

Wojciech Sowa

HOCHWASSERSCHUTZ

Vermeidung von Schäden
durch mobile Schutzsysteme

EINE TECHNO-ÖKONOMISCHE ANALYSE

Wojciech Sowa

Hochwasserschutz: Vermeidung von Schäden durch mobile Schutzsysteme

Eine techno-ökonomische Analyse

ISBN: 978-3-8366-3412-0

Herstellung: Diplomica® Verlag GmbH, Hamburg, 2010

Covermotiv: © Steve Cukrov - Fotolia.com

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden und der Verlag, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

© Diplomica Verlag GmbH

<http://www.diplomica-verlag.de>, Hamburg 2010

INHALTSVERZEICHNIS

1.	EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG	1
2.	DAS PHÄNOMEN HOCHWASSER	3
2.1	Hochwasser – ein Naturereignis	3
2.2	Der Mensch und das Hochwasser	4
2.3	Hochwasser – Definitionen	7
2.4	Hochwasser – Qualifikation	8
2.5	Hochwasser – Kenngrößen und Einwirkungsparameter	9
2.6	Arten von Hochwasserereignissen	11
2.61	Sturzfluten	11
2.62	Lokale Überschwemmungen aus Starkniederschlägen	11
2.63	Flussüberschwemmungen nach flächenhaften Starkregen	11
2.64	Flussüberschwemmungen nach Dauerregen	12
2.65	Taufluten	13
2.66	Sonstige Hochwasserarten	13
3.	HOCHWASSER – URSACHEN UND EINFLUSSFAKTOREN	14
3.1	Natürliche Einflussfaktoren	15
3.11	Die Niederschläge	15
3.12	Das Einzugsgebiet	17
3.13	Sonstige Wetter- und Klimaverhältnisse	19
3.14	Die Wasserspeichermedien	21
3.141	Bewuchs	21
3.142	Bodenbeschaffenheit	24
3.143	Geländeform	25
3.144	Gewässernetz	27
3.2	Anthropogene Einflussfaktoren	28
3.21	Landnutzung und Bodenbewirtschaftung	29
3.22	Versiegelung und Bebauung	31
3.23	Gewässerausbau	34
3.24	Verlust von natürlichen Retentionsflächen / Wellenüberlagerung	36
3.25	Klimaänderungen	36
3.251	Treibhauseffekt	37
3.252	Mögliche Änderungen der Wasserhaushaltskomponenten	38
3.253	Mögliche Folgen von Klimaänderungen für die Hochwasserentstehung	40

4.	HOCHWASSERSCHÄDEN	41
4.1	Hochwasser – Gefahrenarten	41
4.11	Statische Überschwemmung	41
4.12	Dynamische Überschwemmung	42
4.13	Ufererosion	43
4.14	Grundwasseranstieg	44
4.15	Murgang	45
4.2	Schadenpotenzial	46
4.21	Schadenpotenzial - Definition	47
4.22	Gefahrenbewusstsein	48
4.221	Gefahrenkarten	49
4.222	Gefahrenzonenpläne	49
4.223	Raumplanung	51
4.3	Gründe für die Zunahme der Hochwasserschäden	53
5.	HOCHWASSERSCHUTZ – ALLGEMEIN	55
5.1	Schutzziele	56
5.2	Passiver Hochwasserschutz und Verbesserung des natürlichen Retentionsvermögens	57
5.21	Rückverlegung von Deichen und Renaturierung der Gewässer	59
5.22	Wasserrückhalt auf der Fläche	60
5.221	Maßnahmen im Freiraum zum dezentralen Wasserrückhalt	60
5.222	Maßnahmen im Siedlungsbereich zum dezentralen Wasserrückhalt	61
5.3	Technischer Hochwasserschutz	64
5.31	Hochwasserschutz durch Deiche und Schutzdämme	65
5.32	Hochwasserschutz durch Mauern	68
5.33	Hochwasserschutz durch Polder	70
5.34	Hochwasserrückhaltebecken und Talsperren	72
5.35	Mobiler Hochwasserschutz	72
5.36	Schutz vor Kanalisationswasser	74
5.4	Schutzstrategien bei Gebäuden - Objektschutz	78
5.5	Weitergehende Hochwasservorsorge	84
5.51	Verhaltensvorsorge	84
5.6	Maßnahmenwirkung in hochwassergefährdeten Gebieten	85
6.	HOCHWASSERSCHUTZ - VERWENDETE MATERIALIEN	87
6.1	Beton	87
6.11	Eigenschaften	87
6.12	Einsatzbereiche im Hochwasserschutz	87

6.2	Bitumen	88
6.21	Eigenschaften	88
6.22	Einsatzbereiche im Hochwasserschutz	88
6.3	Aluminium	88
6.31	Eigenschaften	88
6.32	Einsatzbereiche im Hochwasserschutz	89
6.4	Stahl	89
6.41	Eigenschaften	89
6.42	Einsatzbereiche im Hochwasserschutz	90
6.5	Kunststoffe	91
6.51	Eigenschaften	91
6.52	Einsatzbereiche im Hochwasserschutz	91
6.6	Glas	92
6.61	Eigenschaften	92
6.62	Einsatzbereiche im Hochwasserschutz	92
6.7	Holz	93
6.71	Eigenschaften	93
6.72	Einsatzbereiche im Hochwasserschutz	93
7.	MOBILER HOCHWASSERSCHUTZ	94
7.1	Definitionen / Einteilung	94
7.2	Planmäßige HWS-Systeme	95
7.21	Einsatzbereiche	97
7.22	Auslegung	98
7.221	Freibord und Überströmbarkeit	98
7.222	Konstruktionshöhe	99
7.223	Bereitstellungszeit	100
7.224	Konstruktion und Anordnung	102
7.3	Ortsungebundene HWS-Systeme	103
7.31	Einsatzrandbedingungen	105
7.32	Systemübersicht	107
7.321	Sandsäcke und Tandemsandsäcke	107
7.322	Einfache Tafelsysteme und Betonkörper	111
7.323	Stellwandsysteme	111
7.324	Offene Behältersysteme	113
7.325	Geschlossene Behältersysteme	115
7.326	Die unplanmäßigen mobilen Hochwasserschutzsysteme – zusammenfassende Systemtypenübersicht	119
7.33	Logistik	121
7.34	Risiko	121

8.	PLANMÄSSIGER MOBILER HOCHWASSERSCHUTZ – SYSTEMÜBERSICHT	122
8.1	Damm Balken / Dammtafelsysteme	122
8.2	Torsysteme	129
8.3	Klappbare Systeme	130
8.4	Aufschwimbare Systeme	131
8.5	Aufschwimbare, klappbare Systeme	133
8.6	Schlauchwehrsysteme	135
8.7	Glaswandsysteme	137
8.8	Kosten	140
8.9	Planmäßiger mobiler Hochwasserschutz – zusammenfassende Darstellung	142
9.	ZUSAMMENFASSUNG	144
10.	LITERATURVERZEICHNIS	147
10.1	Bücher und Studien	147
10.2	Skripten	148
10.3	Gesetze, Normen, Nachschlagewerke	148
10.4	Internet	148
10.41	Quellen	148
10.42	Portale	153

I. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Hochwasserereignisse gehören zu den häufigsten und teuersten Naturkatastrophen. Große Überschwemmungen haben allein in den Neunzigerjahren des zwanzigsten Jahrhunderts volkswirtschaftliche Schäden von über 200 Mrd. US\$ verursacht. Die Hochwasserereignisse des Jahres 2002 forderten neben ungeheurem menschlichem Leid, Schäden von über 20 Mrd. Euro in ganz Europa. Nur 3,4 Mrd. Euro davon waren versichert. Neben Stürmen sind Überschwemmungen die häufigste Ursache für Schäden aus Naturereignissen. Weltweit sind rund ein Drittel aller Schadensereignisse und ein Drittel der volkswirtschaftlichen Schäden auf die Folgen von Hochwasser zurückzuführen. In den Fünfzigerjahren des vergangenen Jahrhunderts gab es nur sechs große Überschwemmungskatastrophen. In den Neunzigerjahren waren es schon 26.¹

Oft werden wir mit Berichten und TV-Bildern von Hochwasserereignissen aus aller Welt konfrontiert. Sie erinnern uns daran, dass wir Naturereignisse nicht kontrollieren können. Durch die Klimaänderung und menschliches Handeln kommt es immer öfter zu Hochwasserereignissen, und diese werden auch immer katastrophaler.²

Es heißt „Nach der Flut ist vor der Flut.“³ Es ist eigentlich nur eine Frage der Zeit, wann das nächste Hochwasser kommt. Deshalb müssen wir auf das nächste Hochwasserereignis vorbereitet sein.

Vor allem kurz nach großen Hochwasserkatastrophen, wie beispielsweise das Auguthochwasser 2002 wird der Ruf nach Verbesserung und Ausbau bestehender, bzw. Errichtung neuer Hochwasserschutzanlagen laut. Zu den besonders kritischen Bereichen, die geschützt werden sollen, zählen die dicht besiedelten und genutzten Uferzonen in Innenstädten oder Industriegebieten. Hier kommt es zu einer Akkumulation von wertvollen Gütern und Werten. Stationäre Hochwasserschutzsysteme wie Deiche oder Mauern benötigen jedoch viel Raum. Zusätzlich kollidieren sie mit anderen Interessen wie Tourismus, Landschaftsbild und Ästhetik während der meist hochwasserfreien Zeit. Die mobilen Hochwasserschutzsysteme bieten eine Lösung dieses Dilemmas an.⁴

¹ Münchner Rück: Schadentrends bei Überschwemmungen, <http://www.munichre.com>, vom 07.11.2006

² KURIER: <http://www.kurier.at>, vom 07.06.2007

³ Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz: Schutz vor Hochwasser in Bayern, Strategie und Beispiele, München 2005, http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfw_was_00290.htm, vom 09.08.2007, S. 2

⁴ KÖNGETER, J.: Mobiler Hochwasserschutz – Generallösung oder Kinderspiel?, 14. Wasserbauseminar an der Universität Essen, Essen 2002, <http://www.uni-essen.de/wasserbau/docs/Langfassung%20Koengeter21-02-02.pdf>, vom 29.11.2004, S. 1

In dieser Studie werden die bekannten mobilen Hochwasserschutzsysteme näher untersucht und beschrieben. Ein besonderes Augenmerk wird den Systemen des planmäßigen mobilen Hochwasserschutzes gewidmet.

2. DAS PHÄNOMEN HOCHWASSER

2.1 Hochwasser – ein Naturereignis

Hochwasser ist ein Naturereignis. Es kommt in der Natur in regelmäßigen Abständen vor. Die Wassermenge in Bächen und Flüssen ändert sich stetig im Laufe des Jahres. Sie ist vom Zufluss und den Niederschlägen im Einzugsgebiet abhängig.⁵ Ein Hochwasser, das in regelmäßigen Abständen auftritt, ist sogar die Voraussetzung für den Lebensraum und die Artenvielfalt intakter Fließgewässer.⁶ Hochwasser treten fast immer und überall auf. Sie gehören zum guten Ton der hydrologischen Welt. Hochwasser sind sogar unabdingbare Voraussetzungen für bestimmte natürliche Vorgänge der belebten und unbelebten Welt.⁷

Ein Wesensmerkmal natürlicher Fließgewässer ist Veränderung und Dynamik, wie wechselnde Wasserstände und wiederkehrende Hochwasserschübe. Durch die Kraft des strömenden Wassers werden die Flusstäler und Auen geformt. Das Wasser bewirkt eine ständige Umlagerung des Flussbettes, was eine äußerlich sichtbare Veränderung der Gewässerläufe und ihrer Auen im Laufe der Zeit bedeutet. Die ständigen Laufveränderungen sind genauso typisch für Flüsse und Bäche, wie das Steigen und Fallen der Wasserstände. Deshalb braucht ein natürlicher Fluss Raum, den so genannten Dynamikraum, um diese Veränderungen zu ermöglichen. Diese Tatsache ist aber kaum noch in unserem Bewusstsein verankert, da die Flüsse in Mitteleuropa schon seit langem begradigt und gebändigt sind. Sie durchfließen in der Regel nur noch einen Bruchteil ihres ursprünglichen Flussbettes.⁸

Auch wenn sich das natürliche System nicht wieder regeneriert, sondern anhaltend oder nachhaltig geschädigt bleibt, muss das als völlig natürlich angesehen werden.⁹ "Die Natur kennt keine Katastrophen, Katastrophen kennt allein der Mensch, sofern er sie überlebt." (Max Frisch).¹⁰

Die Natur kennt zwar extreme Hochwasser, aber keine exzessiven. Für die Natur ist diese Unterscheidung, beziehungsweise Abgrenzung völlig bedeutungslos. Die Größe

⁵ GRAW, M.: Hochwasser – Naturereignis oder Menschenwerk?, hrsg. Vereinigung Deutscher Gewässerschutz, Bonn 2003, S. 5

⁶ GRAW, M.: Hochwasser – Naturereignis oder Menschenwerk?, hrsg. Vereinigung Deutscher Gewässerschutz, Bonn 2003, S. 4

⁷ KLEEBERG, H.-B.: Extreme Hochwasser – Ursachen und Einflüsse, in: 25. IWASA Internationales Wasserbau-Symposium Aachen 1994/95: Hochwasser – Naturereignis oder Menschenwerk, Mainz 1997, S. 92

⁸ GRAW, M.: Hochwasser – Naturereignis oder Menschenwerk?, hrsg. Vereinigung Deutscher Gewässerschutz, Bonn 2003, S. 5 f

⁹ KLEEBERG, H.-B.: Extreme Hochwasser – Ursachen und Einflüsse, in: 25. IWASA Internationales Wasserbau-Symposium Aachen 1994/95: Hochwasser – Naturereignis oder Menschenwerk, Mainz 1997, S. 92

¹⁰ Münchner Rück: Schadentrends bei Überschwemmungen, <http://www.munichre.com>, vom 07.11.2006

eines Ereignisses ist genauso unbedeutend wie seine Seltenheit. Wir sollen die Natur nicht vor natürlichen Ereignissen schützen. Die Probleme fangen aber dann an, wenn der Mensch und seine wirtschaftlichen Aktivitäten, und seine materiellen Güter vom Hochwasser bedroht oder beschädigt werden.¹¹

2.2 Der Mensch und das Hochwasser

Hochwasser gab es schon immer. Berichte historischer Hochwasser und Hochwassermarken weisen darauf hin, wie weit die Überschwemmungen reichten. Durch wasserbauliche Eingriffe, intensive Bebauung und Nutzung in unmittelbarer Nähe der Flüsse, sowie im Einzugsgebiet, haben die Menschen die Hochwasserbedrohung deutlich verschärft.¹²



Abb. 1: Hochwassermarken am Schloss Pillnitz bei Dresden

Quelle: Wikipedia: <http://de.wikipedia.org/wiki/Hochwasser>, vom 27.06.2005

¹¹ KLEEBERG, H.-B.: Extreme Hochwasser – Ursachen und Einflüsse, in: 25. IWASA Internationales Wasserbau-Symposium Aachen 1994/95: Hochwasser – Naturereignis oder Menschenwerk, Mainz 1997, S. 92

¹² MANTHE-ROMBERG, B.: Hochwasserschäden, ihre Ursachen und Auswirkungen, in: VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung: Schutz der Technischen Gebäudeausrüstung vor Hochwasser, Düsseldorf 2004, S. 1

Seit den frühesten Zeiten wurden die Wohnstätten der Menschen an den Ufern der Flüsse errichtet.¹³ Die wichtigsten Handelswege Mitteleuropas lagen entlang der Flüsse.¹⁴ Am Euphrat und Tigris, am Indus und am Nil, am Yangtse und am Huang-Ho entstanden die ältesten Hochkulturen. Durch die Ablagerungen dieser Flüsse wurden die Ebenen geschaffen, auf denen vergleichsweise einfach Landwirtschaft betrieben und Städte gebaut werden konnten. Die reichliche Wasserführung dieser Flüsse sicherte den Menschen die Ernte, die in diesen Gebieten immer durch Trockenzeit gefährdet war. Flüsse waren auch Transportwege, auf denen man mit geringerem Aufwand große Mengen an Gütern bewegen konnte. Diese Transportwege waren auch eine der Voraussetzungen für die Entstehung von Städten.¹⁵

Der wichtigste Baustoff und Energieträger der damaligen Zeit war Holz. Holz lies sich auf Flüssen sehr leicht transportieren. Flößereien wurden bis weit in die Bäche hinauf betrieben. Baumstämme aus dem Schwarzwald und den Auwäldern des Oberrheins wurden auf dem Rhein bis nach Rotterdam getrieben. Überall gab es Wassermühlen, die nicht nur der Getreideverarbeitung, sondern bis zur Erfindung der Dampfmaschine, ganz allgemein der Energieerzeugung dienten. Hammerwerke, Sägemühlen und Schleifereien wurden vom Wasser angetrieben. Gerbereien und Papiermühlen, die für die Produktions- und Verarbeitungsprozesse große Mengen Wasser brauchten, entstanden in der Nähe von Flüssen. In der frühen Neuzeit waren die Menschen mit dem Anwachsen der Bevölkerung darauf angewiesen, die fruchtbaren Flussauen als Ackerland und Weidefläche zu erschließen. Auwälder wurden zu wertvollen Holzlieferanten.¹⁶

¹³ PLATE, E.: Einführung: „Naturkatastrophe“ Hochwasser, in: IMMENDORF, R. (Hrsg.): Hochwasser - Natur im Überfluß?, Heidelberg 1997, S. 1

¹⁴ GRAW, M.: Hochwasser – Naturereignis oder Menschenwerk?, hrsg. Vereinigung Deutscher Gewässerschutz, Bonn 2003, S. 27

¹⁵ PLATE, E.: Einführung: „Naturkatastrophe“ Hochwasser, in: IMMENDORF, R. (Hrsg.): Hochwasser - Natur im Überfluß?, Heidelberg 1997, S. 1

¹⁶ GRAW, M.: Hochwasser – Naturereignis oder Menschenwerk?, hrsg. Vereinigung Deutscher Gewässerschutz, Bonn 2003, S. 27

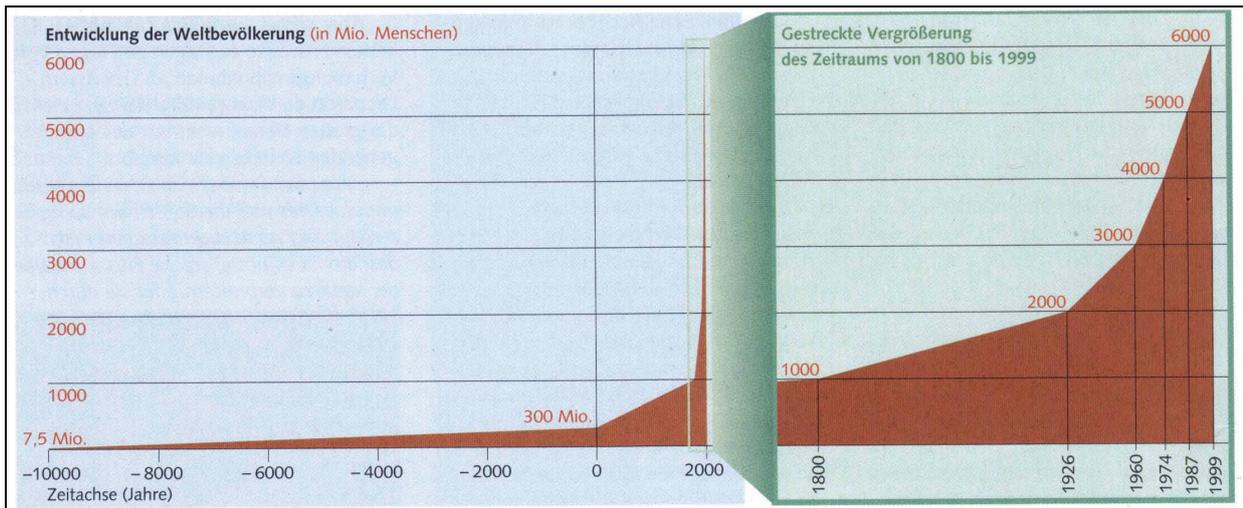


Abb. 2: Entwicklung der Weltbevölkerung (in Mio. Menschen)

Quelle: Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (Hrsg.): Wildbäche – Faszination und Gefahr, München 2002, S. 24

Der Preis, den man für die Nutzung der Flusstäler bezahlen musste, waren die Zerstörungen durch Hochwasser. Diese sind in unregelmäßigen Abständen nach Schneeschmelzen oder Niederschlägen eingetreten. Die Folgen für die Menschen damals waren allerdings weitaus katastrophaler als heute. Es gab kaum Schutzmaßnahmen und keine Hochwasserwarnungen. Die Menschen an den großen Flüssen lebten in ständiger Gefahr. „Hochwasser wurden als unvermeidliche Schicksalsschläge hingenommen, wie Kriege, Feuersbrünste, Seuchen oder Hungersnöte.“¹⁷

Die Menschen empfanden sie als Strafe Gottes. Die Chroniken berichten von einem extremen Sommerhochwasser des Rheins aus dem Jahr 1342: „Die Schleusen des Himmels waren offen, und es fiel Regen auf Erde wie im 600. Jahre vor Noahs Leben.“¹⁸ Der Wasserstand im Mainzer Dom soll damals „einem Manne bis zum Gürtel“¹⁹ gereicht haben, ein Phänomen, das man seit Beginn der regelmäßigen Pegelaufzeichnungen vor 170 Jahren nicht mehr beobachtet hat.²⁰ Über die verheerenden Überflutungen vom Jahr 1374 am Rhein findet man folgende Aufzeichnungen: „Anno 1374 war der Rhein so groß /, daß er zu Cölln über die Mauer ging, und man mit Schiffen in der Stadt fuhr“²¹.

¹⁷ GRAW, M.: Hochwasser – Naturereignis oder Menschenwerk?, hrsg. Vereinigung Deutscher Gewässerschutz, Bonn 2003, S. 27

¹⁸ MANTHE-ROMBERG, B.: Hochwasserschäden, ihre Ursachen und Auswirkungen, in: VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung: Schutz der Technischen Gebäudeausrüstung vor Hochwasser, Düsseldorf 2004, S. 1

¹⁹ MANTHE-ROMBERG, B.: Hochwasserschäden, ihre Ursachen und Auswirkungen, in: VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung: Schutz der Technischen Gebäudeausrüstung vor Hochwasser, Düsseldorf 2004, S. 1

²⁰ MANTHE-ROMBERG, B.: Hochwasserschäden, ihre Ursachen und Auswirkungen, in: VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung: Schutz der Technischen Gebäudeausrüstung vor Hochwasser, Düsseldorf 2004, S. 1

²¹ OELMANN, H.: Leben mit der Flut – das Kölner Hochwasserschutzkonzept, in: IMMENDORF, R. (Hrsg.): Hochwasser - Natur im Überfluß?, Heidelberg 1997, S. 103

Die Geschichte der früheren Völker ist eng mit dem Kampf gegen das Hochwasser verbunden. Es wird behauptet, dass manche Zivilisationen durch den Zusammenschluss von Menschen zur gemeinsamen Abwehr der Hochwasserbedrohung entstanden sind. Eine chinesische Sage erzählt, dass der Vater des großen Kaisers Yü, des Begründers der ältesten Dynastie Chinas, am Huang-Ho, dem gelben Fluss, Deiche bauen ließ, die dem Hochwasser nicht standhielten. Ihm wurde deshalb der Prozess gemacht, und er musste den verlorenen Kampf gegen das Hochwasser mit seinem Leben bezahlen. Sein Sohn erfand die Hochwasserpolder. Dabei wird ein Großteil des Hochwassers auf eingedeichte Landflächen neben dem Fluss umgeleitet, von denen es bei Ende des Hochwassers wieder in den Fluss zurückgeleitet wird. Für diese im Prinzip ebenso einfache, wie geniale Lösung wurde er, durch die Ernennung zum Kaiser belohnt.²²

2.3 Hochwasser – Definitionen

Die Norm DIN 4049-1: Hydrologie; Grundbegriffe, Berlin 12.1992 definiert Hochwasser als einen „Zustand in einem oberirdischen Gewässer, bei dem der Wasserstand oder der Durchfluß einen bestimmten Wert (Schwellenwert) erreicht oder überschritten hat.“²³

Eine ähnliche Definition findet man in der VDI-Richtlinie 6004, Blatt 1: Schutz der Technischen Gebäudeausrüstung - Hochwasser - Gebäude, Anlagen, Einrichtungen. Darin wird Hochwasser als „zeitlich begrenzter Anstieg des Durchflusses und des Wasserstandes über den langjährigen mittleren Abfluß / Wasserstand“²⁴ beschrieben.

Ganz anders wird Hochwasser von ROTHER definiert: „Hochwasser ist durch die Speichereigenschaften des Einzugsgebiets transformierter Niederschlag.“²⁵ Somit werden auch die für Hochwasser entscheidenden Randbedingungen genannt: „das Einzugsgebiet, die Speichereigenschaften des Einzugsgebiets und der Niederschlag als die prozessveranlassende Größe.“²⁶

²² PLATE, E.: Einführung: „Naturkatastrophe“ Hochwasser, in: IMMENDORF, R. (Hrsg.): Hochwasser - Natur im Überfluß?, Heidelberg 1997, S. 1

²³ DIN 4049-1: Hydrologie; Grundbegriffe, Berlin 12.1992

²⁴ VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung: VDI-Richtlinie 6004, Blatt 1, Schutz der Technischen Gebäudeausrüstung – Hochwasser – Gebäude, Anlagen, Einrichtungen, Düsseldorf 06.2006

²⁵ ROTHER, K.H.: Hydrologische Grundlagen, in: PATT, H. (Hrsg.): Hochwasser-Handbuch : Auswirkungen und Schutz, Berlin 2001, S. 11

²⁶ ROTHER, K.H.: Hydrologische Grundlagen, in: PATT, H. (Hrsg.): Hochwasser-Handbuch : Auswirkungen und Schutz, Berlin 2001, S. 11

2.4 Hochwasser – Qualifikation

Ein Hochwasser wird über die HQ-Zahl qualifiziert. Bei Hochwasser handelt es sich um Ereignisse mit Wiederkehrinterwallen.²⁷ Die Abflüsse bzw. die Wasserstände Q in Abhängigkeit von Wiederkehrinterwall T beschreiben die Hochwasserjährlichkeit.²⁸ Die Jährlichkeit gibt an, wie häufig ein Hochwasser einer bestimmten Höhe statistisch gesehen auftritt,²⁹ bzw. „welcher Abfluss Q_T im Mittel über lange Zeiträume einmal in T Jahren erreicht oder überschritten wird.“³⁰

HQ_n ist ein n -jähriges Hochwasser. Das sind Hochwasser, deren Überschreitungswahrscheinlichkeit gleich dem Reziprokwert von n ist. In einer unendlich lang gedachten Reihe von Beobachtungsjahren wird das n -jährliche Hochwasser im Durchschnitt alle n Jahre erreicht oder überschritten. Der Zeitpunkt an dem dieses Ereignis eintritt ist aus dieser Angabe nicht bestimmbar.³¹

Zum Beispiel ist das 100jährige Hochwasser HQ_{100} ein Ereignis, das statistisch gesehen in 100 Jahren einmal auftritt. Das heißt aber nicht, dass nach einem Jahrhunderthochwasser, hundert Jahre kein Ereignis dieser Größe stattfindet. Ein Hochwasser diese Größe kann durchaus einem anderen folgen.³² Wie bereits in der Definition erwähnt ist diese statistische Größe HQ nur bedingt aussagekräftig für die Wahrscheinlichkeit eines Hochwassers.³³ Zudem soll beachtet werden, dass sich die Wahrscheinlichkeit, im Zuge der Nutzungsdauer eines Gebäudes von einem Ereignis getroffen zu werden, akkumuliert.³⁴

Die Wahrscheinlichkeit von einem HQ_{100} zumindest 1-mal getroffen zu werden beträgt bei einer Nutzungsdauer von 30 Jahren circa 26 Prozent und 100 Jahren circa 63 Prozent. Ein auf HQ_{100} bemessenes Bauwerk versagt somit innerhalb der 100 Jahre mit einer Wahrscheinlichkeit von 63%. Um die Versagenswahrscheinlichkeit auf 20% innerhalb von 100 Jahren zu begrenzen, müsste das Bauwerk auf ein HQ_{450} dimensioniert werden.³⁵

²⁷ Wikipedia: <http://de.wikipedia.org/wiki/Hochwasser>, vom 27.06.2005

²⁸ BROMBACH, H., DILLMANN, R., PATT, H., RICHIEN, W., VOGT, R.: Hochwasserschutzmaßnahmen, in: PATT, H. (Hrsg.): Hochwasser-Handbuch : Auswirkungen und Schutz, Berlin 2001, S. 349

²⁹ MANTHE-ROMBERG, B.: Hochwasserschäden, ihre Ursachen und Auswirkungen, in: VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung: Schutz der Technischen Gebäudeausrüstung vor Hochwasser, Düsseldorf 2004, S. 1

³⁰ BROMBACH, H., DILLMANN, R., PATT, H., RICHIEN, W., VOGT, R.: Hochwasserschutzmaßnahmen, in: PATT, H. (Hrsg.): Hochwasser-Handbuch : Auswirkungen und Schutz, Berlin 2001, S. 349

³¹ Umweltbundesamt: Siebenter Umweltkontrollbericht, Box 6.2-3_E: HQ_n , 2004, http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltkontrolle/2004/0602_Hochwasser.zip, vom 27.06.2005, S. 1

³² Wikipedia: <http://de.wikipedia.org/wiki/Hochwasser>, vom 27.06.2005

³³ MANTHE-ROMBERG, B.: Hochwasserschäden, ihre Ursachen und Auswirkungen, in: VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung: Schutz der Technischen Gebäudeausrüstung vor Hochwasser, Düsseldorf 2004, S. 1

³⁴ Wikipedia: <http://de.wikipedia.org/wiki/Hochwasser>, vom 27.06.2005

³⁵ FÜRST, J., HOLZMANN, H.: Übungen zu Wasserwirtschaft, Hydrologie und Flussgebietsmanagement WS 2007/2008, Wien 2007, <http://iwfw.boku.ac.at/wwhydfgm/sb2007.pdf>, vom 20.11.2007, S. 20 f

2.5 Hochwasser – Kenngrößen und Einwirkungsparameter

Zu den wichtigsten Kenngrößen eines Hochwassers gehören Scheitel, Fülle/Volumen und Dauer.³⁶

Als Scheitel, auch Durchflussmaximum genannt, wird der höchste Wert einer Hochwasserganglinie bezeichnet.³⁷ Hierdurch wird auch die Überschwemmungstiefe bestimmt. Der Anstieg erfolgt meist kontinuierlich mit einem Maximum beim oder kurz nach dem Hochwasserscheitel. Bei Wellenfrontereignissen, wie Hochwasser im Gebirge, Damnbrüchen oder Flutwellen, tritt die maximale Überschwemmungstiefe bei Ereignisbeginn auf.³⁸

Die Fülle beschreibt das Wasservolumen in m³, das während eines Ereignisses zum Abfluss kommt.³⁹

Die Überschwemmungsdauer schwankt in der Regel zwischen wenigen Stunden und mehreren Tagen, oder sogar Wochen. Sie beginnt zum Zeitpunkt der Benetzung mit Wasser und endet zum Zeitpunkt des Trockenfallens.⁴⁰

³⁶ BRONSTERT, A. FRITSCH, U., KATZENMAIER, D.: Quantifizierung des Einflusses der Landnutzung und –bedeckung auf den Hochwasserabfluss in Flussgebieten, 2001, <http://www.umweltbundesamt.de/wasser/veroeffentlich/kurzfassungen/29724508.htm>, vom 05.07.2005, S. 5

³⁷ Bürgerinitiative Hochwasser, Altgemeinde Rodenkirchen: Hochwasserlexikon, <http://hochwasser.de>, vom 12.04.2005

³⁸ EGLI, T.: Hochwasservorsorge – Maßnahmen und ihre Wirksamkeit, hrsg. Internationale Kommission zum Schutz des Rheins IKSR, Koblenz 2002, http://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/Dokumente/RZ_iksr_dt.pdf, vom 05.07.2005, S. 13

³⁹ BRONSTERT, A. FRITSCH, U., KATZENMAIER, D.: Quantifizierung des Einflusses der Landnutzung und –bedeckung auf den Hochwasserabfluss in Flussgebieten, 2001, <http://www.umweltbundesamt.de/wasser/veroeffentlich/kurzfassungen/29724508.htm>, vom 05.07.2005, S. 5

⁴⁰ EGLI, T.: Hochwasservorsorge – Maßnahmen und ihre Wirksamkeit, hrsg. Internationale Kommission zum Schutz des Rheins IKSR, Koblenz 2002, http://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/Dokumente/RZ_iksr_dt.pdf, vom 05.07.2005, S. 13