

Hochwasserereignisse in kleinen, urbanen Einzugsgebieten - Vorhersage und Vorwarnung am Beispiel Graz

1. Kurzfassung/Summary

Zusammenfassung: Die EU-Hochwasser-richtlinie fordert mit der Erstellung von Hochwassermanagementplänen auch die Berücksichtigung von Vorwarnsystemen. Hochwasserprognosen für kleine Einzugsgebiete sind jedoch aufgrund der räumlichen Auflösung mit großen Unsicherheiten behaftet und derzeit aktueller Gegenstand der Forschung. Im Rahmen des ERA-Net CRUE Projekts SUFRI (Sustainable Strategies of Urban Flood Risk Management with non-structural measures to cope with the residual risk), das sich mit der Optimierung des Katastrophenschutzmanagements beschäftigt, wurden als ein Teil des Projekts Praxisanwendungen von Vorwarnsystemen und somit der Umgang mit den Unsicherheiten anhand von vier Fallbeispielen sowie die diesbezüglichen Bedürfnisse der Bevölkerung untersucht. In diesem Beitrag werden repräsentativ die Ergebnisse für die Fallstudie Graz vorgestellt.

Flood events in small urban catchments – prediction and advance warning as practised in Graz, Austria

Summary: The EU Flood Directive includes the requirement that flood management plans should include advance warning systems. Flood prediction tends to involve substantial uncertainties for reasons of spatial resolution and is at present the subject of research studies. The SUFRI (Sustainable Strategies of Urban Flood Risk Management with non-structural measures to cope with the residual risk) project has been launched as a CURE ERANET programme to optimise disaster prevention management. Part of the project has dealt with the practical implementation of advance warning systems, and thus with possible approaches for dealing with these uncertainties using four example cases and also meeting the needs of the population. This article presents the results for the city of Graz.

2. Einleitung

In der Vergangenheit wurde der Hochwasserschutz primär als eine Herausforderung technischer Art verstanden und ausgeführt. So wurden etwa Flüsse reguliert, um die Hochwasserabfuhrkapazität zu erhöhen und Dämme aufgeschüttet, um das Wasser innerhalb des Flussbettes zu halten. Die hohe Zuzugsrate in die Ballungszentren führte und führt nach wie vor zu einem bedeutenden Flächenverbrauch für städtische Infrastruktur und Wohngebiete. Als Konsequenz daraus wird der für Flüsse und Bäche im Stadtgebiet zur Verfügung stehende Raum immer weiter beschnitten. Oftmals ist die Durchführung baulicher Maßnahmen aus diesem Grund gar nicht oder nur eingeschränkt möglich und auch wenn bauliche Schutzmaßnahmen vorhanden sind, so kann der neu gewonnene Raum nur für bestimmte Hochwasserereignisse geschützt werden; ein Restrisiko bleibt bestehen. Eine neue Herangehensweise für die Bewältigung und den Umgang mit Hochwassersituationen ist deshalb gefragt. Diese neue Herausforderung wurde mit dem Erlass der EU-Hochwasserrichtlinie 2007 angenommen, welche die Erstellung von Hochwasserrisikomanagementplänen für alle EU-Staaten bis 2015 vorsieht (EU-Hochwasserrichtlinie, 2007)

Wissen um die Möglichkeiten zur Umsetzung dieser Pläne ist ein essentieller Bestandteil, um richtige Entscheidungen treffen zu können. Aus diesem Grund haben sich 16 europäische Organisationen zur ERA-Net CRUE Initiative, die von der Europäischen Kommission im 6. Rahmenprogramm finanziert wird, zusammengeschlossen. Damit wird die Forschung im Bereich „Hochwasser-Risikomanagement“ auf sachpolitischer und finanzstrategischer Ebene harmonisiert und integriert (Lebensministerium, 2008). Die unterschiedlichen Ausgangspositionen der einzelnen Mitgliedsstaaten, sowohl hinsichtlich der gesetzlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen als auch die Charakteristik der lokalen hydrologischen Systeme, müssen dabei Berücksichtigung finden.

In der zweiten ERA-Net CRUE-Forschungsinitiative werden 8 Forschungsprojekte im Zeitraum von Sept. 2009 bis Sept. 2011 zum Thema „Flexibilität und Belastbarkeit im Umgang mit Hochwasserereignissen“ gefördert. Das unter der Koordination der TU Graz stehende Projekt “SUFRI – Sustainable Strategies for Urban Flood Risk Management with non-structural Measures to cope with the Residual Risk” beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit der Verbesserung des Katastrophenschutzmanagements. Mit der Einbeziehung von Vorwarnsystemen, Restrisikoabschätzungen und Risikokommunikation der sechs beteiligten Projektpartnern aus Österreich, Deutschland, Italien und Spanien wird ein sehr breiter Ansatz verfolgt. In diesem Artikel werden erste Ergebnisse aus den Bereichen Vorwarnsysteme und Risikokommunikation präsentiert und die Fallstudie Graz näher vorgestellt.

3. Vorhersage und Vorwarnung

3.1. Vorhersage

Für eine adäquate Vorbereitung auf ein Hochwasserereignis ist es notwendig über den Eintrittszeitpunkt und das Ausmaß der Hochwasserwelle Bescheid zu wissen. In der zur Verfügung stehenden Zeit müssen sowohl von der Verwaltung und den Einsatzorganisationen, als auch von der Bevölkerung alle notwendigen Maßnahmen zur Abwehr oder Verminderung des Schadensausmaßes getroffen werden. Besonders schwierig stellt sich die Situation für kleine Einzugsgebiete dar, da der Abfluss schnell auf ein Niederschlagsereignis reagieren. Oftmals verfügen diese Gewässer über kein ausreichendes Beobachtungssystem bzw. sind der Effektivität von Beobachtungssystemen durch die Kurzfristigkeit der Ereignisse enge Grenzen gesetzt.

Mehrere Punkte beschränken die Vorhersagbarkeit in kleinen Einzugsgebieten:

- Ungenauigkeit und Unsicherheit in der Vorhersage von Gewittern und Starkniederschlägen in einem be-

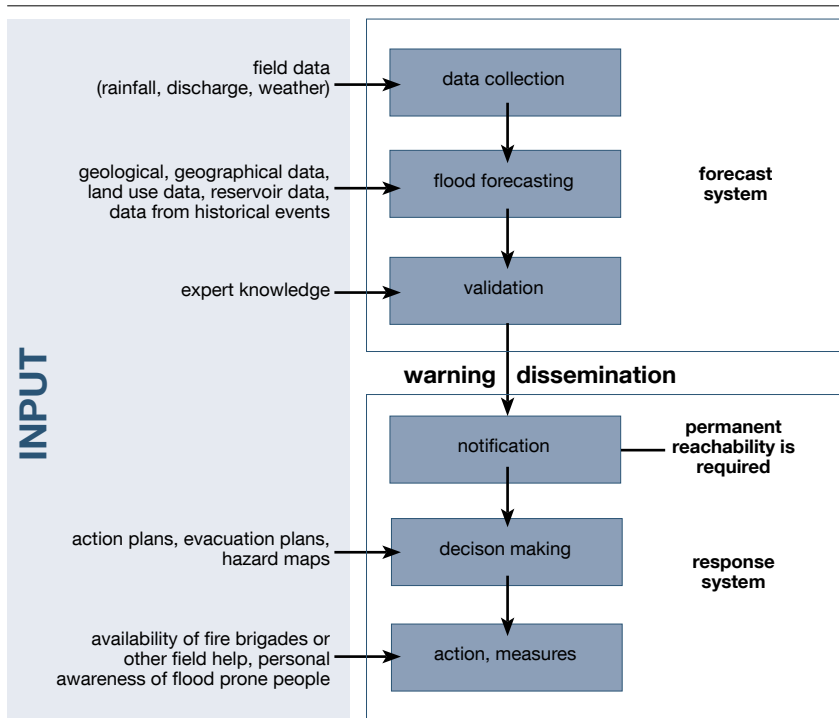


Abb. 1: Komponenten eines Vorwarnsystems

stimmten kleinen Einzugsgebiet

- Schnelligkeit des Anstieges des Abflusses im Fließgewässer
- Bodendurchlässigkeit, Geländegefälle
- vorausgegangener Niederschlag.

Die Herausforderung über die Vorhersage von Sturzfluten liegt also im Umgang mit den kurzen Zeit- und Raumskalen, die sich wesentlich von jenen großer Einzugsgebiete unterscheiden, wo es möglich ist Prognosen für mehrere Tage im Voraus zu erstellen. Dieses Problem kann am Beispiel Graz (siehe Kapitel 4) gut verdeutlicht werden: So können etwa konvektive Starkniederschläge im Norden der Stadt auftreten, während im Stadtzentrum, ca. 5 km davon entfernt, strahlend blauer Himmel herrscht.

3.2. Vorwarnung

Das generelle Konzept eines Vorwarnsystems ist in Abb. 1 dargestellt. Es umfasst einerseits das Vorhersagesystem und andererseits das Reaktionssystem (Setzen von Handlungen).

Das Verbindungselement dieser beiden Systeme ist die Weitergabe der Vorwarnung, die in weiterer Folge bestimmte Handlungsmaßnahmen nach sich zieht. Gerade diese Schnittstelle ist von besonderer Bedeutung und soll hier näher erläutert werden. Um den gewünschten Er-

folg zu erzielen, müssen Warnungen jeweils auf die individuellen Bedürfnisse der EmpfängerInnen abgestimmt werden.

Diese Bedürfnisse unterscheiden sich je nach:

- Empfängergruppe (Bevölkerung, Einsatzorganisation, EntscheidungsträgerInnen, ExpertInnen)
- Häufigkeit der Betroffenheit und
- Größe des hydrologischen Systems (kleine Einzugsgebiete vs. große Flusssysteme)

und betreffen die Detailtiefe sowie die Art und den Zeitpunkt der Übermittlung der Warnung.

3.2.1. Detailtiefe

Die Angabe von quantitativen Daten, wie etwa Jährlichkeiten, Durchflussraten, Wasserstandsdaten oder zu erwartender Niederschlag setzt ein gewisses Vorwissen im Bereich der Hydrologie und die Kenntnis des Charakters des Gewässers voraus. Mit einer bewussten Vereinfachung und Reduktion der Detailtiefe kann das Hochwasserereignis auch von Laien eingeordnet und entsprechend interpretiert werden. Hierzu kommen beispielsweise farbkodierte Systeme, ähnlich einer Ampel, zur Anwendung, mit der etwa eine gewisse Bandbreite an Jährlichkeiten prognostiziert wird. An das Erreichen solcher

Warnmarken können beispielsweise auch Handlungsanweisungen geknüpft sein bzw. automatische Warnungen versendet werden. Für viele österreichische Flüsse sind Pegeldata online abrufbar (z.B. Mur in der Steiermark, oder Krennsfluss in Niederösterreich). Am Krennsfluss ist das Erreichen einer bestimmten Warnmarke auch mit der automatischen Versendung einer Kurznachricht sowohl an die betroffene Bevölkerung als auch an die Feuerwehr verbunden. All die angeführten Optionen sind nur sinnvoll, wenn noch ausreichend Zeit für eine Vorwarnung besteht oder die erwartete Hochwasserwelle von niedriger bis mittlerer Intensität ist. Ist Gefahr in Verzug und sind etwa Menschenleben bedroht, so muss auf andere Mittel der Vorwarnung wie Sirenen oder Lautsprecher zurückgegriffen werden. Hier ist die Detailtiefe durch das Medium an sich vorgegeben und begrenzt.

3.2.2. Art des Kommunikationsmittels

Zur Übermittlung einer Vorwarnung stehen unterschiedliche Mittel zur Verfügung, wie Web-Applikationen (Internet basiert), Fax, Telefon, SMS, Fernsehen, Radio, Sirenen oder Lautsprecher. In den letzten Jahren hat es eine verstärkte Tendenz hin zur Nutzung von Web-Applikationen gegeben. Dies stellt eine komfortable Methode dar, um eine große Personengruppe immer über den aktuellen Stand der Hochwasserprognose informieren zu können (vor allem durch die Bereitstellung von Pegeldata). Im Katastrophenfall erweist sich die Nutzung dieser Systeme, z.B. aufgrund von Stromausfällen, als schwierig.

Oftmals erfolgt eine Benachrichtigung auch über SMS. In beiden Fällen ist dafür das aktive Interesse und Handeln der betroffenen Personen notwendig, um die gewünschten Informationen zu erhalten sowie die Fähigkeiten diese technischen Systeme überhaupt nutzen zu können. Zum Beispiel muss man sich für den Erhalt einer SMS-Warnung vorab registrieren. In diesem Punkt spielt die Risikowahrnehmung der Bevölkerung eine wesentliche Rolle. Denn nur wenn sich eine Person des Hochwasserrisikos bewusst ist, wird sie auch entsprechende Vorsorgemaßnahmen treffen, sich gegen ein drohendes Hochwasserereignis zu schützen. Zusätzlich muss man beachten, dass es Personengruppen, wie etwa ältere Personen gibt, die im Umgang mit neuen Technologien nicht so versiert sind und damit automatisch aus der Vorwarnung

ausgeschlossen werden. Hier müssen künftig weitere Möglichkeiten entwickelt und angeboten werden. Als eine, von der Verwaltung losgelöste, Möglichkeit soll hier die Stärkung der Nachbarschaftshilfe genannt werden. Dadurch kann eine erhaltene Hochwasserwarnung auf schnellstem Weg an den Nachbarn weitergegeben werden. Die Verwendung von Fernsehen und Radio als Vorwarnmedien ist, abhängig von der Regionalität und Intensität des Ereignisses als auch des Senders und daher nur eingeschränkt möglich und sinnvoll. Sirenen und Lautsprecher werden meist dann zur Vorwarnung eingesetzt, wenn ein Ereignis gefährliche Ausmaße angenommen hat und eine andere Art der Vorwarnung nicht mehr möglich oder ausreichend ist. Diese Maßnahmen sind jedoch nur effektiv, wenn die Bewohner die entsprechenden Signale zu interpretieren wissen und dadurch entsprechende Handlungen setzen.

3.2.3. Zeitpunkt

Die Glaubwürdigkeit und Akzeptanz eines Vorwarnsystems hängt stark von der Trefferquote der Vorhersage, sowohl hinsichtlich der Eintrittszeit als auch der Höhe der Hochwasserwelle, ab. Vor allem die Bevölkerung reagiert sensibel auf Ereignisse, die vorhergesagt werden, aber nicht eintreten. Dadurch steigt die Gefahr, dass weitere Frühwarnungen ignoriert werden. Bei großen Flusssystemen kann der Zeitpunkt des Eintretens einer Hochwasserwelle relativ genau vorhergesagt werden. Die Vorwarnung kann somit ab dem Zeitpunkt der Vorhersage weitergeben werden. In kleinen Einzugsbieten ist die Herausforderung, einerseits alle zur Verfügung stehenden Parameter sorgfältig zu überprüfen, um eine Fehlwarnung auszuschließen und andererseits die Vorwarnung so schnell wie möglich weiterzugeben. Weiters gilt es zu beachten, dass eine Vorwarnung und die damit einhergehende Bereitstellung der Einsatzkräfte und Mittel (z.B. Aufbau eines mobilen Hochwasserschutzes) bei einer Falschmeldung auch finanzielle Konsequenzen haben können und gleichzeitig Ressourcen abgezogen werden, die für andere Notfälle nicht zur Verfügung stehen.

4. Fallstudie Graz

Im Projekt SUFRI werden insgesamt vier Fallstudien (Graz - Österreich, Dresden - Deutschland, Benaguasil und Arenys de Munt - Spanien) hinsichtlich der Verwen-

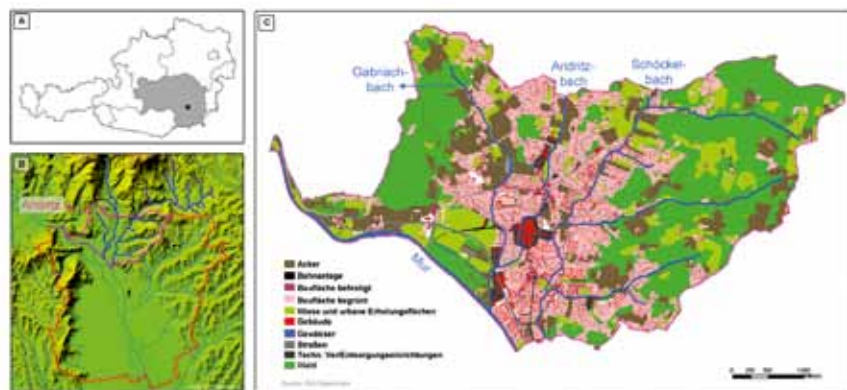


Abb. 2: A: Lage Graz, B: Lage Andritz im Norden von Graz, inkl. Topographie, C: Flächennutzungsplan Andritz

TABELLE 1

Detaildaten zur Fallstudie Graz (Burkelz, Rakusch, 2006)

Bach	Andritzbach	Gabriachbach	Schöckelbach
Einzugsgebiet	18 km ²	2,7 km ²	34 km ²
Flusslänge	8,5 km	3,5 km	8,4 km
HQ100	40 m ³ /s	15 m ³ /s	41 m ³ /s
Letztes HW-Ereignis	2005	2005	2009

dung und der Möglichkeit der Nutzung von Vorwarnsystemen untersucht. Im Folgenden wird exemplarisch eine Fallstudie für Graz-Andritz erläutert und zur Diskussion gestellt.

Der Bezirk Andritz in Graz wird u.a. von drei Bächen, dem Andritz-, Gabriach- und Schöckelbach, durchflossen. Dabei handelt es sich um Bäche mit kleinen Einzugsbieten, wovon der größte Bach, der Schöckelbach, ein Einzugsgebiet von 34 km² aufweist. Der Andritz- sowie der Schöckelbach haben ihre Quelle außerhalb von Graz, am Fuße des Schöckels. Rund 20.000 Personen leben im Bezirk Andritz, der ein durchschnittliches Bevölkerungswachstum von 0,6% aufweist (Stadt Graz, 2009). Wie in Abb. 2 dargestellt, sind vor allem die Bereiche entlang der Bäche dicht besiedelt. Weitere Kennzahlen zu den Bächen sind der Tab. 1 zu entnehmen.

Die Hauptursachen für Hochwasserereignisse im Bezirk Andritz sind Sturzfluten, die aufgrund von Gewittern, vor allem in den Sommermonaten auftreten können, aber auch Starkniederschläge, etwa auf bereits gesättigten Boden.

4.1. Historische Hochwasserereignisse

Eine Erhebung der historischen Hochwasser in Graz hat eine inhomogene

Verteilung der Hochwasserereignisse, mit einer Häufung im Zeitraum von 2000 bis 2009 gezeigt. Wobei diese Ereignisse ausschließlich in den Jahren 2005 und 2009 aufgetreten sind. (Abb. 3). Am Schöckelbach wurden etwa für den Zeitraum von 1975 bis 2004 keine Hochwasserereignisse dokumentiert. Auffallend ist, dass die Bäche im Bezirk Andritz, trotz ihrer räumlichen Nähe, nicht zu den gleichen Zeiten Hochwasser führten. (Burkelz, Rakusch, 2006) (Hydroconsult, 1997) (Stadt Graz, 2010) Die Genauigkeit und der Detailgrad der Dokumentationen sind nicht sehr groß, so dass diese Aufstellung mit gewissen Vorbehalten gesehen werden muss. Beispielsweise verursachte der in den Andritzbach mündende Gabriachbach im Zeitraum von 1990 bis 1999 zwei Hochwasserereignisse, die jedoch beim Andritzbach nicht dokumentiert wurden.

4.2. Vorhersagesysteme in Graz

Wie bereits ausgeführt, ist die Vorhersage von Starkniederschlagsereignissen in kleinen Einzugsgebieten, wie jenen in Graz, mit sehr großen Unsicherheiten behaftet. Nachfolgend sind die aktuell verwendeten Methoden zur Abschätzung eines Hochwasserereignisses in Graz dargestellt.

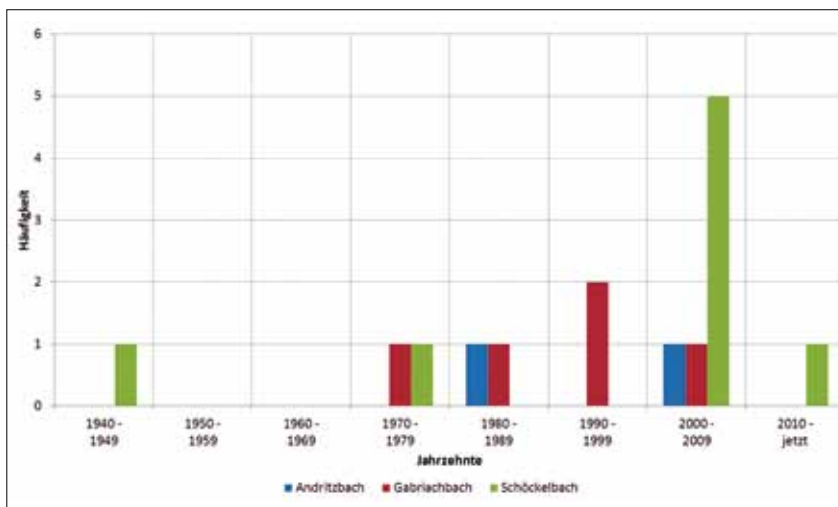


Abb. 3: Häufigkeit der dokumentierten Hochwasserereignisse im Bezirk Andritz nach Jahrzehnten



Abb. 4: Hochwasser a) Gabriachbach 2005 (Hornich, Wiener 2007), b) 2005 (Hydroconsult 2005)

4.2.1. Meteorologische Vorhersagen

4.2.1.1. INCA – Integrated nowcasting through comprehensive analysis

Die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik hat ein Wetteranalyse- und Vorhersagemodell mit einer räumlichen Auflösung von einem km und einer zeitlichen Auflösung von fünfzehn Minuten entwickelt, womit Analysen und Niederschlagsvorhersagen für die nächsten sechs Stunden berechnet werden. Dabei werden die speziellen regionalen und kleinräumigen topographischen Effekte berücksichtigt und Radar- als auch Stationsdaten in die Berechnung miteinbezogen. Noch Entwicklungsbedarf besteht in der Prognose von konvektiven Zellen. Derzeit steht der Berufsfeuerwehr Graz ein eigener Zugang zu speziell für Graz angefertigte Prognosen zur Verfügung. (Haiden et al, 2010)

4.2.1.2. Wetterradar Reicherhöhe

In Österreich existieren insgesamt sechs Wetterradarstationen, eine davon befindet sich nördlich von Graz in Übelbach auf der Reicherhöhe. Das Radar wurde 2003

auf Initiative der Steirischen Hagelabwehr installiert und ist nur tagsüber in Betrieb. Es ist ständig mit einer Meteorologin besetzt, die das Wettergeschehen beobachtet und dieses mit den Analysen der Wetterradarbilder in Beziehung setzt. Bei Gefahr in Verzug wird die Berufsfeuerwehr in Graz informiert. Die Benachrichtigungen werden per Festnetztelefon übertragen (eigene Rufnummer), da in diesem Gebiet weder ein Mobilfunknetz verfügbar ist, noch eine Funkverbindung zur Berufsfeuerwehr besteht. In diesem Bereich besteht noch Verbesserungsbedarf, da es wetterbedingt häufig zu Stromausfällen kommt, die eine Weiterleitung einer Warnung unmöglich machen. Das Wetterradar am Zirbitzkogel ist aufgrund der Abschattung durch das Gebirge für eine Vorhersage von Niederschlagsereignissen in Graz nicht anwendbar. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass mit einem Wetterradar nur tatsächlich gefallener Niederschlag aufgenommen werden und somit eine Vorwarnung erst nach Einsetzen eines Niederschlagsereignisses ausgesprochen werden kann. (Kirchwegger, 2010)

4.2.1.3. Wetterradarsysteme – Nachbarländer

In den Nachbarländern Slowenien, Kroatien und Ungarn sind ebenfalls Wetterradarsysteme in Betrieb, die einen Teil der Steiermark und somit auch Graz abdecken. Sie werden derzeit nicht für die Vorhersage verwendet, sollen aber an dieser Stelle hinsichtlich möglicher, künftiger Anwendungen erwähnt werden.

4.2.2. Hydrologische Datensammlung

In den letzten Jahren gab es von Seiten der Stadt Graz massive Bemühungen, das hydrologische Messnetz in Graz auszubauen und zu verdichten. Noch vor kurzem mussten die Einzugsgebiete in Andritz als größtenteils unbeobachtet bezeichnet werden, es konnte hier nur auf zwei Niederschlagsmessstationen im Bereich Andritz-Zentrum zurückgegriffen werden. Da für den Schöckelbach konvektive Schauer, die am Schöckel gestaut werden von großer Wichtigkeit sind, sollen hier auch zwei weitere Messstellen, am Gipfel des Schöckels und in St. Radegund, eine Gemeinde am südöstlichen Fuß des Schöckels, erwähnt werden. Sie befinden sich nicht in dessen Einzugsgebiet, lassen aber eine Abschätzung des Niederschlagsvolumens zu. Zusätzlich konnten im Jahr 2010 zwei Pegelmessstellen installiert werden, die im Rückhaltebecken Gabriachbach und am Oberlauf des Schöckelbachs situiert sind. Weiters wurden zwei Lattenpegel und zwei Webcams am Schöckelbach angebracht. Die Stadt Graz plant mit der Errichtung eines Pegelmessnetzes an den Grazer Bächen den Anforderungen eines umfassenden Katastrophenschutzmanagements Rechnung zu tragen. Das neue System soll in weiterer Folge in ein existierendes Hochwasservorhersagesystem für die Mur integriert werden. Derzeit finden Gespräche statt, um die unterschiedlichen Anforderungen der involvierten Parteien (z.B. Kanalbauamt, Stadt Graz, Berufsfeuerwehr, TU Graz) zu koordinieren. Nach der Umsetzung aller Pläne sollen in Graz insgesamt 13 Pegel zur Verfügung stehen (fünf in Andritz), wovon neun in diversen Rückhaltebecken situiert sein werden.

4.2.3. Forschungsprojekt

AWAS-Net (Automatisiertes Warn-, Alarm- und Steuerungssystem für Hochwasserrisiken an Infrastruktureinrichtungen am Beispiel der Rückhaltebecken Geilbach und Ligistbach)

Ein interessanter Ansatz zur Vorhersage von kleinräumigen Niederschlägen und Hochwasserereignissen wurde im

Forschungsprojekt AWAS-Net in der Weststeiermark getestet. Das System wurde für Bäche mit Rückhaltebecken entwickelt. Da auch an den Bächen der Fallstudie Graz schon zwei Rückhaltebecken am Gabriachbach gebaut wurden und weitere Rückhaltebecken am Schöckelbach geplant sind, kann dieses Forschungsprojekt hilfreiche Informationen für ein mögliches Vorhersage- und Alarmierungssystem in Graz liefern.

Mit Hilfe des AWAS-Nets soll eine automatisierte Überwachung und Steuerung von Rückhaltebecken ermöglicht werden, was eine rechtzeitige Warnung und Alarmierung der Betroffenen sowie der Einsatzorganisationen erlaubt. Dazu wurden Messstationen (Niederschlag, Temperatur, Abfluss) sowie Video- und Kommunikationssysteme an den Rückhaltebecken und an ausgewählten Gewässerabschnitten installiert und mit einer netzunabhängigen Datenübertragung ausgestattet. Zusätzlich werden kurzfristige Niederschlagsprognosen (INCA-System) implementiert. Mittels Niederschlags-Abfluss-Modellierungen wurde ein Katalogsystem für unterschiedliche Hochwasserszenarien erarbeitet. Eine Weiterverarbeitung der eingehenden Daten sowie deren Visualisierung und Einspeisung in eine Datenbank findet in einer Steuerungs- und Warnzentrale statt. Dort werden auch die Daten mittels Videobildern auf ihre Plausibilität überprüft. Im Ernstfall erfolgt eine Meldung an die Landeswarnzentrale und die Beckenwärter bzw. -verantwortlichen sowie die Freischaltung der Warnung bzw. Alarmierung der Einsatzorganisationen und der betroffenen Bevölkerung per SMS. Gleichzeitig wird auch die Umsetzung eines abgestuften Warn- und Alarmplans eingeleitet. In Tab. 2 sind die Eckdaten der Fallstudien aufgelistet sowie in Abb. 6 die dazugehörigen Rückhaltebecken dargestellt. (Ingenios.Gobiet, 2010)

Für eine Umsetzung dieses Systems in Graz ist jedoch eine umfangreiche technische Ausstattung notwendig, welche ein hohes Finanzierungsaufkommen bedeutet. Weiters müsste noch die Frage der Verwaltung der Steuerungs- und Warnzentrale mit den zuständigen Stellen abgeklärt werden.

4.3. Vorwarnung in Graz

Derzeit werden Warnungen vor großen Niederschlagsmengen oder schweren Gewittern über die Medien an die Bürger übermittelt (z.B. Fernsehen oder Radio). Zusätzlich existiert eine Vielzahl an Web-

TABELLE 1

AWAS-Net, Fallstudien, Eckdaten

Fallstudie	Köflach	Ligist
Einzugsgebiet	10,7 km ²	33,8 km ²
Meereshöhe ü.A.	424 - 860 m.ü.A.	352 - 1100 m.ü.A.
Hochwasserschutz	ca. HQ25	ca. HQ 30
Hochwasserrückhaltebecken	Geilbach	Ligistbach
Einzugsgebiet	4,9 km ²	8,4 km ²
Stauvolumen	56.200 m ³	160.000 m ³
Hochwasserschutz	HQ100	-



Abb. 5: AWAS-Net a) Rückhaltebecken Geilbach, b) Rückhaltebecken Ligistbach

seiten, wo sich interessierte Bürger über ein mögliches Risiko informieren können. Auf der Webseite der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) können Wetterwarnungen in drei Warnstufen für die steirischen Bezirke, inklusive Graz, abgerufen werden. Dabei werden Zusatzinformationen angegeben, wie etwa das Ausmaß des erwarteten Niederschlags und der zugehörige Zeitraum.

Die Landeswarnzentrale Steiermark (LWZ), als ein Teil der Steirischen Landesregierung, ist für die Warnung und Alarmierung sowie für die Koordination im Katastrophenfall zuständig. Die Warnungen der LWZ basieren auf Warnungen der ZAMG, die sie in schriftlicher Form erhalten. Zusätzlich werden die Online-Pegel der Hauptflüsse beobachtet und auf das INCA System der ZAMG zurückgegriffen. Warnungen werden nur bei einer ernsthaften Gefährdung ausgegeben, z.B. wenn ganze Bezirke oder die ganze Steiermark betroffen sind. Dabei werden alle möglicherweise betroffenen Institutionen per Mail gewarnt. Dazu zählen etwa die Bezirkshauptmannschaft, die Feuerwehr, die Gemeinde, die Wildbach- und Lawinenverbauung, Bundesheer, Polizei, Telekommunikationsprovider, Baubezirksleitung, Rotes Kreuz, um nur einige zu nennen. Durch einen speziellen Betreff im E-Mail werden diese automatisch in eine SMS umgewandelt. Dieses System ist schematisch in Abb. 7 dargestellt. (LWZ, 2010)

Zur Information der Öffentlichkeit werden die Warnungen auf der Webseite der Landeswarnzentrale Steiermark veröffentlicht. Im Zeitraum vom Jänner 2002 bis August 2010 konnten 34 Warnungen hinsichtlich hoher erwarteter Niederschlagsmengen (größer als 20 mm) oder schwere Gewitter verzeichnet werden. (LWZ, 2010)

Die bisher beschriebenen Warnungen waren allgemeine Warnungen für größere räumliche oder administrative Einheiten, wie z.B. Bezirke. In Graz ist die Abteilung für Katastrophenschutz und Feuerwehr für eine solche Warnung zuständig (Stadt Graz, Katastrophenschutz, 2010). Seit 2011 werden auf der Webseite der Stadt Graz interessierten Bürgern Pegelstände zur Verfügung gestellt. Für eine transparente Krisenkommunikation wurde ein Ampelsystem (grün, gelb, rot) zur Hochwasserwarnung eingerichtet. Die Warnschwellen werden von der Einsatzleitung der Feuerwehr festgelegt und beziehen sich nicht ausschließlich auf die gemessenen Pegelstände. Das Ampelsystem wurde ebenfalls mit Verhaltenshinweisen für die Bevölkerung versehen, z.B. sollten bei der Warnstufe gelb Selbstschutzmaßnahmen getroffen werden. Erhöht sich die Warnstufe, so werden an die Medien vorgefertigte Texte übermittelt, die die BürgerInnen genau über die Situation und das richtige Verhalten informieren. Steigt die Warnstufe auf rot, so kommen zusätzlich

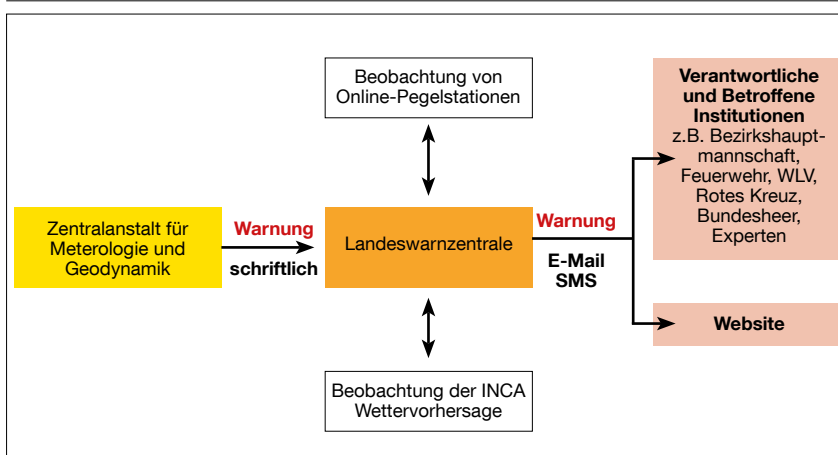


Abb. 6: Benötigte Zeit um sich ausreichend auf ein HW-Ereignis vorzubereiten und tatsächlich zur Verfügung gestandene Zeit beim letzten HW-Ereignis 2009 (Grossmann, Seiser, 2011)

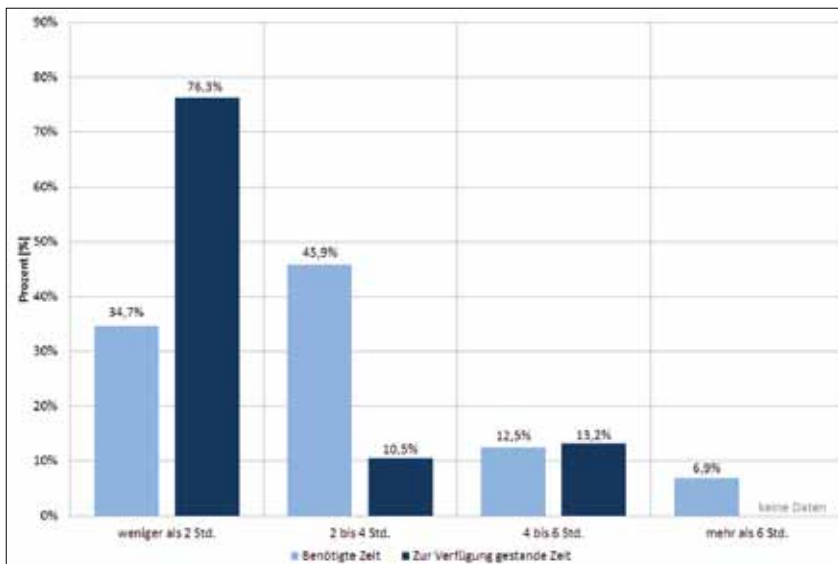


Abb. 7: Sinnvollstes Kommunikationsmittel um sich regelmäßig über Hochwasserbelange zu informieren (Grossmann, Seiser, 2011)

Sprechdurchsagen mit Megaphonen vor Ort zum Einsatz. Es besteht die Möglichkeit, die Warnungen der Stufe gelb und rot per SMS zu beziehen. Dieses System ist die verbesserte Fortführung eines bereits 2008 eingerichteten SMS-Hochwasserinformationssystem. Die Warnungen der Bevölkerung sowie die Warnungen der verantwortlichen und betroffenen Institutionen sind im dreistufigen Einsatzplan der Feuerwehr festgelegt, der zusätzlich noch einen entsprechenden Maßnahmenkatalog enthält. (Stadt Graz, 2011)

SMS-Warnungen im Falle von Unwettergefahr, inklusive Gewitter- und Starkregenwarnungen werden auch von verschiedenen privaten Organisationen angeboten. Dazu zählen etwa Raiffeisen Versicherung, Uniqua Group Austria, Victoria Volksban-

ken, www.wetter.at oder der Radiosender Ö3. Diese Services stehen entweder der ganzen Bevölkerung zur Verfügung (z.T. kostenpflichtig) oder sie sind, vor allem im Bereich der Versicherungen, ausschließlich Kunden vorbehalten (meist kostenfrei). Die Warnungen basieren auf Analysen von verschiedenen Wetterdiensten und werden zumeist für eine bestimmte Postleitzahl oder auch für eine Region ausgegeben.

4.4. Wahrnehmung und Bedürfnisse der Bevölkerung

Damit Hochwasserschutzmanagementpläne inklusive Vorwarnsysteme im Katastrophenfall funktionieren und der Bevölkerung auch die Kontrolle über das Ereignis vermittelt werden kann, müssen

diese auf die Bedürfnisse der Bevölkerung abgestimmt werden. Katastrophenschutzmanagement ist jedoch nicht nur die Aufgabe der Behörden, vielmehr ist jeder Einzelne angehalten, mit adäquaten Mitteln zur Verbesserung der Hochwassersituation, z.B. in Form von Selbstschutzmaßnahmen, beizutragen. Um die Wahrnehmung der betroffenen Bevölkerung aufzuzeigen, wurden im Zuge des Projekts SUFRI Umfragen zu den Themenbereichen Naturgefahren, Folgen von Hochwasserereignissen, Kommunikation und Information, Selbstschutz und Eigenvorsorge und finanzielle Folgen von Hochwasserereignissen in den Fallstudien Graz, Dresden, Lodi, Benaguasil, Arenys de Munt durchgeführt. Diese Ergebnisse inklusive einer Erhebung der bisher durchgeführten Informationskampagnen werden in Empfehlungen für künftige Informationskampagnen im Bereich Hochwasser sowie in Empfehlungen für die Optimierung des Katastrophenschutzmanagements einfließen.

Im Bereich Andritz wurde im September 2010 jeder vierte Haushalt, der im Überflutungsbereich eines HQ100 liegt, von der Forschungsstelle für Krisen- und Katastrophenforschung der Uni Graz, befragt. Dies entspricht einer Anzahl von 286 Haushalten, wobei die Rücklaufquote 25 % betrug. Mit 54 % haben mehr Männer als Frauen (46 %) an der Umfrage teilgenommen, das Durchschnittsalter lag bei 55 Jahren. Von den Befragten waren 61 % in den letzten 10 Jahren von Hochwasser betroffen. 67 % haben finanzielle und materielle Verluste erlitten, 34 % gesundheitliche Beeinträchtigungen erfahren.

Einen hohen Stellenwert hat Nachbarschaftshilfe im Falle eines Hochwasserereignisses. So erachten etwa 74 % der Befragten Nachbarschaftshilfe als sehr wichtig und 52 % gaben an, dass beim letzten Hochwasserereignis Nachbarschaftshilfe geleistet wurde.

Die Einschätzung der benötigten Zeit um sich auf ein Hochwasser vorzubereiten und die real erlebte Situation beim letzten Hochwasserereignis bilden sehr gut die schwierige Situation im Bereich der Vorwarnung in kleinen Einzugsgebieten ab (siehe Abb. 8). Dabei empfanden 56 % der Befragten die zur Verfügung gestandene Zeitspanne als zu kurz, für 15 % war sie ausreichend.

Das angemessene Reagieren der Bevölkerung auf ein Hochwasserereignis bedingt einen ständigen Informationsfluss von den Behörden und Einsatzorganisationen zu den Betroffenen. Für das Beispiel

Graz hat es sich gezeigt, dass hier noch Verbesserungsbedarf besteht. Konkret haben sich fast 70 % der Befragten beim letzten Hochwasserereignis sehr oder überwiegend schlecht informiert gefühlt. Knapp mehr als die Hälfte der Teilnehmer der Umfrage gab an keine regelmäßigen Informationen während des letzten Hochwasserereignisses erhalten zu haben.

Unterschiedliche Kommunikationsarten der Vorwarnung wurden bereits unter Punkt 3.2 näher erläutert. Dabei wurde auf den Trend der Nutzung moderner Medien zugunsten von konventionellen Medien hingewiesen. Dies konnte auch bei der Erhebung der bisher stattgefunden Informationskampagnen in Graz festgestellt werden. Dabei wurde untersucht, mit welchen Aktionen (z.B. Flyer, Webseite, Informationsabende, Schaltungen in Medien) die Bevölkerung auf das Hochwasserrisiko aufmerksam gemacht wurde. Hierbei ist jedoch anzumerken, dass das Konzept von Informationskampagnen seit dem Jahr 2005 im Aufbau begriffen ist und noch keine strategische Vorgehensweise geplant ist. Die durchgeführten Maßnahmen zur Hochwasserinformation haben meist als Reaktionen auf Hochwasserereignisse stattgefunden. Angesichts dieser Entwicklungen sind die Umfrageergebnisse aus Graz hinsichtlich des sinnvollsten Kommunikationsmittels um sich regelmäßig über Hochwasserbelange zu informieren sehr interessant. Schaltungen in Medien werden von den Befragten mit 57 % als am sinnvollsten eingestuft, gefolgt von einem Informationszentrum vor Ort mit 36 %. Die Nutzung des Internet halten jedoch nur 7,7 % für das sinnvollste Kommunikationsmittel (Abb. 9). Um die Effektivität zukünftiger Informationskampagnen zu steigern, sollten diese Ergebnisse in die Planungen mit einbezogen werden.

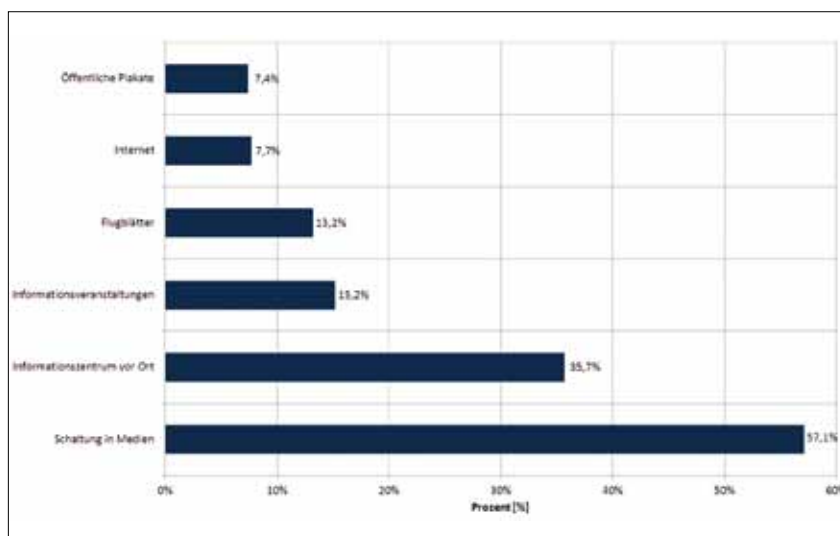


Abb. 8: Sinnvollstes Kommunikationsmittel um sich regelmäßig über Hochwasserbelange zu informieren

5. Schlussfolgerung

Vorwarnsysteme sind ein wichtiger Bestandteil im Katastrophenschutzmanagement. In kleinen Einzugsgebieten sind der Vorwarnung aufgrund des raschen Eintretens eines Hochwasserereignisses jedoch Grenzen gesetzt. In diesem Beitrag wird das derzeit verwendete Vorhersage- und Vorwarnsystem in Graz vorgestellt sowie Möglichkeiten zu Optimierung, vor allem im Bereich der Abstimmung auf die Bedürfnisse der Bevölkerung, aufgezeigt.

6. Danksagung

Das Projekt wird durch die ERA-Net CRUE Initiative mit Mitteln des Lebensministeriums, dem spanischen Ministeriums für Wissenschaft und Innovation, des Landes Steiermark sowie der Wildbach- und La-

winenverbauung Steiermark finanziert. Weiters möchten wir Herrn DI Zach von der Ingenos.Gobiet ZT GmbH sowie Frau Kirchweiger, Meteorologin am Wetterradar Reicherhöhe, der Berufsfeuerwehr Graz, der Stadt Graz und der Landeswarnzentrale Steiermark für die persönlichen Gespräche danken. ■

Korrespondenz:

C. Jöbstl, S. Ortner, H. Knoblauch und G. Zenz
 Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft,
 Stremayrgasse 10/2, A-8010 Graz
 E-mail: cornelia.joebstl@tugraz.at, simone.ortner@tugraz.at,
 helmut.knoblauch@tugraz.at, gerald.zenz@tugraz.at

LITERATUR

- Burkelz, Rakusch (2006):** Sachprogramm Grazer Bäche 2006
Hydroconsult (1997): Grazer Bäche, Abflussuntersuchung 1997
Hydroconsult (2005): Dokumentation des Hochwassers 21.08.2005
Haiden et al. (2010): Integrated Nowcasting though Comprehensive Analysis (INCA) System description, ZAMG Bericht, 60 S.
Ingenos.Gobiet ZT GmbH (2010), AWAS-Net: Automatisiertes Warn-, Alarm- und Steuerungssystem für Hochwasserrisiken an Infrastruktureinrichtungen am Beispiel der Rückhaltebecken Geilbach und Ligistbach, <http://www.awasnet.info/>
Landeswarnzentrale Steiermark (LWZ), Land Steiermark, 2010, <http://www.katastrophenschutz.steiermark.at/cms/ziel/5461/DE/> (Zugriff 19.08.2010)
Lebensministerium (2008): ERA-Net CRUE: In-

- tegration der Forschung zu Hochwasser-Risiko-
 management in Europa, <http://www.forstnet.at/article/articleview/56860/1/4932> (Zugriff 20.02.2011)
Ministerium für Umwelt und Raumplanung, Umweltagentur der Republik Slowenien, Wetterradar in Slowenien, <http://www.arso.gov.si/vreme/napovedi%20in%20podatki/radar.html> (Zugriff 29.06.2010)
Meteorologisches und hydrologisches Institut Kroatien, Wetterradar in Kroatien, http://vrijeme.hr/aktpod_e.php?id=bradar¶m=08, (Zugriff 29.06.2010)
Országos Meteorológiai Szolgálat, Wetterradar in Ungarn, <http://www.met.hu/kepek/brod/index.php> (Zugriff 29.06.2010)
Richtlinie 2007/60/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken, Amtsblatt der Europäischen

- Kommission 288/27
Stadt Graz (2009): Bevölkerung der Landeshauptstadt Graz, Magistrat Graz - Präsidiabteilung (Hrsg.), Referat für Statistik
Stadt Graz (2010): Dokumentierte Hochwässer in Graz, Abteilung für Grünraum und Gewässer <http://gis.graz.at/cms/bei-trag/10057931/1066956> (Zugriff 20.07.2010)
Stadt Graz (2011): Abteilung für Katastrophenschutz und Feuerwehr, Pegelstände in Graz <http://www.katastrophenschutz.graz.at/cms/ziel/3838868/DE/> (Zugriff 18.04.2011)
Hornich, Wiener (2007): Die Grazer Bäche, 4. Grazer Bachenquete, 22.10.2007
Grossmann, Seiser (2011): Durchführung und Analyse der Umfrage zum Risikobewußtsein in den Städten Graz, Dresden, Lodi, Benaguasil und Arenys de Munt im Zuge des Projekts SUFRI, Forschungsstelle für Krisen- und Katastrophenforschung, Universität Graz