

Dietmar Mehl, Marc Schneider

Ein Hochwasseraktionsplan für einen Tieflandbach?

Die Auswirkungen eines Extremniederschlagsereignisses können auch im norddeutschen Tiefland zu einer Hochwassersituation führen. Für kleine Bach- und Flussgebiete kann deshalb die Aufstellung eines Hochwasseraktionsplanes eine Option sein, um eine fundierte Handlungsgrundlage für einen vorsorgenden Hochwasserschutz zu haben.

1. Einleitung

Für das Norddeutsche Tiefland wird die Hochwasserproblematik der Fließgewässer in der öffentlichen Wahrnehmung und sogar in der Fachwelt bislang eher in einem Zusammenhang mit den großen Flüssen und Strömen, wie z. B. Elbe und Oder, betrachtet. Dabei ist die Genese extremer Hochwasser an diesen Flüssen stets im Ober- und Mittellauf zu suchen. Mithin sind die Hochwassererscheinungen an den Flussunterläufen im engeren Sinne allochthoner Herkunft. In jüngster Zeit mehren sich aber die Anzeichen dafür, dass in einigen Tieflandregionen auf der Ebene von Bach- bzw. kleinen Flussgebieten autochthone Hochwasser im Zusammenhang mit konvektiven Starkniederschlagsereignissen verstärkt auftreten, was mit hoher Wahrscheinlichkeit Folge des Klimawandels ist. Eine Zunahme von Starkregenereignissen im nördlichen Mitteleuropa ist zum einen bereits für die letzten Jahre nachgewiesen und zum anderen ist eine weitere Zunahme wahrscheinlich [1]. Auch bei einem Expertenworkshop „Veränderung des Klimas – Herausforderungen eines nachhaltigen und vorbeugenden Hochwasserschutzes“ im Umweltbundesamt im Jahr 2004 wurde festgestellt, dass größere bzw. häufigere Hochwasser in kleinen Einzugsgebieten (unter 100 km²) vor allem im Sommer wahrscheinlich sind [2].

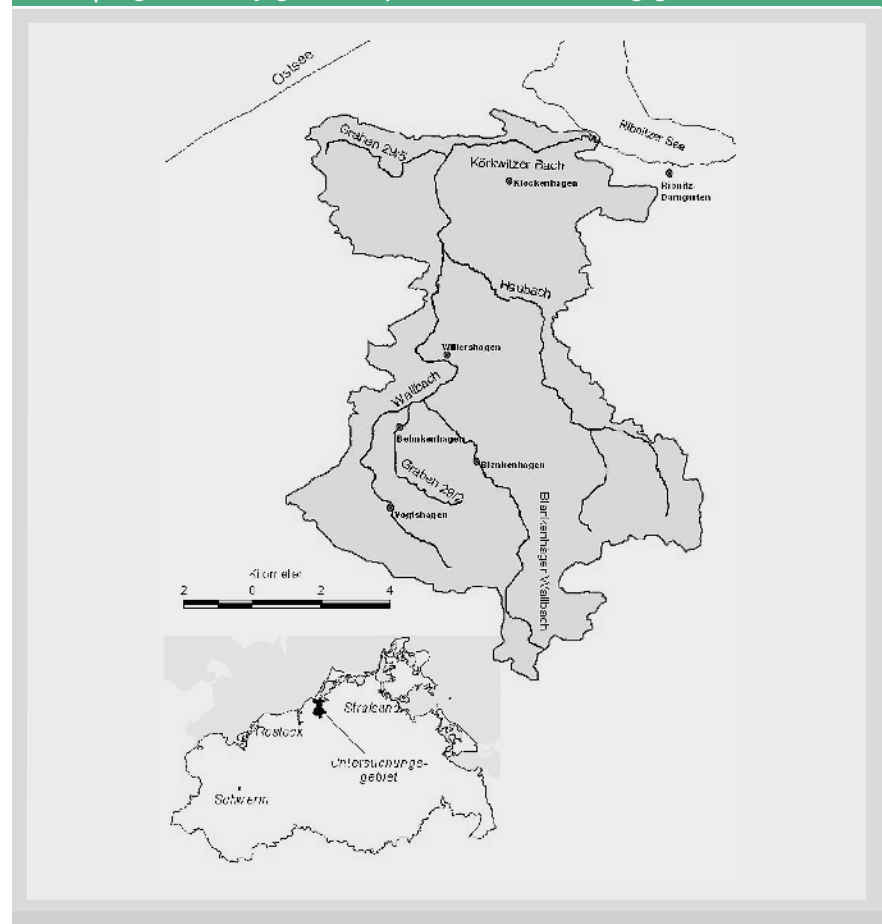
Seit längerem weisen zahlreiche Arbeiten auf die klimabedingte Zunahme der hydrologischen Variabilität einschließlich der Extreme hin, z. B. [3] für Brandenburg. Für Mecklenburg-Vorpommern konnten bereits für die 2. Hälfte des 20. Jahrhun-

derts und verstärkt ab 1980 trendhafte Verschiebungen der Niederschlags- und Abflussverhältnisse in den Flussgebieten nachgewiesen werden [4] [5].

Zahlreiche Hochwasserereignisse in Mecklenburg-Vorpommern in den letzten Jahren sind auf konvektive Niederschlags-

ereignisse zurück zu führen. Betroffen durch Überschwemmungsereignisse sind deshalb häufig urbane, städtische Bereiche, wobei die für solche Extremereignisse nicht ausgelegten städtischen Regenwasserkanalnetze die Wassermassen nicht mehr fassen können. Jüngste Beispiele aus

Bild. 1 | Lage und Hauptgewässersystem des Untersuchungsgebietes



Tab. 1 | Hydrologische Hauptzahlen für den Pegel Willershagen/Wallbach – Durchflüsse in m³/s, Einzugsgebietsgröße 44 km², Pegelkennung: 4531.2 (mit einbezogener Vorgängerpegel Gelbensande, Pegelkennung: 4531.1), Hauptwerte 1990/2006 aus 15 Jahren, ohne 1994, 2002, nach [9]

	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Wi	So	Jahr
Datum	1999	2003	1997	1996	2003	2003	2004	2004	oft	oft	2003	1991	1997	oft	oft
NQ	0.034	0.056	0.027	0.044	0.103	0.051	0.017	0.006	0.003	0.001	0.003	0.010	0.027	0.001	0.001
MNQ	0.102	0.141	0.179	0.231	0.238	0.148	0.061	0.024	0.015	0.016	0.039	0.060	0.069	0.009	0.009
MQ	0.231	0.347	0.400	0.505	0.452	0.279	0.133	0.073	0.048	0.039	0.141	0.115	0.368	0.091	0.229
MHQ	0.623	0.987	1.110	1.420	1.200	0.583	0.382	0.334	0.243	0.173	0.434	0.396	2.060	0.905	2.150
HQ	2.420	3.080	3.450	3.510	2.820	1.620	1.140	2.690	1.350	0.570	1.950	2.290	3.510	2.690	3.510
Datum	2002	1994	1995	2006	2006	1998	1996	1991	1991	2006	1993	1993	2006	1991	2006

dem Jahr 2007 sind Greifswald, Ribnitz-Damgarten und Bad Doberan. Von den Starkniederschlagszellen geht auf Grund der räumlichen Begrenztheit sehr intensiver Regenfälle im Regelfall nur eine verschärfte Hochwassergefahr für Bachgebiete oder kleinere Flussgebiete aus, was mit dem Raum-Zeit-Verhalten des Niederschlags-Abfluss-Prozesses zusammenhängt. Diesem Phänomen muss von daher auch im Tiefland eine verstärkte Aufmerksamkeit gewidmet werden.

In diesem Aufsatz soll das Hochwasserereignis vom 22. August 2007 im mecklenburgischen Haubach-Wallbach-Gebiet vorgestellt werden, das als Folge des Ausmaßes und auf Initiative des Wasser- und Bodenverbandes „Untere Warnow/Küste“ zur Erarbeitung und Aufstellung eines Hochwasseraktionsplanes führte [6] [7]. Damit soll gezeigt werden, dass auch für Tiefland-Bachgebiete die Notwendigkeit zur Aufstellung eines Hochwasseraktionsplan bestehen kann (vgl. [8]).

2. Untersuchungsgebiet

Das Haubach-Wallbach-Gebiet befindet sich im Norden Mecklenburg-Vorpommerns südlich der Halbinsel Fischland-Darß in den Landkreisen Nordvorpommern und Bad Doberan. Es umfasst das gesamte oberirdische Einzugsgebiet des Gewässersystems von den Quellgebieten des Wallbaches bei Cordshagen im Südwesten und des Haubaches bei Gresenhorst im Südosten über die östlichen Ausläufer der Rostocker Heide bis zur Mündung des Körkwitzer Baches in die Ribnitzer See beim Dorf Körkwitz. Die Ribnitzer See ist Teil des Saaler Boddens und steht über diesen in Verbindung mit der Ostsee. Das Untersuchungsgebiet umfasst

insgesamt eine Fläche von rund 106 km². Es umfasst die Einzugsgebiete des Wallbaches (84,3 km²), des Blankenhäger Wallbaches (15,2 km²) und des Haubaches (27,2 km²) sowie aller zufließenden Gräben bis zur Mündung (Bild 1). Es ist an dieser Stelle der Hinweis angebracht, dass der Name Wallbach gemeinhin nur für den Mittellauf Verwendung findet (ca. ab Zufluss des Grabens 29/5). Ab Zusammenfluss mit dem Haubach trägt das Gewässer den Namen Körkwitzer Bach. Das Haubach-Wallbach-System zählt zu den direkten Küstenzuflüssen.

Infolge der charakteristischen pleistozänen Prägung des nördlichen und nordöstlichen mecklenburgischen Raumes kommen auch im Haubach-Wallbach-Gebiet verbreitet Grundmoränenbildungen vor. Infolgedessen erhebt sich das Gelände nur relativ schwach und erreicht dabei maximale Höhen von ca. 55 m über Meeresspiegel. Das Gelände ist leicht hügelig, wobei das Geländegefälle tendenziell vom Süden nach Norden hin abnimmt. Als Böden im Einzugsgebiet dominieren im Südteil die Lehme und Tieflehme unterschiedlicher Hydromorphiemarken. Kleinflächig kommen auch grundwasserbestimmte Sande vor. Entlang der Gewässerläufe sind demgegenüber anmoorige Standorte (vor allem am Twiestelbach und am Graben 29/2, teilweise am Blankenhäger Wallbach) sowie Kolluvisole (Abrutsch- und Abschlammungen) bestimmend.

Bereits im Unterlauf der Haubaches, verstärkt aber nach Zusammenfluss von Haubach und Wallbach beherrschen grundwasserbestimmte Sande die Bodenverhältnisse (Raum der Landschaft „Rostocker Heide“). Am Wallbach werden die Torfbildungen hier auf Grund höherer Grundwasserstände mächtiger, sodass sie als echte Niedermoore anzusprechen sind

(Torfmächtigkeit > 3 dm). Das Gebiet zwischen dem Körkwitzer Bach und dem Raum Ribnitz-Damgarten wiederum ist durch grundwasserbestimmte und/oder staunasse Lehme und Tieflehme gekennzeichnet.

Das Untersuchungsgebiet zählt zum Klimagebiet der mecklenburgisch-nordvorpommerschen Küste einschließlich Westrügen. Damit wird ein Raum erfasst, der ca. 10 bis 30 km tief in das Binnenland greift. Das Klima dieses Raumes ist durch den temperaturstabilisierenden Einfluss der Ostsee, eine höhere Luftfeuchtigkeit und eine stärkere Windexposition geprägt. Das Gebietsmittel der Jahresniederschlagssumme (Zeitreihe 1971 – 2000) liegt im Bereich von 620 mm bis 640 mm [4]. Das Haubach-Wallbach-Gebiet gehört zu den hydrologisch beobachteten Gebieten in Mecklenburg-Vorpommern, da am Wallbach in der Ortschaft Willershagen durch das Staatliche Amt für Umwelt und Natur in Rostock ein Pegel betrieben wird, der über die Registrierung der Wasserstände und eine zugehörige Durchflussschlüsselkurve (Wasserstands-Durchfluss-Beziehung) eine grundsätzlich lückenlose Abflussbeobachtung ermöglicht.

Die hydrologischen Hauptzahlen für den Pegel Willershagen bis einschließlich des hydrologischen Jahres 2006 sind in Tabelle 1 aufgeführt. Dabei umfasst diese Auswertung insgesamt die Beobachtungsreihe von 1990 bis 2006 (ohne die Jahre 1994 und 2002) und integriert auch die Beobachtungsergebnisse am Vorgängerpegel Gelbensande. Hieraus kann man sehen, dass der mittlere Durchfluss (MQ) bei lediglich 0,229 m³/s liegt und der bislang höchste beobachtete Durchfluss (HHQ) mit 3,51 m³/s aus dem Jahr 2006 stammt.

3. Das Hochwasserereignis vom 22. August 2007

„Das Unwettertief ‚Quirinus‘ hat in der Nacht zum Donnerstag erheblichen Schaden angerichtet. 104 Liter Wasser (Anm.: je Quadratmeter) fallen binnen vier Stunden vom Himmel. Die Menge überfordert die Gräben völlig. Der Rückstau überflutet drei Häuser in Willershagen, rund zwei Dutzend in Blankenhagen, und fünf in Behnkenhagen. Der Wallbach, der durch Willershagen und Blankenhagen fließt, ist normalerweise gerade einmal zwei Meter breit. Bei der Flut schwillt er auf zehn Meter an. Straßen werden unterspült, Laternen kippen um, eine Brücke droht einzustürzen ...“ [10] (Bild 2 und 3).

Die Unwetterlage vom 21. und 22. August 2007 kam wie folgt zustande: Ausgangspunkt war ein Langwellentrog, der sich am 19. August 2007 vom Atlantik her dem europäischen Festland näherte. Dessen Hauptachse erstreckte sich am 20. August um 00 UTC (UTC = koordinierte Weltzeit, die mitteleuropäische Zeit ist UTC + 1 h) etwa von Großbritannien über Ostfrankreich zum westlichen Mittelmeerraum [11]. „An seinem Rand hatte sich schon am Montag, dem 20.08.07, im Grenzbereich zwischen kühler Meeresluft über Westeuropa und subtropischer Warmluft über Südosteuropa ein kleines Tiefdruckgebiet über der Adria gebildet, das zunächst auf zyklonaler Zugbahn nordostwärts in Richtung Slowakei, im weiteren Tagesverlauf jedoch west- bis nordwestwärts in Richtung Deutschland gesteuert wurde (Anm.: Vb-artige Zugbahn). Dieses Tiefdruckgebiet ‚Quirinus‘ erreichte am Dienstag um 00 UTC Sachsen und hatte sich 12 Stunden später im

Raum Magdeburg zu einem stattlichen Wirbel mit einem Kerndruck von 1000 hPa vertieft. Mit unveränderter Intensität verlagerte sich Quirinus anschließend nur noch langsam weiter nach Nordrhein-Westfalen und verließ erst am Mittwoch Nordfrankreich. Begünstigt durch von Südosten und Osten in höheren Luftschichten herangeführte warme und feuchte Luftmassen wurde einerseits durch Hebung auf der Vorderseite eines kurzweiligen Höhentroges, andererseits durch Aufgleiten über die bodennahe von Norden einströmende kühle Luft ein großräumiges, ergiebiges und vor allem in seinem Nordteil auch konvektiv durchsetztes Niederschlagsfeld gebildet. Die intensiven Niederschläge erfassten in der Nacht zu Dienstag das Land Brandenburg und Berlin, wobei es bis zum 06 UTC-Termin bereits größere Mengen zwischen 20 und örtlich 50 Liter pro Quadratmeter gab. Tagsüber wanderte das Starkregengebiet verlangsamt westwärts und überdeckte für längere Zeit vor allem das südöstliche Niedersachsen und die Region um den Harz. In der Nacht zu Mittwoch war dann ein Gebiet vom Weserbergland über das Sauerland bis zur Eifel von den stärksten Regenfällen betroffen. Dort fielen großflächig 30 bis 70, vereinzelt auch über 90 Liter pro Quadratmeter. Damit erreichten die Tagessummen zum Teil den Durchschnittswert des im gesamten Monat August auftretenden Niederschlags ...“ [12]

Erstaunlich ist, dass bei den zahlreichen Auswertungen der Extremregenfälle am 21. und 22. August 2007 (z. B. [11], [12]) die höchsten Regenmengen für Herzberg-Lohnau im Oberharz mit 105 l/m², in Wilkingen im Hochsauerland mit 91,4 l/m², in

Breckerfeld-Wengeberg bei Lüdenscheid mit 78,0 l/m² und auf dem Brocken mit 77,6 l/m² angegeben werden und dabei die Niederschlagsstation des Deutschen Wetterdienstes in Blankenhagen keine Berücksichtigung fand. In einem amtlichen Gutachten im Auftrag des Staatlichen Amtes für Umwelt und Natur Rostock zur Beurteilung des Auftretens von Kurzzeit-Starkniederschlag am 22.08.2007 im Raum Blankenhagen [13] wird dagegen bestätigt, dass an der Station Blankenhagen, verursacht durch lokal eng begrenzte Gewitterzellen, 104,2 mm Niederschlag in lediglich drei Stunden gemessen wurden. Damit wäre dies der zweithöchste deutschlandweite Wert für das Gesamt ereignis, daher möglicherweise bezogen auf den 3-Stunden-Wert sogar der höchste (Intensitäts- und Summen-)Wert in ganz Deutschland (!).

Interessant ist vor diesem Hintergrund die extremwertstatistische Einordnung bzw. Gegenüberstellung des Starkregenergebnisses vom 22. August 2007 für die Niederschlagsstation Blankenhagen (Tabelle 2). Hiernach beträgt die Niederschlagsmenge für ein 100-jährliches 3-Stunden-Ereignis 49,5 mm (bzw. l/m²). Die gemess-

Tab. 2 | Starkniederschläge nach Dauerstufe und zugehörigem Wiederkehrintervall entsprechend DWD-KOSTRA 2000 [14], PEN-LAWA 2005 [15], aus [16]

Niederschlagsmengen in l/m ² für Willershagen			
Wiederkehrintervall in Jahren	3 h	4 h	6 h
100	49,5	52,4	56,7
1.000			85
10.000			105

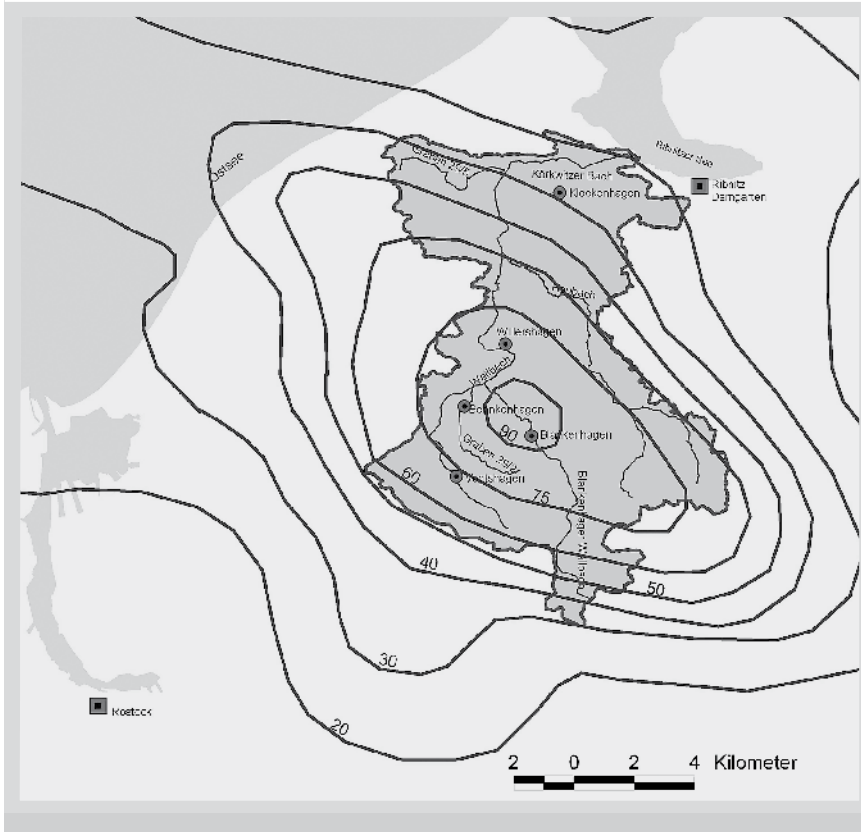


Bild 2: Wallbach-Hochwasser in der Gemeinde Blankenhagen am 2.08.2007



Bild 3: Überflutete Brücke in der Gemeinde Blankenhagen am 22.08.2007

Bild. 4 | 6-h-Niederschlagsfeld vom 22. August 2007 im Bereich des Haubach-Wallbach-Gebiets für den Zeitraum 14.00 bis 20.00 Uhr Mitteleuropäischer Sommerzeit (auf der Grundlage einer Kartendarstellung nach [13])



senen 104,2 mm entsprechen dagegen ca. einem 10.000-jährlichem Wiederkehrintervall und das bei einem 6-Stunden-Bezug (!). Insofern kann man aus diesen Angaben nur folgern, dass der (intensivere 3-Stunden-)Regen vom 22. August 2007 so selten und so außergewöhnlich ist, dass das Wiederkehrintervall in einen Bereich von 10.000 bis 15.000 Jahren eingeordnet werden muss.

Auch das sich aus dieser meteorologischen Lage entwickelnde hydrologische Abflussgeschehen im gesamten Haubach-Wallbach-Einzugsgebiet vom 22. und 23. August 2007 wurde von der zuständigen Fachbehörde, dem Staatlichen Amt für Umwelt und Natur Rostock, folglich als sehr extrem und selten eingestuft. Danach lag die Hochwasserspitze am amtlichen Wallbach-Pegel in Willershagen bei einem Wasserstand von 205 cm bzw. einem überschläglich durch Extrapolation der W-Q-Beziehung berechneten Wert des Spitzen- bzw. Scheiteldurchflusses von ca. $13 \text{ m}^3/\text{s}$ ($= 295 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ Abflusspende), vgl. **Tabelle 3**. Dieser Wert übertrifft das stochastisch ermittelte 100-jährliche Hoch-

wasser auf der Basis einer 28-jährigen Reihe ca. um das 3-fache, sodass das Wiederkehrintervall im Bereich zwischen 200 und 500 Jahren eingeordnet wurde [16]. Die Abflusspende des 100-jährlichen Hochwassers beträgt am Standort Willershagen auf der Grundlage einer 28-jährigen Beobachtungsreihe des Vorgängerpegels bzw. des aktuellen Pegels in Willershagen $110 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ (entspricht einem Durchfluss in Höhe von $4,8 \text{ m}^3/\text{s}$).

Die hydraulische Nachrechnung innerhalb des 2008 fertiggestellten Hochwasseraktionsplanes [6] ergab für den Pegelquerschnitt beim maximalen Wasserstand von 205 cm sogar einen Spitzendurchfluss

in Höhe von $20 \text{ m}^3/\text{s}$ ($= 455 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ Abflusspende). Dieser liegt deutlich höher als der o. g., ist aber auf Grund der enormen Ausuferung hydraulisch und hydrologisch plausibel. Dies ist damit zugleich die bei Weitem höchste, je beobachtete Hochwasserabflusspende aus einem Gewässereinzugsgebiet in Mecklenburg-Vorpommern.

Die Hauptauswirkungen und Schäden des Hochwassers im und am Gewässersystem können wie folgt zusammengefasst werden (**Bild 5**):

- Es waren bereichsweise flächenhaft bedeutsame Überflutungen zu konstatieren, die sich vornehmlich im Bereich von Niederungen (und damit natürlichen Überschwemmungsbereichen und Gewässerabschnitten mit geringem Gefälle und breitem Talboden konzentrieren; teilweise wurden auch niedrig gelegene Bereiche auf Grund von geringer Durchlasskapazität von Straßendurchlässen überflutet (z. B. oberhalb von Mandelshagen).
- Größere Überflutungsbereiche waren bereits im Mittel- und Oberlauf des Blankenhäger Wallbachs oberhalb von Blankenhagen und Mandelshagen vorhanden, was ein zusätzliches Indiz dafür ist, dass im Raum Blankenhagen die höchsten Regenintensitäten und -summen erreicht wurden.
- Überflutungen fanden sich in der Ortslage Vogtshagen, vornehmlich im Bereich von Gewässerbauwerken sowie Straßen und Wegen; davon waren einige Gebäude betroffen.
- Eine komplette Gewässerausuferung mit Überflutungen in Blankenhagen, Behnkenhagen und Willershagen und Überflutungsfolgen für Gebäude, insbesondere Keller, konnte festgestellt werden.
- Teilweise wurde ein Überströmen von verrohrten Gewässerabschnitten mit Überflutungs- und Bodenerosionsfolgen festgestellt. Hier reichte die hydraulische Leistungsfähigkeit der Leitungen nicht aus. Hinzu kamen Verstopfungserscheinungen durch mitgeführtes Treibgut.

Tab. 3 | Ergebnisse von Durchflussmessungen während des Hochwasserereignisses am 22./23.08.2007, aus [16]

Datum	Uhrzeit	W in cm	Q in m^3/s	q in $\text{l/s} \cdot \text{km}^2$	Bemerkung
23.08.07	02:00	205 (HW-Spitze)	ca. 13	295	Q überschläglich berechnet
23.08.07	15:30	171	10,2	232	Q gemessen
24.08.07	10:50	118	4,34	99	Q gemessen

Bild. 5 | Beobachtete bzw. dokumentierte maximale Ausuferungslinien des Hochwasserereignisses vom 22. August 2007 am Hauptgewässersystem des Haubach-Wallbach-Gebietes



4. Schlussfolgerungen

Vor dem Hintergrund dieses Hochwassers und bereits einiger starker Ereignisse der vergangenen Jahre wurde von den Gemeinden und Amtsverwaltungen und dem Wasser- und Bodenverband Untere Warnow/Küste in Zusammenarbeit mit den Staatlichen Ämtern für Umwelt und Natur Rostock und Stralsund die Aufstellung eines Hochwasseraktionsplanes vereinbart und entsprechend beauftragt. Dabei wurden folgende Schwerpunkte bearbeitet [6]:

- Auswertung zu tatsächlichen Beobachtungen über das Ausmaß des Hochwassers vom 22.08.2007
- Hydraulische Modellierung der Wasserspiegellagen im Hauptgewässersystem für das Extremereignis vom 22.08.2007 (Nachmodellierung), den Durchfluss mit 100-jährlichem Wiederkehrintervall sowie eine Ermittlung des bordvollen Durchflusses
- Da keine förmliche Festsetzung eines Überschwemmungsgebietes geplant war, eine hinreichende kartografische Grundlage für die Bauleitplanung hinsichtlich

der Ausuferungsflächen (Hochwassergefahren- und -risikokarten)

- Bestimmung der hydraulischen Eng- und Schwachstellen im Gewässersystem
- Ableitung von Vorsorge- und Minderungsmaßnahmen mit Prioritätensetzung und Effekteinschätzung (Handlungsempfehlungen und Maßnahmen)
- Aufzeigen fachlicher Kohärenz zu Maßnahmen der erfolgten Bewirtschaftungsvorplanung nach Wasserrahmenrichtlinie [17]

In einem späteren Beitrag erfolgen Ausführungen zu Grundlagen, Methodik und Ergebnissen des Hochwasseraktionsplans [7].

Anmerkung

Die der Veröffentlichung zu Grunde liegenden Arbeiten wurden durch das Staatliche Amt für Umwelt und Natur Rostock beauftragt und damit durch das Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Mecklenburg-Vorpommern finanziert. Des Weiteren erfolgt die „Verwendung von Leistungen des Deutschen Wetterdienstes (DWD)“.

Autoren

Dr. rer. nat. Dr. agr. Dietmar Mehl

Dipl.-Ing. Marc Schneider

biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH, 18246 Bützow, Nebelring 15, postmaster@institut-biota.de

Literatur

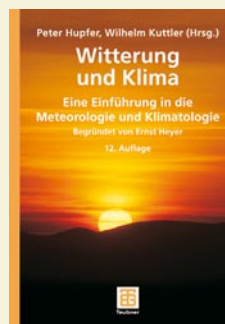
- [1] IPCC (2007): 4. Sachstandsberichts (AR4) des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) über Klimaänderungen. Deutsche Kurzfassung. – Bundesumweltministerium, http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ipcc2007_kurzfassung.pdf
- [2] IFOK (2005): Ergebnisse Fachgespräch „Veränderung des Klimas – Herausforderungen eines nachhaltigen und vorbeugenden Hochwasserschutzes“ am 22. November 2004 im Umweltbundesamt, Berlin. – Wissenschaftliche Begleitung im Rahmen des vorbeugenden Hochwasserschutzes – Forschungsvorhaben des Umweltbundesamtes (UBA): 204 21 211, IFOK Institut für Organisationskommunikation, 25 S.
- [3] BRONSTERT, A., LAHMER, W. & KRYSANOVA, V. (2003): Klimaänderung in Brandenburg und Folgen für den Wasserhaushalt. – Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 12 (3): 72 – 79.
- [4] MEHL, D. (2004): Grundlagen hydrologischer Regionalisierung: Beitrag zur Kennzeichnung

der hydrologischen Verhältnisse in den Flussgebieten Mecklenburgs und Vorpommerns. – Dissertation, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, 156 S. + Anlagen.

- [5] MEHL, D., STEINHÄUSER, A. & KLITZSCH, S. (2004): Die Trends der mittleren Niederschlags- und Abflußverhältnisse in den Flussgebieten Mecklenburg-Vorpommerns. – Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung 43 (4): 63 – 134.
- [6] BIOTA (2008): Hochwasser-Aktionsplan Haubach-Wallbach-Einzugsgebiet. – biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Staatlichen Amtes für Umwelt und Natur Rostock, 78 S.
- [7] SCHNEIDER, M. & MEHL, D. (2008): Grundlagen, Methodik und Ergebnisse des Hochwasseraktionsplans für den mecklenburgischen Wallbach. – in Vorbereitung.
- [8] LAWA (2001): Handlungsempfehlung zur Erstellung von Hochwasser-Aktionsplänen. – Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, 12 S.
- [9] StAUN Rostock (2008): Hydrologische Daten zum Pegel Willershagen/Wallbach. – Staatliches Amt für Umwelt und Natur Rostock.
- [10] Ostsee-Zeitung vom 24. August 2007, S. 6.
- [11] www.wettergefahren-fruehwarnung.de/Ereignis/20070826_e.html: Wetterlage und Wetterentwicklung am 21./22. August 2007, 4 S.
- [12] SCHENK, F. (2007): Extreme Regenfälle in Deutschland am 21.08. und 22.08.2007. – Beiträge des Instituts für Meteorologie der Freien Universität zur Berliner Wetterwarte 57/07, SO 27/07, Verein Berliner Wetterkarte e.V. [Hrsg.], 2 S.
- [13] DWD (2007): Amtliches Gutachten. Beurteilung des Auftretens von Kurzzeit-Starkniederschlag am 22.08.2007 im Raum Blankenhagen. – Deutscher Wetterdienst, Abteilung Hydrometeorologie, 6 S.
- [14] BARTELS, H., DIETZER, B., MALITZ, G., ALBRECHT, F. M. & GUTTENBERGER, J. (2005): KOSTRA-DWD-2000. Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951 – 2000). Fortschreibungsbericht, Deutscher Wetterdienst, Abteilung Hydrometeorologie, 53 S., nebst Programm KOSTRA-DWD (Version 2.1) zur Erzeugung einer Starkniederschlagstabelle.
- [15] PEN-LAWA (2005): Software PEN-LAWA 2005, Version 1.0; Praxisrelevante Extremwerte des Niederschlags. – Vertrieb: Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH
- [16] StAUN Rostock (2007): Gutachten. Auswertung des Hochwasserereignisses im Gebiet des Wallbachs am 22./23. August 2007. – Staatliches Amt für Umwelt und Natur Rostock, 2 S.
- [17] BIOTA (2005): Pilotvorhaben „Bewirtschaftungsvorplanung nach WRRL für das Einzugsgebiet von Wallbach/Haubach“. – biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag der Staatlichen Ämter für Umwelt und Natur Stralsund und Rostock.

WWW.VIEWEGTEUBNER.DE

Das bewährte, umfassende und aktuelle Lehrbuch über Witterung und Klima



Peter Hupfer | Wilhelm Kuttler (Hrsg.)

Witterung und Klima

Eine Einführung in die Meteorologie und Klimatologie

bearbeitet von Frank-Michael Chmielewski, Hermann Pethe

12., überarb. Aufl. 2006. XVI, 553 S. mit 281 Abb.

u. 108 Tab. Geb. EUR 49,90

ISBN 978-3-8351-0096-1

Diese 12., neu bearbeitete Auflage des Standardwerkes von Ernst Heyer trägt aktuellen Erfordernissen Rechnung, indem sowohl die Physik der Atmosphäre als auch die praktischen Anwendungen von Meteorologie und Klimatologie verstärkt herausgearbeitet werden. Das Buch ist jetzt erweitert um die aktuellen Themenkreise numerische Klimamodellierung, Wetterextreme und Klimaentwicklung.

Ja, ich bestelle

Fax +49(0)611.7878 - 420

_____ Exemplare **Witterung und Klima**
ISBN 978-3-8351-0096-1 EUR 49,90

Firma _____ 321 08 568

Name, Vorname _____

Abteilung _____

Straße (bitte kein Postfach) _____

PLZ | Ort _____

Datum | Unterschrift _____

Geschäftsführer: Dr. Ralf Birkelbach, Albrecht F. Schirmacher
AG Wiesbaden HRB 9754



TECHNIK BEWEGT.

Änderungen vorbehalten. Erhältlich im Buchhandel oder beim Verlag, zuzüglich Versandkosten