

Christian Baumgartner

Mobiler Hochwasserschutz in urbanen Gebieten

Ein Überblick und Anwendungsmöglichkeiten
einzelner mobiler Hochwasserschutzsysteme



disserta
Verlag

Baumgartner, Christian: Mobiler Hochwasserschutz in urbanen Gebieten: Ein Überblick und Anwendungsmöglichkeiten einzelner mobiler Hochwasserschutzsysteme. Hamburg, disserta Verlag, 2015

Buch-ISBN: 978-3-95935-018-1

PDF-eBook-ISBN: 978-3-95935-019-8

Druck/Herstellung: disserta Verlag, Hamburg, 2015

Covermotiv: © Uladzimir Bakunovich – Fotolia.com

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

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

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen.

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 die Diplomica Verlag GmbH, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Alle Rechte vorbehalten

© disserta Verlag, Imprint der Diplomica Verlag GmbH
Hermannstal 119k, 22119 Hamburg
<http://www.disserta-verlag.de>, Hamburg 2015
Printed in Germany

Zusammenfassung

Die in den letzten Jahren aufgetretenen Überflutungen in Graz haben die Notwendigkeit eines geeigneten Hochwasserschutzsystems unterstrichen. Besonders in urbanen Gebieten spielt die Anwendbarkeit und Flexibilität solcher Systeme eine wichtige Rolle.

Im Vorfeld dieses Fachbuches wurde eine umfangreiche Recherche zum Thema „Mobiler Hochwasserschutz in urbanen Gebieten“ durchgeführt. Auf den folgenden Seiten werden die Grundlagen zur Entstehung von Hochwasser in Gebieten mit hohem Versiegelungsgrad erläutert und eine Entscheidungshilfe für die Anwendung von mobilen Hochwasserschutzsystemen unter pluvialen Bedingungen ausgearbeitet. Der Fokus wird dabei auf die Anwendbarkeit der Systeme mit kurzen Vorwarnzeiten, wie sie in urbanen Gebieten ihre Anwendung finden, gelegt. Ein besonderes Augenmerk wird dabei den planmäßig mobilen und den notfallmäßigen Hochwasserschutzsystemen gewidmet.

Praxisorientierte Maßnahmen bei Überflutungen sowie ein Maßnahmenplan der Stadt Graz werden als Beispiele angegeben.

Abstract

Due to recent floods in Graz the demand for suitable flood protection has been strengthened. Especially in urban regions the usability and flexibility of such systems play a major role.

Preliminary to this thesis a review about “Mobile flood protection in urban areas” has been conducted. In the following the principles of floods in urbanized areas with high degrees of imperviousness surface are explained and a decision guidance for the usage of mobile flood protection systems under pluvial conditions is given. The focus is set on the usability on systems with short prewarning times. Special consideration is given on the one hand to systematic mobile flood protection systems and on the other hand to emergency flood protection systems.

The usability of these systems and an action plan for Graz are elucidated in some examples

Gleichheitsgrundsatz

Aus Gründen der Lesbarkeit wurde in diesem Fachbuch darauf verzichtet, geschlechtsspezifische Formulierungen zu verwenden. Jedoch möchte ich ausdrücklich festhalten, dass die bei Personen verwendeten maskulinen Formen für beide Geschlechter zu verstehen sind.

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Ziel	11
2	Grundlagen	13
2.1	Hochwasser.....	13
2.1.1	Definition\Beschreibung	13
2.1.2	Kenngößen und Einwirkungsparameter.....	15
2.1.3	Natürliche Einflussfaktoren	16
2.1.4	Anthropogene Einflussfaktoren.....	17
2.1.5	Arten von Hochwasserereignissen.....	21
2.2	Arten von Hochwasserschäden	22
2.2.1	Schäden infolge dynamischer Überschwemmung	22
2.2.2	Schäden infolge statischer Überschwemmung	23
2.2.3	Murenabgänge.....	23
2.2.4	Grundwasseranstieg	23
2.2.5	Ufererosion	23
2.3	Hochwasserwarnsysteme.....	27
2.4	Alarm- und Einsatzplan.....	29
2.4.1	Alarmplan.....	29
2.4.2	Einsatzplan	30
2.5	Systemlagerung.....	31
2.6	Hochwasserschutz	32
2.6.1	Allgemein	32
2.6.2	Aktiver Hochwasserschutz.....	32
2.7	Passiver Hochwasserschutz.....	33
3	Mobiler Hochwasserschutz	34
3.1	Definition.....	34
3.2	Rechtliche Grundlagen	34
3.3	Anwendungsbereiche	35
3.3.1	Schutz bestehender Gebäudekomplexe	35
3.3.2	Einzelobjektschutz	35
3.3.3	Schutz unbebauter Flächen.....	35

3.4	Vorwarnzeit - Bereitstellungszeit	36
3.5	Lastannahmen	40
3.6	Versagen	42
3.6.1	Schadensbilder	42
3.7	Planmäßige mobile HWS - Systeme	45
3.7.1	Einsatzbereiche	45
3.7.2	Auslegung und Freibord.....	45
3.7.3	Systeme.....	46
3.8	Notfallmäßige HWS - Systeme	66
3.8.1	Einsatzbereiche	66
3.8.2	Einsatzrandbedingungen	66
3.8.3	Auslegung und Freibord.....	67
3.8.4	Systeme.....	67
3.9	Systemvergleich notfallmäßiger HWS - Systeme	88
3.10	Vor- und Nachteile von notfallmäßigen und planmäßige mobilen HWS - Systemen.....	89
3.10.1	Planmäßige mobile HWS - Systeme.....	89
3.10.2	Notfallmäßige HWS - Systeme	91
3.11	Einsatzrandbedingungen	92
4	Mobiler Hochwasserschutz in städtischen Gebieten	94
4.1	Gebäudeschutz vor eindringendem Kanalisationswasser	96
4.2	Städtebauliche Aspekte	98
4.3	Alternativen zu mobilem Hochwasserschutz	101
4.4	Mobiler Hochwasserschutz am Beispiel Graz.....	103
4.4.1	Mobile Hochwasserschutzsysteme der Stadt Graz.....	104
4.4.2	Alarm- und Einsatzplan - Ampelsystem	105
4.4.3	Maßnahmenplan der Stadt Graz.....	105
4.4.4	Grüne Phase – Vorwarnstufe I.....	106
4.4.5	Gelbe Phase – Vorwarnstufe II	107
4.4.6	Rote Phase	108
5	Beurteilung der mobilen HWS - Systeme für urbane Gebiete	110
5.1	Beurteilungskriterien	110
5.2	Kriterienmatrix	114
5.3	Vulnerabilitätskarte	115

6 Zusammenfassung und Ausblick	118
Tabellenverzeichnis	120
Abbildungsverzeichnis	122
Literaturverzeichnis	129

Abkürzungsverzeichnis

ZAMG	Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
LWZ	Landeswarnzentrale
BMLFUW	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
BLW	Bayrisches Landesamt für Wasserwirtschaft
HWS - System	Hochwasserschutzsystem

1 Veranlassung und Ziel

Statistiken belegen, dass aufgrund klimatischer Veränderungen, Hochwasserereignisse infolge von Starkregen in den nächsten Jahren zunehmen werden. Besonders in Ballungsräumen, ist mit einer drastischen Verschärfung der Problematik zu rechnen. Die Unvorhersehbarkeit und mangelnde Vorsorge lassen zum einen Kosten aufgrund von Sachwertsbeschädigung entstehen und zum anderen ist bei einer Überschwemmung auch mit einer psychischen Belastungen der Betroffenen zu rechnen.

Überschwemmungen hat es schon immer gegeben, im Gegensatz zu früher haben sich jedoch die Randbedingungen geändert. Flüsse wurden begradigt, was eine Zunahme der Fließgeschwindigkeit zur Folge hat und somit die dynamisch wirkenden Kräfte des Wassers erhöht. Retentionsräume wurden verkleinert um eine möglichst große Fläche für Besiedelungen freigeben zu können. Flächen, wie Felder oder Grünräume, welche vormals als Versickerungsflächen für den Niederschlag dienten, werden zunehmend durch Bebauung versiegelt. Die Folge ist ein erhöhter Abfluss in kürzerer Zeit. Bäche, welche in das Kanalsystem eingeleitet werden, verursachen bei starken Regenereignissen möglicherweise eine Überlastung des Kanalsystems. Aufgrund der vernetzten Kanalstränge und bedingt durch mangelnde Sicherungsmaßnahmen ist es möglich, dass auch Häuser, die nicht direkt dem Hochwasser ausgesetzt sind, Schaden durch das Wasser im Kanalsystem nehmen können. Solche Überflutungen müssen jedoch nicht nur auf einer Überlastung des Kanalsystems basieren. Einflussfaktoren wie Verstopfungen oder Engstellen können ebenso ein Auslöser für das Überlaufen von Sanitäreanlagen, welche am Kanalsystem angeschlossen sind, sein. Abgesehen von den dadurch entstehenden Sachschäden sind Verschmutzung und hygienische Verunreinigung Faktoren, die zur Abwertung des Objekts beitragen und nicht unberücksichtigt bleiben dürfen.

Maßnahmen wie Hochwasserrückhaltebecken, Dämme und Retentionsflächen sind unabdingbare Werkzeuge zum Schutz gegen fluviale Überschwemmungen. Mithilfe solcher Bauten ist es möglich, weitläufige Schutzzonen auf Dauer zu errichten. Diese, flächenmäßig meist sehr ausgedehnten Maßnahmen, sind in der Regel in nicht urbanen Gebieten wie Flussufern, Stadträndern usw. anzufinden. In urbanen Gebieten, wo es vermehrt zu pluvialen Überschwemmungen kommt, ist es aufgrund von beengten Platzverhältnissen oder aus ästhetischen Gründen oft nicht möglich, Objekte in solch großer Dimension zu errichten. In solchen Fällen kommen mobile Hochwasserschutzsysteme zum Einsatz, deren Fokus je nach System auf Mobilität oder Flexibilität liegen.

Ziel dieses Fachbuches ist es, eine umfangreiche Recherche zum Thema „Mobile Hochwasserschutzsysteme in urbanen Gebieten“ durchzuführen, um Vor- und

Nachteile mit Schwerpunkt auf Logistik, Anwendbarkeit und Sicherheit für jedes System aufzuzeigen. Abschließend werden die Systeme nach unterschiedlichen Kriterien für eine Anwendung bei pluvialen Hochwasserereignissen in urbanen Gebieten bewertet.

2 Grundlagen

2.1 Hochwasser

2.1.1 Definition\Beschreibung

Hochwasser ist ein natürliches Phänomen, das sich nicht verhindern lässt. Allerdings tragen bestimmte menschliche Tätigkeiten (wie die Zunahme von Siedlungsflächen und Vermögenswerten in Überschwemmungsgebieten sowie die Verringerung der natürlichen Wasserrückhaltefähigkeit des Bodens durch Flächennutzung) und Klimaänderungen dazu bei, die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Hochwasserereignissen zu erhöhen und deren nachteilige Auswirkungen zu verstärken. EU - Hochwasserrichtlinie, (Richtlinie 2007/60/EG).

Die DIN 4049-1: Hydrologie; Grundbegriffe (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.“

Hochwasser sind wiederkehrende Ereignisse, deren Wahrscheinlichkeit durch die HQ Zahl ausgedrückt wird. Zum Beispiel ist das 100jährige Hochwasser mit der Kennzahl 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 solches Hochwasser kann einem vergleichbaren dieser Größe in einem kurzen zeitlichen Abstand folgen.

Laut Thuerkow (2008) begünstigen oder lösen folgende Einflussfaktoren ein Hochwasser aus:

- Intensität des Niederschlages bzw. des Schneeschmelzprozesses
- Dauer des Niederschlages und somit die Niederschlagssumme
- zeitliche Verteilung des Niederschlages (anfangs-, endbetont)
- Räumliche Verteilung des Niederschlages
- Geländeform, Ausprägung des Reliefs
- Bodenbeschaffenheit – Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens im Einzugsgebiet (Vorfeuchte, Eisbedeckung, Verdichtungsgrad)
- Ausprägung des Gewässernetzes

Laut dem Bundesverband für Naturschutz (2004) können auch zusätzliche Faktoren relevant sein:

- Versiegelungen durch verbaute Flächen

- erhöhter Grundwasserdruck
- Rückstauungen aufgrund von Flussverengungen oder Einmündungen
- durch übermäßig bewachsene Ufer erzeugte Uferrauheit
- Hangrutschungen

sowie:

- unterdimensionierte Kanalsysteme
- verstopfte Abwasserleitungen
- nicht mehr ausreichende Einleitungskapazität

Unter Betrachtung des natürlichen Wasserkreislaufes (Niederschlag – Verdunstung – Versickerung – Abfluss, siehe Abbildung 1) sind Hochwasser unter Änderung der Ausprägung der Einflussfaktoren ein Teil des Wasserkreislaufes und somit gilt für Hochwasserereignisse wie für den natürlichen Wasserkreislauf ebenso die Wasserhaushaltsgleichung laut Patt et al. (2001):

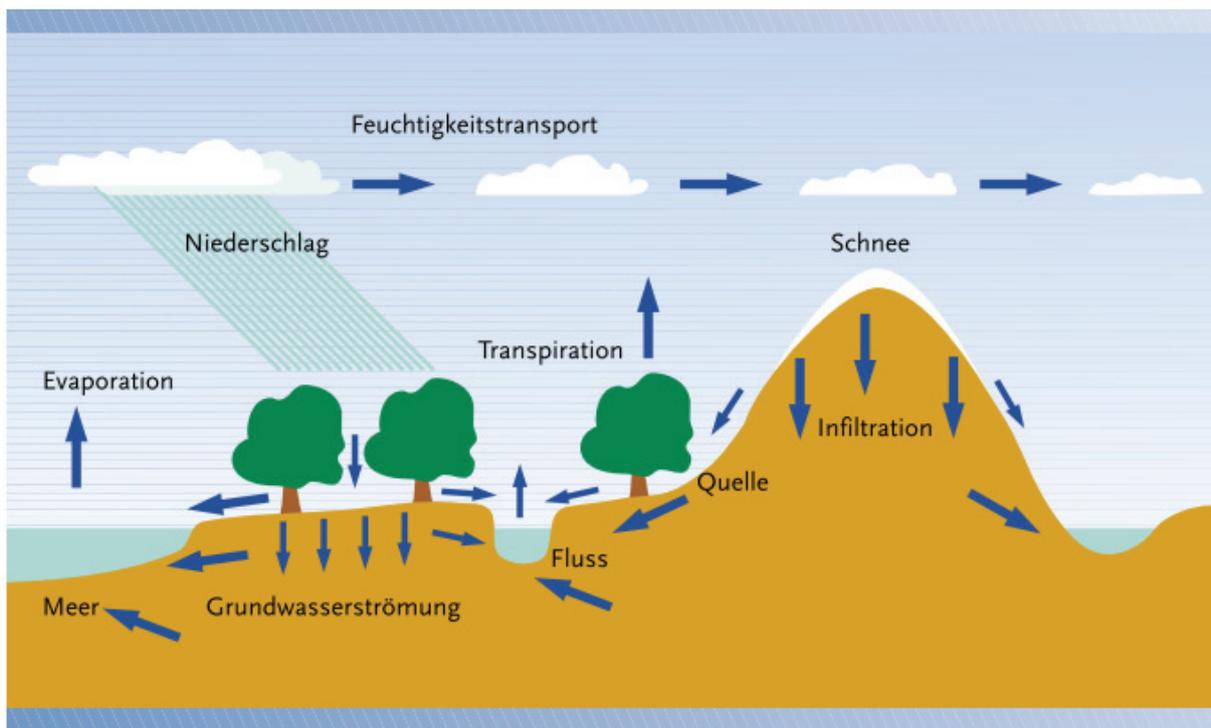


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Wasserkreislaufes (Hack, 2001)

2.1.2 Kenngrößen und Einwirkungsparameter

Durch eine Aufzeichnung des Wasserstandes während eines Hochwassers entsteht eine sogenannte Hochwasserganglinie (Abbildung 2). Diese beschreibt den Pegelstand eines Flusses über einen bestimmten Zeitraum und hat eine spezifische Wellenform. Den gesamten Prozess von Anstieg und Rückgang des Hochwassers nennt man Hochwasserwelle (BLW, 2004).

Die wichtigsten Kenngrößen eines Hochwassers sind **Scheitel**, **Fülle** und **Dauer** (Bronstert, et al., 2001).

Je nach Literatur werden Scheitel und Fülle auch als Durchflussmaximum und Volumen bezeichnet.

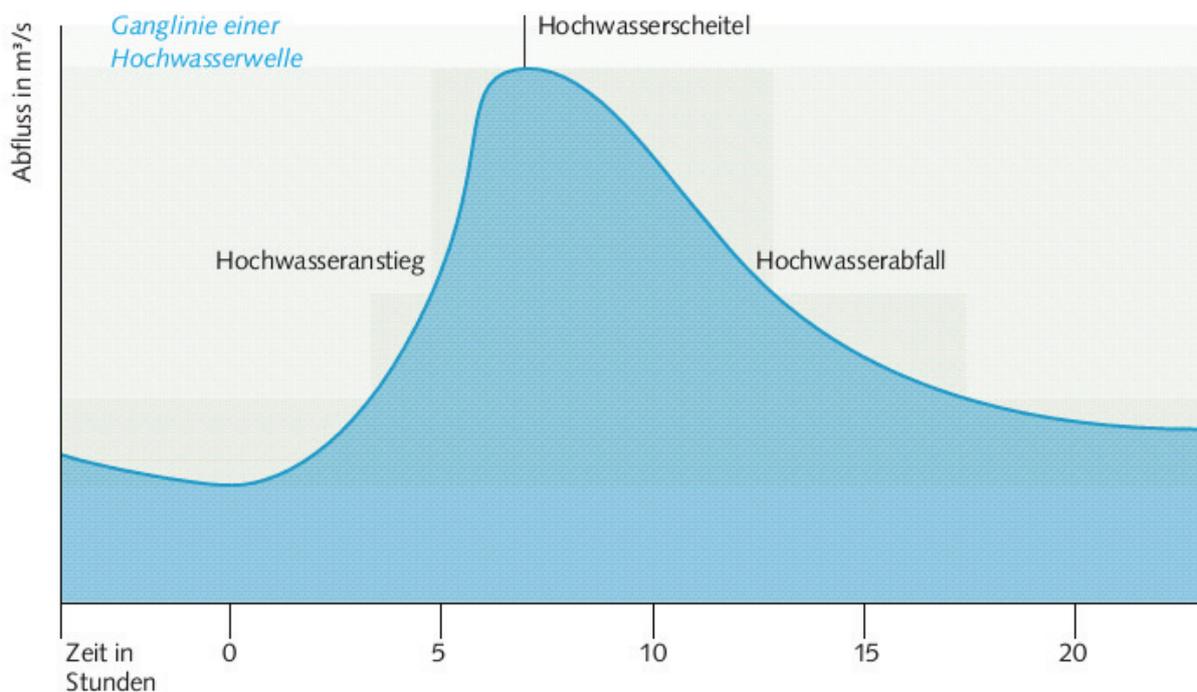


Abbildung 2: Darstellung einer Hochwasserganglinie (BLW, 2004)

Als Scheitel wird der höchste Wert einer Hochwasserganglinie bezeichnet. Die Überschwemmungstiefe bestimmt den vertikalen Einflussbereich über der Geländeoberkante. Meist erfolgt der Anstieg kontinuierlich mit einem Maximum beim oder kurz nach dem Hochwasserscheitel. Bei Ereignissen mit einer Wellenfront wie Hochwasser im Gebirge, bei Damnbrüchen oder Flutwellen tritt die maximale Überschwemmungstiefe bei Ereignisbeginn auf. (Egli, 2002).

Als Fülle eines Hochwassers wird jenes Wasservolumen in m³ bezeichnet, welches während des Ereignisses zum Abfluss kommt.

Die Überschwemmungsdauer beginnt zum Zeitpunkt der Benetzung mit Wasser und endet zum Zeitpunkt des Trockenfallens (Egli, 2002).

Zusätzliche wichtige Parameter sind **Fließgeschwindigkeit** und **Anstiegsgeschwindigkeit**.

Die Fließgeschwindigkeit erreicht in steilerem Gelände (5 – 10 % Neigung) etwa 3 bis 5 m/s wenn die Überschwemmung höher als 0,5 m ist. Derart hohe Geschwindigkeiten treten entlang kanalisierter Bereiche wie etwa bei Straßenzügen auf, da dort ein schneller Abfluss erwünscht ist. Ferner treten bei Damnbrüchen in der Nähe einer Bresche (Lücke, Spalte) ebenso hohe Fließgeschwindigkeiten auf. In flachem Gelände (kleiner 2 % Neigung) reduziert sich die Fließgeschwindigkeit im Allgemeinen unter 2 m/s.

Die Anstiegsgeschwindigkeit beschreibt die Schnelligkeit des Wasseranstieges während der Überschwemmung. Dieser Parameter bestimmt unter anderem die Bedrohung von Personen in- und außerhalb von Gebäuden. Eine hohe Anstiegsgeschwindigkeit ist insbesondere bei Überschwemmungen infolge von Verklausungen (Gerinneverstopfung mit nachfolgender lokaler Ausuferung) oder einem Dambruch zu erwarten (Egli, 2002).

2.1.3 Natürliche Einflussfaktoren

Folgende natürliche Einflussfaktoren sind für die Bildung von Hochwasser entscheidend:

- Einzugsgebiet

Unter Einzugsgebiet wird jene Fläche verstanden, von der aus Niederschlag aus einem Regenereignis zum Fließgewässer abfließt. Große Fließgewässer können sich aus mehreren Flüssen aus verschiedenen Einzugsgebieten zusammensetzen. Wesentlich für die Entstehung eines Hochwassers ist die Form des Geländes im Einzugsgebiet. Bei flächenmäßig kleinem jedoch sehr steilem Gelände, welches überregnet wird, fließt das Wasser schneller ab und der Pegel im Fluss steigt dementsprechend schnell. Die Konzentrationszeit vom Regenereignis bis zum Abfluss, ist in solchen Gebieten somit sehr kurz. Ist flaches Gelände vorhanden bei dem die Abflusszeiten in den Fluss größer sind, ist die Konzentrationszeit länger und der Abfluss dauert somit länger. Die Konzentrationszeit wird durch die Parameter Einzugsgebietsgröße, -gefälle und -form bestimmt. (BLW, 2004)

In Abbildung 3 werden zwei verschiedenen Abflusswellen mit unterschiedlichen Einzugsgebietsformen dargestellt.