. Die Extremhochwasserabflüsse dürften zunehmen, zahlenmäßig lässt sich dies zum heutigen Kenntnisstand noch nicht abschließend spezifizieren. Der mittlere Niedrigwasserabfluss dürfte eine gewisse Reduzierung erfahren (vgl. [29]).

Im Edergebiet nehmen die Niederschläge höchstens unwesentlich zu. Die Abflüsse gehen in Folge der durch Temperaturzunahme zunehmenden Verdunstung zurück. Am Pegel Schmittlotheim reduziert sich der mittlere Jahresabfluss der Eder voraussichtlich etwas. Dabei nehmen die Abflüsse im Sommerhalbjahr stärker und im Winterhalbjahr nur unwesentlich ab. Bei den Hochwasserkenngrößen ergeben sich in Folge der trockeneren Verhältnisse nur geringe Veränderungen zur heutigen Situation (vgl. [29]).

Bis 2030 ist ein Bevölkerungsrückgang von 5 - 10 % zu erwarten. Der Anteil der Siedlungs- sowie Industrie und Gewerbeflächen wird bis 2030 im Maximum um ca. 10 % zunehmen. Im Vergleich zu den Auswirkungen des Klimawandels sind die durch zunehmende Flächenversiegelung verursachten Auswirkungen auf die Hochwasserabflussscheitel nachrangiger.

Weitere Effekte sind hinsichtlich der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie zu erwarten. Nach Wasserrahmenrichtlinie ist bis spätestens 2027 ein guter ökologischer und chemischer Zustand bzw. Potenzial der Oberflächengewässer und ein guter chemischer und mengenmäßiger Zustand des Grundwassers zu erreichen. Damit werden sich die Gewässerzustände im Einzugsgebiet zukünftig weiterhin verbessern.

In den HWRMP Fulda sind Maßnahmen aus dem Hessischen Maßnahmenprogramm zur WRRL mit vermuteter Hochwasserschutzwirkung aufgenommen worden. Einige Maßnahmen des HWRMP Fulda werden damit schon auf Grundlage des Maßnahmenprogramms nach WRRL umgesetzt werden, so dass bereits ohne Umsetzung des HWRMP Fuldas günstige Wirkungen hinsichtlich des Hochwasserschutzes erreicht werden. Dies betrifft insbesondere die Maßnahmen der Maßnahmengruppe zum natürlichen Wasserrückhalt. Durch diese Maßnahmen steigt der Wasserrückhalt in der Fläche und es werden Abflüsse verlangsamt.

Zusätzlich sind durch Umsetzung des Direktzahlungen-Verpflichtungsgesetzes - nach dem bis zum 30.06.2010 erosionsgefährdete landwirtschaftliche Flächen auszuweisen und in Abhängigkeit der Bodenerosionsgefährdung nach näher festgelegten Vorgaben zu bewirtschaften sind - positive Wirkungen hinsichtlich des Hochwasserschutzes zu erwarten.

### **Voraussichtliche erhebliche Umweltauswirkungen**

In Tab. 5.9 sind die Umweltauswirkungen der Maßnahmen zusammenfassend dargestellt.

Wegen Vermeidung bzw. Schutz vor Hochwasser liegen bei allen Maßnahmengruppen positive bis sehr positive Umweltauswirkungen für die Schutzgüter Menschen und die Kultur- und sonstigen Sachgüter vor.

Ebenso sind beim Schutzgut Wasser positive bis sehr positive Wirkungen hinsichtlich des Umweltziels Wasserrückhaltung / Hochwasserschutz vorzufinden. Bei den Maßnahmengruppen bzgl. der Stauanlagen und Maßnahmen im Abflussquerschnitt stehen diesen positiven Wirkungen negative Wirkungen auf den ökologischen Gewässerzustand gegenüber. Die anderen Maßnahmengruppen haben keine negativen Auswirkungen oder sind mit positiven Wirkungen auf den ökologischen Gewässerzustand verbunden.

Damit bestehen auch positive bis sehr positive Umweltauswirkungen hinsichtlich der Pflanzen, Tiere und der biologischen Vielfalt. Dies gilt im Besonderen für Maßnahmen der Handlungsbereiche Flächenvorsorge und natürlicher Wasserrückhalt sowie für die siedlungswasserwirtschaftlichen Maßnahmen. Die positiven Wirkungen sind auf die Verbesserung der Gewässerstruktur, Verringerung des hydraulischen Stresses und auf Vermeidung diffuser und punktueller Stoffeinträge zurückzuführen.

Maßnahmen des technischen Hochwasserschutzes sind teils durch Flächeninanspruchnahmen für Bauten, Gewässerverbauung und in Folge des Gewässerausbaus z. B. durch Abnahme der Abflussdynamik mit negativen Umweltauswirkungen auf Pflanzen, Tiere und die biologische Vielfalt verknüpft.

In den Auen wird das Landschaftsbild durch Maßnahmen des Handlungsbereichs „natürlicher Wasserrückhalt“ aufgewertet. Erhebliche negative Umweltauswirkungen sind beim Bau von Stauanlagen sowie beim Bau von Deichen und Dämmen möglich.

Beim Schutzgut Klima / Luft sind die Umweltauswirkungen gering. Es können negative Umweltauswirkungen bei Kaltluftstau vor Stauanlagen auftreten. Durch Mulch- und Direktsaatverfahren (Maßnahmengruppe angepasste Flächennutzung) werden CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung gemindert.

Beim Schutzgut Boden sind die Reduzierung der Bodenerosion durch angepasste bodenschonende Bewirtschaftungsverfahren und die Vermeidung von Schadstoffeinträgen in Auenböden durch die siedlungswasserwirtschaftlichen Maßnahmen positiv zu vermerken. Zudem verbessern Maßnahmen zum natürlichen Wasserrückhalt durch Reaktivierung der Auedynamik die Bodenfunktionen hinsichtlich des Biotopentwicklungspotenzials und der Funktion als Ausgleichskörper im Wasserkreislauf. Beim Bau von Stauanlagen und von

Deichen und Dämmen treten in Folge von Flächeninanspruchnahmen für Bauwerke negative, räumlich jedoch meist eng begrenzte Wirkungen hervor.

Tab. 5.9: Voraussichtlich erhebliche Umweltauswirkungen des HWRMP Fulda unter Zugrundelegung der Ergebnisse der Umweltsteckbriefe

	Wirksamkeit Hochwasserschutz	Menschen	Tiere, Pflanzen, biologische Vielfalt	Boden	Wasser	Klima/ Luft	Landschaft	Kulturgüter	Sonstige Schutzgüter	Gesamtbewertung Umweltauswirkungen	weitere Umweltprüfungen erforderlich?
<b>Flächenvorsorge</b>											
administrative Instrumente	++	++	0	0	++	0	0	++	++	+	nein
angepasste Flächennutzung	++	++	++	++	++	+	0	+	++	++	nein
<b>Natürlicher Wasserrückhalt</b>											
Maßnahmen zur natürlichen Wasserrückhaltung	+	+	++	+	++	0	+	+	+	++	ja
Reaktivierung von Retentionsräumen	+	+	++	+	++	0	0	++	++	++	ja
<b>Technischer Hochwasserschutz</b>											
Stauanlagen zur Hochwasserrückhaltung	++	++	-	-	±	-	-	++	++	±	ja
Deiche, Dämme, HW-Schutzmauern und mobiler HW-Schutz	++	++	-	-	++	0	-	++	++	±	ja
Maßnahmen im Abflussquerschnitt bzw. Erhöhung der Abflusskapazität	++	++	0	0	±	0	0	++	++	±	ja
siedlungswasserwirtschaftliche Maßnahmen	+	+	++	+	++	0	0	+	+	++	ja
Objektschutz	+	+	0	0	+	0	0	++	++	+	ja
sonstige Maßnahmen	+	++	0	0	++	0	0	++	++	+	ja
<b>Hochwasservorsorge</b>											
Bauvorsorge	+	+	0	+	+	0	0	+	++	+	nein
Risikovorsorge	0	keine Umweltwirkungen									nein
Informationsvorsorge	+	++	0	0	+	0	0	+	+	+	nein
Verhaltensvorsorge	+	+	0	0	+	0	0	+	+	+	nein
Vorhaltung, Vor- und Nachbereitung der Gefahrenabwehr	+	+	0	0	+	0	0	+	+	+	nein

positive (+) bis sehr positive (++) Wirkung	keine oder keine erhebliche Wirkung (0), ± indifferent positive und negative Wirkungen	negative (-) bis sehr negative (--) Wirkung
---	---	---



Der Handlungsbereich Hochwasservorsorge beinhaltet u. a. die Aufarbeitung und Bereitstellung von hochwasserrelevanten Informationen, die Hochwasservorhersage, die Erstellung von Planungsgrundlagen und Maßnahmen zum Katastrophenschutz. Die Maßnahmen sind eine sehr wesentliche Grundlage für einen effektiven Hochwasserschutz und zur Gefahrenabwehr im Schadensfall. Mit diesen Maßnahmen sind keine erheblichen negativen Umweltauswirkungen verbunden.

Bei Gesamtbewertung der Umweltauswirkungen liegen bei den einzelnen Maßnahmengruppen meist positive bis sehr positive Umweltauswirkungen vor. Auf Ebene des HWRMP sind die Wirkungen bei den Maßnahmengruppen „Stauanlagen zur Hochwasserrückhaltung“ sowie „Deichen, Dämmen, HW-Schutzmauern und mobiler HW-Schutz“ nicht eindeutig. Hier stehen den positiven Wirkungen des Hochwasserschutzes teils negative Auswirkungen hinsichtlich der Schutzgüter, Tiere, Pflanzen und der biologischen Vielfalt, Boden, Wasser, Klima / Luft und Landschaft gegenüber. Im HWRMP Fulda sind bei diesen Maßnahmengruppen voraussichtlich nur relativ geringe Belastungen zu erwarten, da Voruntersuchungen für lediglich drei potentielle Standorte von Hochwasserrückhaltebecken thematisiert werden. Bei den vorgesehenen Maßnahmen zum Bau und Ausbau von Deichen, Dämmen und Hochwasserschutzmauern handelt es sich häufig nur um kleinere Verwallungen oder geringmächtige Aufhöhungen von Dämmen.

Die Umweltauswirkungen sind im Einzelfall standort- und vorhabensbezogen zu betrachten. Bei der Erarbeitung von Unterlagen für die nachfolgenden Verfahren ist die Prüfung von Alternativen und/oder die Standortwahl ein wesentlicher Untersuchungsgegenstand. Es sind Standorte in konfliktarmen Bereichen zu finden, in denen die Eingriffe kompensierbar sind.

Die Bewertung der Maßnahmen erfolgte unter der Prämisse, dass die in den Umweltsteckbriefen aufgeführten Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung negativer Umweltauswirkungen umgesetzt werden. Zielkonflikte können z. B. mit den Schutzziele und Schutzzwecken von ökologisch bedeutsamen Gebieten oder mit den generellen Anliegen des Denkmalschutzes besonders bzgl. in Auen gelegener Boden- und Kulturdenkmäler auftreten.

Die Umweltauswirkungen sind im Rahmen nachfolgender Planungsebenen bzw. möglicher Genehmigungsverfahren unter Berücksichtigung des räumlichen Bezugs und genauerer Planungsunterlagen auf ihre Umweltrelevanz vertiefend zu prüfen. Dies betrifft besonders die Umweltauswirkungen im Hinblick auf die Schutzziele und Schutzzwecke hochwertiger Lebensräume und Schutzgebiete (z. B. Natura-2000-Gebiete) und gilt insbesondere bei baulichen Maßnahmen, wo den Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung von negativen Umweltauswirkungen besondere Beachtung geschenkt werden muss.

Bei Zielkonflikten sind abgestimmte Lösungen zwischen Wasserwirtschaft, und Natur-, Boden-, Denkmalschutz und ggf. anderen Sachgebieten zu erarbeiten, die der Zielerreichung der jeweiligen Umweltziele möglichst umfassend gerecht werden.

## **Überwachungsmaßnahmen**

Für das hydrologische Messnetz in Hessen werden seit langem Pegel und Niederschlagsmessstellen betrieben. Diese mittlerweile mit modernsten Mess- und Übertragungseinrichtungen ausgestatteten Anlagen liefern wertvolle Grundlagendaten im Hochwasserfall sowie bei der Hochwasser Vor- und Nachbereitung. Darüber hinaus bestehen umfangreiche Messnetze zur Überwachung der Güte von Fließgewässern, Seen, Talsperren und Grundwasser. Ergänzend sei auf die sonstigen Umweltmessnetze verwiesen.

Die Überwachungsmaßnahmen sind geeignet unvorhersehbare nachteilige Auswirkungen zu erfassen.

## **Hinweise auf Schwierigkeiten bei der Zusammenstellung der Angaben**

Mit den zur Verfügung stehenden Unterlagen können die Auswirkungen auf die Schutzgüter nach jetzigen Kenntnissen ausreichend ermittelt, beschrieben und bewertet werden.

Auf nachgelagerten Prüfebene können für die Einzelmaßnahmen des HWRMP Fulda verwaltungsbehördliche Prüfverfahren erforderlich werden. In Abhängigkeit von der Standortsituation sind ggf. weitere Untersuchungen und Fachplanungen durchzuführen.

Im Zuge des Scoping-Verfahrens wurden zur Klärung des Untersuchungsrahmens, des Umfangs und der Detailschärfe des Umweltberichtes schriftlich und im Rahmen eines Sitzungstermin alle Behörden und Verbände beteiligt, die in ihrem Aufgabenbereich von den Umweltauswirkungen des HWRMP berührt werden. Auf diese Weise wurden bereits bei der Festlegung des Untersuchungsrahmens für den Umweltbericht Stellungnahmen von Behörden und Verbänden, deren umwelt- und gesundheitsbezogener Aufgabenbereich berührt werden, eingeholt und bei der anschließenden Erarbeitung des Umweltberichtes berücksichtigt.

## **5.7 Träger der Maßnahmen und Ansatzpunkt einer Erfolgskontrolle**

Die von den nach Kap. 1.3 zuständigen hessischen Behörden erstellten HWRMP verstehen sich als Angebotsplanung an alle mit Hochwasserfragen in Hessen beschäftigten Behörden, kommunale Planungsträger und betroffene Bürger.

Vor allem für Maßnahmen, für die nach der „Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Gewässerentwicklung und zum Hochwasserschutz (StAnz. Hessen S. 2270 2008)“ eine finanzielle Förderung angestrebt wird, sind die fachlichen Vorschläge der vorgenannten Angebotsplanung zu beachten. D. h., dass die potentiellen Zuwendungsempfänger (nach der Richtlinie, Gemeinden, Wasser- und Bodenverbände, kommunale Zweckverbände und Teilnehmergeinschaften nach FlubG sowie von Gemeinden bedachte Dritte) in ihrem Antragsbegehren auf die Vorschläge der Angebotsplanung einzugehen haben. Soll-

te der in einem solchen Antrag genannte Planungsraum nicht direkt durch die Untersuchungsergebnisse des HWRMP abgedeckt sein, so ist von Seiten des Antragstellers die Verträglichkeit der aktuell anhängigen Planung mit den generellen Zielen des HWRMP (mindestens) verbal argumentativ darzustellen. Umgekehrt werden die zuständigen Behörden bei der Prüfung hochwasserrelevanter wasserwirtschaftlicher Entwürfe oder entsprechender Finanzierungsanträge ihrerseits einen Abgleich mit den im HWRMP abgesteckten fachlichen Randbedingungen vorzunehmen haben.

Das vorgenannte Abgleichsprocedure muss im Kontext des weiteren „Flood risk management circle“ nach Artikel 14 der HWRM-RL gesehen werden. Dies bedeutet einerseits, dass die Maßnahmenvorschläge für den ersten HWRMP intensiv mit den Betroffenen zu kommunizieren und möglichst gemeinsam zu erarbeiten waren. Es bedeutet aber auch, dass Maßnahmen, deren Zweckmäßigkeit während der ersten Bearbeitung nicht abschließend abgeschätzt werden konnte, im laufenden Umsetzungsprozess modifiziert oder umgewidmet bzw. durch alternative Maßnahmen ersetzt werden können. Die Fortschreibung der Risikomanagement-Maßnahme erfolgt dabei unter Würdigung der fachlichen Erwägungen des vorhergehenden Plans.

Die für das hessische Einzugsgebiet der Fulda vorgeschlagenen Maßnahmen entstammen unterschiedlichen fachlichen und organisatorischen Ansatzpunkten. Orientiert an der Grobstruktur des Zielkatalogs (vgl. Kap. 5.3) werden nachfolgend stichpunktartig die Ansatzpunkte zur Erfolgskontrolle und zur Fortschreibung der Maßnahmen aus derzeitiger Sicht skizziert.

#### **Stärkung und Nutzung der administrativen Instrumente für eine Flächenvorsorge und -entwicklung unter Berücksichtigung des Hochwasserrisikos**

- Ausschöpfen der rechtlichen Instrumente nach WHG, HWG und BauGB zur Vermeidung eines Anstiegs des Risikopotenzials
- Ggf. Abschätzung des durch diesen Ansatzpunkt der Flächenvorsorge vermiedenen zusätzlichen Risikopotenzials
- Zusammenstellung der Praxiserfahrungen nach mehrjähriger Anwendung, u. U. Ableitung von Verbesserungsansätzen in der administrativen Handhabung

#### **Unterstützung von Ansatzpunkten zu einer angepassten Flächennutzung**

- Erstellung von Informationsmaterial auf Landesebene z. B. einer „Broschüre Flächennutzung/Flächenvorsorge“
- Darstellung der in Synergie mit der WRRL erreichten Flächennutzungsanpassungen in einer Übersichtskarte
- In der Fortschreibung: weitergehende Verortung der für angepasste Flächennutzung besonders geeigneten Auenbereiche

### **Förderung und Umsetzung von Maßnahmen zur natürlichen Wasserrückhaltung**

- Im ersten Umsetzungszeitraum des HWRMP ausschließliche Nutzung von diesbezüglichen Synergieeffekten durch die Umsetzung der „Maßnahmen zur naturnahen Gewässerentwicklung“ gemäß dem Maßnahmenprogramm WRRL
- Informelle Übernahme entsprechender Fortschrittskarten aus dem Controlling zur WRRL-Umsetzung
- Abschätzung (keine hydrologische Modellierung) der durch Umsetzung vorgenannten Maßnahmen zu erzielenden „Retentionseffekte“ auf der Grundlage wasserwirtschaftlichen Sachverstands

### **Reaktivierung von Retentionsräumen**

- Nutzung von diesbezüglichen Synergieeffekten durch die Umsetzung der „Auenmaßnahmen“ gemäß dem Maßnahmenprogramm WRRL
- Informelle Übernahme entsprechender Fortschrittskarten aus dem Controlling zur WRRL-Umsetzung

### **Abminderung von Hochwasserabflüssen bis zu einem Bemessungsziel durch Optimierung bestehender bzw. Bau noch ausstehender Stauanlagen zur Hochwasserrückhaltung im Einzugsgebiet**

- Vertiefte hydrologische Untersuchungen zum Nachweis der durch die Maßnahmen zu erreichenden Hochwasserminderung
- Dokumentation der Umsetzungsaktivitäten und abgeschätzten hochwassermindernden Wirkungen in Übersichtskarten, Fortschreibung im HWRM-Viewer

### **Verminderung der Überflutungswahrscheinlichkeit sowie die gezielte Hochwasserlenkung in sensiblen innerörtlichen Bereichen durch Deiche, Dämme, Hochwasserschutzmauern und mobile HW-Schutzanlagen**

- Wasserwirtschaftlicher Nachweis und quantitative Beschreibung der Hochwasserschutzwirkungen der auf der Grundlage des aktuellen Plans umgesetzten diesbezüglichen Maßnahmen

**Verminderung der Überflutungswahrscheinlichkeit in sensiblen innerörtlichen Bereichen durch Maßnahmen im Abflussquerschnitt bzw. Erhöhung der Abflusskapazität**

- Wasserwirtschaftlicher Nachweis und quantitative Beschreibung der Hochwasserschutzwirkungen der auf der Grundlage des aktuellen Plans umgesetzten Maßnahmen

**Prüfung und ggf. Nutzung siedlungswasserwirtschaftlicher Maßnahmen im Hinblick auf HW-Synergien**

- Das Maßnahmenprogramm zur WRRL sieht zur Verringerung der stofflichen Belastungen Maßnahmen im Bereich der Mischwasserentlastungen vor. Diese Maßnahmen sind überwiegend nur auf Ebene der Wasserkörper benannt, eine genaue Verortung steht noch aus: Abschätzung der Hochwasserschutzwirkung der von Seiten der zuständigen Wasserbehörden gemeldeten siedlungswasserwirtschaftlichen Maßnahmen

**Verbesserung des Hochwasserschutzes für Einzelbauwerke durch gezielten Objektschutz**

- Wasserwirtschaftlicher Nachweis und quantitative Beschreibung der Hochwasserschutzwirkungen der auf der Grundlage des aktuellen Plans umgesetzten Maßnahmen

**Förderung einer Risikovorsorge durch Bereitstellung wasserwirtschaftlicher Grundlagendaten**

- Schließen der bekannten Bearbeitungslücken aus dem RKH (vgl. Kap. 5.4.2), Fortschreibung im HWRM-Viewer

**Stärkung der Informationsvorsorge durch optimierte Bereitstellung von aktuellen Wasserstands-, Durchfluss- und Niederschlagsinformationen, Vorhersagen und Warnungen**

- Dokumentation der im Kontext „Hochwasserportal Hessen“ erreichten Verbesserungen zur Informationsvorsorge
- Feedbackauswertung bei „Nutzern und Kunden“ zum erreichten Stand bzw. zu Ansatzpunkten für weitere Verbesserungen

### **Stärkung der Bewusstseinsbildung und Verhaltensänderung im Hochwasserfall**

- Dokumentation der in Bezug auf diese Aspekte neu aufgelegten Informationsmaterialien bzw. ggf. landesweit durchgeführten diesbezüglichen Veranstaltungen

### **Vorhaltung, Vor- und Nachbereitung der Gefahrenabwehr**

- Die Fortführung des fachlichen Dialogs mit den Trägern der Gefahrenabwehr

Die Aktivitäten der entsprechenden Maßnahmen sind zum Nachweis einer Erfolgskontrolle zu dokumentieren.

## **5.8 Kosten und Finanzierung der Maßnahmen**

Eine differenzierte Ermittlung der Kosten der im Zuge der Bearbeitung des HWRMP Fulda vorgeschlagenen Maßnahmen ist aus den in Kap. 5.4.5 dargelegten Gründen nicht Ziel führend.

Bei einigen zur Umsetzung vorgeschlagenen Maßnahmen sind die Größenordnungen der Umsetzungskosten absehbar und bereits in die mittelfristige Finanzierungsplanung zukünftiger HW-Schutzmaßnahmen eingestellt worden. Dabei handelt es sich beispielsweise um Maßnahmen, die von den Planungsträgern schon unabhängig von der Bearbeitung des HWRMP planerisch bzw. in der politischen Willensbildung vor Ort verfolgt werden und die selbstverständlich in die jüngsten Maßnahmenüberlegungen, wie sie bei der Bearbeitung des HWRMP angestellt wurden, mit einfließen.

Es handelt sich hierbei u. a. um:

- Maßnahmen zum Lückenschluss der noch auszuweisenden Überschwemmungsgebiete (Projekt RKH): Fulda im Vogelsbergkreis etc.
- Untersuchungen zu HRB-Standorten und bereits angemeldeten Investitionskosten: HRBen an der Losse, der Geis, der Bauna
- Lokale Maßnahmen zur HW-Lenkung in der Stadtstrecke der Fulda in Fulda
- Lückenschluss bei den ansonsten fast vollständig abgeschlossenen Maßnahmen an der mittleren Fulda: Bad Hersfeld, Rotenburg
- Überarbeitung/Aktualisierung der Überschwemmungsgebietsflächen in Gewässerabschnitten mit zwischenzeitlichen baulichen oder „topographischen“ Änderungen: Eder oberhalb von Röddenau etc.

- Während der Bearbeitung des HWRMP Fulda als notwendig erkannten Überarbeitung von Überschwemmungsgebietsflächen: Losse in Kassel, Eder Bereich Wabern usw.
- etc.

Darüber hinaus werden im HWRMP Fulda eine Vielzahl von Maßnahmen mit gewissen Hochwasser-Synergieeffekten aus dem Maßnahmenprogramm zur Umsetzung der WRRL benannt. Die Finanzierung dieser Maßnahmen wird originär im Umsetzungsprozess des Bewirtschaftungsplans WRRL geklärt und ist zumindest für die nächsten Jahre weitgehend sichergestellt.

Viele der Maßnahmen der „Informationsvorsorge“ und „Hochwassernachsorge“ lassen sich durch das Land Hessen oder bei den jeweils betroffenen kommunalen „Katastrophenschützern“ durch „Bordmittel“ bzw. überschaubare zusätzlicher finanzieller Beteiligung des Landes auf den Weg bringen. Es sind dies vor allem:

- Aufbereitung, Druck und Verbreitung von Informationsmaterialien
- Vorbereitung und Durchführung von Schulungen örtlicher Katastrophenschutzorganisationen
- Vorbereitung und Durchführung genereller Hochwasser-Informationsveranstaltungen
- Verbesserung der Hochwasserinformationen durch das Wasserhaushaltsmodell LAR-SIM
- Ausbau des Hochwasserportals, Verbesserung der Informationsbereitstellungen im Internet etc.

Wie die Auswertungen zur Maßnahmenaufteilung auf die jeweiligen Handlungsbereiche zeigen, liegt der zahlenmäßige Schwerpunkt der für den HWRMP Fulda vorgeschlagenen Maßnahmenansatzpunkte eindeutig in den Handlungsbereichen Risikovorsorge, Verhaltensvorsorge und Informationsvorsorge. Die deutlich kostenintensiveren Maßnahmen aus dem Handlungsbereich „technischer Hochwasserschutz“ bzw. im eher privat zu finanzierenden Ansatzpunkt der „Bauvorsorge“ werden demgegenüber in weit geringerer Anzahl und Umfang vorgeschlagen. Sofern sich bei den zuständigen Gebietskörperschaften ein entsprechender Umsetzungswille herauskristallisiert, werden sich vor allem aus den letztgenannten Handlungsbereichen, die überwiegenden Anteile der durch das Land bzw. Private – ggf. mit zusätzlicher Anreiz-Förderung – zu tragenden Umsetzungskosten ergeben.

Das Land Hessen kann – auch jenseits weitergehender Anforderungen in Bezug auf Hochwasserrisikomanagementpläne, wie diese sich aus dem neuen WHG ergeben – auf umfangreiche Vorarbeiten im Bereich Hochwasserschutz und Hochwasservorsorge aufbauen.

So sind seit 1992 etwa 320 Mio. Euro Haushaltsmittel in zahlreiche Projekte und Aktivitäten zur Verbesserung des Hochwasserschutzes geflossen. Schwerpunkte sind dabei ne-

ben der Hochwasservorsorge, die Förderung kommunaler Hochwasserschutzmaßnahmen, das Retentionskataster Hessen, die Verstärkung der landeseigenen Deiche an Rhein und Main sowie die Beteiligung beim Polderbau am Rhein südlich der Landesgrenze.

In den letzten 10 Jahren standen für diese Projekte jährliche Haushaltsmittel von etwa 23 Mio. Euro zu Verfügung. Mit dem zeitnahen Abschluss des RKH-Projektes, der Fertigstellung der Deichverstärkungsmaßnahmen am Rhein – voraussichtlich im Jahre 2016 – und dem Abschluss des Oberrhein-Polderbaues - zum Jahre 2015, werden von den o. g. 23 Mio. Euro jährlich verausgabten Haushaltsmitteln etwa 14 Mio. Euro frei.

Soweit diese Mittel auch später zur Verfügung stehen, könnten sie neben den Mitteln des kommunalen Hochwasserschutzes von jährlich ca. 8 Mio. Euro für die Umsetzung von Maßnahmen aus den dann abgeschlossenen HWRMP in Hessen genutzt werden. Zu einem Zeitpunkt also, zu der die Hochwasserrisikomanagementplanung nach Artikel 7 (5) HWRM-RL einschließlich der Maßnahmenplanung für den ersten Managementzyklus abgeschlossen sein muss und sich die Hauptumsetzungsphase der benannten Maßnahmen anschließen wird.

Die Erfahrungen aus der Bearbeitung des HWRMP Fulda zeigen, dass Hessen aufgrund der vorgenannten fachlichen und investiven Vorleistungen viele Verpflichtungen aus der HWRM-RL bereits erfüllt hat bzw. mit vergleichsweise geringem Aufwand auf diese Vorleistungen aufbauen kann.

Als Haupthandlungsfelder für die weitere Verbesserung des Hochwasserschutzes im Fuldagebiet wurden einerseits die konsequente Umsetzung der Flächenvorsorge und auf der anderen Seite die Informations- und Verhaltensvorsorge erkannt. Flankiert werden diese Ansatzpunkte zur Verringerung des Hochwasserrisikos durch Maßnahmen des technischen Hochwasserschutzes. Dabei handelt es sich überwiegend um „Lückenschluss“ oder singuläre Maßnahmen des Objektschutzes bzw. der Beseitigung von Engstellen. So konnten Bereiche eingegrenzt werden, die mit verhältnismäßig geringem Aufwand hinsichtlich eines qualifizierten Hochwasserschutzes zu erweitern bzw. zu ertüchtigen sind.

In dieses Bild fügen sich selbstverständlich auch ergänzende neue Maßnahmen des technischen Hochwasserschutzes. Diese wurden auf der Grundlage der systematischen Beschäftigung mit der Hochwasserschutzwirkung von Maßnahmen auf der Ebene größerer hydrologischer Einheiten – einem wesentlichen Ansatzpunkt der HWRMP – als sinnvoll erkannt.

Eine Finanzierung der in Hessen aus der Umsetzung der HWRM-RL resultierenden Maßnahmen dürfte aus den vorgenannten Erwägungen, bei ähnlicher Haushaltsmittelverfügbarkeit für den Hochwasserschutz wie in den vergangenen Jahren, realisierbar sein.



## 6 ERSTELLUNG EINES GIS-PROJEKTES

Ein zentraler Bestandteil des HWRMP Fulda ist die Zusammenstellung, Aufbereitung und Darstellung der zur Verfügung stehenden bzw. erarbeiteten wasserwirtschaftlichen Fachdaten in einem Geographischen Informationssystem (GIS). Hierzu fand das Desktopsystem ArcGIS 9.3 der Firma ESRI® Verwendung.

Die enormen Datenmengen und die Vielfalt der Datenformate stellten dabei eine nicht unwesentliche technische und organisatorische Herausforderung dar, weshalb bereits zu Beginn des Vorhabens ein Konzept für die Datenhaltung während der Bearbeitungsphase und für die Übergabe an die datenhaltenden Stellen in Hessen erarbeitet und abgestimmt wurde. Dementsprechend wurden folgende grundsätzlichen Anforderungen formuliert:

- Nachvollziehbarkeit und Übersichtlichkeit der Datenstruktur
- Austauschbarkeit und Aktualisierbarkeit der Daten
- Praktikabilität und Performanz der Datensätze

Vor diesem Hintergrund sowie aufgrund der Größe des Projektgebietes und der verschiedenen oben beschriebenen Inhalte bzw. Arbeitsschritte erfolgte die Bearbeitung parallel an verschiedenen GIS-Arbeitsplätzen. Dabei diente – wie Abb. 6.1 veranschaulicht – ein zentraler Datenserver für die jeweilige Bereitstellung der unveränderlichen Eingangs- und veränderlichen Projektdaten. Ausgehend von dieser Struktur wurde im Planungs- und Abstimmungsprozess zum HWRMP Fulda das GIS-Projekt u. a. zur Bearbeitung der folgenden Aufgaben herangezogen:

- Sammlung und Sichtung der zu Projektbeginn zur Verfügung gestellten Geobasis- und Fachdaten sowie der im Projektverlauf zusätzlich akquirierten Informationen
- Auswertung und grafische Aufbereitung der Fachdaten für Arbeitsbesprechungen, Projektpräsentationen, etc.
- Erstellung des digitalen Geländemodells und Dokumentation der Eingangsdaten (vgl. Kap. 4.2.1)
- Verifizierung der HN-Berechnungen (vgl. Kap. 4.2.3)
- Ermittlung und Überprüfung der Überschwemmungsflächen und potenziellen Überschwemmungsflächen inkl. der zu erwartenden Wassertiefen (vgl. Kap. 4.2.4)
- Erstellung und Analyse der Hochwassergefahren- und -risikokarten (vgl. Kap. 4.2.5 und Kap. 4.2.6)
- Erarbeitung, Abstimmung und Dokumentation der weitergehenden Maßnahmenvorschläge zur Reduktion des Hochwasserrisikos

Nach Abschluss der Bearbeitungsphase wurden für die Weitergabe an die Fachverwaltung alle relevanten Eingangs- und Ergebnisdaten in mehreren Geo-Datenbanken (File-Geodatabase) abgelegt und in ein Gesamt-GIS-Projekt „Abgabe“ eingeladen (vgl. Abb. 6.1). Die Formate der einzelnen Datensätze sind mit dem HLUg abgestimmt und entsprechen den formalen Vorgaben (vgl. [50]). Zudem konnte durch die gewählte Layer- und Verzeichnisstruktur eine effiziente Übergabe an das HLUg gewährleistet werden.

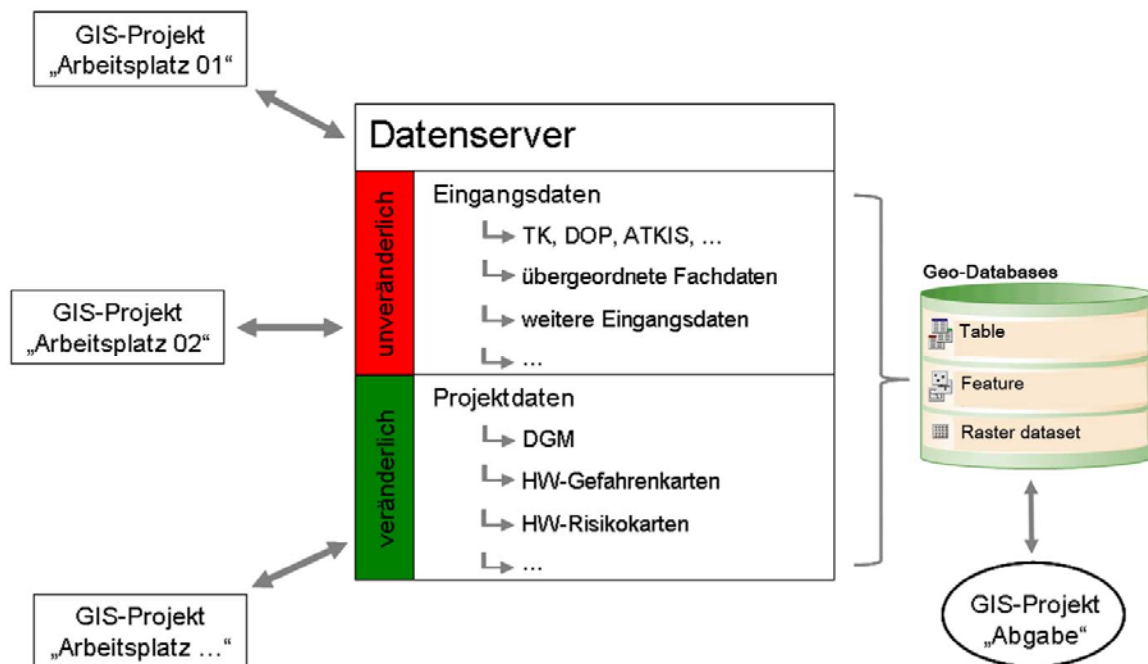


Abb. 6.1: Konzept der GIS-basierten Datenhaltung im HWRMP Fulda

Neben den detaillierten und auf einfache Weise abfragbaren fachlichen Daten für die Hochwassergefahren- und -risikokarten, beispielhaft genannt seien an dieser Stelle Wasserstände und -tiefen, enthält das GIS-Projekt weitere Informationen. Dazu zählen z. B. Fotos der durchgeführten Ortsbegehungen oder auch zu abgelaufenen Hochwasserereignissen, die während der Bearbeitung des HWRMP Fulda zusammengetragen werden konnten. Diese sind an den jeweiligen Fotostandpunkten verortet und können über entsprechende Verlinkungen aufgerufen werden. Gleiches gilt für die lokal verorteten weitergehenden Maßnahmenvorschläge zur Verbesserung des Hochwasserrisikomanagements und die jeweiligen Maßnahmensteckbriefe (vgl. Abb. 5.6).

Die Bereitstellung der aufbereiteten Eingangsdaten wie z. B. den Punktdaten für das DGM (vgl. auch Abb. 4.4) oder den Linien gleicher Wasserstände für das Raster der Wasseroberfläche zielt darauf ab, alle Arbeitsschritte nicht nur jederzeit nachvollziehen, sondern bei Bedarf auch erneut durchführen zu können. Einen zusammenfassenden Überblick über die wesentlichen Inhalte des GIS-Projektes liefert Tab. 6.1.

Tab. 6.1: Struktur und wesentliche Inhalte des GIS-Projektes zum HWRMP Fulda

Thema	wesentliche Inhalte
Eingangsdaten	RKH-Hessen (Stationierung, Gewässerlauf, Profillagen, Überschwemmungsgebiet)
Inhaltliche Daten	Dokumentation der Gewässerbegehungen
	Dokumentation früherer Hochwasserereignisse
	Dokumentation der Hochwasserschutzeinrichtungen
Allgemeine Daten	Gewässer (Pegel, Stationierung, Gewässerläufe, Teileinzugsgebiete)
	Verwaltungsgrenzen (Gemarkungen, Gemeinden, Kreise, RP'n)
Hochwasser- gefahrenkarten	DGM (Punkte, Raster)
	Wasserspiegelfläche (Linien gleicher Wasserstände, Raster)
	Überschwemmungsgrenzen $HQ_{10}$ , $HQ_{100}$ und $HQ_{Extrem}$ (jeweils für die Kat. 0, 1 und 2)
	Differenz raster $HQ_{10}$ , $HQ_{100}$ und $HQ_{Extrem}$ (jeweils für die Kat. 0, 1 und 2)
Hochwasser- risikoakarten	Richtwert für die betroffenen Einwohner
	wirtschaftliche Tätigkeit $HQ_{10}$ , $HQ_{100}$ und $HQ_{Extrem}$ (jeweils für die Kat. 0, 1 und 2)
	Gefahrenquellen und Schutzgebiete
Maßnahmen- planung	Hotlink für die Maßnahmensteckbriefe
	punktueller und linienhafte Maßnahmen
Karten- hintergrund	TK25, DOP5

Der damit verbundene Datenumfang ohne Berücksichtigung des Kartenhintergrundes beläuft sich auf 17 Geo-Databases sowie ca. 1.400 zusätzliche Dateien in 87 Verzeichnissen. Der entsprechende Speicherplatzbedarf beträgt ca. 6 GByte.

Zur Verdeutlichung der Datenmengen während der Bearbeitungsphase kann als Beispiel der Ermittlung der Überschwemmungsflächen und Wassertiefen für die Hochwassergefahrenkarten herangezogen werden. So wurden allein für diese Arbeiten aufgrund diverser Zwischenschritte und Prüfroutinen über 15.000 Dateien in über 1.200 Verzeichnissen angelegt.

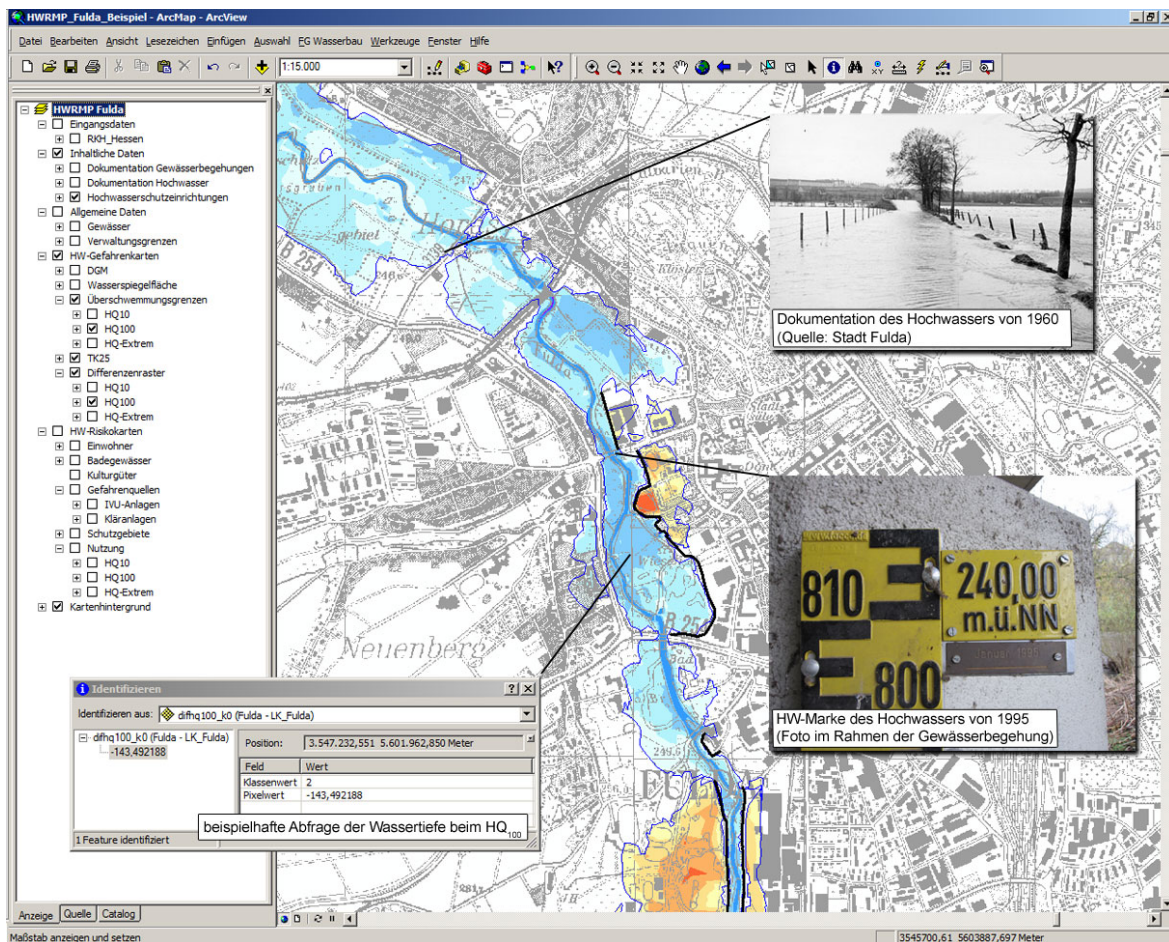


Abb. 6.2: Screen-Shot aus dem GIS-Projekt zum HWRMP Fulda

Die Vielzahl und die Qualität der zusammengetragenen Informationen macht das GIS-Projekt zu einem umfangreichen Planungswerkzeug für die Beschreibung der Hochwassergefahren, die Beurteilung des Hochwasserrisikos und die Entwicklung entsprechender Maßnahmenansätze zur Verbesserung des Hochwasserrisikomanagements im Untersuchungsgebiet. Nicht zuletzt aus diesem Grund bietet es sich aus jetziger Sicht an, dieses auch als Grundlage für die zukünftige, kontinuierliche Fortschreibung und Ergänzung zu nutzen.

Das GIS-Projekt bildete zudem die Grundlage für die Entwicklung des Internet-Viewers für die hessischen HWRMP durch das HLUg (vgl. Kap. 7.4).

## **7 MAßNAHMEN ZUR INFORMATION UND ANHÖRUNG DER ÖFFENTLICHKEIT UND DEREN ERGEBNISSE**

### **7.1 Maßnahmen zur Information der Öffentlichkeit**

Das WHG (vom 31.07.2009, BGBl 2009, Teil I Nr. 51) fordert im § 79 Information und aktive Beteiligung. Demnach veröffentlichen die zuständigen Behörden die Bewertung des Hochwasserrisikos, die Gefahrenkarten und Risikokarten sowie die Risikomanagementpläne. Es ist zudem sicherzustellen, dass eine aktive Beteiligung der interessierten Stellen bei der Aufstellung, Überprüfung und Aktualisierung der Risikomanagementpläne gefördert wird. Im Übrigen müssen die zuständigen staatlichen Stellen und die Öffentlichkeit in den betroffenen Gebieten entsprechend den landesrechtlichen Vorschriften über Hochwassergefahren, geeignete Vorsorgemaßnahmen und Verhaltensregeln informiert und vor zu erwartendem Hochwasser rechtzeitig gewarnt werden.

Mit den Regelungen im § 79 WHG werden die Forderungen des Artikels 10 HWRM-RL umgesetzt, in der die „Information und Konsultation der Öffentlichkeit“ gefordert wird.

Auf die Erstellung der HWRMP speziell abgestimmte und verbindliche rechtliche Festlegungen, in welcher Form und mit welchen Fristen die Öffentlichkeit zu informieren und zu beteiligen ist, existieren in Hessen nicht. Nachstehend wird jedoch belegt, dass bei der Bearbeitung des HWRMP Fulda die „Öffentlichkeit“ im erforderlichen Umfang informiert und beteiligt wurde. Diese Beteiligung bestand aus den folgenden Schritten:

- Vorlaufende Informationen
- Projektbegleitende Informationen
- Beteiligung der Betroffenen in fortgeschrittenen Planungsphasen
- Formale Beteiligung, z. B. SUP und Anhörung der Öffentlichkeit zum Plan

Sofern weitere Schritte der Öffentlichkeitsbeteiligung erst nach Abschluss des ersten HWRMP Fulda, beispielsweise bei dessen Überprüfung und Aktualisierung, möglich sind, wird dies bei der Fortschreibung dokumentiert werden.

Im Zuge der Bearbeitung des dem HWRMP Fulda vorausgehenden INTERREG IIIB-Projektes „Umweltverträglicher Hochwasserschutz für die Einzugsgebiete von Fulda und Diemel“ wurde bereits eine intensive Öffentlichkeitsarbeit betrieben sowie die Möglichkeit für die im Einzugsgebiet gelegenen Kommunen und potentiellen Planungsträger geschaffen, sich u. a. über Fragebogenaktionen aktiv in den Planungsprozess zu den Hochwasserschutzüberlegungen einzubringen.

Der Konsultations- und Beteiligungsprozess im seinerzeitigen INTERREG IIIB-Projekt wurde durch die projektbegleitende Durchführung von drei sogenannten „Fulda-Diemel-Konferenzen“ sichergestellt. Eingeladen waren Vertreter des Regierungspräsidiums, der Wasserwirtschaft, des Naturschutzes, der Landwirtschaft, des Katastrophenschutzes, der Raumplanung und die Gemeinden und Kreise im Planungsgebiet. Alle wesentlichen Er-

gebnisse des INTERREG IIIB-Projektes wurden der interessierten Fachöffentlichkeit, den beteiligten Behörden und den kommunalen Planungsträgern nach Projektabschluss im Dezember 2007 in Form eines „Zusammenfassenden Berichts“ zur Verfügung gestellt.

Der Informationsgrad zum Themenkomplex Hochwasserschutz zu Beginn der Bearbeitung des HWRMP Fulda kann somit als ausgesprochen gut bezeichnet werden. Auf die genannten Vorarbeiten zur Information der Öffentlichkeit wurde konsequent aufgebaut.

***Projektvorstellung bei der Hochwasserkonferenz des Landes Hessen in Homberg/Efze am 11.06.2008***

Bereits frühzeitig im Projektverlauf des HWRMP Fulda wurde die Öffentlichkeit über den Inhalt und die wesentlichen methodischen Ansatzpunkte sowie erste Arbeitsergebnisse informiert. Die Hochwasserkonferenz anlässlich des Hessentages in Homberg/Efze bot – im Zentrum des Planungsgebietes gelegen – gute Möglichkeiten, die zahlreich erschienenen Kommunalvertreter auf das Projekt aufmerksam zu machen und es im Kontext genereller hessischer Hochwasserschutzüberlegungen zu beleuchten.

***Fachlicher Austausch mit Nachbarländern und Abstimmung auf FGE-Weser-Ebene***

Die Projektverantwortlichen des Regierungspräsidiums Kassel als obere Wasserbehörde sind Mitglieder in der Arbeitsgruppe Hochwasserschutz der FGG Weser. Seit Aufnahme der Umsetzungsaktivitäten zur HWRM-RL fanden zwei Sitzungen der Expertenrunde (am 26.05.2009 u. 16.08.2010) in Hildesheim statt, bei denen von hessischer Seite über die wesentlichen inhaltlichen und methodischen Eckpunkte des in Arbeit befindlichen HWRMP Fulda berichtet und der Methodenfindungsprozess auf FGE-Ebene aktiv unterstützt werden konnte.

Darüber hinaus fand zur Abstimmung der Vorgehensweise bei der Erarbeitung des HWRMP für das Gebiet der unteren Fulda mit Vertretern der niedersächsischen Wasserwirtschaftsverwaltung am 27.05.2009 eine bilaterale Abstimmung im Regierungspräsidium Kassel statt.

Den wesentlichen Schwerpunkt aller Aktivitäten zur „Information der Öffentlichkeit“ bildeten jedoch die an die potentiellen Planungsträger bzw. Initiatoren von Hochwasservorsorge sowie die betroffenen Träger öffentlicher Belange gerichteten Informations- und Arbeitstreffen. Diese ermöglichten mit fortschreitendem Bearbeitungsstand einen intensiven fachlichen Austausch zum Planungsprozess.

***Erstes Informations- und Arbeitstreffen:***

- Am 15.07.2009 wurde ein Informations- und Arbeitstreffen im Regierungspräsidium Kassel durchgeführt.

Zum vorgenanntem Termin eingeladen waren alle Kommunen, die Gebietsanteile an einem der 35 HW-Brennpunkte haben, die Wasserverbände Schwalm und Losse, die Unteren Wasserbehörden im Fulda-Einzugsgebiet sowie das Wasser- und Schifffahrtsamt Hann. Münden.

Informiert wurde von Seiten der OWB und des AN des HWRMP Fulda – im Sinne einer Tatsachenfeststellung – über die Ergebnisse der Erstellung der Hochwassergefahrenkarten sowie die wesentlichen Inhalte und Beispiele von Hochwasserrisikokarten.

Darüber hinaus wurden Inhalt und Umfang des in Bearbeitung befindlichen HWRMP Fulda differenziert vorgestellt. In der anschließenden Diskussion ergaben sich keine wesentlichen Änderungswünsche seitens der Teilnehmer.

Es wurden an die Teilnehmer der Veranstaltung Arbeitsversionen der HW-Gefahrenkarten ausgeteilt, mit der Bitte, diese bzgl. des Verlaufs der Überschwemmungsgebietsflächen, Gebietsflächen und in Bezug auf die Aktualität von HW-Schutzbauwerken u. ä. zu prüfen und ggf. zu korrigieren.

Weiterhin konnten anhand von ausgehändigten Maßnahmenkennblättern von Seiten der Teilnehmer eigene HW-Schutzüberlegungen skizziert und an die OWB bzw. den Auftragnehmer zur Bearbeitung des HWRMP zurückgesandt werden.

Kommunen oder Institutionen, die der Einladung am 15. Juli nicht gefolgt waren erhielten alle ausgeteilten Unterlagen auf dem Postwege, mit der Bitte, ebenfalls Prüfungen und Eintragungen vorzunehmen. Zusätzlich wurde angeboten, telefonisch weitere Erläuterungen zum Arbeitsprocedere zu geben. Etwa ein halbes Dutzend der Angeschriebenen machten hiervon Gebrauch. Die Rückläufe aus dieser und anderen Beteiligungen wurden in der Access-Datenbank dokumentiert (vgl. Kap. 5.1), so dass über entsprechende GIS-Schnittstellen jederzeit ein Zugriff auf die seinerzeitigen kommunalen Anregungen bzw. deren Fortschreibung möglich ist.

Rückläufe der ausgehändigten Unterlagen wurden zeitlich unbefristet angenommen, der letzte Rücklauf ging etwa sechs Wochen nach der Veranstaltung ein.

#### **Zweites Informations- und Arbeitstreffen:**

- Am 03.09.2009 fand ein zweites Informations- und Arbeitstreffen im Regierungspräsidium Kassel statt.

Eingeladen waren erneut die Adressaten des Treffens vom 15.07.2009. Außerdem nun auch alle übrigen Kommunen, die Gebietsanteile an den Gewässern besitzen für die HW-Gefahrenkarten erstellt werden – unabhängig davon ob es sich nach der ersten Einschätzung um einen „Hochwasserbrennpunkt“ handelt oder nicht. Auch diesen Kommunalvertretern sollte im fortgeschritteneren Planungsstadium Gelegenheit zur Rückäußerung gegeben werden.

Nach erneuter Information zur Bearbeitungsmethodik und der Bestimmung von HW-Brennpunkten sowie der Vorstellung des aktuellen Bearbeitungsstands ergab sich aus der Öffentlichkeitsbeteiligung des zweiten Arbeitstreffens kein Änderungsbedarf. Die Ersteinschätzung bzgl. der HW-Brennpunkte konnte somit bestätigt werden.

Die Ergebnisse des Rücklaufs der „Maßnahmensteckbriefe“ und von sonstigen Anregungen wurden durch den Auftragnehmer zur Bearbeitung des HWRMP vorgestellt.

Zudem bestand an drei PC-Arbeitsplätzen Gelegenheit, betreut durch die Projektbearbeiter, sich anhand des GIS-Projektes über die jeweilige kommunale HW-Situation und die Ansatzpunkte zu HW-Schutzmaßnahmen zu informieren und Ergänzungsvorschläge zu unterbreiten.

Soweit sich in Einzelfällen Ergänzungsbedarf ergab, wurde dieser direkt aufgenommen bzw. im Nachgang der Veranstaltung eingearbeitet.

***Projektvorstellung im Rahmen des vierten Niedersächsischen Gewässerforums in Hildesheim am 05.10.2010***

Ein Schwerpunkt des vierten Niedersächsischen Gewässerforums bildete die HWRML und die damit verbundenen Herausforderungen für die Wasserwirtschaftsverwaltungen. Auf Einladung des Landes Niedersachsen - vertreten durch das NLWKN - bot sich die Möglichkeit, die Erfahrungen aus der Bearbeitung des HWRMNP Fulda nun auch einer breiteren und bundeslandübergreifenden Öffentlichkeit vorzustellen.

***Projektvorstellung bei der Fachkonferenz Hochwasserschutz in Hessen in Darmstadt am 28.10.2010***

Die Fachkonferenz diente als Informations- und Diskussionsplattform in Bezug auf aktuelle Fragestellungen zum Hochwasserschutz in Hessen. Ein zentraler Bestandteil war hierbei die Präsentation des Pilotprojektes „HWRMP Fulda“. Die Präsentation bestand aus den Vorträgen „Vom Retentionskataster zum Hochwasserrisikomanagementplan“, „Erfahrungen aus der wasserwirtschaftlichen Bearbeitung“ und „Beteiligung der Öffentlichkeit“.

## **7.2 Maßnahmen zur Anhörung der Öffentlichkeit**

Weitere formale Anforderungen an die „Beteiligung der Öffentlichkeit“ ergeben sich aus dem § 16a Absatz 2 HWG in Verbindung mit § 14b Abs. 1 Nr. 1 und der Anlage 3 Nr. 1.4 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) in der Fassung vom 24.02.2010 (BGBl. I S. 94), wonach eine Strategische Umweltprüfung (SUP) durchzuführen ist.

Gem. § 14f Abs. 4 UVP sind die Träger öffentlicher Belange, deren umwelt- und gesundheitsbezogener Aufgabenbereich durch den HWRMP berührt wird, bei der Festlegung des Untersuchungsrahmens der SUP sowie des Umfangs und Detaillierungsgrades der in den Umweltbericht aufzunehmenden Angaben zu beteiligen und ihnen Gelegenheit zur Teilnahme an einem Scoping-Termin oder zur Stellungnahme zu geben.



Gegenstand der SUP ist die Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen der Durchführung des Programms sowie vernünftiger Alternativen. Zur Vorbereitung der SUP wurde zur Klärung des Untersuchungsrahmens, des Umfangs und der Detailschärfe des Umweltberichts ein sogenanntes Scoping-Verfahren durchgeführt.

**Scoping-Termin:**

- Am 03.09.2009 fand unter Beteiligung der Träger öffentlicher Belange und der nach Naturschutzgesetz anerkannten Verbände der Scoping-Termin zur SUP für den HWRMP Fulda statt. Hierzu wurde form- und fristgerecht eingeladen.

Das rechtzeitig zur Verfügung gestellte Scoping-Papier wurde durch die Bearbeiter der SUP vorgestellt und anschließend bezüglich der Ergänzungswünsche seitens der Anwesenden durchgegangen. Die Änderungswünsche wurden protokolliert und in den weiteren Untersuchungen berücksichtigt (vgl. SUP-Umweltbericht).

Zudem bestand Gelegenheit im Nachgang des Scoping-Termins weitere Ergänzungswünsche vorzubringen. Diesbezügliche Rückmeldungen waren noch bis 6 Wochen nach der Veranstaltung möglich. Es gingen 3 schriftliche Rückmeldungen ein.

Die Anhörung zum HWRMP Fulda einschließlich der Anhörung zum zugehörigen SUP-Umweltbericht wurde in einem gemeinsamen „Verfahren“ durchgeführt. Bezüglich der hierbei auf Vorschlag der oberen Wasserbehörde zu wählenden Vorgehensweise herrschte sowohl beim 2. Informationstreffen als auch beim anschließenden Scoping-Termin Einvernehmen zwischen allen Beteiligten.

Demnach wurde einvernehmlich festgelegt, nach Abschluss der jeweils vorläufigen Endfassungen von HWRMP Fulda und SUP-Umweltbericht, diese im Internet (<http://www.uni-kassel.de/fb14/wasserbau/HWRMP/>) für den Download zur Verfügung zu stellen und gleichzeitig Druckversionen der beiden Werke beim Regierungspräsidium Kassel, Hauptgebäude Steinweg 6, zur Einsichtnahme auszulegen. Eine zweite Druckversion wurde zeitgleich in der Außenstelle des Regierungspräsidiums Kassel in Bad Hersfeld ausgelegt.

Im Vorfeld des förmlichen Anhörungsverfahrens erfolgt von Mitte Juli bis Mitte August 2010 eine abschließende Abstimmung des HWRMP Fulda innerhalb der betroffenen hessischen Verwaltungsbehörden.

Den Behörden, deren umwelt- und gesundheitsbezogener Aufgabenbereich berührt wird, wurde im Zuge der Aufforderung zur Abgabe einer Stellungnahme gem. § 14h UVPG der Plan und der Umweltbericht auf elektronischem Wege übermittelt bzw. obiger Link mit Datum vom 25. August bekanntgegeben. Möglichkeit zur Rückäußerung bestand fristgerecht - mindestens einen Monat - bis zum 29.10.2010.

Dem sonstigen Teilnehmerkreis des Scoping-Termins wurde der Beginn der Auslegungsfrist der vorgenannten Unterlagen schriftlich bekannt gegeben. Die Auslegungsfrist begann am 25.08.2010 und endete am 28.09.2010. Daran schloss sich eine zusätzliche einmonatige Frist zur Rückäußerung der betroffenen Öffentlichkeit an, diese endete am 29.10.2010. Die von § 14i geforderten Fristen zur Beteiligung der Öffentlichkeit wurden somit eingehalten.

Eine am 25.08.2010 herausgegebene Pressemitteilung des Regierungspräsidiums Kassel informierte zudem die „allgemeine“ Öffentlichkeit über die Arbeiten zum HWRMP Fulda und die zur Information (Auslegungsunterlagen beim Regierungspräsidium Kassel oder per Internet Download-Möglichkeit, Link wie oben) bereitgestellten Unterlagen der vorläufigen Endfassung. Anregungen aus diesem Adressatenkreis konnten formlos, ebenfalls bis zum Ende der vorgenannten Frist zur Beteiligung der Öffentlichkeit nach § 14i, also bis zum 29.10.2010 an das Regierungspräsidium Kassel gerichtet werden.

Tab. 7.1: Zeitplan der Anhörungsmaßnahmen

Zeitraum / Frist	bis Mitte August 2010	25.08.2010 - 29.10.2010	30.10.2010 - 30.11.2010	15.12.2010	15.12.2010
<b>HWRMP Fulda &amp; SUP-Umweltbericht</b>	vorlaufende Informationen und Abstimmungen	Offenlegung und Anhörungsverfahren	Auswertung der Stellungnahmen und Überarbeitung von HWRMP Fulda & SUP	Veröffentlichung der Synopse „Anregung - Art der Berücksichtigung“	Veröffentlichung des HWRMP Fulda einschließlich SUP

Von der Möglichkeit, in die Druckversionen von HWRMP Fulda und zugehörigem SUP-Umweltbericht Einsicht zu nehmen, machten vor allem die Träger Öffentlicher Belange innerhalb des Regierungspräsidiums Kassel Gebrauch.

Daneben zeigte sich, dass die Bereitstellung der Unterlagen über eine Internet-Download-Möglichkeit im Zuge des Beteiligungsverfahrens unerwartet starken Zuspruch fand: Im gesamten „Auslegungszeitraum“ wurden über 11.700 Einzelzugriffe<sup>10</sup> auf die Download-Seite gezählt. Nachstehende Grafik schlüsselt die Zugriffe auf die bereitgestellten „Produkte“ des HWRMP auf. Rückblickend erwies sich der gewählte Weg, die Öffentlichkeitsbeteiligung über analoge Auslegungsunterlagen an den Standorten des Regierungspräsidiums und die zusätzlich angebotene Internet-Download-Möglichkeit sicherzustellen, als sehr Ziel führend.

<sup>10</sup> Gezählt wurden hier alle Einzelzugriffe. So wurde beispielsweise der Download des Berichtstextes als ein „Zugriff“ gewertet, aber auch das einmalige Öffnen und Schließen des Dokuments unabhängig davon, ob das Dokument Stunden oder nur Sekunden geöffnet blieb. Download oder Öffnen einer pdf-Karte wurden in analoger Zählweise registriert.

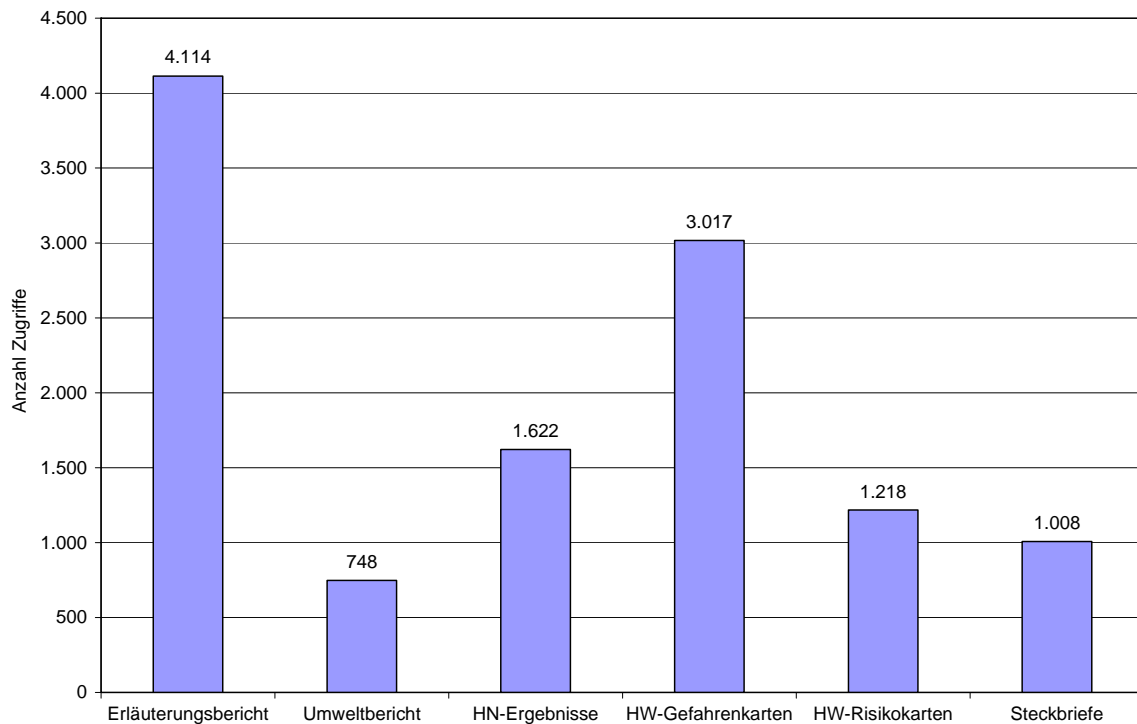


Abb. 7.1: Verteilung der ca. 11.700 Internetzugriffe im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung auf die „Produkte“ des HWRMP Fulda (25.08. - 21.10.2010)

### 7.3 Stellungnahmen und Änderungen

Die aus dem vorgenannten Beteiligungsverfahren resultierenden Stellungnahmen zum Plan und zum Umweltbericht wurden durch das Regierungspräsidium Kassel ausgewertet und in Einzelanregungen gegliedert sowie - in einer Analogie zum Vorgehen bei der Offenlegung des Bewirtschaftungsplans und des Maßnahmenprogramms zur WRRL - in einer Synopse zusammengestellt und gemeinsam mit dem endgültigen HWRMP Fulda im Internet veröffentlicht.

In dieser Synopse werden u. a. die Einschätzung der Verwaltung zu Art und Umfang der Einarbeitung dieser Einzelforderungen abgewogen und dokumentiert bzw. Begründungen für deren evtl. Nichtberücksichtigung geliefert. Für den Prozess der Nachbereitung der Öffentlichkeitsbeteiligung war eine Frist von vier Wochen nach Ende der „Auslegungsfrist“ - also bis zum 30.11.2010 - vorgesehen. Die Veröffentlichung im Internet erfolgte ab dem 15.12.2010. Darüber hinaus wurden alle Personen und Institutionen, die Stellungnahmen im o. g. Beteiligungsverfahren abgegeben haben, schriftlich auf die Fundstelle zu der o. g. synoptischen Darstellung bzgl. Art und Umfang der Berücksichtigung der jeweiligen Stellungnahme informiert. Ebenso informiert wurden diese Einwender über den Link auf der Homepage des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG, Wiesbaden), über den der endgültige HWRMP Fulda eingesehen bzw. heruntergeladen werden kann.

Ein Erörterungstermin war gem. § 14i Abs. 3 Satz 3 UVPG nicht erforderlich, da keine entsprechenden Rechtsvorschriften dies vorsehen.

Die Endfassung des HWRMP Fulda - Teil Hessen - einschließlich des dazugehörigen SUP-Umweltberichts - wurde somit zum 15.12.2010 durch das Regierungspräsidium Kassel veröffentlicht.

Es ist von Seiten des Regierungspräsidiums Kassel vorgesehen, den Kommunen und Verbänden im Planungsgebiet des HWRMP Fulda, zeitnah - voraussichtlich Anfang 2011 - zusätzlich eine Kurzfassung des HWRMP Fulda als Arbeitsgrundlage zu überreichen. Diese Kurzfassung wird neben dem Textteil des Hauptberichts auch einen beispielhaften Kartensatz und weitere Quellenangaben u. a. zum Download lokal interessanter Kartensätze und einen Hinweis auf den HWRM-Viewer enthalten.

#### **7.4 Informationsmöglichkeiten zum HWRMP Fulda über eine Internetplattform**

Ein wesentlicher Beitrag zum Datenhandling bei der Erstellung von HWRMP in Hessen resultiert aus der pilothaften Erarbeitung des HWRMP für die Fulda. Die Datenorganisation und die Bearbeitung der digitalen Daten mit einem Geographischen Informationssystem (ArcGIS 9.3 der Firma ESRI®, vgl. Kap. 6) im Projekt erfolgte in enger Abstimmung mit dem entsprechenden Fachdezernat des in Hessen für die zentrale Verwaltung wasserwirtschaftlicher Fachdaten zuständige Behörde; dem Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG, Wiesbaden).

Auf der Grundlage des zwischenzeitlich an das HLUG übergebenen GIS-Datensatzes „HWRMP Fulda“ wird zzt. im HLUG ein landesweites GIS-Projekt aufgebaut, in dem sukzessive die GIS-Ergebnisse der noch folgenden hessischen HWRMP ergänzt werden sollen. Ziel ist es, zum Abschluss der ersten Bearbeitungsphase hessischer HWRMP alle wesentlichen wasserwirtschaftlichen Fach- und Geoinformationen zentral vorzuhalten und im anschließenden Prozess des Risiko Management Circle fortschreiben bzw. wieder einspeisen zu können. Das zentrale hessische GIS-Projekt zum Hochwasserrisikomanagement versteht sich dabei als verwaltungsinterne Arbeitsplattform. Die Einbeziehung einer breiten Öffentlichkeit ist auf diesem Wege nicht möglich.

Andererseits verfügt Hessen mit dem Konzept Hessen-Viewer bzw. den auf speziellere Themen fokussierten Viewer-Anwendungen wie (u. a.) dem Wasserrahmenrichtlinien-Viewer (WRRL-Viewer) oder dem BodenViewer-Hessen über positive Erfahrungen, wie aufbauend auf GIS-Projekten Fachdaten der Umweltverwaltung der Öffentlichkeit anschaulich verfügbar gemacht werden können.

Um die umfassende Information der Öffentlichkeit und deren Beteiligung im Umsetzungszeitraum der WRRL zu ermöglichen, wurde beispielsweise mit dem WRRL-Viewer eine Lösung geschaffen, die umfangreiche Visualisierungsfunktionen zur Verfügung stellt. In diesem Zusammenhang ist auch das GeoBasis-Projekt des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUELV) zu nennen, dessen zentrales Ziel die Verwaltung und Bereitstellung der Geodaten im Geschäftsbereich des HMUELV ist. Der WRRL-Viewer nutzt u. a. die Möglichkeit des GeoBasis-Projektes, auf umfangreiche Geodaten zugreifen zu können.

Aufbauend auf den Erfahrungen und die technische Konzeption des WRRL-Viewers wird zzt. im HLUG, parallel zur Implementierung eines zentralen HWRM-GIS-Projektes, ein HWRM-Viewer erstellt. Grundlage dieses Prototyps ist u. a. wiederum das bei der Bearbeitung des HWRMP für die Fulda entstandene GIS-Projekt.

Die derzeitigen Planungen gehen davon aus, dass der Prototyp des HWRM-Viewers am Beispiel des HWRMP Fulda Ende 2010 der Öffentlichkeit vorgestellt werden kann. Verwaltungsinterne Testversionen werden deutlich früher verfügbar sein.

Für den bis zum Jahresende 2010 abzuschließenden Beteiligungsprozess im Zuge der Erstellung des ersten HWRMP für die Fulda wird der Viewer – dies ist dem zeitlichen Vorlauf als Pilotprojekt und die Fristwahrung zum 22.12.2010 geschuldet - somit noch nicht zu Verfügung stehen. Das abschließende Beteiligungskonzept (vgl. Kap. 7) berücksichtigt diesen Umstand und wird formell korrekt abgearbeitet werden.

Im weiteren Beteiligungs- und Umsetzungsprozess, nach Feststellung des ersten HWRMP für die Fulda, wird der Viewer sicherlich durch die Möglichkeit der flexiblen Betrachtung der Daten ein wertvolles Hilfsmittel im Dialog der Verwaltung mit Kommunen und sonstigen Betroffenen darstellen.

Für die nachfolgenden hessischen HWRMP wird der HWRM-Viewer bereits in frühen Beteiligungsphasen für die Öffentlichkeit zur Verfügung stehen.

Über den Realisierungsstand des HWRM-Viewer wird an anderer Stelle gezielt und aktuell berichtet werden. Gegenüber dem WRRL-Viewer wird ein modernisiertes Datenkonzept realisiert werden. Bezüglich der Funktionalitäten kann auf die bekannten Features hessischen Viewer verwiesen werden. Alle wesentlichen von der Richtlinie geforderten Bearbeitungspunkte, wie sie im GIS-Projekt enthalten sind (vgl. Kap. 6), werden als Themen ihre Entsprechung im HWRM-Viewer finden.

## 8 UMSETZUNGSSTRATEGIE UND EINBINDUNG IN DIE HOCHWASSERRISIKOMANAGEMENTPLANUNG AUF DER EBENE DER FGE WESER

Mit dem HWRMP Fulda (Teil Hessen) liegt ein mit den betroffenen hessischen Gebietskörperschaften und den Anrainer-Bundesländern abgestimmtes Planwerk für ein bedeutendes Teileinzugsgebiet der FGE Weser vor.

Über das Pilotprojekt HWRMP Fulda konnten methodische und inhaltliche Vorgaben für die Erarbeitung weiterer HWRMP in Hessen gemacht sowie Anregungen im Umsetzungsprozess auf Flussgebietsebene gegeben werden.

Die Arbeitsschritte zur Umsetzung der HWRM-RL in der Flussgebietseinheit Weser, wie sie sich aus dem WHG ergeben, werden von der „Arbeitsgruppe Hochwasserschutz“ der Flussgebietsgemeinschaft (FGG) Weser fachlich abgestimmt und koordiniert. Durch den zeitlichen Vorlauf des HWRMP Fulda konnten von hessischer Seite frühzeitig die Erfahrungen aus der Bearbeitung in die Diskussion eingespeist und so zu einer abgestimmten flussgebietsbezogenen Betrachtungsweise beigetragen werden.

Die Bearbeitung von HWRMP aus Sicht der FGG Weser orientiert sich an folgenden grundsätzlichen Eckpunkten, die auch bei der Bearbeitung des Fuldaplans konsequent Berücksichtigung fanden:

- Die Anforderungen aus dem WHG werden „1:1“ umgesetzt.
- Der Zweck der HWRM-RL bzw. die Aufgabe die daraus gemäß WHG erwächst, sind die Verdeutlichung der Hochwasserrisiken und die Verbesserung des Hochwasserschutzes, insbesondere des Risikomanagements. Die Umsetzung soll genutzt werden, um Verbesserungen der Eigenvorsorge der Kommunen und der betroffenen Bürger zu erreichen.
- Der Hochwasserschutz, bestehend aus Hochwasserflächenmanagement, technischem Hochwasserschutz und Hochwasservorsorge, stellt einen bedeutsamen Bestandteil der Daseinsvorsorge dar. Die Hochwasservorsorge, die auch den Umgang mit dem Hochwasserrisiko umfasst, war und ist eine wichtige Säule der bisherigen konzeptionellen Arbeiten (z. B. Aktionspläne, Generalpläne, Hochwasserschutzkonzepte und Hochwasserschutzpläne) in Deutschland.
- Die Umsetzung von vorhandenen konzeptionellen Arbeiten und Maßnahmen laufen auch während der Umsetzung der Anforderungen, die sich aus dem WHG ergeben, unverzögert weiter.
- Durch die fachliche Verknüpfung der HWRM-RL mit der WRRL werden im Rahmen der Möglichkeiten inhaltlich und organisatorisch Synergien genutzt, die sich insgesamt auch vorteilhaft auf die Erreichung der umweltpolitischen Ziele, insbesondere die der WRRL, auswirken und die die integrative Umsetzung eines vorbeugenden Hochwasserschutzes zum Inhalt haben. Daher werden zur Koordinierung der HWRM-RL auf Ebene der FGE Weser die vorhandenen Strukturen aus der WRRL genutzt.

Teil des hessischen Konzeptes, über ein Pilotprojekt Vorarbeit für die Umsetzung in Hessen zu leisten, war auch, für dieses Pilotgebiet Übergangsmaßnahmen nach Artikel 13 der HWRM-RL in Anspruch nehmen zu können. Hessen wird daher den vor dem 22.12.2010 (Artikel 13 (3) HWRM-RL) fertig gestellten HWRMP Fulda als HWRMP nach den Anforderungen der Richtlinie verwenden.

Das mit Fertigstellung des HWRMP Fulda (Teil Hessen) vorliegende Planwerk, einschließlich des Erläuterungsberichts, stellt innerhalb Hessens eine Angebotsplanung dar. Der Plan dient der Information der Öffentlichkeit u. a. in Bezug auf Verhaltens- und Risikoversorge sowie der Orientierung von potentiellen Maßnahmenträgern bzw. zuständigen Behörden bei Ansatzpunkten zur Verringerung des Hochwasserrisikos.

Bei der Bearbeitung des HWRMP Fulda (Teil Hessen) wurden zudem überaus umfangreiche wasserwirtschaftliche Fachdaten erarbeitet und zusammen mit den Grundlagendaten in Form eines GIS-Projektes dokumentiert. Das ArcGIS-Projekt selbst und die darauf aufbauende Web-GIS-Anwendung (HWRM-Viewer, vgl. Kap. 7.4) sind Bausteine im hessischen Umsetzungskonzept. Sie dienen als Arbeitswerkzeug für die Behörden bzw. der weitergehenden Information der Öffentlichkeit.

Dem Vorlauf des Pilotprojektes ist es geschuldet, dass Details des Umsetzungskonzeptes gemäß den WHG-Anforderungen auf der Ebene der Flussgebietseinheit Weser zum Zeitpunkt der Fertigstellung des HWRMP Fulda noch nicht abschließend feststanden bzw. weiteren Anpassungen unterworfen sein werden.

Aus jetziger Sicht könnte das Einspeisen des länderübergreifend koordinierten HWRMP Fulda (Teil Hessen) in die Berichtsebene folgendermaßen aussehen:

- Das Reporting zur HWRM-RL wird in die Organisationsstrukturen des Datenmanagements der WRRL und deren Internet-Informationsplattformen integriert.
- Für die Berichterstattung wird das Berichtsportal WasserBLICK für die Umsetzung der HWRM-RL Verwendung finden. Hintergrunddokumente werden ggf. lokal vorgehalten.
- Die Lieferung der Datenattribute zur Füllung der Datenschemata erfolgt in Analogie zur WRRL. Für den HWRMP Fulda werden die Daten durch das HLUG hochgeladen. Das Landesamt greift dabei auf das im Zuge der Projektbearbeitung angelegte GIS-Projekt zurück.
- Der Bericht zum HWRMP Fulda (Teil Hessen) dient als Hintergrundinformation bei der Erstellung der Summarytexte (Datenschemata). Diese Texte werden voraussichtlich durch die GSTW, mit Unterstützung der Länder erstellt.
- Die Berichterstattung erfolgt nach heutiger Einschätzung ausschließlich auf elektronischem Wege. Über die Summarytexte hinaus wird jedoch die Erstellung eines „A-Berichts“ für sinnvoll erachtet, daher:
- Für die Ebene der Bewirtschaftungseinheiten innerhalb der FGE Weser (evtl. „B-Berichte“: Werra, Fulda/Diemel, Weser) mindestens jedoch für die FGE Weser (voraussichtlich nur „A-Bericht“) wird ein zusammenfassender Kurzbericht erstellt. Er dient der Öffentlichkeitsarbeit und gewährleistet die Meta-Sicht auf den elektronisch vollzogenen Bericht.

- Dieser Bericht gibt organisatorische Hinweise, stellt die Bewirtschaftungseinheit vor, fasst die wesentliche Bearbeitungsmethodik zusammen und informiert über den Koordinierungs- und Abstimmungsprozess. Er gibt zudem Hinweise zu den wesentlichen Ergebnissen und den dazugehörigen Informationswegen. Der Bericht zum HWRMP Fulda ist hierbei eines von mehreren Dokumenten, die diesbezüglich ausgewertet werden können.



## 9 VERWENDETE LITERATUR UND UNTERLAGEN

- [1] Briem, E., 2003: Gewässerlandschaften der Bundesrepublik Deutschland. ATV-DVWK Arbeitsbericht, Hennef.
- [2] Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), 2010: „Empfehlungen zur Aufstellung von Hochwasserrisikomanagementplänen“, beschlossen auf der 139. LAWA-VV am 25./26. März 2010 in Dresden.
- [3] Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), 2010: Empfehlungen zur Aufstellung von Hochwassergefahren und Hochwasserrisikokarten, beschlossen auf der 139. LAWA-VV am 25./26. März 2010 in Dresden.
- [4] Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), 2010: Strategiepapier „Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft“, Bestandsaufnahme und Handlungsempfehlungen, beschlossen auf der 139. LAWA-VV am 25./26. März 2010 in Dresden.
- [5] Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), 2008: Förderprogramm des BMBF „Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse (RIMAX)“, Vorhaben: „Vorhersage und Management von Sturzfluten in urbanen Gebieten (URBAS)“, Ereignis-Datenbank: <http://www.urbanesturzfluten.de/>.
- [6] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), 2006: Hochwasserschutzfibel - Bauliche Schutz- und Vorsorgemaßnahmen in hochwassergefährdeten Gebieten, Berlin.
- [7] Europäische Union, 2000: Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (WRRL), Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 22.12.2000, L 327/1.
- [8] Europäische Union, 2007: Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken (HWRM-RL), Amtsblatt der Europäischen Union vom 6.11.2007, L 288 27-34).
- [9] Flussgebietsgemeinschaft (FGG) Weser, 2001: Aktionsplan vorsorgender Hochwasserschutz Weser, Hildesheim.
- [10] Flussgebietsgemeinschaft (FGG) Weser, 2006: Hochwasserschutzplan Weser, Hildesheim.
- [11] Flussgebietsgemeinschaft (FGG) Weser, 2009: Bewirtschaftungsplan für die Flussgebietseinheit Weser (nach § 36b WHG), Hildesheim.
- [12] Flussgebietsgemeinschaft (FGG) Weser, 2009: HWRM-RL (RL 2007/60/EG) – Umsetzungskonzept in der Flussgebietseinheit Weser, Stand: 15.12.2009, unveröffentlicht, Hildesheim.

- [13] Flussgebietsgemeinschaft (FGG) Weser, 2009: Maßnahmenprogramm 2009 für die Flussgebietseinheit Weser (nach § 36b WHG), Hildesheim.
- [14] Hennegriff (LUBW), Leeb (StMUG BY), Merz (LfU, BY), Moser (RP Stuttgart), Schernikau (MUVF RLP), 2010: Überflutungen aus Oberflächenabfluss – Kriterien zur vorläufigen Bewertung des Hochwasserrisikos im Süden Deutschlands. Abgestimmtes Arbeitspapier der Länder Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz, unveröffentlicht.
- [15] Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation (HLBG), 2007-2008: Überlassung von Daten des Landes Hessen für die Erstellung des HWRMP Fulda, unveröffentlicht.
- [16] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG), 2007-2009: Überlassung von Daten des Landes Hessen für die Erstellung des HWRMP Fulda, unveröffentlicht.
- [17] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG), 2009: Internetpräsentation aktueller Informationen zu Wasserständen und Niederschlägen in Hessen, [www.hlug.de/medien/wasser/hochwasser/index.htm](http://www.hlug.de/medien/wasser/hochwasser/index.htm).
- [18] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG), 2009: Jahresbericht 2008 des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, Kap. W3 – Regionalisierung von Hochwasserkennwerten für Hessen, S. 43-50.
- [19] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG), 2009: Umweltatlas Hessen, 2009, Wiesbaden.
- [20] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG), 2010: Dokumentation und Auswertung von Hochwasserereignissen in Hessen, unveröffentlicht.
- [21] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG), 2010: Interner Erfahrungsbericht aus dem Testbetrieb 2009/10 des Wasserhaushaltsmodells Hessen „LARSIM“, unveröffentlicht.
- [22] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG), 2010: Internetpräsentation der Abfluss- und Wasserstandsvorhersagen aus dem Wasserhaushaltsmodell LARSIM, <http://hochwasservorhersage.hlug.de/>.
- [23] Hessisches Ministerium für Landwirtschaft und Forsten (HMLF), 1964: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda, Wiesbaden.
- [24] Hessisches Ministerium für Landwirtschaft und Forsten (HMLF), 1968: Ausbau der Schwalm, Wiesbaden.
- [25] Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUELV), 2009: Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Hessen, Bewirtschaftungsplan Hessen 2009-2015, 1. Auflage 2009, Wiesbaden.
- [26] Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUELV), 2009: Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Hessen, Maßnahmenprogramm 2009-2015, 1. Auflage 2009, Wiesbaden.

- [27] Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (HMULV), 2007: Abschlussbericht zum INTERREG III B Programm der Europäischen Union, „Umweltverträglicher Hochwasserschutz für die Einzugsgebiete von Fulda und Diemel“, Wiesbaden.
- [28] Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (HMULV), 2007: Landesaktionsplan Hochwasserschutz Hessen, 1. Auflage, November 2007, Wiesbaden.
- [29] Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (HMULV), 2007: Klimaschutzkonzept Hessen 2012, Wiesbaden.
- [30] Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten (HMULF), 1999: Neue Wege im Hochwasserschutz, Wiesbaden.
- [31] Hessisches Statistisches Landesamt (HSL), 2009: Hessische Gemeindestatistik 2008, Wiesbaden.
- [32] Hessisches Wassergesetz (HWG), 2010: Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts in Hessen in der Fassung der Bekanntmachung vom 6. Mai 2005 (GVBl. I 2005, 305, zuletzt geändert durch Gesetz vom 4. März 2010 (GVBl. I, S. 85).
- [33] Hydrogeologie GmbH Ingenieurgesellschaft für Wasser - Boden - Umwelt (HGN), 2007: Retentionskataster Hessen (RKH), Erstellung einer landesweiten Übersicht der Hochwasser-Schadenspotenziale auf der Basis der Daten des Projektes Retentionskataster Hessen (RKH), Nordhausen.
- [34] Hydrogeologie GmbH Ingenieurgesellschaft für Wasser - Boden - Umwelt (HGN), 1999: Retentionskataster Hessen (RKH), Die niederschlagsgebietsweise Erfassung der natürlichen Retentionsräume in Hessen - Ein Überblick, Nordhausen.
- [35] Hydrogeologie GmbH Ingenieurgesellschaft für Wasser - Boden - Umwelt (HGN), 1996-2008: Retentionskataster Hessen (RKH), Berichte zu den Flussgebieten Fulda, Eder, Schwalm, Haune und Losse, Nordhausen.
- [36] Kreil, Pletsch, Regierungspräsidium Kassel, Dezernat 31.2, 1995: Fotodokumentation des Hochwassers am 24.01.1995 und 31.01.1995 in der Fulda, unveröffentlicht.
- [37] Landesamt für Denkmalpflege Hessen, 2010: Welterbe der UNESCO in Hessen, Internetpräsenz: [www.denkmalpflege-hessen.de](http://www.denkmalpflege-hessen.de).
- [38] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV), 2008: Mehr Leben für die Eder, Die Fließgewässer und das Grundwasser im Edergebiet - Zustand, Ursachen von Belastungen und Maßnahmen, Düsseldorf.
- [39] Musall, M., Stelzer, C., Theobald, S. und F. Nestmann, 2006: Numerische Modelle bei der wasserbaulichen Planung, Wasserwirtschaft 9/2006, S. 20-25.

- [40] Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), 2009: Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch (DGJ) 2006, Weser- und Emsgebiet.
- [41] Oberle, P., Theobald, S. und F. Nestmann, 2000: „GIS-gestützte Hochwassermodellierung am Beispiel des Neckars“, Wasserwirtschaft 7-8/2000, S. 368–373.
- [42] Regierungspräsidium Kassel, Dezernat Oberirdische Gewässer und Hochwasserschutz, 2009: Auszug aus der zentralen Hochwasserdienstordnung für das Einzugsgebiet der Weser, unveröffentlicht.
- [43] Regierungspräsidium Kassel, Dezernat Oberirdische Gewässer und Hochwasserschutz, 2010: Auswertung des Katasters der vorhandenen und potentiellen Retentionsräume (RKH) im hessischen Einzugsgebiet der Fulda, unveröffentlicht.
- [44] Regierungspräsidium Kassel, Dezernat Oberirdische Gewässer und Hochwasserschutz: Dokumentation von Hochwasserereignissen im Einzugsgebiet der Fulda, unveröffentlicht.
- [45] Röttcher, K., 2001: Hochwasserschutz für kleine Einzugsgebiete im Mittelgebirge am Beispiel der Bauna, Kasseler Wasserbau-Mitteilungen, Heft 11/2001, Herkules Verlag, Kassel.
- [46] Staatsanzeiger für das Land Hessen, 2008: StAnz 2008 Nr. 49 S. 3128 f und 3130 ff.
- [47] Theobald, S., Oberle, P. und F. Nestmann, 2004: Simulationswerkzeuge für das operationelle Hochwassermanagement, Wasserwirtschaft 12/2004, S. 23-28.
- [48] Tönsmann, F. und Koch, M., 2000: River Flood Defence, Kasseler Wasserbau-Mitteilungen, Heft 9/2000, Herkules Verlag Kassel, Kassel.
- [49] Tönsmann, F., 1993: Hochwasserschutz im Lossetal – Vergleichende Umweltverträglichkeitsuntersuchung, Forschungsberichte und Materialien, Band 1/1993, Herkules Verlag, Kassel.
- [50] Universität Kassel, Fachgebiet Wasserbau und Wasserwirtschaft, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Theobald, 2009: Hinweise zur Erstellung von Hochwasserrisikomanagementplänen in Hessen, Regierungspräsidium Darmstadt, Dezernat 41.2, unveröffentlicht, Darmstadt.
- [51] Universität Kassel, Fachgebiet Wasserbau und Wasserwirtschaft, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Theobald, 2009: Unterlagen zur Vorlesung Flussgebiets- und Hochwassermanagement, unveröffentlicht.
- [52] Universität Kassel, Fachgebiet Wasserbau und Wasserwirtschaft, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Theobald, 2010: Dokumentation der Gewässerbegehungen im Zuge der Erstellung des HWRMP Fulda, unveröffentlicht.
- [53] Wasser- und Schifffahrtsamt Hann. Münden, 2004: Untersuchungen zur Bewirtschaftung der Edertalsperre, Studie der BfG im Auftrag des WSA Hann. Münden, unveröffentlicht.

- 
- [54] Wasser- und Schifffahrtsamt Hann. Münden, 2009: Internetpräsenz des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hann. Münden, <http://www.wsa-hmue.wsv.de>, 12.03.2009.
- [55] Wasser- und Schifffahrtsamt Hann. Münden, 2010: Ermittlung der Bemessungsabflüsse BHQ1 und BHQ2 nach DIN 19700 für die Edertalsperre, Studie der BfG im Auftrag des WSA Hann. Münden, unveröffentlicht.
- [56] Wasserhaushaltsgesetz (WHG), 2009: Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I, S. 2986, zuletzt geändert durch Gesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I, S. 2585)).