

Strategien zur Klimaanpassung der Stadt Wuppertal – Überflutungsvorsorge, Informationsmanagement und Öffentlichkeitsarbeit

Bernard Arnold, Christian Massing, Stefan Sander, Sebastian Czickus (Wuppertal), Claudia Bach (Bonn) und Holger Hoppe (Erkrath)

Zusammenfassung

Klimawandel heißt nicht nur Maßnahmen zum Klimaschutz durchzuführen, sondern auch, sich an den unausweichlichen Klimawandel anzupassen. Besondere Bedeutung hat dies für Städte wie Wuppertal mit einer exponierten Lage in einer schmalen Talsohle. Für die Wupper ist aufgrund mehrerer Talsperren im Einzugsgebiet eine relativ gute Vorsorge vorhanden. Anders sieht es hingegen bei den kleineren Nebengewässern im Stadtgebiet aus, die teilweise verrohrt, teilweise überbaut oder als Hauptsammler in das Regenwassernetz integriert sind. Fließwegkarten und Senkenpläne sind geeignete Werkzeuge, um in einem ersten Schritt stadtgebietsweite Aussagen hinsichtlich des oberflächlich abfließenden Niederschlags- oder Bachwassers und dessen Ansammlung in Geländesenken zu treffen. Auf diese Weise können für das kommunale Risikomanagement gegenüber Überflutungen exponierte Lagen identifiziert werden. Die Erfahrungen mit der Berechnung des kombinierten 1D-2D Kanalnetz-Oberflächenmodells haben gezeigt, dass belastbare Ergebnisse erzielt werden. Auf Grundlage dieser Berechnungen können kosteneffiziente, kombinierte Maßnahmen zur Überflutungsvorsorge im Kanalnetz und auf der Oberfläche geplant und umgesetzt werden. Die Ergebnisse der Analyse der Fließwege und Geländemulden und darauf aufbauender Risikobetrachtungen und Bewertung der Schadenspotenziale aus der Verschneidung überflutungsgefährdeter Mulden mit Daten zu gefährdeten, öffentlichen Einrichtungen und kritischer Infrastruktur bilden die Grundlagen der zukünftigen Öffentlichkeitsarbeit zur Überflutungsvorsorge.

Schlagwörter: Klimaanpassung, Überflutungsvorsorge, Starkregen, Kanalnetz, Katastrophenschutz

DOI: 10.3243/kwe2014.05.004

Abstract

Strategies for Adaptation to the Climate by the City of Wuppertal – Flood Prevention, Information Management and Public Relations

Climate change does not just mean carrying out measures for climate protection but is also adapting to the unavoidable climate change. This has particular significance for cities such as Wuppertal with an exposed position in a narrow valley floor. For the River Wupper, due to several dams in the catchment area, there are relatively good preventative means available. However, it looks somewhat different with the tributaries within the city area, which are in part piped, in part built over or are integrated into the stormwater network as main collectors. Flow path maps and drawdown plans are suitable tools in order in a first step to produce city-wide statements with regard to the precipitation or stream water running off on the surface and their collection in ground depressions. In this way exposed positions with regard to flooding can be identified for the municipal risk management. The experiences using calculations of combined 1D-2D sewer network surface models have shown that resilient results can be achieved. On the basis of these calculations cost-efficient combined measures for flood protection in the sewer network and on the surface can be planned and implemented. The results of the analysis of the flow paths and ground depressions and the considerations of risk and assessment of damage potential from the intersection of flooding endangered ground depressions with data on endangered public facilities and critical infrastructure form the basis of future public relations for flood prevention.

Key words: adaptation to the climate, flood prevention, heavy rainfall, sewer network, disaster control

1 Veranlassung und Zielsetzung

1.1 Ausgangssituation

Bei aller Anstrengung der Akteure in Wuppertal, Maßnahmen zum Klimaschutz umzusetzen, wird es immer dringlicher, sich

auch an die Folgen des unausweichlichen Klimawandels anzupassen. Aufgrund der exponierten Lage in der schmalen Tal-

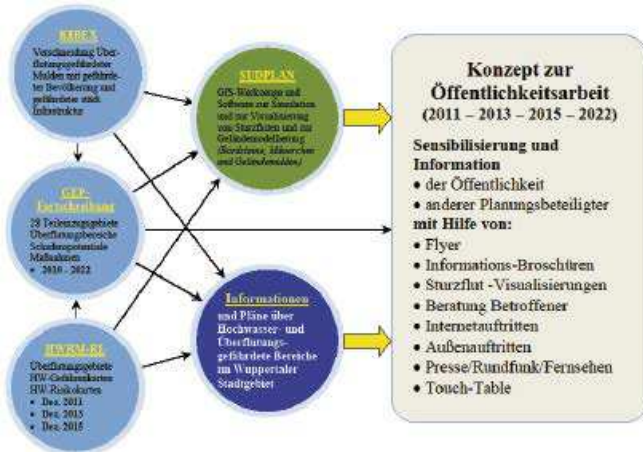


Abb. 1: Elemente der „Anpassungsstrategie der Stadtentwässerung an die Folgen des Klimawandels“ in Wuppertal

sohle ist Wuppertal im besonderen Maß Hochwassergefahren ausgesetzt, die bereits schwerste Schäden verursacht haben. Erst durch Bau und Steuerung mehrerer Talsperren im Einzugsgebiet der Wupper konnte für die Wupper bis zum hundertjährigen Hochwasser (HQ100) Vorsorge getroffen werden.

Anders stellt sich die Situation bei den kleineren Nebengewässern im Stadtgebiet von Wuppertal dar. Viele dieser Gewässer wurden im Unterlauf verrohrt, teilweise überbaut und als Hauptsammler in das Regenwassernetz integriert. Die von diesen Gewässern ausgehende Hochwasser- und Überflutungsgefahr wird derzeit im Rahmen des Generalentwässerungsplans (GEP) mit gekoppelten Modellen (DYNA-GeoCPM) für Kanalnetz- und Oberflächenabflüsse untersucht [1].

Zunehmende Gefahr droht von Extremniederschlägen, die laut IPCC [2] in Folge des Klimawandels vermutlich zumindest in den Wintermonaten in Zentraleuropa an Häufigkeit und Intensität zunehmen werden. Bei starkem Gelände- und Straßengefälle, wie es für Wuppertal typisch ist, können sich aus solchen Starkregen urbane Sturzfluten entwickeln und in kürzester Zeit vorhandene Geländemulden und Infrastruktureinrichtungen fluten, zu großen materiellen Schäden führen und damit zur Gefahr für die Anwohnenden werden.

Die Verschärfung rechtlicher Grundlagen und Regelwerke (WHG, LWG, Trennerlass, BWK-M3 etc.) hat nicht nur in Wuppertal im Zuge der Sanierung der über 700 Einleitungen in Fließgewässer zu einer maßgeblichen Erhöhung der Regenwassergebühr geführt, so dass Einsparpotenziale gefunden und zeitgleich Konzepte zur Klimaanpassung entwickelt werden mussten.

1.2 Aufgabenstellung und Umsetzung

Zur Aktivierung von Einsparpotenzialen wurde in einer Zielvereinbarung mit den Aufsichtsbehörden in einem „Handlungskonzept zur Fortschreibung des Generalentwässerungsplans“ die Planungsphase intensiviert und um innovative Leistungen erweitert.

Mit diesem Konzept konnten in den ersten vier Jahren bereits 7-stellige Einsparungen bei der Maßnahmenumsetzung erreicht werden. Zusammen mit den zwei F&E-Vorhaben KIBEX und SUDPLAN und einem Konzept zur Öffentlichkeitsarbeit wurde daraus eine „Anpassungsstrategie der Stadtentwässerung an die Folgen des Klimawandels“ (Abbildung 1), die 2011 bei dem Wettbewerb „Sich zukunftsweisend wandeln – jetzt handeln: Anpassungspioniere gesucht!“ vom Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt mit dem „Blauen Kompass“ ausgezeichnet wurde.

2 Grundlagen zur Gefährdungsanalyse – stadtgebietsweite Betrachtung von Fließwegen und Mulden

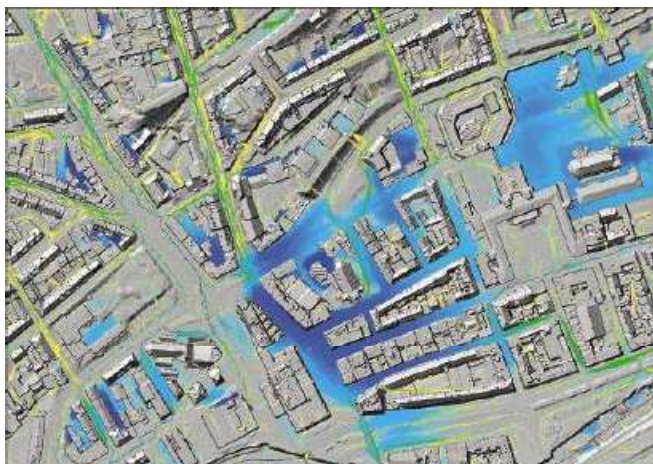
Fließwegkarten und Senkenpläne sind geeignete Werkzeuge, um in einem ersten Schritt stadtgebietsweite Aussagen hinsichtlich des oberflächlich abfließenden Niederschlags- oder Bachwassers und dessen Ansammlung in Geländesenken zu treffen. Auf diese Weise können für das kommunale Risikomanagement gegenüber Überflutungen exponierte Lagen identifiziert werden. Die Darstellung von Fließwegen und Mulden für das gesamte Wuppertaler Stadtgebiet hat sich als nützliches Werkzeug zum Grobscreening von überflutungsgefährdeten Stellen erwiesen, die im Anschluss mit Hydraulikmodellen detailliert betrachtet werden können. Die Erstellung des digitalen Höhenmodells und die Identifizierung der Fließwege und Mulden konnte durch Heranziehen von Grafikkartenprozessoren realisiert werden. Für alle Rechenoperationen wurden Eigenentwicklungen des Ingenieurbüro Reinhard Beck verwendet. Ergänzend können auch stadtgebietsweite 2D-Modelle zur Beschreibung des Oberflächenabflusses eingesetzt werden [3].

Erstellung des Digitalen Höhenmodells (DHM)

Auf Basis von Laserscandaten in einer durchschnittlichen Auflösung von 4-6 Punkten/m² wurde mit der geostatistischen Kriging-Interpolation ein Raster-DHM mit einer Rasterweite von 25 cm aufgebaut. Die 168 km² Stadtgebietsfläche wurde somit mit rund 2,7 Mrd. Rasterzellen abgebildet. Gebäude konnten mit den Laserscandaten der Dachflächen dreidimensional in das Modell eingepflegt werden. Entscheidend für die realistische Abbildung von Fließwegen und Mulden ist die Berücksichtigung von Unterführungen, Brücken oder Durchlässen im Modell. Diese müssen als Einschnitt im Höhenmodell auftauchen, damit sich der Fließweg unter der Brücke bzw. im Durchlass einstellen kann. Diese Informationen konnten aus den verfügbaren Gewässer- und Straßennachsen sowie Brückendaten gewonnen werden. Die städtebaulichen und topografischen Gegebenheiten Wuppertals haben zur Folge, dass viele Nebengewässer der Wupper im Oberlauf offen verlaufen, innerhalb der bebauten Gebiete jedoch verrohrt zur Wupper gelangen. Diese langen Bachverrohrungen wurden im DHM nicht berücksichtigt. Dies entspricht einer Extrembetrachtung, bei der alle Zuläufe der Bachverrohrungen (etwa durch abschwimmendes Totholz, etc.) geschlossen sind.

Berechnung der Mulden und Fließwege

Auf Basis des DHM wurden die Berechnungsschritte zur Identifizierung der Fließwege und Mulden durchgeführt. Zunächst wurde ein muldenloses Höhenmodell erstellt, das von der höchsten zur niedrigsten Zelle kein Gefälle aufweist. Die Geländemulden wurden demnach bis zu ihrem niedrigsten Auslaufpunkt aufgefüllt. Die Differenz aus dem aufgefüllten und dem ursprünglichen DHM ergab die Mulden in ihrer ma-



Senken		Akkumulation/oberirdische Fließwege	
—	Tiefe in Meter = 0,00	—	Einzugsgebiet in ha = 0,00
—	Tiefe in Meter < 0,01	—	Einzugsgebiet in ha < 0,01
—	Tiefe in Meter < 0,20	—	Einzugsgebiet in ha < 0,10
—	Tiefe in Meter < 0,25	—	Einzugsgebiet in ha < 1,00
—	Tiefe in Meter < 1,00	—	Einzugsgebiet in ha < 100,00
—	Tiefe in Meter < 5,00	—	Einzugsgebiet in ha < 1000,00
—	Tiefe in Meter < 10,00	—	Einzugsgebiet in ha < max.
—	Tiefe in Meter < 1000,00		

Abb. 2: Auszug der Darstellung der Fließwege und Mulden im Stadtgebiet von Wuppertal

ximalen Ausdehnung und Tiefe. Da der Algorithmus zur Bestimmung der Fließwege innerhalb von Mulden nicht funktioniert, wurde auf dem muldenlosen DHM weitergerechnet. Ausgehend von den Hochpunkten im Modell wurde die Fläche jeder Rasterzelle anteilig auf alle ihrer acht niedriger liegenden Nachbarzellen verteilt (Multi-Flow Direction Algorithmus). So ergaben sich Fließwege und deren Einzugsgebiete für das gesamte Stadtgebiet. Diese Methode hat sich auf Hangflächen und besonders auf wenig geneigten Flächen bewährt [4, 5].

Ergebnisse

Die Berechnungen ermöglichen eine Darstellung der Mulden und Senken im Stadtgebiet. Abbildung 2 zeigt einen Auszug aus dieser Darstellung. Die Ergebnisse der Fließwegberechnung geben die Möglichkeit zu verschiedenen Folgeuntersuchungen zur Gefahren- und Risikoanalyse.

3 Analyse der Verwundbarkeit von Bevölkerung und Infrastruktur bei Extremregen – das Projekt KIBEX

Das Konzept der Verwundbarkeit geht grundsätzlich davon aus, dass eine Vielzahl von Faktoren Einfluss darauf haben, ob bzw. inwiefern sich Naturgefahren auf die Gesellschaft auswirken [6, 7]. Ausschlaggebend ist dabei zunächst die *Exposition*, also die Frage, ob Menschen oder Komponenten zur Elektrizitätsversorgung physisch der Naturgefahr ausgesetzt sind. Aber auch die *Anfälligkeit* bzw. *Bewältigungskapazität* spielen eine wichtige Rolle zur Beurteilung der Verwundbarkeit. Sie beschreiben die Faktoren, die zu einer Beeinträchtigung/zum Erleiden von Schaden führen können bzw. bilden die aktuell zur Verfügung stehenden Maßnahmen, Ressourcen und Prozesse ab, die die negativen Folgen einer Naturgefahr abmildern oder verhindern können [8]. Insgesamt stellt die Abschätzung der

Verwundbarkeit ein wichtiges Instrument für die Entwicklung von Maßnahmen im Bereich des Bevölkerungsschutzes dar, da wichtige Faktoren neben der Exposition einbezogen werden, die Ansatzpunkte zu Handlungsmöglichkeiten für Bevölkerung und Kommune aufzeigen.

Im Rahmen des KIBEX-Projekts (<http://www.ehs.unu.edu/article/read/kibex>) wurden die Faktoren *Exposition*, *Anfälligkeit* und *Bewältigungskapazität* gegenüber Starkregen für Wuppertal u. a. in den Bereichen Bevölkerung und Kritische Infrastrukturen untersucht. Im Fokus stand dabei die Abschätzung der Exposition, die auf der Identifizierung lokaler Mulden basierte, in denen sich Niederschlag sammeln und zu lokalen Überschwemmungen führen kann. In Mulden liegende Gebäude und Komponenten wurden als exponiert gegenüber Starkregen eingestuft.

Um die Verwundbarkeit der Bevölkerung abschätzen zu können, wurde angenommen, dass die Betroffenheit bestimmter sozioökonomischer Dienstleistungsinfrastrukturen (z. B. Gesundheitswesen, Notfall- und Rettungswesen oder Katastrophenschutz) für die Bevölkerung von besonderer Relevanz ist. Dies gilt z. B. dann, wenn sich in Gebäuden eine Vielzahl von Personen aufhält, die stark anfällig sind, da sie bspw. aufgrund körperlicher Einschränkungen eher zu Schaden kommen können, oder die Fähigkeit sich selbst in Sicherheit zu bringen bzw. vorkehrende Maßnahmen zu treffen gering ist [9]. Solche *Hot Spots* sind bspw. Kindergärten, Krankenhäuser oder Pflegeheime (vgl. auch Abbildung 3). Um Anfälligkeit und Bewältigungskapazität auf Gebäudeebene zu bestimmen, sind Faktoren wie die Nutzung von Untergeschossen (in Krankenhäusern befinden sich hier häufig medizinische Geräte bzw. OPs) und bereits getroffene bauliche Maßnahmen (z. B. Sicherung von Kellerschächten) von Bedeutung, die im Einzelfall geprüft werden müssen.

Für die Analyse der Verwundbarkeit der Kritischen Infrastrukturen am Beispiel der Elektrizitätsversorgung wurden die Komponenten mit den Senken verschnitten, um so eine mögliche Exposition festzustellen. In weiteren Schritten wurden die Funktionsanfälligkeit im Überflutungsfall bzw. die technische und organisatorische z. B. im Rahmen der von der Feuerwehr durchgeführten Brandschauen, ermöglicht dabei konkrete, strukturelle Ersetzbarkeit der Komponenten (Bewältigung) geprüft.

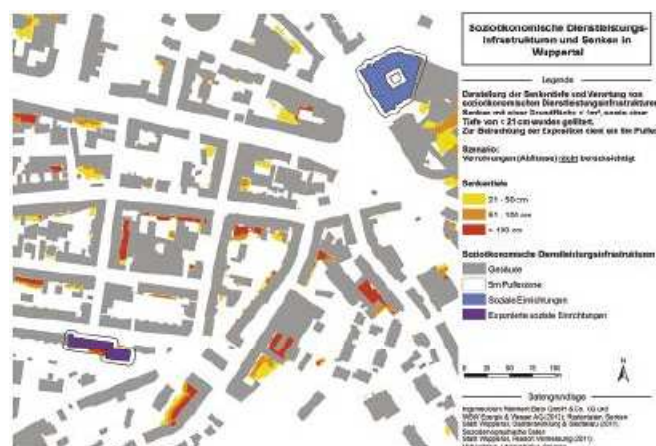


Abb. 3: Beispiel einer Detailkarte von Geländesenken und Gebäuden zur Analyse exponierter Infrastruktureinrichtungen in Wuppertal

Liegen die Informationen zur Verwundbarkeit der genannten Einrichtungen und Komponenten vor, können entsprechende Bevölkerungsschutzmaßnahmen entwickelt werden. Die Einzelfallbetrachtung der Exposition, Maßnahmen, während die Kriterien zur Anfälligkeit bzw. (mangelnden) Bewältigungskapazität zum Ergreifen von organisatorischen Maßnahmen (bspw. Umnutzung von Untergeschossen, Vorbereitung der Mitarbeiter) führen können. Zur Reduktion der Verwundbarkeit der Elektrizitätsversorgung können z. B. Schaltungen entwickelt werden, die den möglichen Ausfall bestimmter Komponenten berücksichtigen.

4 Modellgestützte Überflutungsprüfung in der Generellen Entwässerungsplanung

Die WSW Energie & Wasser AG betreibt im Stadtgebiet Wuppertal das öffentliche Kanalnetz. Zu ihren Aufgaben gehört u. a. die Fortschreibung des Generalentwässerungsplans (GEP). Dazu wurde das Stadtgebiet in 28 GEP-Teilbereiche aufgeteilt, die sich an den maßgeblichen Einzugsgebieten der Gewässer orientieren.

Im Einklang mit der Strategie zur Klimaanpassung in Wuppertal erfolgt im Rahmen der GEP – Fortschreibung eine abgestufte Überflutungsprüfung.

Historisch gewachsen gehen in Wuppertal in der Regel die Regenwasserkanalnetze in verrohrte Gewässer über. Zur Untersuchung des Überflutungsrisikos durch Starkregenereignisse und Sturzfluten werden gewässerhydrologische Modelle zur Abbildung des natürlichen Einzugsgebietes und Kanalnetzmodelle gekoppelt. So lassen sich Auswirkungen von Starkregen an den Oberflächengewässern auf das Entwässerungssystem und umgekehrt berücksichtigen.

Im ersten Schritt der abgestuften Überflutungsprüfung werden das Kanalnetz- und das gewässerhydrologische Modell aufgestellt, kalibriert und beide Modelle als integriertes Kanalnetzmodell zusammengeführt. Gemäß den Vorgaben der DIN EN 752 [10] und DWA-A 118 [11] erfolgt anschließend der Überstaunachweis als zweite Stufe der Überflutungsprüfung.

Wie in Kapitel 2 beschrieben lässt sich der Verbleib des überstauenden Regenwassers mittels Grobanalyse der Fließwege und Mulden (Stufe 3) abschätzen. Erste Hinweise auf das Schadenspotenzial liefert dabei die Verschneidung der Fließwege und Mulden mit den Daten zu gefährdeten, öffentlichen und privaten Einrichtungen (Schulen, Krankenhäuser, Tiefgaragen) und kritischer Infrastruktur (Strom-/Trinkwasserversorgung).

Die Auswirkungen von Starkniederschlägen auf die Abflussvorgänge im Kanalnetz und auf der Oberfläche sind in besonderem Maße von lokalen Verhältnissen abhängig. Bereiche mit hohem Schadenspotenzial (Überstaunachweis, Grobanalyse der Fließwege, Feuerwehreinsätze) erfordern daher eine kritische Bewertung der Abflussverhältnisse in der Örtlichkeit (Stufe 4, örtliche Überflutungsprüfung). Im Rahmen der Ortsbegehung werden der Verbleib des ausgetretenen Regenwassers und die Fließwege an der Oberfläche bewertet, mögliche Gefährdungs- und Schadenspotenziale abgeschätzt, und die Ergebnisse der örtlichen Überflutungsprüfung in einem Erfassungsbogen dokumentiert.

In Abstimmung mit der Aufsichtsbehörde, werden nach der örtlichen Überflutungsprüfung besonders kritische Bereiche mit hohem Gefährdungs- und Schadenspotenzial einer modell-

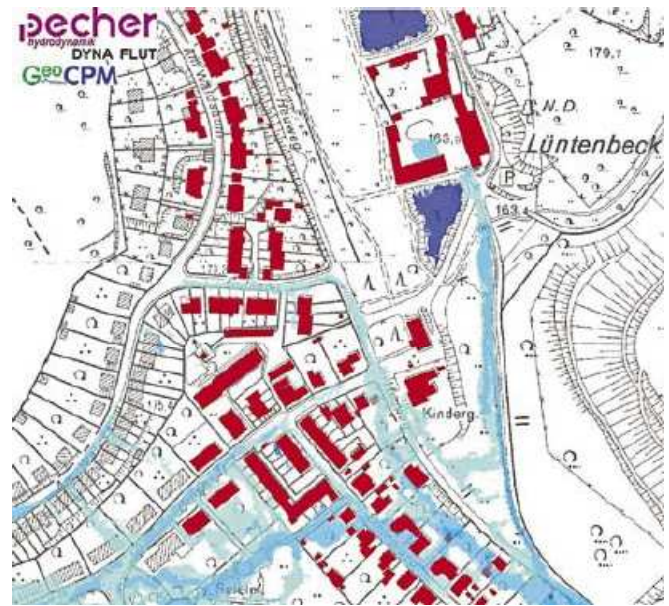


Abb. 4: Visualisierung des Ergebnisses einer gekoppelten Berechnung von Kanalnetz und Oberfläche (Berechnungen Dr. Pecher AG)

gestützten detaillierten Überflutungsberechnung (Stufe 5) unterzogen. Bei der detaillierten Überflutungsberechnung kommt in Wuppertal das 2D-Oberflächenabflussmodell GeoCPM®, das mit dem integrierten hydrodynamischen Kanalnetzmodell DYNA® gekoppelt ist, zur Anwendung. Als Ergebnis der detaillierten Überflutungsprüfung werden Wasserstände und Abflussvorgänge auf der Oberfläche abgebildet und bewertet (Abbildung 4).

Die Erfahrungen mit der Berechnung des kombinierten 1D-2D Kanalnetz-Oberflächenmodells haben gezeigt, dass belastbare Ergebnisse erzielt werden. Auf Grundlage dieser Berechnungen können kosteneffiziente, kombinierte Maßnahmen zur Überflutungsvorsorge im Kanalnetz und auf der Oberfläche geplant und umgesetzt werden (Stufe 6 Überflutungsvorsorge).

Die abgestufte Überflutungsprüfung in der Generellen Entwässerungsplanung hat sich als praktikables Planungsinstrument in Wuppertal erwiesen, vorausschauende Überflutungsvorsorge für Starkregenereignisse zu gewährleisten. Sie bildet die Grundlage zur Ergebnisvisualisierung und Integration von Planungsprozessen im SUDPLAN Projekt (Kapitel 5), Flächenvorsorge zur Freihaltung und Sicherung von Überflutungsflächen in der Bauleitplanung und der Öffentlichkeitsarbeit und Information der Anwohnenden.

Diese Konzepte und Maßnahmenbeispiele wurden in den Leitfaden KISS „Klimawandel in Stadtentwässerung und Stadtentwicklung“ des LANUV NRW übernommen [12]. Weitere Projektbeispiele sind u. a. in Hoppe et al. [13] zusammengefasst.

5 Ergebnisvisualisierung und Integration von Planungsprozessen – das Projekt SUDPLAN

Im Rahmen der Entwicklung von Anpassungsstrategien an den Klimawandel spielen das Informationsmanagement und die Visualisierung u. a. von Planungsergebnissen eine zentrale Rolle. Nur wenn Informationen zu Klima- und Grundlagendaten, Modellen und Planungsvarianten ressort- und damit fachübergreifend zur Verfügung stehen, lassen sich auch integrierte Anpas-

sungsmaßnahmen entwickeln. Insbesondere im Rahmen der Überflutungsvorsorge werden effiziente Anpassungsmaßnahmen nur möglich, wenn diese als „kommunale Gemeinschaftsaufgabe“ verstanden und umgesetzt werden. Im EU FP7 Projekt SUDPLAN (www.sudplan.eu) wurde eine Pilotanwendung eines Decision-Support System entwickelt (SUDPLAN-DSS), das alle Beteiligte im Umgang mit möglichen Einflüssen durch den prognostizierten Klimawandel auf die städtische Infrastruktur unterstützen soll. Informationen aus Expertenbewertungen werden web-basiert aufbereitet und zur Verfügung gestellt. Die Pilotanwendungen im Bereich Stadtentwässerung wurden für Linz und Wuppertal erarbeitet. In Linz wurden Veränderungen der Entlastungsfrachten aus dem Mischsystem analysiert.

In Wuppertal bilden die gekoppelten Berechnungsmodelle von Kanalnetz und Oberfläche die Grundlage, um Anpassungsmaßnahmen an Starkregenereignisse zu entwickeln. Für die Pilotanwendung Wuppertal wurde eine web-basierte Softwarelösung entwickelt, mit der die Nutzer den Kanalnetz- und Oberflächenabfluss im Verlauf eines Starkregenereignisses mit den in Wuppertal eingesetzten Modellen simulieren und visualisieren können [14].

Die Ziele des Projekts lassen sich nach Sander et al. [15] wie folgt beschreiben. Das SUDPLAN-DSS soll:

- Klimawandelinformationen für Nicht-Klimaexperten bereitstellen,
- ein „Entscheidungsunterstützungssystem für den Fachplaner“ sein,
- die Definition, Modifikation und Ausführung umweltbezogener Simulationen ermöglichen,
- ein Kommunikationsmittel mit Dritten auf verschiedenen Ebenen darstellen,
- anschauliche Ergebnis-Visualisierungen und Reports erzeugen, die mit weiteren Informationen verknüpft werden können.

Entscheidend ist, dass zukünftig eine Benutzeroberfläche bereitgestellt wird, die es ressortübergreifend ermöglicht, auf die Berechnungsergebnisse zuzugreifen, diese zu visualisieren und

zu vergleichen sowie gegebenenfalls auch neue Berechnungen/Varianten zu starten. Der Nutzer muss hierzu nicht im Detail mit der Modellierungssoftware vertraut sein. Das „Ausgangsmodell“ wird einmalig durch einen Experten erstellt und dann in die SUDPLAN-Plattform integriert.

Es können anschließend sowohl lokal aufgetretene historische Regenereignisse als auch Modellregen genutzt werden. Der Projektpartner SMHI (Swedish Meteorological and Hydrological Institute) stellt zudem Web-Dienste zur Verfügung, mit denen mögliche Effekte des Klimawandels in prognostizierten Regenerien oder für Modellregen abgebildet werden können. So lässt sich der Einfluss des Klimawandels auf die Häufigkeit und Intensität zukünftiger Regenereignisse abschätzen und entsprechende Berechnungsszenarien erstellt werden [16].

Darüber hinaus kann der Anwender auch „einfache“ lokale Maßnahmen, mit denen z.B. Überflutungsrisiken reduziert werden, in „Planspielen“ umsetzen. Hierzu gehören z.B. das „Anheben von Bordsteinen“ oder das „Einfügen von Mauern“ zur Lenkung des Oberflächenabflusses sowie die vereinfachte Abbildung von Objektschutzmaßnahmen, Flutmulden oder Notwasserwegen.

SUDPLAN stellt Visualisierungsmöglichkeiten bereit, mit denen die Wirksamkeit solcher Maßnahmen eindrucksvoll zwei- und dreidimensional im zeitlichen Verlauf dargestellt werden kann. Dies schafft eine gute Grundlage für den Abstimmungsprozess mit anderen Entscheidungsträgern und die Beratung der betroffenen Anwohnenden.

Die grundsätzlichen Ziele und Funktionalitäten lassen sich auf die anderen Pilotanwendungen übertragen [15].

6 Strategien der Öffentlichkeitsarbeit zur Überflutungsvorsorge in Wuppertal

Die Ergebnisse der Analyse der Fließwege und Geländemulden und darauf aufbauender Risikobetrachtungen und Bewertung der Schadenspotenziale aus der Verschneidung überflutungsgefährdeter Mulden mit Daten zu gefährdeten, öffentlichen Einrichtungen und kritischer Infrastruktur bilden die Grundlagen der zukünftigen Öffentlichkeitsarbeit zur Überflutungsvorsorge. Zur konkreten Bewertung und Information werden die

Posterwettbewerb zum Thema Hochwasser

Sie beschäftigen sich in Ihrem Studium mit Fragestellungen rund um das Thema Hochwasser? Dann sind wir gespannt auf Ihre Ideen! Präsentieren Sie Ihr Projekt oder Ihre Idee in Form eines Posters auf den 6. DWA-Hochwassertagen am 4./5. Dezember 2014 in Potsdam.

Die drei besten Poster werden ausgezeichnet:

- 1. Preis:** DWA/FgHW – Fortbildung nach Ihrer Wahl im Gegenwert von bis zu EUR 500 Euro
- 2. Preis:** DWA/FgHW – Fortbildung nach Ihrer Wahl im Gegenwert von bis zu EUR 300 Euro
- 3. Preis:** DWA/FgHW – Fortbildung nach Ihrer Wahl im Gegenwert von bis zu EUR 200 Euro

Für Ihre Fragen stehen wir Ihnen gern zur Verfügung:

Angelika Schiffbauer
Tel. 0 22 42/872-156, E-Mail: schiffbauer@dwa.de

Dirk Barion
Tel. 0 22 42/872-161, E-Mail: barion@dwa.de

Wir freuen uns auf Ihr Engagement!

*Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e. V. (DWA)*

*Fachgemeinschaft Hydrologische Wissenschaften
in der DWA (FgHW)*

ermittelten überflutungsgefährdeten Bereiche aus der abgestuften Überflutungsprüfung im Rahmen der Generalentwässerungsplanung berücksichtigt.

Bisherige Öffentlichkeitsarbeit:

Die Akteure der Wuppertaler Anpassungsstrategie an den Klimawandel im Bereich Stadtentwässerung (Stadt Wuppertal, Wupperverband und Wuppertaler Stadtwerke Energie & Wasser AG) haben bereits ein gemeinsames, abgestuftes Konzept zur Öffentlichkeitsarbeit realisiert. Dies besteht aus folgenden Bausteinen:

- **Adhoc-Information Betroffener bei Überflutungsgefährdung**
Ergeben sich bei der modellgestützten detaillierten Überflutungsprüfung im Rahmen der GEP-Fortschreibung (seit 2009) Überflutungsbereiche, in denen eine Gefahr für Leib und Leben erkennbar ist, werden die Betroffenen umgehend durch die Stadt Wuppertal in einem persönlichen Gespräch informiert und über geeignete Vorsorgemaßnahmen beraten.
- **Allgemeine Informationen der Wuppertaler Bevölkerung**
Die Bürger/innen werden durch ein abgestuftes Konzept von Informationen aus Flyern, Informationsbroschüren, Internet, Presse, Rundfunk und Fernsehen bereits seit 2009 informiert und sensibilisiert. In einer ersten Informationsbroschüre „Nasse Füße in Wuppertal?“ wurden die Bürger Anfang 2012 über die Themen Hochwasser, urbane Sturzfluten und Klimawandel informiert, die Notwendigkeit zur Eigenvorsorge wurde erläutert und Maßnahmen zum Schutz vor Hochwasser und Überflutungen beschrieben. Ende 2012 wurde im Rahmen einer Montagspressekonferenz der erste Flyer vorgestellt. Er informiert in komprimierter Form über Verhaltensregeln bei Hochwasser und Starkregenereignissen. Die Verteilung erfolgt flächendeckend und sukzessive mit dem Versand der Stromrechnungen. Wichtige Telefonnummern bei Hochwasser und Starkregen werden seit 2012 im Abfallkalender veröffentlicht

und jährlich aktualisiert. Flyer und Broschüren stehen der Öffentlichkeit auf den Homepageseiten der Stadt Wuppertal, des Wupperverbandes und der WSW zum Download zur Verfügung. Im Rahmen der „Wasserwoche“ 2012 wurde die Öffentlichkeit von Mitarbeitern der Stadt, des Wupperverbandes und der WSW informiert und sensibilisiert.

Zukünftige Öffentlichkeitsarbeit

Es ist geplant, die Öffentlichkeit weiterhin in unregelmäßigen Abständen mit aktualisierten Flyern, Infobroschüren, Internetauftritten, Veranstaltungen, etc. umfassend zu informieren.

Des Weiteren ist geplant, überflutungsgefährdete Einrichtungen und Anwohnende bei hohem Schadenspotenzial mithilfe von Visualisierungen berechneter, derzeitiger und/oder künftig möglicher Überflutungssituationen zu sensibilisieren und die Wirkung von Vorsorgemaßnahmen zu erläutern. Die Wuppertaler Feuerwehr plant im Rahmen ihrer Brandschauen, Betroffene (Schulen, Kindergärten, Altersheime, Krankenhäuser, etc.) und kritische Infrastruktureinrichtungen (z. B. Stromversorgung) über die Erkenntnisse aus dem F&E-Vorhaben KIBEX zu informieren.

Offene Fragen im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit

Derzeit ist für die Stadt Wuppertal der Umgang mit den stadtgebietsweit ermittelten Informationen zur Überflutungsgefährdung noch offen, nicht zuletzt, da eine Integration des Themas „urbane Sturzfluten“ in die Umsetzung der Hochwasserrisikomanagementrichtlinie nicht erfolgt. Der laut LANUV [12] erforderliche Abwägungsprozess zwischen öffentlichen Interessen und der Bekanntgabe grundstücksbezogener Daten behindert die Information derzeit. Grundsätzlich ist aber auch eine stadtgebietsweite Veröffentlichung der Ergebnisse denkbar. Wünschenswert wäre eine klare rechtliche Regelung dieses Themas. Darüber hinaus enthalten urbane Risikokarten wichtige Informationen, die z. B. bei der Ausweisung von Bebauungsgebieten oder der Planung von Nachverdichtungen berücksichtigt werden sollten. Daher ist eine Integration der Ergebnisse in die Prozesse und verbindlichen Instrumente der Stadtplanung und Stadtentwicklung erforderlich.


7 Zusammenfassung und Ausblick

In den letzten Jahren wurden durch unterschiedliche Akteure in Wuppertal erste Schritte zu einer umfassenden Anpassungsstrategie der Stadtentwässerung an den Klimawandel erarbeitet. Unterstützt durch die beiden Forschungsprojekte SUDPLAN und KIBEX wurden in Verbindung mit modellgestützten Überflutungsbetrachtungen erste Gefahren- und Risikoanalysen initiiert.

Zur Bewertung der Berechnungsergebnisse werden diese mit tatsächlichen Netzverhalten abgeglichen und die hierzu notwendigen Voraussetzungen der Mess- und Monitoringeinrichtungen in Anlehnung an das DWA-M 151 [17] ausgebaut.

Derzeit werden erste Maßnahmen zur Überflutungsvorsorge auf Grundlage dieser Modellbetrachtungen geplant und umgesetzt. Zudem sollen die Informationen aus den Gefahren- und Risikoanalysen basierend auf dem Projekt SUDPLAN ressortübergreifend über das städtische Geoinformationssystem zur Verfügung gestellt werden. Auf diese Weise soll eine weiterge-

Unser Expertentipp



<p>DWA-Themen Starkregen und urbane Sturzfluten – Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge August 2013, 61 Seiten, 21 Bilder, DIN A4 € 55,00/ € 44,00^{*)}</p>	<p>Merkblatt DWA-M 551 Audit „Hochwasser – wie gut sind wir vorbereitet“ Dezember 2010, 36 Seiten, DIN A4 € 38,00 / € 30,40^{*)}</p>
--	--

*) für fördernde DWA-Mitglieder

hende Integration der Bereiche Stadtentwässerung, Stadtplanung und Stadtentwicklung erreicht werden. Die Ergebnisse sind dann in die Instrumente der Bauleitplanung aufzunehmen.

Literatur

[1] Hoppe H., Graf-van Riesenbeck G., Rost F., Kirschner N., Massing C., Arnold B. und Sander S. (2012): *Von der Hochwasserrisikokarte zur urbanen Gefährdungsanalyse – Methodik und Projekterfahrungen*. DWA-Tagungsunterlagen GIS & GDI in der Wasserwirtschaft, 25.-26.01.2012 in Kassel. 17 Seiten

[2] IPCC (2012): Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.

[3] Hoppe H., Benden J. und Kirschner N. (2014): *GIS-Analysen und Modelle zur Integration der Überflutungsvorsorge in die Stadtplanung*. DWA-Tagungsunterlagen GIS & GDI in der Wasserwirtschaft, 04.-05.02.2014 in Fulda.

[4] Quinn P., Beven K. J., Chevalier P. und Planchon O. (1991): *The prediction of hillslope flow paths for distributed hydrological modeling using digital terrain models*. Hydrological Processes, vol. 5(1), pages 59 – 79.

[5] Pan F., Peters-Lidard C. D., Sale M. J. und King A. W. (2004): *A comparison of geographical information systems-based algorithms for computing the TOPMODEL topographic index*. Water Resources Research, vol. 40.

[6] Birkmann J. (2006): *Measuring vulnerability to promote disaster-resilient societies: Conceptual frameworks and definitions*, in: J. Birkmann (Ed.): *Measuring Vulnerability to Natural Hazards – Towards Disaster Resilient Societies*, Tokyo.

[7] Wisner B., Blaikie P., Cannon T. und Davis I. (2004): *At Risk: Natural Hazards, People’s Vulnerability and Disasters*, 2nd Edition, London.

[8] Birkmann J. (2010): Zusammenfassung. In: Birkmann, J., Dech, S., Gähler, M., Krings, S., Kühling, W., Meisel, K., Roth, A., Schieritz, A., Taubenböck, H., Vollmer, M., Welle, T., Wolfertz, J., Wurm, M. und H. Zwenzner (2010): *Abschätzung der Verwundbarkeit gegenüber Hochwasserereignissen auf kommunaler Ebene*, Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK), Praxis im Bevölkerungsschutz, Band 4, Bonn, S. 13 – 21.

[9] Kamierczak A. und Cavan G. (2011): *Surface water flooding risk to urban communities: Analysis of vulnerability, hazard and exposure*. In: *Landscape and Urban Planning*, 103, 185 – 197.

[10] DIN EN 752 (2008): *DIN EN 752:2008-04. Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden*; Deutsche Fassung EN 752:2008. Beuth Verlag, Berlin.

[11] DWA (2006): *DWA-A 118. Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen*. DWA, Hennef. ISBN 978-3-939057-15-4.

[12] LANUV (2012): *„Klimawandel in Stadtentwässerung und Stadtentwicklung“ (KISS): Abschlussbericht zum Forschungsprojekt*. <http://www.lanuv.nrw.de/wasser/abwasser/klimawandel.htm> (13.06.2013).

[13] Hoppe H., Kirschner N., Mehlig B., Koch M. und Werker H. (2013): *Auswirkungen extremer Regen – Konzepte und Modelle zur stadtge-*

bietsweiten Analyse. 14. Kölner Kanal und Kläranlagen Kolloquium am 9. und 10.09.2013 in Köln. Band 17. ISBN 978-3-938996-73-7

[14] Sander S., Hoppe H. und Schlobinski S. (2011a): *Integrating Climate Change in the Urban Planning Process – A Case Study*. In: J. Hrebíček, G. Schimak, and R. Denzer (Eds.): *ISESS 2011, IFIP AICT 359*, pp. 631-640. IFIP International Federation for Information Processing.

[15] Sander S., Hoppe H. und Arnold B. (2011b): *Forschungsprojekt SUDPLAN – Bericht aus der (Projekt-) Praxis*. Vortrag im Rahmen des Workshops „Überflutungsvorsorge“ der WSW Energie & Wasser AG und Dr. Pecher AG am 03.11.2011 in Wuppertal.

[16] Olsson J., Gidhagen L., Gamerith V., Gruber G., Hoppe H. und Kutschera P. (2012): *Downscaling of Short-Term Precipitation from Regional Climate Models for Sustainable Urban Planning*. Open Access Sustainability 2012, 4, 866-887; doi:10.3390/su4050866, ISSN 2071-1050, www.mdpi.com/journal/sustainability.

[17] DWA (2013): *DWA-M (151). Messdatenmanagementsysteme in Entwässerungssystemen* (Gelbdruck). DWA, Hennef, ISBN 978-3-944328-01-0.

Autoren

Bernard Arnold, Stefan Sander
 Stadtverwaltung Wuppertal
 Johannes-Rau-Platz 1, 42275 Wuppertal

E-Mail: bernard.arnold@waw.wuppertal.de

Claudia Bach
 United Nations University Institute for Environment and Human Security (UNU-EHS)
 UN Campus, Platz der Vereinten Nationen 1
 53133 Bonn

E-Mail: bach@ehs.unu.edu

Sebastian Czickus
 Ingenieurbüro Reinhard Beck GmbH & Co. KG
 Kocherstraße 27
 42369 Wuppertal

E-Mail: czickus@ibbeck.de

Dr.-Ing. Holger Hoppe
 Dr. Pecher AG
 Klinkerweg 5
 40699 Erkrath

E-Mail: holger.hoppe@pecher.de

Christian Massing
 WSW Energie & Wasser AG
 Schützenstraße 34
 42281 Wuppertal

E-Mail: christian.massing@wsw-online.de

