

# Themen

T 1/2012

## Schadensanalysen und Projektbewertung im Hochwasserrisikomanagement

Juli 2012





# **Schadensanalysen und Projektbewertung im Hochwasserrisikomanagement**

Juli 2012



Herausgabe und Vertrieb:  
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.  
Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef · Deutschland  
Tel.: +49 2242 872-333 · Fax: +49 2242 872-100  
E-Mail: [info@dwa.de](mailto:info@dwa.de) · Internet: [www.dwa.de](http://www.dwa.de)

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasser- und Abfallwirtschaft ein. Als politisch und wirtschaftlich unabhängige Organisation arbeitet sie fachlich auf den Gebieten Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall und Bodenschutz.

In Europa ist die DWA die mitgliederstärkste Vereinigung auf diesem Gebiet und nimmt durch ihre fachliche Kompetenz bezüglich Regelsetzung, Bildung und Information sowohl der Fachleute als auch der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein. Die rund 14 000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

## Impressum

### Herausgeber und Vertrieb:

DWA Deutsche Vereinigung für  
Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.  
Theodor-Heuss-Allee 17  
53773 Hennef, Deutschland  
Tel.: +49 2242 872-333  
Fax: +49 2242 872-100  
E-Mail: [info@dwa.de](mailto:info@dwa.de)  
Internet: [www.dwa.de](http://www.dwa.de)

### Satz:

DWA

### Druck:

Druckhaus Köthen

### ISBN:

978-3-942964-44-9

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef 2012

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Publikation darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Digitalisierung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen werden.

## Vorwort

Die Arbeit an dem im August 2008 veröffentlichten DWA-Themenband „Arbeitshilfe Hochwasserschadensinformationen“ und die vielerlei Diskussionen über Details der Hochwasserschadensabschätzungen haben den Mitgliedern der DWA-Arbeitsgruppe HW-4.4 „Hochwasserschäden“ deutlich vor Augen geführt, welche **Informationsdefizite** und **Verständnisprobleme** selbst im engsten Expertenkreise die praktische Anwendung erschweren.

Den Mitarbeitern in den Ingenieurbüros und in den für den Hochwasserschutz zuständigen Einrichtungen „draußen vor Ort“ bleiben vielerlei Hintergrundinformationen über den – fortgeschrittenen – Stand der Hochwasserschadensabschätzungen und deren Anwendungsmöglichkeiten schlichtweg undurchschaubar.

Der DWA-Themenband von 2008 konnte das wesentlich notwendige Hintergrundwissen betreffend insbesondere die

- Beschaffung und Bereitstellung von Daten und Informationen über Hochwasserschäden
- deren Nutzung im Rahmen von Hochwasserschutzplanungen und
- deren Aufbereitung für Wirkungsabschätzungen von Vorsorgemaßnahmen

nur überblicksartig systematisch vermitteln und generelle Empfehlungen für eine durchgängig **gute Praxis** herausarbeiten.

So bleibt es weiteren DWA-Veröffentlichungen überlassen, mehr Licht ins Dunkel zu bringen und den Praktikern zu helfen, sich besser zurechtzufinden.

Ein Baustein dafür wird mit dem hier vorliegenden DWA-Themenband vorgelegt: Er dient speziell dazu, die Zusammenhänge zwischen Hochwasser-Schadensanalysen einerseits und Projektbewertungen für Hochwasservorsorgemaßnahmen im Sinne des neuen LAWA-Hochwasserrisikomanagement-Zyklus andererseits herauszuarbeiten sowie zum dritten auch die Bedeutung der beiden grundlegenden Arbeitsbereiche für ein wahrhaft Integriertes Hochwasserrisikomanagement zu betonen.

Dies erfolgt Schritt für Schritt zunächst anhand einer Reihe theoretisch-methodischer Beiträge und wird dann in wesentlichen Aspekten anhand von Praxisbeispielen exemplifiziert, welche aus Sicht der DWA-Arbeitsgruppe HW-4.4 „Hochwasserschäden“ den heutigen, fortgeschrittenen Stand der Analyse- und Bewertungstechniken repräsentieren und somit als **gute Praxisbeispiele** zur Nachahmung empfohlen werden.

Die Grundlagen für den vorliegenden DWA-Themenband wurden im Rahmen der Vorbereitung eines gleichnamigen Seminars erarbeitet, welches am 21.09.2010 in Hannover abgehalten wurde. Der enorme Zuspruch hat die Beteiligten bewogen, diese Inhalte auch einem größeren Interessentenkreis verfügbar zu machen.

Für die zügige Erarbeitung der Beiträge, die aktive Beteiligung bei der Erstellung des Manuskripts und vielerlei Hinweise dazu sei an dieser Stelle allen Beteiligten herzlich gedankt; das gilt explizit auch für Mit- und Zuarbeiten etlicher weiterer Personen, deren Namen unter den Beitragsüberschriften nicht mehr erscheinen, da nur die Hauptautoren der hier verarbeiteten Textfassungen aufgeführt sind.

Für Fragen und Anregungen steht die DWA-Arbeitsgruppe HW-4.4 „Hochwasserschäden“ stets gerne zur Verfügung.

Dr. Walter Pflügner

München, im April 2012

## Verfasser

Der Themenband wurde von der DWA-Arbeitsgruppe HW-4.4 „Hochwasserschäden“ im Fachausschuss HW-4 „Hochwasservorsorge“ erarbeitet. Dieser DWA-Arbeitsgruppe gehören folgende Mitglieder an:

HENNEGRIFF, Wolfgang	Karlsruhe
KRON, Andreas	Dr.-Ing., Karlsruhe
KUTSCHERA, Gesa	Dr.-Ing., Aachen
MAIWALD, Holger	Dr.-Ing., Weimar
MÜLLER, Meike	Dipl.-Geoökol., Düsseldorf
MÜLLER, Uwe	Dr.-Ing., Dresden (Stellv. Sprecher der DWA-Arbeitsgruppe)
NAUMANN, Thomas	Dr.-Ing., Dresden
PFLÜGNER, Walter	Dr. rer. pol., München (Sprecher der DWA-Arbeitsgruppe)
RUBÍN, Carlos	Dipl.-Ing., Aachen
SCHMIDTKE, Reinhard F.	Prof. Dr.-Ing., Planegg – Martinsried
SCHWARZ, Jochen	Dr.-Ing., Bauhaus-Universität Weimar/EDAC, Weimar
SZENASSY, Klaudia	Dipl.-Betriebsw. (FH), Mittweida
ZEISLER, Peter	Dipl.-Ing., Wiesbaden

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

BARION, Dirk	Dipl.-Geogr., Hennef Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft
--------------	--

## Inhalt

<b>Vorwort</b>	.....	<b>3</b>
<b>Verfasser</b>	.....	<b>4</b>
<b>Bilderverzeichnis</b>	.....	<b>8</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	.....	<b>10</b>
<b>Inhaltsübersicht</b>	.....	<b>11</b>
<b>1 Schadensanalysen und Projektbewertungen im Integrierten Hochwasserrisikomanagement</b>	.....	<b>14</b>
1.1	Einleitung .....	14
1.2	Risiko .....	15
1.3	Risikokultur .....	16
1.4	Integriertes Hochwasserrisikomanagement .....	17
1.5	Hochwasserschäden .....	18
1.6	Bedarf an Schadensinformationen, Schadensanalysen und Projektbewertungen in den Phasen des Integrierten Hochwasserrisikomanagements .....	20
1.7	Gesetzliche Grundlagen zur Verwendung von Schadens(potenzial)informationen .....	22
Literatur	.....	23
<b>2 Projektbewertungen: Aufgaben, Bedeutung und Funktionen auf der Projektebene</b>	.....	<b>24</b>
2.1	Grundsätzliches .....	24
2.2	Ziele der Projektbewertung .....	25
2.3	Verfahrensaufbau, Verfahrensablauf .....	26
2.4	Verfahrensdurchführung .....	27
2.5	Systematik der Bewertungsverfahren .....	28
2.6	Bewertungsgegenstände und Projektziele .....	29
2.6.1	Grundlagen .....	29
2.6.2	Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Projekten in der Wasserwirtschaft .....	29
2.6.3	Bewertung der Umweltverträglichkeit von Projekten .....	31
2.6.4	Bewertung der Sozialverträglichkeit von Projekten .....	31
2.6.5	Bewertung in den drei Hauptzielbereichen: ein unbefriedigendes Zwischenergebnis .....	32
2.6.6	Die Praxis auf dem Weg zur „Guten Praxis“ .....	32
2.7	Nutzen und Funktionen der Projektbewertung .....	32
Literatur	.....	33
<b>3 Projektbewertung: Kernelement im Gestaltungsprozess des Integrierten Hochwasserrisikomanagements</b>	.....	<b>34</b>
3.1	Einleitung .....	34
3.2	Makrostruktur und Grundprinzipien .....	34
3.3	Gefahren- und Schadenspotenziale im „Ohne-Fall“ .....	35
3.4	Projektbewertungen für infrastrukturelle Hochwasserschutzmaßnahmen .....	36
3.5	Multikriterielle Beurteilungen auf der Basis des Nachhaltigkeitsprinzips .....	40
3.5.1	Grundgedanke der Aufstellung von Teilbilanzen .....	40
3.5.2	Zusammenführung der Teilbilanzen .....	40
3.5.3	Alternativenvergleich und Auswahl der optimalen Lösung .....	42
3.6	Verbleibende Gefährdungen und Eigenvorsorge .....	42
Literatur	.....	43

<b>4</b>	<b>Empfehlungen und Arbeitshilfen zur Vergabe, Begleitung und Kontrolle von Projektbewertungen....</b>	<b>44</b>
4.1	Einleitung .....	44
4.2	Ausschreibungsgrundsätze .....	44
4.2.1	Verwendungszweck von Projektbewertungen .....	44
4.2.2	Vergabeunterlagen.....	45
4.3	Aufgabenstellung .....	45
4.3.1	Umfang der Aufgabenstellung.....	45
4.3.2	Arbeitsmethodik.....	45
4.3.3	Unterlagen- und Datenbereitstellung sowie Datenbeschaffung .....	46
4.3.4	Meilensteine und Abstimmungstermine .....	48
4.3.5	Erstellung des Leistungsverzeichnisses.....	48
4.3.6	Qualifikationsanforderungen an den Auftragnehmer .....	49
4.4	Angebotswertung .....	49
4.5	Begleitung, Prüfung und Abnahme .....	51
4.6	10-Punkte-Empfehlung für Auftraggeber.....	51
Literatur	.....	53
<b>5</b>	<b>Hochwasserschadensinformationen und Schadensbeziehungen: Grundsätzliche Anmerkungen....</b>	<b>54</b>
5.1	Hochwasserschadensinformationen: Was ist darunter zu verstehen? .....	54
5.2	Schadensfunktionen: spezielle Elemente aus dem Gesamtumfang an Hochwasserschadensinformationen .....	58
5.3	Grundlegendes zu Schadensbeziehungen.....	60
Literatur	.....	63
<b>6</b>	<b>Entwicklung analytischer Schadensfunktionen und deren Einsatz in der Projektbewertung .....</b>	<b>64</b>
6.1	Einleitung .....	64
6.2	Abschätzung von Hochwasserschäden an Gebäuden.....	64
6.2.1	Schadensbilder und Schadensmechanismen an Gebäuden.....	64
6.2.2	Methodik zur Entwicklung analytischer Schadensfunktionen.....	66
6.3	Pilotanwendungen im Untersuchungsgebiet Pirna .....	71
6.3.1	Flächenidentifizierung und Gebäudetypologie .....	71
6.3.2	Ergebnisse für Wohngebäude.....	73
6.3.3	Ergebnisse für charakteristische Nichtwohngebäude und Gewerbenutzungen .....	75
6.4	Zusammenfassung und Ausblick .....	77
Literatur	.....	78
<b>7</b>	<b>Neue Ansätze zur ingenieurmäßigen Bewertung der Verletzbarkeit von Bauwerken .....</b>	<b>80</b>
7.1	Veranlassung.....	80
7.2	Berechnungsablauf der entwickelten Methodik.....	81
7.3	Datenbasis.....	82
7.3.1	Bauwerksaufnahmen.....	82
7.3.2	Schadensdaten .....	83
7.3.2.1	Datensatz 1 .....	83
7.3.2.2	Datensatz 2 .....	83
7.3.2.3	Datensatz 3 .....	84
7.4	Klassifikation von Hochwasserschäden.....	84
7.4.1	Schadensursachen und Einflussfaktoren .....	84
7.4.2	Charakteristische Schadensbilder.....	85
7.4.3	Definition von Schadensgraden.....	86
7.4.4	Anwendungsbeispiele.....	87

7.5	Einführung von Verletzbarkeitsklassen.....	89
7.6	Prognose von Schadensgraden mit Verletzbarkeitsfunktionen .....	92
7.6.1	Eigenschaften und Ableitung der Verletzbarkeitsfunktionen .....	92
7.6.2	Verletzbarkeitsfunktionen bei alleiniger Berücksichtigung der Überflutungshöhe (SVF Typ 1) .....	93
7.6.3	Verletzbarkeitsfunktionen für die Berücksichtigung der Überflutungshöhe und der Fließgeschwindigkeit (SVF Typ 2) .....	94
7.7	Verlustermittlung .....	96
7.8	Szenarien und Validierung.....	98
7.9	Zusammenfassung und Ausblick .....	100
Literatur	.....	101
<b>8</b>	<b>Hochwasserschadenserhebungen und deren Einsatz in der Projektbewertung, dargestellt am Beispiel des Pilotprojekts Pirna .....</b>	<b>104</b>
8.1	Einleitung .....	104
8.1.1	Aufgabe.....	104
8.1.2	Projektgebiet.....	104
8.1.3	Hochwasserschutzkonzept .....	104
8.2	Untersuchungsmethodik .....	106
8.2.1	Grundlagen .....	106
8.2.2	Grundlegende Vorgehensweise .....	107
8.2.3	Wasserstand-Schadensbeziehungen der Gebäude .....	108
8.2.4	Inventarschäden.....	108
8.2.5	Wertschöpfungsverluste .....	108
8.2.6	Sonstige Schadenspotenziale .....	108
8.3	Schadensberechnung .....	109
8.4	Nutzen-Kosten-Untersuchung.....	110
8.4.1	Teilbilanz 1 .....	110
8.4.2	Teilbilanz 2 .....	112
8.5	Ergebnisse.....	113
Literatur	.....	114
<b>9</b>	<b>Projektbewertung für ein Hochwasserschutzprojekt der Stadt Greifswald auf der Basis von Was-wäre-Wenn-Erhebungen und empirisch abgeleiteten Schadensbeziehungen .....</b>	<b>115</b>
9.1	Veranlassung und Aufgabenstellung .....	115
9.2	Erfassung und Klassifizierung betroffener Gebäude .....	116
9.3	Schadenserhebung und Ableitung von Wasserstand-Schadensbeziehungen .....	117
9.4	Berechnung von Hochwasserschäden.....	118
9.5	Berechnung der Erwartungswerte und Kosten-Nutzen-Vergleich .....	121
Literatur	.....	122
<b>10</b>	<b>Ein System zur automatisierten Abschätzung von Hochwasserschadenspotenzialen.....</b>	<b>123</b>
10.1	Einführung: Auftrag und Ziele des Vorhabens.....	123
10.1.1	Zieldefinition .....	123
10.1.2	Grundlagen .....	124
10.1.3	Abgrenzungen.....	124
10.2	Hochwassergefahrenkarten (HWGK): Bearbeitungsstand am Beispiel Baden-Württemberg.....	125
10.3	Eingangsdaten für die Schadenspotenzialabschätzung.....	126
10.3.1	Geodaten .....	126
10.3.2	Hydrologische Eingangsdaten .....	127
10.3.3	Hydraulische Eingangsdaten .....	127



10.3.4	Realnutzungen .....	128
10.3.5	Spezifische Werte für Baden-Württemberg.....	129
10.4	GIS-technische Umsetzung.....	129
10.4.1	Schnittstelle: Hydraulische Daten .....	130
10.4.2	Schnittstelle: Liegenschaftskataster .....	130
10.4.3	Automatische Zuweisung der Überflutungshöhen .....	131
10.5	Weitere Projektziele .....	132
Literatur	.....	132
<b>11</b>	<b>Fazit und Diskussionspunkte.....</b>	<b>133</b>
11.1	Seminar Teilnehmer.....	133
11.2	Diskussionspunkte.....	133
11.3	Quintessenz der Beiträge .....	136
Ausblick	.....	137
<b>Daten der Hauptverfasser</b>	.....	<b>138</b>

## Bilderverzeichnis

Bild 1:	Anzahl Naturkatastrophen 1980 bis 2010 .....	14
Bild 2:	Risiko als Resultat der Interaktion von Gefährdung und Vulnerabilität.....	15
Bild 3:	Kreislauf Hochwasserrisikomanagement .....	18
Bild 4:	Einteilung von Hochwasserschäden .....	19
Bild 5:	Verteilung der Hochwasserschäden der Bundesrepublik Deutschland vom August 2002 in Sachsen und Bayern auf Strukturbereiche .....	21
Bild 6:	Gesellschaftlicher Zielrahmen zur Bewertung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen.....	25
Bild 7:	Generelle Schritte eines jeden Planungs- und Entscheidungsprozesses .....	26
Bild 8:	Grundlegende Verfahrensschritte zur analytischen Bewertung von Hochwasserwirkungen .....	27
Bild 9:	Systematik der Bewertungsverfahren .....	28
Bild 10:	LAWA-Materialien für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen .....	30
Bild 11:	Makrostruktur des Hochwasserrisikomanagements.....	35
Bild 12:	Ablaufschema der Schadensanalyse .....	55
Bild 13:	WER die Nutzer von HWSI sind .....	56
Bild 14:	WELCHE HWSI es gibt .....	57
Bild 15:	WOFÜR HWSI benötigt werden .....	58
Bild 16:	Differenzierungsmerkmale für Schadensbeziehungen .....	60
Bild 17:	Charakteristische Schadenstypen infolge von Hochwassereinwirkungen.....	65
Bild 18:	Übersicht eines Repräsentanten des Gebäudetyps MRG 3, Untersuchungsgebiet Pirna .....	67
Bild 19:	Überflutungsstufen zur 'synthetischen Flutung' charakteristischer Wohngebäude.....	68
Bild 20:	Auszug aus einem Leistungsverzeichnis zur Kalkulation von Wiederherstellungskosten .....	69
Bild 21:	Synthetische Schadensfunktionen für einen Wohngebäude-Repräsentanten des Gebäudetyps MRG 3.....	69
Bild 22:	Methodik zur Ermittlung der Schadensintensität durch hydrodynamische Hochwassereinwirkungen .....	70
Bild 23:	Mehrdimensionale Schadensbeziehungen für einen Repräsentanten des Gebäudetyps ME3; relative Wiederherstellungskosten in Abhängigkeit von der Fließgeschwindigkeit und der Fließtiefe .....	71
Bild 24:	Arbeitsschritte der Flächenidentifizierung im Untersuchungsgebiet .....	72
Bild 25:	Gebäudetypologie des Untersuchungsgebiets Pirna mit den Abgrenzungsmerkmalen „Bebauungsart“ und „Baualterstufe“ .....	73
Bild 26:	Schadensfunktionen für verschiedene Repräsentanten des Gebäudetyps MRG 3; Funktionen umfassen jeweils die Substanzschäden an den Gebäuden .....	74

Bild 27:	Wasserstand-Schaden-Beziehungen für zwei charakteristische Repräsentanten von Nichtwohngebäuden; differenziert nach Baukonstruktion, Gebäudetechnik und Inventar .....	75
Bild 28:	Wasserstand-Schaden-Beziehungen zweier Gewerbe; aufgeteilt nach Gebäudehülle und Inventar .....	77
Bild 29:	Verteilung der Schäden in Sachsen nach dem Hochwasser 2002 .....	80
Bild 30:	Ablaufschema der mikroskaligen Vorgehensweise unter Anwendung der Schadensfunktionen SDF Typ 1 ....	81
Bild 31:	Ablaufschema der mikroskaligen Vorgehensweise unter Anwendung der Schadensfunktionen SDF Typ 2 .....	82
Bild 32:	Untersuchungsgebiete in Sachsen .....	82
Bild 33:	Regionale Verteilung der Datenbasis aus den durchgeführten Befragungen.....	83
Bild 34:	Regionale Verteilung der Datenbasis aus den Schadensgutachten der Sächsischen Aufbaubank (SAB)....	84
Bild 35:	Verteilung von Schadensgraden in Abhängigkeit von der Überflutungshöhe.....	89
Bild 36:	Abgrenzung von Bereichen der Verletzbarkeit .....	90
Bild 37:	Mittlere Schadensgrade $D_m$ und zugehörige Verletzbarkeitsfunktion für Mauerwerksbauten .....	93
Bild 38:	Verletzbarkeitsfunktionen (SVF Typ 1a) in Abhängigkeit von der Überflutungshöhe $h_{EG}$ .....	94
Bild 39:	Verletzbarkeitsfunktionen (SVF Typ 1b) in Abhängigkeit von der Überflutungshöhe $h_{EG}$ .....	94
Bild 40:	Verletzbarkeitsfunktionen in Abhängigkeit von der spezifischen Energiehöhe $H$ .....	96
Bild 41:	Schadensfunktionen SDF Typ 1a.....	97
Bild 42:	Schadensfunktionen SDF Typ 1b.....	97
Bild 43:	Schadensfunktionen SDF Typ 2.....	98
Bild 44:	Berechnete mittlere Schadensgrade $MD_m$ in den ATKIS-Nutzungsflächen des Untersuchungsgebietes Grimma.....	99
Bild 45:	Mittlerer Verlust in den ATKIS-Nutzungsflächen des Untersuchungsgebietes Döbeln.....	99
Bild 46:	Mittlerer Verlust in den ATKIS-Nutzungsflächen des Untersuchungsgebietes Eilenburg.....	100
Bild 47:	Vergleich der berechneten und gemeldeten Schäden in den Untersuchungsgebieten.....	100
Bild 48:	Kernstadtbereich Pirna mit Überflutungen beim $HQ_{100}$ .....	105
Bild 49:	Ausbaualternativen der Vorplanung.....	106
Bild 50:	Vorgehensweise bei der Ermittlung der monetarisierbaren Vermögensschäden in Pirna.....	107
Bild 51:	Vorgehensweise in HWSCalc.....	109
Bild 52:	Hochwasserschäden je Variante und Jährlichkeit .....	110
Bild 53:	Überschwemmungsgebiet bei BHW (2,90 m ü. HN) mit Wassertiefen sowie Überschwemmungsgrenze bei 4,0 m ü. HN.....	115
Bild 54:	Übersicht über die Wohngebäudetypen mit Bildbeispielen aus Greifswald.....	116
Bild 55:	Wasserstand-Schaden-Beziehungen für Gebäudeschäden für den Wohngebäudetyp C-EFH-oK, differenziert nach der Baukonstruktion .....	118
Bild 56:	Ermittlung der potenziellen Hochwasserschäden am Gebäude und Keller in Abhängigkeit vom Wasserstand [m ü. Erdgeschossfußbodenoberkante bzw. m über Kellerboden].....	119
Bild 57:	Schadenswahrscheinlichkeit für das Basisszenario .....	120
Bild 58:	Analyseverfahren zur Ermittlung von Hochwasserschadenspotenzialen .....	124
Bild 59:	Gewässernetz HWGK Baden-Württemberg.....	125
Bild 60:	Umsetzungsmöglichkeiten der Methodik in eine Anwendung .....	130
Bild 61:	Zuweisung der Überflutungshöhe .....	131

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Unterschied zwischen Sicherheits- und Risikodenken.....	16
Tabelle 2:	Ablaufschema zur nutzen-kosten-analytischen Bewertung von Hochwasserschutzmaßnahmen in 16 Arbeitsschritten .....	37
Tabelle 3:	Komponenten und Wertungen in den Teilbilanzen.....	41
Tabelle 4:	Zusammenführung der Teilbilanzen .....	41
Tabelle 5:	Ablaufschema zur nutzen-kosten-analytischen Bewertung von Hochwasserschutzmaßnahmen in 16 Arbeitsschritten .....	46
Tabelle 6:	Datenbereitstellung durch den AG/Datenbeschaffung durch den AN – Checkliste, Auszug aus der Arbeitshilfe der Landestalsperrerverwaltung Sachsen (LTV) .....	47
Tabelle 7:	Katalog von Meilensteinen (M) bei der Durchführung von Projektbewertungen .....	48
Tabelle 8:	Ausschnitt aus einem Angebots-LV .....	50
Tabelle 9:	Formblatt zur Begleitung und laufenden Prüfung beauftragter Projektbewertungen – Auszug aus der Arbeitshilfe der Landestalsperrerverwaltung Sachsen .....	52
Tabelle 10:	Unterscheidungsmerkmale der Pilotanwendungen.....	62
Tabelle 11:	Einordnung der schadensrelevanten Parameter.....	85
Tabelle 12:	Beobachtete Schadensbilder infolge Hochwassereinwirkung und Klassifikationskriterien .....	86
Tabelle 13:	Definition von Schadensgraden unter Hochwassereinwirkung .....	87
Tabelle 14:	Zuordnung der Schadensgrade $D_i$ zu Schadensfällen; Beispiele vom Hochwasser 2002 in Sachsen .....	88
Tabelle 15:	Einordnung der Bauweisen in Verletzbarkeitsklassen und Kennzeichnung der Streubereiche .....	91
Tabelle 16:	Übersicht über die Typen der Verletzbarkeitsfunktionen SVF .....	92
Tabelle 17:	Hochwasserintensitäten.....	95
Tabelle 18:	Übersicht über die Typen der Schadensfunktionen SDF .....	97
Tabelle 19:	Projektnutzen (Zeitwerte) .....	111
Tabelle 20:	Investitionskosten IK, Reinvestitionskosten IKR und laufende Kosten LK der verschiedenen Varianten .....	111
Tabelle 21:	Projektkostenbarwerte (PKBW), Kapitalwerte (KW) und Nutzen-Kosten-Verhältnisse (NKV) der verschiedenen Varianten auf der Basis der Zeitwerte .....	112

## Inhaltsübersicht

Der vorliegende Themenband ist aus den Beiträgen des im September 2010 in Hannover durchgeführten DWA-Seminars „Schadensanalysen und Projektbewertungen im Hochwasserrisikomanagement“ entstanden. Ziel des Seminars, welches sich einerseits an Entscheidungsträger auf der Ebene der Länder und Kommunen, also die Auftraggeberseite, und andererseits an Ingenieure und Planer aus der Praxis sowie Mitarbeiter von Forschungseinrichtungen, also die Auftragnehmerseite, richtete, war die Darstellung der heute zur Verfügung stehenden Vorgehensweisen zur Projektbewertung von Hochwasservorsorgemaßnahmen im Sinne des neuen LAWA-HWRM-Zyklus, um qualitativ hochwertige Planungen und Entscheidungsgrundlagen zu entwickeln, sowie deren Einordnung ins Hochwasserrisikomanagement.

In Deutschland werden jedes Jahr hunderte wasserwirtschaftliche Projekte geplant und ausgeführt. Durch die Umsetzung der Europäischen Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (EG-HWRM-RL) kommen in Zukunft weitere hinzu. Vor diesem Hintergrund erscheint es den Mitgliedern der DWA-Arbeitsgruppe HW 4.4 „Hochwasserschäden“ sinnvoll, ergänzend zu dem im August 2008 erschienenen **DWA-Themenband „Arbeitshilfe Hochwasserschadensinformationen“** den „guten Stand der Technik“ darzulegen sowie Anregungen und Beispiele zur Erarbeitung individueller Lösungen für jede einzelne Fragestellung im Rahmen der Projektbewertung zu geben. Mit diesem „Handwerkszeug“ soll den Auftraggebern die klare und umfassende Beschreibung der zu erbringenden Leistungen in Zukunft erleichtert werden, sodass die Auftragnehmer ein qualifiziertes und auf dem aktuellen Stand der Praxis basierendes Angebot erarbeiten bzw. nach Beauftragung auch eine angemessene Leistung erbringen können.

Der Themenband ist in die drei inhaltlichen Blöcke „Grundlagen der Schadensanalyse und Projektbewertung“ (Abschnitt 1 bis 4), „Hochwasserschadensinformationen“ (Abschnitt 5 bis 7) und „Empfehlungen und Beispiele aus der Praxis“ (Abschnitt 8 bis 10) gegliedert.

Im **ersten Themenblock** stehen die Erläuterungen der Grundbegriffe im Sprachgebrauch der Arbeitsgruppe, die Einordnung der Thematik in den Gesamtzusammenhang des Integrierten Hochwasserrisikomanagements und die darauf abgestellte detaillierte Darlegung der Vorgehensweise bei der Projektbewertung bautechnischer Infrastrukturmaßnahmen im Vordergrund.

Die zentrale Aussage des **Abschnittes 1** besteht darin, dass – unabhängig von den in Abschnitt 1.4 definierten Phasen des Risikokreislaufes – das Ziel des Integrierten Hochwasserrisikomanagements die größtmögliche Reduzierung des Risikos unter Beteiligung aller Betroffenen und Akteure auf allen Ebenen ist. Da per Definition Risiko das Produkt aus der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Ereignisses und dem daraus resultierenden Schaden ist, ist das Bemühen um Schadensreduzierung der wesentliche Teil des Managementkreislaufs. Entsprechend sind Schadenserhebungen nach Hochwasserereignissen, Schadensanalysen, die Bestimmung der Schadenspotenziale und darauf aufbauende umfassende Projektbewertungen erforderlich.

Da an vielen Stellen in dieser Veröffentlichung das Schadenspotenzial erwähnt wird, soll an dieser Stelle erläutert werden, was die DWA-Arbeitsgruppe HW-4.4 darunter versteht: Als Schadenspotenzial werden allgemein die vorhandenen Werte in einem abgegrenzten Untersuchungsraum bezeichnet, die potenziell von einem definierten Schadensereignis (z. B. ein Naturereignis wie Hochwasser, Tsunami, Erdbeben aber auch ein anderes Ereignis wie ein Atomunfall, Terroranschlag etc.) betroffen werden können und als schadensanfällig anzusehen sind. Über den tatsächlich zu erwartenden Schaden ist damit noch nichts Eindeutiges ausgesagt.

Das Schadenspotenzial stellt vielmehr den oberen Grenzwert der möglichen Schäden als Basis für die Abschätzung von zu erwartenden Schäden in Abhängigkeit von den Ereignischarakteristika (Intensität, Dauer, räumliche Ausdehnung usw.) dar. Insofern stellt das maximale Schadenspotenzial den größtmöglichen Schaden unter den schlechtesten denkbaren, jedoch noch realistischen, Bedingungen dar. Dies ist nicht zwangsläufig ein Totalschaden aller Risikoelemente, somit auch nicht die Summe aller im Betrachtungsraum überhaupt vorhandenen Werte.

Von einem Schadensereignis können Personen, Sachwerte (Wohngebäude, Nicht-Wohngebäude, Infrastrukturanlagen und -Einrichtungen, Kraftfahrzeuge etc.), Naturgüter (Tierpopulation, Naturschutzgebiete etc.) und kulturelle Werte betroffen sein, aber auch soziale und wirtschaftliche Aktivitäten, deren Beeinträchtigung mitunter auch als sekundäres oder indirektes Schadenspotenzial bezeichnet wird (vgl. Bild 4). Je nach Schadensart wird das Schadenspotenzial in unterschiedlichen Einheiten ausgedrückt, beispielsweise in der Anzahl der betroffenen/gefährdeten Personen oder in Geldgrößen, wobei schwer quantifizierbare Werte, wie etwa das Kulturerbe, in qualitativen Größen (bspw. hoch, mittel, niedrig) angegeben werden können.

Zur Bestimmung des Schadenspotenzials ist zunächst eine Gefahrenanalyse durchzuführen, bei der man exakt beschriebene und eindeutig verständliche Szenarien mit Annahmen über Ereignischarakteristika und Schadensprozesse im Untersuchungsraum zugrunde legt. Darauf aufbauend lassen sich dann durch Einsatz geeigneter Modelle, wie beispielsweise der sogenannten Was-wäre-Wenn-Untersuchungen, Aussagen über den möglichen bzw. wahrscheinlichsten Schadensumfang ermitteln.

Der Begriff des Schadenspotenzials darf also nicht verwechselt werden mit dem Schaden bei einem einzelnen Ereignis und auch nicht mit dem Schadenserwartungswert (dem mittleren jährlichen Schaden als Integral über dem Wiederkehrintervall aller ereignisbezogenen Schäden bis zum Extremereignis).

In **Abschnitt 2** werden Aufgaben, Bedeutung und Funktionen von Projektbewertungen auf der Projektebene sowie die Ziele, die Systematik und der Verfahrensablauf erläutert. Durch die gesetzliche Verankerung der Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen in Form des Wirtschaftlichkeitsgebotes (§ 6 Haushaltsgrundsätzegesetz, § 2 Haushaltsrechts-Fortentwicklungsgesetz) und verschiedene Materialien der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) ist der Grundstein für eine „gute Praxis“ gelegt. Die konsequente Anwendung und qualitätsgesicherte Umsetzung ist jedoch noch nicht bei allen wasserwirtschaftlichen Fragestellungen erkennbar. Hier ist die Praxis gefordert, die Defizite zu verringern. Denn heute wird zwar recht viel über Bürgerbeteiligung und, angesichts des 10-jährigen Jubiläums der Aarhus-Konvention, auch über bessere Bürgerinformation nachgedacht. Die wichtigsten Grundlagen dafür, nämlich fundierte Informationen über ein Projekt und seine Wirkungen, werden jedoch vergleichsweise selten angesprochen.

**Abschnitt 3** geht von dem im Integrierten Hochwasserrisikomanagement durch die Projektbewertung bautechnischer Infrastruktur benötigten Informationsbedarf aus und zeigt in praxisgerechter Form auf, wie dieser verfahrenstechnisch abzudecken ist. Die Vorgehensweise zur Durchführung dieser Bewertungen wird in **16 Arbeitsschritten** detailliert erläutert. Die Aufstellung von zwei Teilbilanzen gewährleistet die konsequente Umsetzung des Nachhaltigkeitsprinzips und überwindet damit die methodische Schwäche der bisherigen allein auf einen ökonomischen Effizienznachweis ausgerichteten Praxis. Für die Gesamtbewertung einer Alternative und die Auswahl der vorteilhaftesten Lösung kommt als neues Element die Trade-Off-Analyse zum Einsatz. Die gesamtgesellschaftliche Vorteilhaftigkeit einer Maßnahme ist dann erreicht, wenn die Zielgewinne die Zielverzichtse zumind. kompensieren.

Der **zweite Themenblock** behandelt wesentliche Grundlagen der rationalen Abwicklung von Projekten und die verschiedenen Vorgehensweisen zur Erfassung von Hochwasserschadensinformationen.

**Abschnitt 4** beinhaltet Empfehlungen und Arbeitshilfen zur Vergabe, Begleitung und Kontrolle von Projektbewertungen. Es wird insbesondere die Auftraggeberseite angesprochen. Behandelt werden alle einschlägigen Fragen, beginnend mit der Vorbereitung der Vergabe und den dabei zu erstellenden detaillierten Unterlagen über Vorgaben und Leistungen sowie den Qualifikationsanforderungen an die Bieter, die Angebotswertung, aber auch die notwendige Begleitung der Durchführung und die formale und inhaltliche Kontrolle der Zwischen- und Endergebnisse. Die Ausführungen werden in einer „10-Punkte-Empfehlung für Auftraggeber“ zusammengefasst.

Während in **Abschnitt 5** die Differenzierung und Erarbeitung von Hochwasserschadensinformationen und die Vorgehensweise bei der Ableitung von Schadensfunktionen im Allgemeinen sowie die Einflussfaktoren (Einwirkung und Widerstand), welche die Schadensfunktionen prägen, erläutert werden, werden in **Abschnitt 6 und 7** die synthetische und analytische Ermittlung von Schadensfunktionen anhand konkreter Pilotstudien dargelegt.

Am Beispiel des Untersuchungsgebietes Pirna wird die Vorgehensweise bei der „synthetischen“ Abschätzung von Hochwasserschäden, bei welcher repräsentative Gebäude innerhalb des Untersuchungsgebiets stufenweise „geflutet“ werden, dargestellt (**Abschnitt 6**). Nach der Beurteilung des zu erwartenden Schadenstyps (Feuchteschaden, statische Schäden infolge dynamischer Belastung, Kontaminationsschäden) werden geeignete Instandsetzungstechniken und die damit verbundenen Kosten ermittelt, die dann für die Aufstellung der Schadensfunktionen herangezogen werden.

Ein grundsätzlich anderer Ansatz, der auf der Erhebung von Hochwasserschadensinformationen in verschiedenen Flussgebieten nach dem Hochwasserereignis im August 2002 in Sachsen und Bayern basiert, wird in **Abschnitt 7** präsentiert. Bei diesem werden beobachtete Bauwerksschäden in fünf Schadensgrade überführt, die von leichten Durchfeuchtungsschäden bis zum Einsturz der Gebäude reichen. Anschließend werden sie unter Berücksichtigung der Bauweise in Verletzbarkeitsklassen eingeteilt und abschließend für diese spezifische Schadensfunktionen aufgestellt.

Die drei **Abschnitte des dritten Themenblocks** sind den Beispielen aus der Praxis gewidmet.

Eine Ergänzung bzw. Weiterführung der in Abschnitt 6 entwickelten synthetischen Schadensfunktionen wird in **Abschnitt 8** behandelt, welches sich auf dasselbe Pilotgebiet bezieht. Dieses Projekt wurde nach der in Abschnitt 3 dargelegten Methodik bearbeitet, so dass an diesem Beispiel gut nachzuvollziehen ist, wie die vorgeschlagene Vorgehensweise praktisch anzuwenden ist. Mit Hilfe der entwickelten, in Abschnitt 6 beschriebenen, Schadensfunktionen wurden unterschiedliche Alternativen (Hochwasserschutzmaßnahmen), die im Rahmen des Projektes untersucht wurden, bewertet. Zur Bewertung der Effizienz verschiedener Alternativen wurde ebenfalls das Instrumentarium der Nutzen-Kosten-Untersuchung in Form der in Abschnitt 3 dargelegten Methodik herangezogen soweit sie sich bei diesem Projekt sinnvoll einsetzen ließ.

Eine weitere Vorgehensweise bei der Ermittlung von Hochwasserschadensbeziehungen wird anhand eines Hochwasserschutzprojektes in der Stadt Greifswald auf der Basis von „Was-wäre-Wenn“-Erhebungen von empirisch abgeleiteten Schadensbeziehungen vorgestellt (**Abschnitt 9**). Beauftragt war hier die Untersuchung der Wirtschaftlichkeit eines geplanten neuen Sperrwerks, so dass sich die Arbeiten auf die Ermittlung der monetären Nutzen und Kosten und damit der Kennzahlen für die Wirtschaftlichkeit konzentrierten. Als Grundlage dafür wurden anhand repräsentativer Gebäudetypen mit Hilfe von Ortsbegehungen und basierend auf Schadenserhebungsbögen die örtlich spezifischen Schadensbeziehungen aufgestellt. Diese berücksichtigen sowohl Gebäude- als auch Hausratsschäden und Schäden an/auf Außenanlagen. Im Rahmen der Studie sind verschiedene Hochwasserschutzszenarien untersucht und durch Kosten-Nutzen-Berechnungen überprüft worden.

Bei der in **Abschnitt 10** vorgestellten Methodik und DV-Anwendung handelt es sich um eine Umsetzung der bislang entwickelten Vorgehensweisen zur Schadensabschätzung bzw. zur Analyse von Schadensminderungen in eine weitgehend DV-gestützte Analyse auf unterschiedlichen Skalen, z. B. auf kommunaler Ebene, aber auch auf Landesebene, wobei in die entwickelte Methodik die oben beschriebenen Verfahren eingearbeitet sind. Durch die Verwendung bestehender Informationen wie der Hochwassergefahrenkarten, der Landesstatistik usw. kann der Aufwand für Schadensanalysen minimiert und eine Konzentration auf das Wesentliche erreicht werden. Die Schadenspotenziale werden für die verschiedenen ALK-Nutzungen (Nutzungsklassifikation im Amtlichen Liegenschaftskataster) anhand aggregierter Schadensfunktionen und auf der Basis von aktuellen ALK-Flächennutzungsdaten ermittelt. Die DV-Unterstützung soll hinreichen bis zu konkreten Hinweisen an die Bearbeiter, wo weitergehende Untersuchungen zur Fundierung ansetzen sollten. Der Prototyp mit seinen Analysemöglichkeiten wurde auf den DWA-GIS/GDI-Tagen im Februar 2012 in Kassel präsentiert.

Den **Abschluss** dieses Themenbandes bilden die Zusammenfassung der wesentlichen **Diskussionspunkte**, die im Rahmen des DWA-Seminars zur Sprache gekommen sind, und ein Fazit daraus.

## 1 Schadensanalysen und Projektbewertungen im Integrierten Hochwasserrisikomanagement

Uwe Müller

### 1.1 Einleitung

In diesem Abschnitt soll die Bedeutung von Schadensanalysen und Informationen zu Schadenspotenzialen im Integrierten Hochwasserrisikomanagement dargelegt werden. Diese grundlegenden Informationen werden leider im Hochwasserrisikomanagement noch nicht immer hinreichend genug betrachtet. Jedermann sollte aber bewusst sein, dass Hochwasserschadensinformationen für folgende Zwecke benötigt werden [1.11]:

- Hauptzwecke der Hochwasserschadensinformationen nach [1.2]:
  - Informationsquelle
  - Entscheidungsgrundlage (z. B. Projektbewertungen, Versicherungen)
  - Planungs- und Arbeitsgrundlage (nicht nur für Wasserwirtschaft)
  - Grundlage für planerische Festsetzungen (z. B. Gefahrenzonen)
  - Planungs- und Arbeitsgrundlage für Gefahrenabwehr und Katastrophenschutz

Die folgenden Fakten sollen zeigen, dass die Schadensereignisse infolge von Naturkatastrophen und eben auch Hochwassern eine steigende Tendenz haben.

Pro Jahr sind weltweit rund 200 Millionen Menschen durch 500 bis 700 Naturkatastrophen betroffen, wobei durchschnittlich 80.000 Menschen sterben und (Versicherungs-)Schäden in Höhe von ca. 100 Milliarden US-Dollar entstehen [1.12]. Die jährlichen Schadenssummen verteilen sich vorrangig auf Asien, Amerika und Europa. Bei den anderen Kontinenten, wie z. B. Afrika, sind auch aufgrund ihres geringeren Schadenspotenzials bzw. geringerer Versicherungsdeckung die Schadenssummen nicht so hoch. Sowohl in den Industrie- als auch in den Entwicklungsländern steigt das Risiko durch Naturgefahren infolge der ständigen Weiterentwicklung und Bedürfniszuwächse der Gesellschaft an (siehe Bild 1). Die hydrologischen Ereignisse machen ca. 39 % der jährlichen Naturkatastrophen aus und bewirken ca. 9 % der Schäden und 3 % der Todesopfer [1.12].

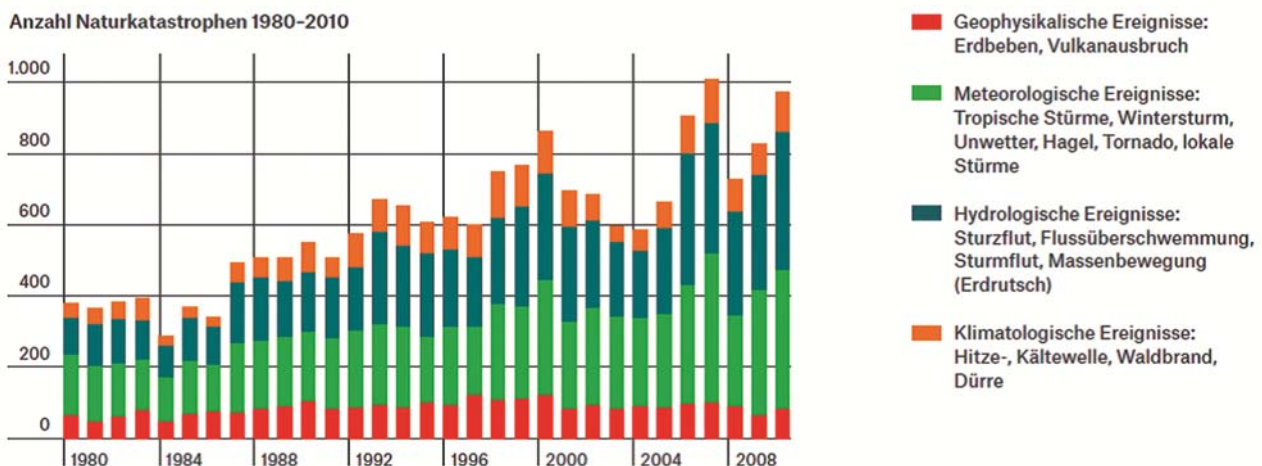


Bild 1: Anzahl Naturkatastrophen 1980 bis 2010 [1.12]

Der Umgang mit diesen Risiken ist allerdings sehr unterschiedlich. In den Entwicklungsländern beschränkt man sich in der Regel auf den Wiederaufbau nach den Katastrophen. In den Industrieländern geht man meist schon weiter und errichtet noch technische Schutzmaßnahmen, die auch präventiven Charakter tragen. Für Europa lässt sich feststellen, dass meist ein hoher Stand an technischen Schutzmaßnahmen erreicht ist [1.11]. Laut [1.16] gab es bis vor kurzem praktisch noch keine