

Modellgestützte Ermittlung der Gefährdung durch urbane Sturzfluten

Oliver Buchholz
Robert Mittelstädt
Alpaslan Yörük

Aktuelle Studien untersuchen den Zusammenhang zwischen Klimawandel und den Starkregenereignissen, die in den Sommermonaten der vergangenen Jahre auftraten und vielerorts urbane Sturzfluten verursachten. Einhergehend mit dichter Besiedlung und intensiver landwirtschaftlicher Nutzung führten diese zu hohen wirtschaftlichen Schäden.

Ein nach den aktuellen Bestimmungen geplantes Kanalnetz ist für extreme Niederschläge nicht ausgelegt. Ein Großteil des Niederschlags gelangt zudem nicht in die Kanalisation. Verschärft wird der Effekt durch Einläufe zusetzende, schlamm- und geröllführende Abflüsse aus hängigen Außenbereichen.

Zu ermitteln, wohin Niederschlagswasser fließt und wo es Schaden anrichtet, erfordert eine örtliche, sehr detaillierte, modellgestützte Untersuchung mit hochaufgelösten Daten.

GIS-Analysen des digitalen Geländemodells (DGM) liefern wichtige erste Erkenntnisse zur Abflusskonzentration des betrachteten Gebiets sowie Anhaltspunkte für besonders gefährdete Bereiche.

Gute Erfahrungen für die Modellierung der hochdynamischen Fließprozesse bei Starkregen liegen mit der 2D-hydrnumerischen Simulation vor. Modulare und gestufte Modellkonzepte liefern belastbare Ergebnisse auf verschiedenen Skalen. Flächig verfügbare Daten (Laserscan-DGM, Landnutzung, Gebäudebestand ALK) erlauben die Aufstellung großflächiger, aussagekräftiger Modelle.

Die Stufen 2D-Grobanalyse, Identifikation von Risikobereichen, detaillierte 2D-Fließanalyse von Schadensschwerpunkten bis hin zur kleinräumigen Kopplung mit Kanalmodellen, Integration von Gewässermodellen und der Nachweis von Schutzmaßnahmen decken das ganze Spektrum städtischer Sturzfluten ab.

Die EU hat in der HWRM-RL als mögliche Arten von Hochwasser auch „Sturzfluten“ und „Hochwasser in Städten“ aufgeführt. Es ist erforderlich, auch diese Hochwasserarten in einem der nächsten Berichtszyklen in die Risikobetrachtungen aufzunehmen.

Die Inhalte urbaner Gefahren- und Risikokarten sind noch im Einzelnen zu definieren. Sie sollten flächig die Fließwege des Wassers, die zu erwartenden Fließgeschwindigkeiten und Fließtiefen darstellen und auf sensible Nutzungen und Infra-

struktureinrichtungen hinweisen. Für Behörden und die Öffentlichkeit können aus ihnen spezielle Informationen abgeleitet und zur Verfügung gestellt werden.

Im Vortrag werden vor dem Hintergrund der Projekterfahrung des Autorenteam verschiedene Fragestellungen aus dem Kontext urbaner Sturzfluten kritisch diskutiert.

Stichworte: Starkregen, urbane Sturzfluten, Extremniederschläge, 2D-Modellierung, Hochwassergefahrenkarten, kommunaler Hochwasserschutz

1 Starkregenereignisse

In den vergangenen Jahren kam es deutschlandweit häufig zu sehr starken Regenfällen, die lokal verheerende Sturzfluten mit Toten und Sachschäden in Milliardenhöhe verursachten. In Erinnerung sind die Ende Mai und Anfang Juni 2016 aufgetretenen zahlreichen Gewitter mit Extremniederschlägen und anhaltenden Regenfällen, verursacht durch die beiden Tiefs Elvira und Friederike.

Der Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. v. (GDV) zieht im Dezember 2016 eine Bilanz der Schäden, die durch Starkregenereignisse in den letzten Jahren gemeldet wurden (GDV 2016).

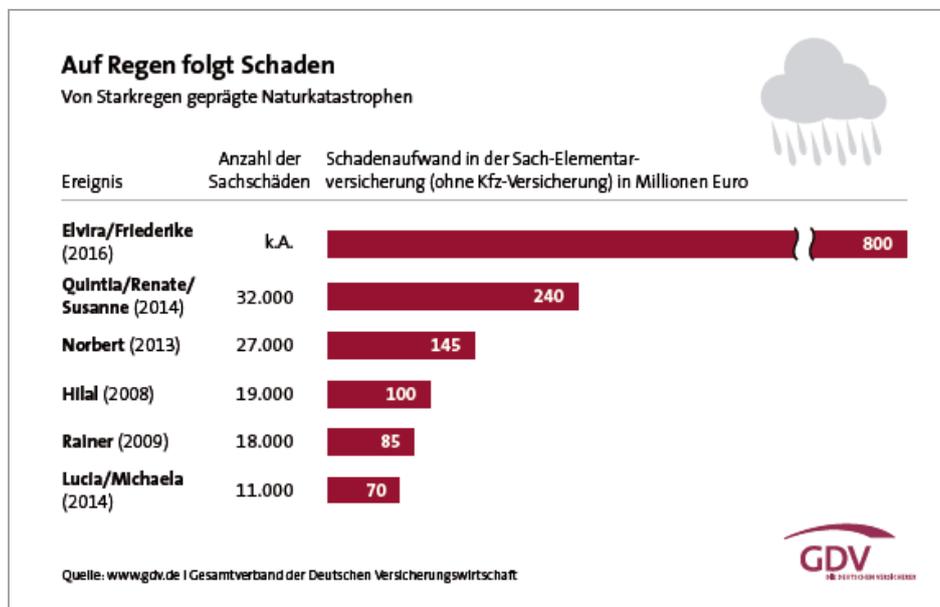


Abbildung 1: Starkregen-Tiefs mit den höchsten Versicherungsschäden (GDV 2016)

Meteorologen und Klimaforscher können aus den verfügbaren Wetterdaten zurzeit keinen klaren Trend zur Zunahme solcher Ereignisse in Deutschland ablesen oder einen eindeutigen Zusammenhang mit dem Klimawandel ableiten. Der DWD schlussfolgert aber, dass die bekannten physikalischen Zusammenhänge

einen durch den Klimawandel verursachten Anstieg der Extremniederschläge für die Zukunft vermuten lassen (DWD 2016).

Eine weltweite statistische Analyse von Regendaten aus den Jahren 1901 bis 2010 zeigt für den Zeitraum seit 1980 einen Anstieg von Rekord-Regen-Ereignisse um 12 Prozent verglichen mit einem Szenario ohne Klimawandel (Lehmann 2015).

2 Größere Kanäle bieten keinen höheren Schutz

Häufig versuchen Kommunen künftige Schäden zu verhindern, indem sie Abwasserkanäle und -bauwerke überprüfen und noch größer dimensionieren. Doch das ist aus folgenden Gründen nicht das Mittel der Wahl:

- 1) Ein nach den aktuellen Normen, Bestimmungen und Genehmigungskriterien geplantes und gebautes Kanalnetz ist definitiv nicht in der Lage, solche Wassermengen abzuleiten.
- 2) Abflüsse entstehen bei einem Starkregen direkt auf allen befestigten Flächen und vor allem auf gesättigten Böden. Das führt dazu, dass ein großer Teil des abfließenden Wassers Schaden anrichten kann, bevor es überhaupt in die Nähe der Kanalisation gelangt.
- 3) Die Kanalnetze sind vielerorts bereits baulich an ihrer Leistungsfähigkeit angelangt. Eine Vergrößerung der Querschnitte und Rückhalteräume ginge mit hohen Kosten und großem Flächenverbrauch einher.

Konsequenterweise können Kanalnetzmodelle nur ein Teil der Modellumgebung sein, mit der sich Maßnahmen zur Vorsorge vor urbanen Sturzfluten konzipieren lassen.

3 Kommunale Starkregen-Schutzkonzepte entwickeln

Bei der Aufstellung kommunaler Starkregen-Schutzkonzepte sind die hydrologisch-hydraulischen Bedingungen vor Ort genau zu berücksichtigen. Folgende Schritte sollten dazu erfolgen:

- Gefährdungs- und Risikoanalyse
- Risikobewertung und Festlegung von Schutzzielen
- Konzeption und Umsetzung von Maßnahmen mit Wirkungsanalyse
- Risikokommunikation

Zunächst ist die Gefährdung für die gesamte Kommune zu ermitteln. Folgende Fragen sind zu klären: Wohin und wie schnell fließt oberflächlich abströmendes Regenwasser? Wo staut sich der Abfluss? An welchen Stellen wird das Kanalnetz überstaut? Welche Gewässer treten im städtischen Bereich über die Ufer? Das DWA-Merkblatt M 119 "Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen", macht Vorgaben, an denen sich Kommunen und Ingenieurbüros orientieren können (DWA 2016).

Eine anschließende Risikoanalyse zeigt auf, ob und in welchem Umfang durch die Überflutungen Schäden entstehen können. Eine einfache Risikoanalyse kann sich darauf beschränken zu ermitteln, ob wichtige Infrastrukturen wie Krankenhäuser, öffentliche Gebäude oder Versorgungseinrichtungen betroffen sind. Mit einer detaillierten Risikoanalyse können auch die potenziellen wirtschaftlichen Schäden ermittelt werden.

Hohe Fließtiefen und hohe Geschwindigkeiten können gleichermaßen zu Gefahren werden. Die detaillierte hydrodynamische Modellierung zeigt beides räumlich sehr differenziert. Gefahren- und Risikobereiche können so ausgewiesen werden.

Den absoluten Schutz vor Überflutungen gibt es nicht. Deshalb ist es wichtig, die ermittelten Risiken zu bewerten und angemessene Schutzziele festzulegen, d. h. zu definieren, welche Maßnahmen entsprechend Eintrittswahrscheinlichkeit oder Wasserstand sinnvoll und wirksam sind. Hier empfiehlt sich eine Kosten-Nutzen-Abwägung.

Auf der Basis der gewonnenen Erkenntnisse ist es möglich, ein Maßnahmenkonzept aufzustellen, um die Kommune künftig wirksam vor Schäden durch urbane Sturzfluten zu schützen.

Kommunikation mit den Bürgerinnen und Bürgern spielt eine große Rolle, um ein Bewusstsein für die bestehenden Risiken zu schaffen. Damit wird es möglich, Maßnahmen mit Interessengruppen abzustimmen und potenziell Betroffene zu eigenverantwortlichem Handeln zu bewegen.

4 Gefahren- und Risikoermittlung mit GIS-Analysen und hydrodynamischer 2D-Modellierung

4.1 Topografische Analysen

Einen Eindruck von den Gebietseigenschaften vermitteln topografische Analysen des digitalen Geländemodells (DGM) hinsichtlich der folgenden Aspekte:

- Hangneigung
- potenzielle Fließwege
- Schummerung (s. Abbildung 2)
- Ermittlung von Senken und Mulden

Daraus lassen sich erste wichtige Erkenntnisse über gefährdete Bereiche im Einzugsgebiet gewinnen, die jedoch durch eine 2D-hydraulische Berechnung noch zu untermauern und zu quantifizieren sind.



Abbildung 2: GIS-Analyse: Schummerung macht kleine abflussrelevante Strukturen sichtbar.

4.2 Hydrodynamische 2D-Modellierung

Mit einem effektiven Modellierungsverfahren lassen sich die Gefahren ermitteln, die auf dem Gebiet einer Kommune bei Starkregenereignissen durch urbane Sturzfluten entstehen (s. Abbildung 3). Es wurde bereits mehrfach in der Praxis angewandt z. B. für die Gemeinde Wachtberg bei Bonn und die Stadt Grevenbroich.

Das hydrodynamische 2D-Modell HYDRO_AS-2D (Nujic 2017) ermöglicht es, die auftretenden Oberflächenabflüsse instationär und räumlich hochaufgelöst unter Lösung der vollständigen 2D-Flachwassergleichungen zu modellieren und den Prozess der Abflusskonzentration in natürlichen und urbanen Einzugsgebieten sehr detailliert abzubilden. Dazu wird das Modellnetz mit einem Effektivniederschlag belastet, der zeitlich und räumlich variabel sein kann. Das ermöglicht die realitätsnahe Abbildung von Starkniederschlägen mit unterschiedlicher Eintrittswahrscheinlichkeit.

Die Gefahrenanalyse mit dem 2D-Modell erfolgt in zwei Schritten:

1. Das Screening-Modell basiert auf dem DGM inkl. der Gebäude. Es identifiziert die Gefahrenbereiche und ermöglicht eine Abgrenzung der zu untersuchenden Gebiete.

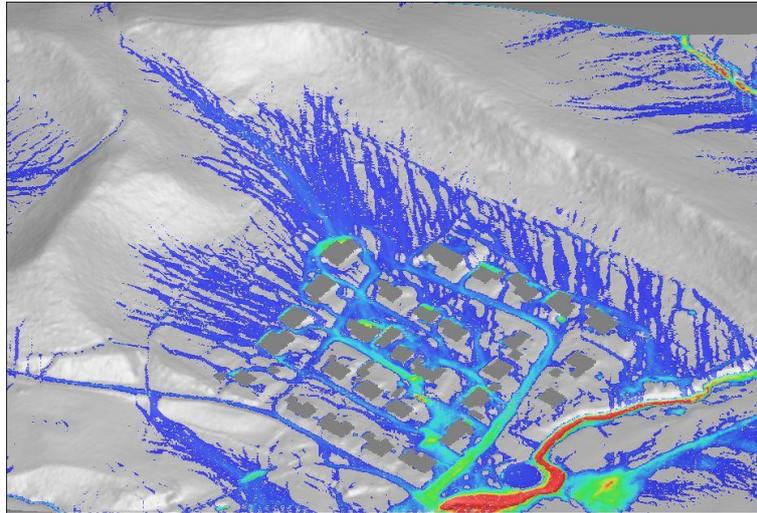


Abbildung 3: Die 2D-hydrodynamische Modellierung ermöglicht es, oberflächlich abfließendes Niederschlagswasser zu simulieren und macht die durch Sturzfluten gefährdeten Bereiche einer Besiedlung erkennbar.

2. Ein detailliertes 2D-Modell mit hoher Auflösung (inkl. Bruchkanten, Straßen, Gebäude, evtl. Gewässer etc.) und integrierten maßgeblichen Kanalnetzpunkten (Schächten) liefert genaue Angaben über die zu erwartenden Überflutungstiefen und Fließgeschwindigkeiten. Das aus der Kanalisation austretende Wasser wird durch die Kopplung eines Kanalnetzmodells im 2D-Modell berücksichtigt.

Die mit der Modellierung gewonnenen Informationen können beispielsweise in Gefahren- und Risikokarten (s. Abbildung 4) dargestellt und veröffentlicht werden.

5 Urbane Gefahren- und Risikokarten

Die Europäische Union hat in der Begründung der EG-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie als mögliche Arten von Hochwasser auch „Sturzfluten“ und „Hochwasser in Städten“ aufgeführt. Es ist davon auszugehen, dass diese Hochwasserarten in einen der nächsten Berichtszyklen in die Hochwassergefahren- und Risikokarten aufzunehmen sind.

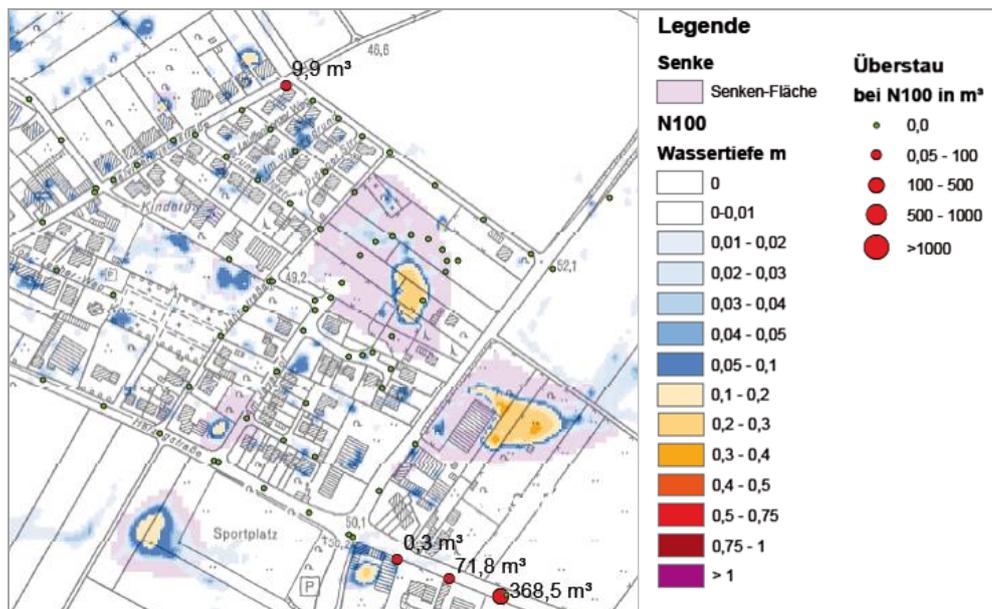


Abbildung 4: Urbane Gefahrenkarten enthalten detaillierte Informationen über sturzflutgefährdete Bereiche. Karten dieser Art wurden von Hydrotec im Rahmen der oben genannten Projekte erstellt.

Die Inhalte urbaner Hochwasser- und Gefahrenkarten sind noch im Einzelnen zu definieren und zu standardisieren. Ihre Darstellung geht räumlich über die einer detaillierten Überflutungsmodellierung des Grenzfalls der Kanalisation hinaus.

Die Karten sollten flächig die Fließwege des Wassers, die zu erwartenden Fließgeschwindigkeiten und Fließtiefen darstellen und sensible Nutzungen und Infrastruktureinrichtungen enthalten (s. Abbildung 4).

Für Fachbereiche wie Stadtplanung, Stadtentwässerung und Katastrophenschutz sowie die Öffentlichkeit können aus ihnen spezielle Informationen abgeleitet und zur Verfügung gestellt werden.

Als hilfreich hat sich in vielen Gemeinden ein Hochwasseraudit nach DWA oder die Einführung von Hochwasserpässen für Gebäude erwiesen (DKKV 2016).

Viele Kommunen erarbeiten zurzeit mit staatlicher Förderung ein Klimaanpassungskonzept für ihre Stadt, um den zu erwartenden Wetterextrema besser begegnen zu können. Es behandelt die Aspekte Hitze, Sturm und Starkregen und beschreibt Maßnahmen, die zu einer Verringerung der Gefährdung führen. Bei diesem vielversprechenden Ansatz ist interdisziplinäre Zusammenarbeit aus den Bereichen Stadt- und Landschaftsplanung, Geografie, Hydrologie und Hydraulik erforderlich.

6 Ausblick und Fazit

Auch wenn die Ursache und die zukünftige Wahrscheinlichkeit von Extremereignissen hierzulande aktuell noch nicht geklärt sind, sollten auf allen Ebenen Anstrengungen unternommen werden, die Gefährdungslage von Kommunen abzuschätzen und Vorsorgemaßnahmen zu treffen, um Schäden zukünftig zu verhindern.

Die hydronumerische 2D-Modellierung in Kombination mit GIS-Analysen liefert wertvolle und verlässliche Aussagen zur Gefährdung besiedelter Bereiche durch Starkregen und urbane Sturzfluten, ermöglicht die Konzeption von Schutzmaßnahmen und stellt damit ein elementares Werkzeug zur Vorsorge dar.

7 Literatur

- DWA (2016) Merkblatt DWA-M 119, November 2016. Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. -DWA-, Hennef
- DWD (2016): Starkniederschläge in Deutschland. Deutscher Wetterdienst, Offenbach am Main, Deutschland
- DKKV (2016): Newsletter Juni 2016, Starkregen in Deutschland, Deutsches Komitee Katastrophenvorsorge e.V., Bonn
- GDV (2016): Naturgefahrenbilanz, Pressemitteilung der Versicherungswirtschaft vom 28.12.2016, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V., Berlin
- Lehmann, J., Coumou, D., Frieler, K. (2015): Increased record-breaking precipitation events under global warming. Climatic Change [DOI: 10.1007/s10584-015-1434-y]
- Nujic, M., Hydrotec (2017): HYDRO_AS-2D - Programm zur 2D-hydrodynamischen Modellierung von Fließgewässern, Version 4.2; Dr. Nujic, Rosenheim; Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen; 2017

Autoren:

Dr.-Ing. Oliver Buchholz
Dipl.-Ing. Robert Mittelstädt
Prof. Dr.-Ing. Alpaslan Yörük

E-Mail: oliver.buchholz@hydrotec.de
robert.mittelstaedt@hydrotec.de
alpaslan.yoruk@hydrotec.de

Hydrotec Ingenieurgesellschaft
für Wasser und Umwelt mbH
Bachstr. 62-64
52066 Aachen

Tel.: +49 241 94689-0
Fax: +49 241 506889