

Optimierung von Bewirtschaftungs- bzw. Renaturierungsmaßnahmen im Einzugsgebiet der Barthe zur Verbesserung des Hochwasserschutzes

Für größere Teile des Gewässersystems im Einzugsgebiet der Barthe (Mecklenburg-Vorpommern) wurde eine WRRL-maßnahmenorientierte Konzeptstudie, insbesondere auf Basis hydrologischer und hydraulischer Modellierung, erarbeitet. Im ersten Teil werden Aufgabenstellung Daten und methodische Grundlagen vorgestellt.

Dietmar Mehl, Matthias Knüppel, Frank Blodow und Steve Bunzel

Die Barthe und größere Nebengewässer nebst ihren hydrologischen Einzugsgebieten sind in den letzten Jahren in den stärkeren Fokus des Gewässer- und Naturschutzes und des Hochwasserschutzes gelangt. Maßgebende Gründe hierfür sind:

- die Umsetzungserfordernisse der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) bzw. der entsprechenden Bestimmungen des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG), u. a. im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung nach § 27 ff. WHG.
- die Umsetzungserfordernisse europäischer Naturschutzrichtlinien und des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) im Kontext mit dem Natura-2000-Schutzgebietssystem und erforderlicher Managementplanungen
- die zunehmende Bedeutung des allgemeinen und des speziellen Artenschutzes bei der Gewässerunterhaltung und anderen potenziellen Eingriffen
- Chance.Natur, ein durch das Bundesamt für Naturschutz gefördertes regionales Naturschutzgroßprojekt, das dem Schreiadlerschutz, aber auch Schutz und Erhaltung wesentlicher Teil der nordvorpommerschen Waldlandschaft dient; dabei wurde bis 2010 ein Pflege- und Entwicklungsplan „Nordvorpommersche Waldlandschaft“ einschließlich eines „Sondergutachten Wasserwirtschaft“ [1] erarbeitet
- die offenkundigen Folgen des Klimawandels und damit verbundene, in jüngster Zeit vermehrt auftretende und starke Hochwasser im Barthegebiet (z. B. sogenanntes „Sommerhochwasser

2011“ [2, 3]) sowie die in dieser Hinsicht relevanten rechtlichen Möglichkeiten der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL) bzw. des WHG

Vor diesem Hintergrund wurde eine Konzeptstudie beauftragt [4], die auf Basis hydrologischer und hydraulischer Szenarien und unter Einsatz entsprechender Modellierungstechniken zur Ermittlung, Bewertung, Optimierung und Priorisierung von geeigneten und möglichst synergistisch wirksamen Maßnahmen führen sollte. Mit der Einbeziehung wichtiger regionaler Akteure (Landnutzer, Behörden, Verbände) in die Maßnahmenfindung sollten zudem frühzeitig Abstimmungsprozesse initiiert und Partnerschaften für eine konsensuale Umsetzung der Maßnahmen geknüpft werden. Aufgabenstellung, Daten und methodische Grundlagen werden im Folgenden vorgestellt.

Untersuchungsgebiet

Das überwiegend land- und forstwirtschaftlich genutzte hydrologische Einzugsgebiet der Barthe (339 km²) zählt zum Küstengebiet Ost, einem vornehmlich vorpommerschen Teil des Ostseeinzugsgebietes, das durch eine Vielzahl eher kleinerer Fließgewässersysteme aufwartet. Das Barthegebiet entwässert direkt, d. h. ohne Anschluss an ein größeres Gewässersystem, in den Barther Bodden, dem südlichen Teil der Darß-Zingster Boddenkette. Die Boddenkette bildet ein inneres Ostseeküstengewässer.

Der Fluss Barthe entspringt südlich von Stralsund, quert nach westlich gerichtetem Verlauf den Borgwallsee und mündet nach nördlichem Richtungswechsel in Höhe Velgast bei Barth in die Ostsee. In seinem Verlauf nimmt er zahlreichere kleinere Bäche und Gräben auf (**Bild 1**).

Eine wasserwirtschaftliche Besonderheit stellt die bereits im 14. Jahrhundert hergestellte künstliche Bifurkation (Verzweigung) des Abflusses im Bereich des Borgwallsees dar. Über das sogenannte Born'sche Schütz und den Mühlgraben wird Wasser aus dem Borgwallsee in Richtung der Hansestadt Stralsund geleitet; früher zu Trinkwasserzwecken, heute werden die Stralsunder Stadtteiche damit gespeist. In den sechziger Jahren des vergangenen Jahrhun-

/ Kompakt /

- Die Anforderungen aus der WRRL, der HWRM-RL und der FFH- und der Vogelschutzrichtlinie (Natura-2000) Netzwerk erfordern eine Hinwendung zu Bewirtschaftungs- und Renaturierungsmaßnahmen für Gewässersysteme.
- Zur Identifikation dieser Maßnahmen sind hydrologische und hydraulische Analysen erforderlich. Die fachlichen Überlagerungen deren Analyseergebnisse mit dem Gewässer- und Naturschutz sind zu leisten.

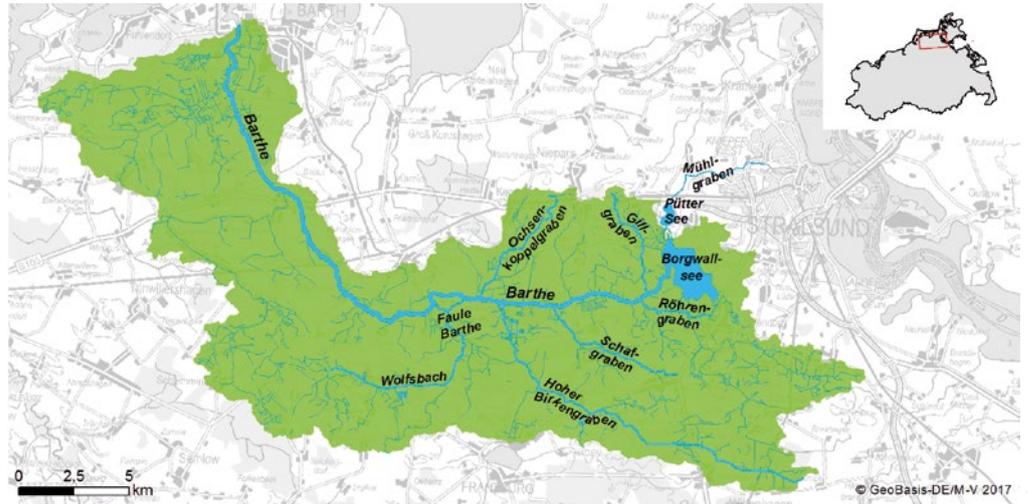


Bild 1: Barthegebiet mit Hauptgewässernetz und Lage des Gebietes in Mecklenburg-Vorpommern [4]

derts waren die Barthe und ihre Nebengewässer zudem Gegenstand von Ausbaumaßnahmen im Zuge der Komplexmelioration.

Nach dem Wassergesetz des Landes Mecklenburg-Vorpommerns (LWaG) stellt die Barthe, beginnend am Ablauf des Borgwallsees, ein Gewässer 1. Ordnung dar; die Nebengewässer sowie die Gewässerstrecke oberhalb des Sees, die auch als Zarrendorfer Graben bezeichnet wird, sind entsprechend Gewässer 2. Ordnung. Das engere, hier zu betrachtende Gebiet umfasst etwa zwei Drittel der Gesamtlänge der Barthe von der Ausmündung am Borgwallsee bis zur Ortslage Redebas/Löbnitz (km 10+220) sowie die wichtigsten Nebengewässer Wolfsbach, Hoher Birkengraben, Schafgraben, Röhrengraben, Gillgraben und Ochsenkoppelgraben und damit insgesamt 229 km² (**Bild 2**).

Strategischer Ansatz

Entsprechend der Aufgabenstellung und den Rahmenbedingungen wurde ein methodisches Vorgehen gewählt, das die hydrologischen und hydraulischen Analysen (Schwerpunkt: Hochwasserschutzbetrachtungen) in das Zentrum stellt, zugleich aber insbesondere die

hohen fachlich-inhaltlichen Überlagerungen mit Gewässer- und Naturschutz berücksichtigt. Dahingehende Verflechtungen bestehen vor allem im Hinblick auf konzeptionelle und planerische Lösungen.

Der Hochwasserschutz umfasst nach [5] „die Gesamtheit der Maßnahmen des Gewässerausbaus, durch Gewässerregelung und Bedeichung, der Hochwasserrückhaltung sowie der baulichen Veränderungen an den zu schützenden Bauwerken und Anlagen, die dazu dienen, das Überschwemmungsgebiet zu verkleinern, den Hochwasserstand zu senken und/oder den Hochwasserabfluss zu ermäßigen“. Das „Hochwasserrisiko“ nach Artikel 2 HWRM-RL ist die „Kombination der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Hochwasserereignisses und der hochwasserbedingten potenziellen nachteiligen Folgen auf die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe und die wirtschaftlichen Tätigkeiten“ und erhebliche Sachwerte (§ 73 Absatz 1 WHG). Für das Barthesystem wurden im Rahmen der landesweiten Umsetzung der HWRM-RL keine Hochwasserrisikogebiete identifiziert, bei denen vor allem eine potenziell signifikante Betroffenheit der menschlichen Gesundheit und hohe Sachwerte bzw. Störungen der wirtschaftlichen Tätigkeiten angesetzt wurden. Vielmehr stehen im Barthesystem vor allem

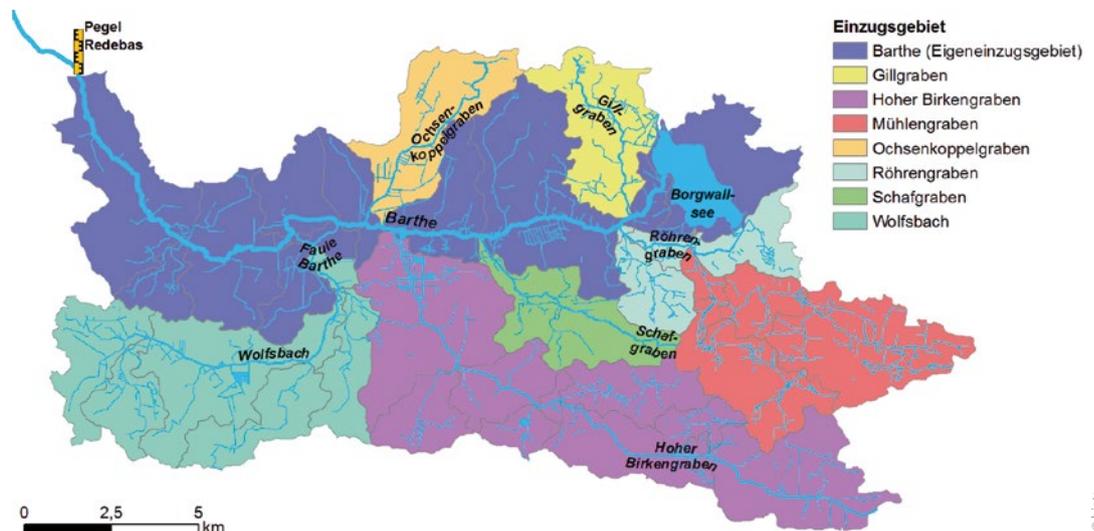


Bild 2: Teileinzugsgebiete der Barthe bis Höhe Redebas [4]

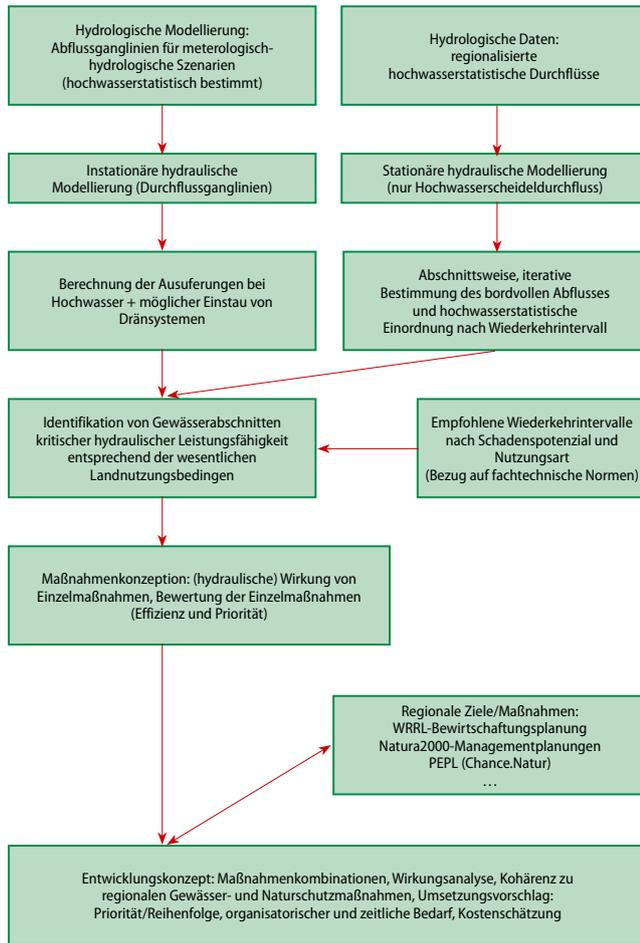


Bild 3: Grundsätzlicher Bearbeitungsalgorithmus der Konzeptstudie [4]

potenzielle Hochwasserbetroffenheiten land- und forstwirtschaftlich genutzter Flächen im Blickpunkt.

„Das Hochwasserrisiko wird gemeinhin über das Wiederkehrintervall T in Jahren (a) bzw. die Jährlichkeit als Wiederkehrwahrscheinlichkeit von Ereignissen abgebildet. Es gibt bei Hochwasser den durchschnittlichen Zeitabstand T an, in dem ein Ereignis einmal erreicht oder überschritten wird; die Angabe erfolgt im Regelfall bezogen auf den Hochwasserdurchflussscheitel als $HQ(T)$. Das Wiederkehrintervall wird bestimmt mittels stochastischer (statistischer und wahrscheinlichkeitstheoretischer) Analyse beobachteter Ereignisse, die als Zufallsdaten betrachtet werden“ [6]. Das Wiederkehrintervall muss aber stets im Kontext mit dem Hochwasserrisiko gesehen werden; dies ist folglich eine Frage des Schutzgutes und entsprechender Graduierungen. Insbesondere die Art der potenziell betroffenen Landnutzung steht regelmäßig im Zentrum der Hochwasserschutzanalysen. Es gibt, abgesehen von den landespezifischen Regelungen zur Umsetzung der HWRM-RL (quasi nur in Risikogebieten) keine gesetzlichen Bestimmungen zum Zusammenhang Nutzung – Wiederkehrintervall einer Überschwemmung, aber eine Reihe normativer Grundlagen für wasserwirtschaftliche Fragestellungen, z. B. (7, 8, 9, 10), die, ggf. auch im übertragenen Sinne, ersatz- oder hilfsweise herangezogen werden können. Dies begründete auch die

Wahl der hydrologischen und hydraulischen Szenarien für die Konzeptstudie im Barthegebiet wie folgt:

- $T = 2$ a (als Maß für häufigere und mittlere Niederschlags- und Hochwasserverhältnisse ein 2-jährliches Wiederkehrintervall; HQ2 entspricht im Regelfall einem MHQ – mittlerem Hochwasserabfluss)
- $T = 5$ a (als Maß für häufigere und mittlere Niederschlags- und Hochwasserverhältnisse ein 5-jährliches Wiederkehrintervall; HQ5 als Maß für landwirtschaftliche und gärtnerische Nutzungen und eine entsprechende Gefährdung)
- $T = 20$ a (als Maß für seltene Niederschlags- und Hochwasserverhältnisse ein 20-jährliches Wiederkehrintervall; orientiert am üblichen Schutzniveau für Einzelgebäude und lokale Infrastrukturanlagen)
- $T = 100$ a (als Maß für extreme Niederschlags- und Hochwasserverhältnisse ein 100-jährliches Wiederkehrintervall, orientiert am üblichen Schutzniveau von Siedlungen, Gewerbe- und Industrieobjekten sowie bedeutsamer Infrastruktur)

Der auf diesen Konventionen und weiteren fachlichen Erwägungen fußende grundsätzliche Bearbeitungsalgorithmus der Konzeptstudie ist in **Bild 3** dargestellt.

Methodik der hydrologischen und hydraulischen Modellierung

Hydrologische Modellierung: Berechnung der Gebietsabflüsse

Für die Ermittlung von Bemessungsabflüssen aus den Teileinzugsgebieten der Barthe wurde auf eine hydrologische Niederschlag-Abfluss-Modellierung (N-A-Modellierung) zurückgegriffen. Ein deterministisches N-A-Modell bildet ein physikalisch begründetes Rechenmodell zur Berechnung des Abflusses aus Niederschlag unter Berücksichtigung der Gebieteigenschaften. Es besteht aus Teilmodellen zur Abflussbildung und Abflusskonzentration. Dazu wird der Niederschlag zeitlich und räumlich aufgelöst als Eingangssignal einer N-A-Modellierung genutzt. Im Ergebnis stehen Ganglinien des Abflusses (flächenbezogen) bzw. des Durchflusses (bezogen auf Gewässerquerschnitte).

Mit der verwendeten Softwarelösung HEC-HMS Version 3.5 (weltweit eingesetztes N-A-Modell des U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center [11]) können die hydrologischen Teilprozesse mit geeigneten Methoden analysiert bzw. nachgebildet werden. Die für die Fragestellungen an der Barthe letztlich gewählten Methoden und deren wichtigste Eingangsgrößen sind in **Tabelle 1** aufgeführt. Für die Parameterbestimmung wurde umfangreich auf Geodaten und die Berechnungsmöglichkeiten geographischer Informationssysteme (ArcGIS) zurückgegriffen.

Die Anwendung von HEC-HMS in Bezug auf den Durchflussverlauf erstreckte sich nur auf diejenigen Gewässerstrecken, die oberhalb von Knotenpunkten (im Sinne des Gewässersystems) und damit außerhalb des Raumes der hydraulischen Modellierung liegen, s. im Folgenden.

N-A-Modellen werden als Eingangssignal tatsächlich aufgetretene oder theoretische Niederschläge zugrunde gelegt. Hier wurden Bemessungsniederschläge nach statistischen Wiederkehrintervallen verwendet. Als solcher Bemessungsniederschlag wird gemäß

[12] die Niederschlagshöhe eines bestimmten Niederschlagsereignisses definiert, das der wasserwirtschaftlichen und baulichen Planung zugrunde gelegt wird. Vereinfacht wird davon ausgegangen, dass der Bemessungsniederschlag eine auch nach statistischen Maßstäben vergleichbare Abflussreaktion hervorruft, somit also sich die Wiederkehrintervalle von Niederschlag und Durchfluss annähernd entsprechen. Um dies sicherzustellen, waren vor allem Überlegungen bzw. sachgerechte Annahmen und Ableitungen zur kritischen Dauer des Niederschlages, zur räumlichen Verteilung sowie zum kritischen Intensitätsverlauf notwendig. Von daher wurden folgende Ansätze verfolgt:

- Nutzung der aktuellen regionalisierten Starkniederschlagsdaten des Deutschen Wetterdienstes KOSTRA-DWD [13]
- Iterative Bestimmung der kritischen Regendauer mittels kombinierter/gekoppelter hydrologischer (HEC-HMS) und hydraulischer Modellierung (HEC-RAS, s. nachfolgend) und Auswertung am Querschnitt des gewässerkundlichen Pegels Redebas

am Auslass des Untersuchungsgebietes (**Bild 2**): kritische Regendauer von 48 h

- Wahl des kritischen Intensitätsverlaufs der Niederschläge nach [14].

Hydraulische Modellierung

Bezüglich der Modellwahl für den naturnahen bzw. naturnah zu entwickelnden Tieflandfluss war zu beachten, dass insbesondere die Wirkungen von naturnahen Gewässerstrukturen im gegliederten Gerinne sowie von Verkräutung und Unterhaltungsmaßnahmen erfasst werden mussten. Weiterhin mussten Gewässerverzweigungen hydraulisch sachgerecht abgebildet werden können. Grundsätzlich ist dafür zunächst ein eindimensionaler Ansatz in Form eines 1-D-Wasserspiegellagenmodells geeignet. Die eindimensionale Betrachtungsweise ermöglicht auch bei der Untersuchung großer Flussabschnitte eine hohe Effektivität bezüglich Datenhandhabung, Modellerstellung, Modellkalibrierung sowie Sensitivitätsanalysen bzw. Variantenstudien [15]. Für den überfluteten Raum

Tabelle 1: Berechnungsmethoden des Modells HEC-HMS [11] (gewählte/angewandte Methoden sind unterlegt) [4]

Berechnungsschritt	Mögliche/gewählte Verfahren	Erforderliche Parameter für das gewählte Verfahren
Niederschlag und Niederschlagsverteilung	Frequency Storm	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bemessungsregen
	Gage Weights	
	Gridded Precipitation	
	Inverse Distance	
	SCS Storm	
	Specified Hyetograph	
Basisabfluss	Standard Project Storm	<ul style="list-style-type: none"> ■ MNQJahr Pegel Redebas
	Bounded Recession Baseflow	
	Constant Monthly Baseflow	
	Linear Reservoir Baseflow	
Abflussbildung	Recession Baseflow	<ul style="list-style-type: none"> ■ Anfangsverluste (Senkenrückhalt + Interzeption) ■ CN-Werte nach Landnutzung und Bodenart ■ Versiegelungsgrad
	Deficit Constant	
	Green and Ampt loss Model	
	Gridded SCS curve no. loss Model	
	SMA Model	
	Initial loss rate Model	
Direktabfluss	SCS curve no. loss Model	<ul style="list-style-type: none"> ■ Angaben zur Landoberfläche: ■ Morphologie <ul style="list-style-type: none"> ■ Rauheit ■ Fließlänge ■ Angaben zum Vorfluter bis zum Gebietsauslass: <ul style="list-style-type: none"> ■ Länge ■ Rauheit ■ Gefälle
	Soil moisture account loss rate Model	
	Clark Unit Hydrograph Model	
	Kinematic Wave Model	
	ModClark Model	
	Snyder UH Model	
Abflusskonzentration auf der Landoberfläche und Durchflussverlauf im Gewässernetz des Einzugsgebietes	SCS UH Model	<ul style="list-style-type: none"> ■ Angaben zur Landoberfläche: ■ Morphologie <ul style="list-style-type: none"> ■ Rauheit ■ Fließlänge ■ Angaben zum Vorfluter bis zum Gebietsauslass: <ul style="list-style-type: none"> ■ Länge ■ Rauheit ■ Gefälle
	User Specified S-Graph Model	
	User Specified UH Model	
	Kinematic Wave Model	
	Lag Model	
	Modified Puls Model	
Wellenabflachung und Speicherung im übergeordneten Gewässernetz/ Einzugsgebiet	Muskingum Method	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hydraulische Modellierung der relevanten Gewässer mit der Software HEC-RAS, Berücksichtigung der Speicherräume als „Storage Areas“
	Muskingum Cunge 8-Point Method	
	Muskingum Cunge Standard Method	
	Straddle Stagger Method	

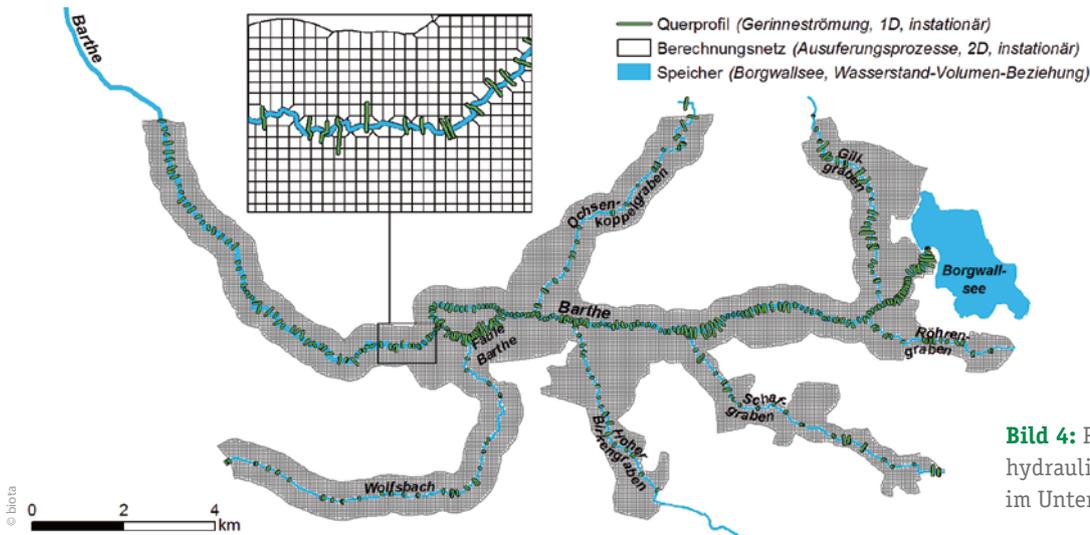


Bild 4: Profile und Netze des hydraulischen 1-D-/2-D-Modells im Untersuchungsgebiet [4]

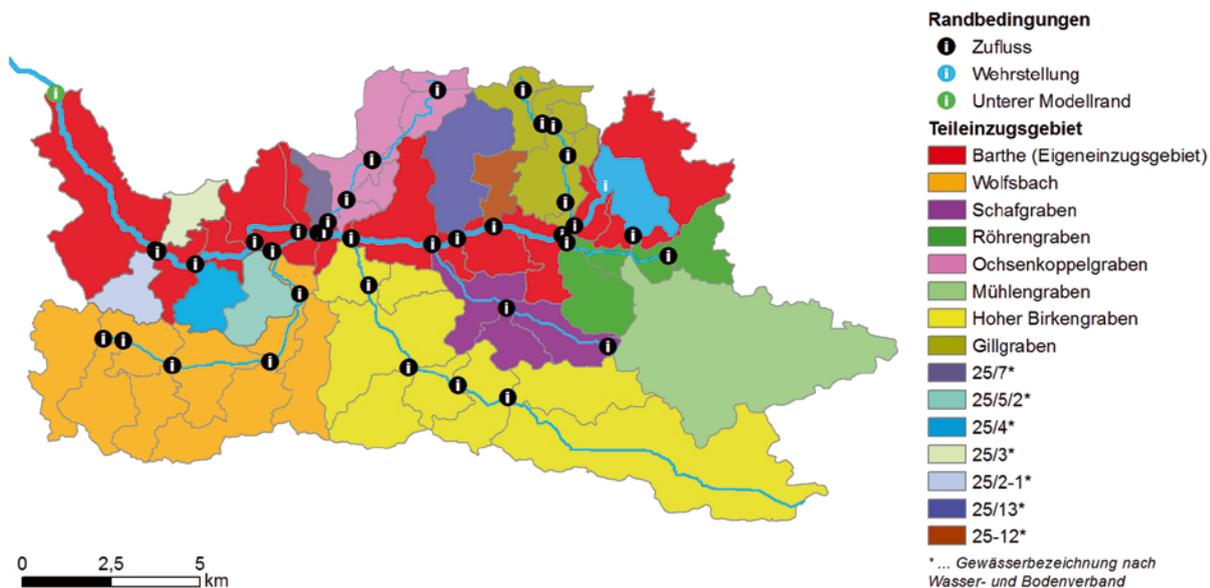


Bild 5: Struktur und Randbedingungen des hydraulischen Modells für das Untersuchungsgebiet [4]

der Niederung/Aue bietet es sich an, einen 2-D-Ansatz zu verwenden, der u. a. auch eine räumliche Analyse der Fließrichtungen (Vektoren) erlaubt.

Deshalb wurde auf das Modell HEC-RAS 5.0.1 (stationär/instationäres und gekoppeltes 1-D-/2-D-Modell) gesetzt. Das Programm HEC-RAS Version 5.0.1 wird vom Institut of Hydrologic Engineering Center des US Army Corps fortlaufend entwickelt und ist frei verfügbar [16]. Es ermöglicht die 1-D-Wasserspiegellagenberechnung naturnaher Gerinne auf Grundlage der Fließformel nach Manning-Strickler [17], wobei stationäre sowie instationäre Strömungsverhältnisse modelliert werden können.

HEC-RAS kann seit der Version 5.0.0 durch einen gekoppelten 1-D-/2-D-Modellansatz die Abflüsse im Gerinne eindimensional berechnen, während der Abflussanteil auf den Vorländern zweidimensional auf Basis von Rasterzellen berechnet wird. Diese Methodik ermöglicht wesentlich kürzere Rechenzeiten, da insbesondere

der „Gerinneschlauch“ nicht durch Rasterzellen in entsprechend hoher Auflösung repräsentiert werden muss. Somit kann auch die Gitterweite im Vorland vergrößert werden, wodurch wiederum Zellenzahl und Rechenzeit reduziert werden. Der Gerinneschlauch wird durch die Querprofile aus erfolgter Vermessung und Daten des amtlichen digitalen Geländemodells DGM5 (Auflösung 5 m x 5 m) repräsentiert. Der Übergang vom 1-D-Gerinneschlauch zum 2-D-Berechnungsnetz erfolgt wie in der Natur bei Wasserständen oberhalb der Böschungsoberkanten. Der Höhenverlauf der Böschungsoberkanten wurde anhand des DGM5 bestimmt und in das Modell eingearbeitet. Das 2-D-Berechnungsnetz besteht aus Zellen der Gitterweite 50 m x 50 m, wobei jede Berechnungszelle durch ihre Wasserstand-Volumen-Beziehung nach DGM5 charakterisiert wird. Ebenso wurden alle hydraulisch relevanten Bauwerke (Durchlässe, Brücken, Staue, Verrohrungen, Wehre etc.) in das Modell eingearbeitet (**Bild 4**). **Bild 5** zeigt Struktur und Randbe-

Tabelle 2: Darstellung der verwendeten Rauigkeitsbeiwerte für die Modellierung des mittleren Verkräutungszustands [4]

1-D-Gewässerabschnitt (Gerinne)	STRICKLER-Beiwert k_{st} [$m^{1/3} s^{-1}$]
Barthe: Borgwallsee – Zulauf Schafgraben	20 – 25
Barthe: Zulauf Schafgraben – Redebas	20 – 30
Faule Barthe	15 – 25
Zuläufe: Wolfsbach, Hoher Birkengraben, Schafgraben, Röhrengaben, Gillgraben, Ochsenkoppelgraben	15 – 25
2D – Berechnungsnetz (Ausuferungsbereiche)	
Laub-, Misch-, Nadelwald	2
Wiesen und Weiden, Acker, Grünland, Heide, Obstplantage, Sumpf	5
Industrie- und Gewerbe, nicht durchgängige städtische Prägung, Sport- und Freizeitanlagen	10

dingungen des hydraulischen Modells für das Untersuchungsgebiet, insbesondere auch die Knotenpunkte als Schnittstellen mit dem N-A-Modell.

Rauigkeiten wurden entsprechend **Tabelle 2** angesetzt (mittlerer Verkräutungszustand). Da der Einfluss der Rauigkeiten auf den Wasserstand abhängig vom Durchfluss ist, wurden diese in der Modellierung und bei der Kalibrierung (s. u.) entsprechend linear skaliert.

Zusätzlich wurden die wahrscheinliche Betroffenheit von (bekannten) Dränanlagen im weitgehend sehr ebenen Barthegebiet

dahingehend analysiert, dass die Sohlhöhen der im jeweiligen System zuunterst liegenden 1 bis 2 Schächte vereinfacht mit den erhaltenen Wasserspiegellagen verschnitten wurden.

Modellkalibrierung: Hydrologie und Hydraulik

Das gekoppelte hydrologische und hydraulische Modell wurde Kalibrierungen unterworfen. Das allgemeine Ziel jeder geowissenschaftlichen Modellierung bildet eine möglichst gute Annäherung des Modells und seiner Ergebnisse an die Realität bzw. an die realen Prozesse. Für gewöhnlich werden die einzelnen Modellparameter

BWK Verena.M7

Die Software zur vereinfachten und detaillierten Nachweisführung gemäß BWK-Merkblatt 3 und BWK-Merkblatt 7

Das Programm BWK-Verena.M7 ermöglicht durch die detaillierte Abbildung des Niederschlags-Abflussprozesses und des Speicherverhaltens der Systemkomponenten eine Abbildung der Dynamik der Siedlungsabflüsse und deren stofflicher Beschaffenheit. Es vereint das Programm für den vereinfachten Nachweis gemäß BWK Merkblatt 3 mit einem kalibrierbaren erweiterten Schmutzfracht-Berechnungs-Modul zur detaillierten Nachweisführung gemäß BWK-Merkblatt 7. Das Programm verwendet die in den Merkblättern beschriebenen Algorithmen. Komplettiert wird die Software durch die Möglichkeit, gesteuerte Systeme simulieren zu können.

Systemkomponenten: Regenschreiber, Kanalisationsnetz, Siedlungsgebiet, Speicherbauwerke, Regenüberlauf, Kläranlage, Einleitungsstelle, HRB, Gewässerprofilaufweitung, grafische Gestaltungselemente

Anwendungsfall: Nachweisführung bei der Ableitung immissionsorientierter Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse

Zu bestellen bei der BWK Bundesgeschäftsstelle,
Mies-van-der-Rohe-Straße 17, 52074 Aachen,
Telefon: (0241) 80-2 59 09, E-Mail: info@bwk-bund.de



BWK
die Umweltingenieure

Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft,
Abfallwirtschaft und Kulturbau e.V.

BESTELLCOUPON

Ich bestelle:

— **Einzelplatzlizenz(en) der Vollversion des Programms BWK Verena.M7 zum Preis von**

- 2.963,10 € inkl. MwSt. für BWK-Mitglieder
- 3.320,10 € inkl. MwSt. für Nichtmitglieder
- Bitte senden Sie uns weitere Informationen über die Software BWKVerena.M7 zu

Kostenlose Demoversion unter www.bwk-software.de

Name _____

Straße _____

PLZ Ort _____

Datum, Unterschrift _____

entsprechend ihrer Funktion und Sensitivität bei einer Kalibrierung dahingehend variiert, dass unter Wahrung physikalischer Grundsätze die Modellergebnisse bestmöglich mit realen Beobachtungsdaten bzw. anderweitig relativ sicher bestimmten Größen übereinstimmen. Für die hier relevante Modellierung waren als solche Vergleichsgrößen nutzbar:

- der Hochwasserscheiteldurchfluss und die Abflussfülle (Volumen) am Pegel Redebas für beobachtete Hochwasserereignisse
- die Scheiteldurchflusswerte der hochwasserstatistischen Regionalisierung HQ(T) nach [18] für alle Berechnungsknoten/Zuflusspunkte sowie für den Pegel Redebas.

Eine Kalibrierung kann aber wegen der hohen Bedeutung der Wellenablaufphase (Durchflussverlauf) nur für das gekoppelte hydrologische und hydraulische Modell erfolgen. Von daher wurden sowohl Parameter im N-A-Modell als auch die Gerinnerauigkeiten im hydraulischen Modell iterativ solange variiert, bis die errechnete Ganglinie der gemessenen am Pegel Redebas weitgehend in Abflusshöhe und -fülle/-volumen sowie zeitlichem Verlauf (Form) entsprach. Zusätzlich wurde besonderen Wert daraufgelegt, dass das jeweils modellierte Durchflussmaximum (Scheiteldurchfluss) für entsprechende HQ(T) auch für die Teileinzugsgebiete möglichst nahe an den landesweit regionalisierten Werten nach [18] lag.

Hinweis

In einer späteren Ausgabe von WASSER UND ABFALL werden die modellgestützte Vorgehensweise und die Ergebnisse vorgestellt und diskutiert.

Literatur

- [1] BIOTA (2010): Pflege- und Entwicklungsplan Nordvorpommersche Waldlandschaft. Sondergutachten Wasserwirtschaft. – biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Landkreises Vorpommern-Rügen, 330 S.
- [2] Miegel, K., Mehl, D., Malitz, G. & Ertel, H. (2014): Ungewöhnliche Niederschlagsereignisse im Sommer 2011 in Mecklenburg-Vorpommern und ihre hydrologischen Folgen – Teil 1: Hydrometeorologische Bewertung des Geschehens. – Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 58 (1): 18-28.
- [3] Mehl, D., Miegel, K. & Schumann, A. (2014): Ungewöhnliche Niederschlagsereignisse im Sommer 2011 in Mecklenburg-Vorpommern und ihre hydrologischen Folgen – Teil 2: Hydrologische Folgen. – Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 58 (1): 29-42.
- [4] BIOTA (2017): Konzeptstudie: Modellierung hydrologischer und hydraulischer Szenarien zur Bewertung, Optimierung und Priorisierung von Maßnahmen an der Barthe vom Borgwallsee bis Redebas. – biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Staatlichen Amtes für Landwirtschaft und Umwelt Vorpommern, 213 S.
- [5] DIN 4047-2:1988-11: Landwirtschaftlicher Wasserbau; Begriffe; Hochwasserschutz, Küstenschutz, Schöpfwerke. – DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- [6] Mehl, D., Hoffmann, T. G., Bollmohr, A. & Schentschischin, J. (Bearbeitung); Goetze, A., Meyerfeldt, F., Schumann, A., Sommermeier, K. & Türmer, J. (Redaktion) (2014a): Leitfaden Hochwasserrisikomanagementplanung in Mecklenburg-Vorpommern. – Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern [Hrsg.], 84 S.
- [7] DIN 19661-1:1998-07: Wasserbauwerke - Teil 1: Kreuzungsbauwerke; Durchleitungs- und Mündungsbauwerke. – DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- [8] DIN 19700-12:2004-07: Stauanlagen – Teil 12: Hochwasserrückhaltebecken. – DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

- [9] DIN 19712:2013-01: Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern. – DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- [10] DIN 4047-2:1988-11: Landwirtschaftlicher Wasserbau; Begriffe; Hochwasserschutz, Küstenschutz, Schöpfwerke. – DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- [11] HEC (2010): Hydrologic Modeling System HEC-HMS, Hydraulic Reference Manual. – Department of the US Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources, Hydrologic Engineering Center.
- [12] DIN 4049 Teil 3: Hydrologie – Begriffe zur quantitativen Hydrologie. – Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- [13] KOSTRA-DWD (2010): Software KOSTRA-DWD 2000, Version 3.1.2.157; Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertungen. – Vertrieb: Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH.
- [14] DVWK (1989): Regeln zur Wasserwirtschaft 113: Arbeitsanleitung zur Anwendung von Niederschlags-Abfluss-Modellen in kleinen Einzugsgebieten. Teil II: Synthese. – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (DVWK), Hamburg, Berlin (Verlag Paul Parey).
- [15] LFU (2003): Numerische Modelle zur Strömungssimulation. In: Hydraulik naturnaher Fließgewässer, Teil 4. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, 55 S.
- [16] HEC-RAS: Institut of Hydrologic Engineering Center des US Army Corps, www.hec.usace.army.mil
- [17] Preißler, G. & Bollrich, G. (1985): Technische Hydromechanik. – Berlin (Verlag für Bauwesen), 549 S.
- [18] BIOTA (2016): HQ(T) M-V (2016). Überarbeitung und Aktualisierung der Regionalisierung der Hochwasserkennwerte für Mecklenburg-Vorpommern. – biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, 104 S.

Autoren

Dr. rer. nat. Dr. agr. Dietmar Mehl
M.Sc. Matthias Knüppel

biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH
 Nebelring 15, 18246 Bützow
 E-Mail: dietmar.mehl@institut-biota.de
 E-Mail: matthias.knüppel@institut-biota.de

Dipl.-Ing. Frank Blodow
B.Eng. Steve Bunzel

Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Vorpommern
 Badenstraße 18, 18439 Stralsund
 E-Mail: frank.blodow@staluvp.mv-regierung.de
 E-Mail: steve.bunzel@staluvp.mv-regierung.de



Weitere Empfehlungen aus
www.springerprofessional.de:

hydrologische Modellierung

Schober, B.; Hauer, Chr.; Habersack, H.: Floodplain Evaluation Matrix (FEM) – Eine umfassende Methode zur Bewertung von Überflutungsräumen im Rahmen eines integrierten Hochwasserrisikomanagements. In: Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, Online First 28.11.2017. Wien: Springer, 2017.
www.springerprofessional.de/link/15263402

Disse, M.; et al.: Unsicherheitsabschätzung für die Berechnung von dynamischen Überschwemmungskarten — Fallstudie Kulmbach. In: WasserWirtschaft, Ausgabe 11/2017. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2017.
www.springerprofessional.de/link/15191884