

DWA- Themen

Modelle zur operationellen Hochwasservorhersage

Juli 2009



Deutscher Verein für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.



DWA- Themen



Modelle zur operationellen Hochwasservorhersage

Juli 2009



Herausgeber und Vertrieb:
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef · Deutschland
Tel.: +49 2242 872-333 · Fax: +49 2242 872-100
E-Mail: kundenzentrum@dwa.de · Internet: www.dwa.de

Das Vorhaben wurde vom Länderfinanzierungsprogramm „Wasser, Boden und Abfall 2003“ finanziell gefördert.

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasserwirtschaft ein. Als politisch und wirtschaftlich unabhängige Organisation arbeitet sie fachlich auf den Gebieten Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall und Bodenschutz.

In Europa ist die DWA die mitgliederstärkste Vereinigung auf diesem Gebiet und nimmt durch ihre fachliche Kompetenz bezüglich Regelsetzung, Bildung und Information der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein. Die rund 14 000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

Impressum

Herausgeber und Vertrieb:

DWA Deutsche Vereinigung für
Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef, Deutschland
Tel.: +49 2242 872-333
Fax: +49 2242 872-100
E-Mail: kundenzentrum@dwa.de
Internet: www.dwa.de

Satz:

DWA

Druck:

DCM • Druckcenter Meckenheim

ISBN:

978-3-940173-72-0

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef 2009

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Publikation darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Digitalisierung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden.

Vorwort

Die DWA-Arbeitsgruppe HW-4.1 „Hochwassermanagement“ hat die vorliegende Publikation im Rahmen einer Förderung des Länderfinanzierungsprogramms Wasser, Boden und Abfall erarbeitet.

Die federführenden Bearbeiter am Leichtweiß-Institut (LWI) der Technischen Universität Braunschweig haben umfangreiche Befragungen durchgeführt über Datennutzung, Modelle, Einsatzbedingungen und Nachrichtenwege für Einsatzgebiete mit bis ca. 10.000 km² Größe. Dabei wurden die in der Praxis festgestellten Defizite und der Verbesserungsbedarf abgefragt.

Die erhaltenen Antworten der Befragung führten zur Schwerpunktbildung „Modelle der operationellen Hochwasservorhersage“ für dieses Themenheft. Darüber hinaus wurden, soweit es die Befragungsergebnisse zuließen, auch gängige Vorhersage- und Warnzeiträume sowie Qualitätskriterien der Echtzeit-Hochwasservorhersage zusammengestellt, die aktuell in Deutschland zum Einsatz kommen.

Ergänzend wurden Berechnungen mit dem Hochwasservorhersagemodell NAXOS-PRAEDICT des Leichtweiß-Instituts für Wasserbau zur Aussagekraft der Niederschlagsvorhersage und zur Kompensation von Stationsausfällen durchgeführt.

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Maniak, Braunschweig

Dezember 2008

Verfasser

Der Themenband wurde von der DWA-Arbeitsgruppe HW-4.1 „Hochwassermanagement“ im Fachausschuss HW-4 „Hochwasservorsorge“ erarbeitet.

Der DWA-Arbeitsgruppe HW-4.1 „Hochwassermanagement“ gehören folgende Mitglieder an:

DISSE, Markus	Prof. Dr.-Ing, Universität der Bundeswehr, Neubiberg
HOLLE, Franz-Klemens	Dipl.-Ing., Bayerisches Landesamt für Umwelt, Hof
KLEEBERG, Hans-Bernhardt	Prof. Dr.-Ing., München
KRON, Wolfgang	Dr.-Ing., Münchener Rückversicherung-Gesellschaft, München
MANIAK, Ulrich	Prof. Dr.-Ing., Techn. Universität, Braunschweig
MEON, Günter	Prof. Dr.-Ing., Techn. Universität, Braunschweig (Sprecher)
NACKEN, Heribert	Prof. Dr.-Ing., Techn. Hochschule, Aachen (stellvertretender Sprecher)
RÖTTCHER, Klaus	Dr.-Ing., Roettcher Ingenieurconsult, Kassel
SPANKNEBEL, Georg	Dipl.-Ing., Thür. Min. für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt, Erfurt

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

BARION, Dirk	Dipl.-Geogr., Hennef Abteilung Wasserwirtschaft, Abfall und Boden
--------------	--

Inhalt

Vorwort	3
Verfasser	3
Bilderverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis.....	5
Begriffsbestimmungen	6
1 Ziel und Vorgehensweise	7
2 Fragebogenaktion.....	8
3 Überblick zur Struktur von Hochwasservorhersagesystemen	8
3.1 Vorhersage und Prognose.....	8
3.2 Hochwasservorhersagesysteme	9
4 Messung und Datenerfassung der hydrometeorologischen Eingangsgrößen.....	11
4.1 Apparative Ausstattung	11
4.2 Wetterradar	13
5 Vorhersagen der meteorologischen Eingangsgrößen.....	14
5.1 Niederschlagsvorhersagen.....	14
5.2 Schnee	14
6 Repräsentative hydrologische Modelle zur Hochwasservorhersage.....	15
6.1 Deterministische Modelle.....	16
6.1.1 Hochwasservorhersagemodell Hartung und Partner	16
6.1.2 Hochwasservorhersagemodell LARSIM	18
6.1.3 Hochwasservorhersagemodell MIKE FLOOD WATCH/MIKE 11 (MIKE Flood)	24
6.1.4 Hochwasservorhersagemodell NASIM HWV.....	28
6.1.5 Hochwasservorhersagemodell PRAEDICT/NAXOS	31
6.1.6 Hochwasservorhersagemodell VMOD.....	33
6.1.7 Hochwasservorhersagemodell WAVOS Saar.....	36
6.1.8 Hochwasservorhersagemodell WinPRO.....	38
6.1.9 Zusammenfassung zur Modellübersicht	42
6.2 Stochastische Vorhersagemodelle.....	43
6.2.1 Neuronale Netze	43
6.2.2 Vorhersagemodelle mit Fuzzy-Systemen	44
6.3 Berechnung des Gebietsniederschlags durch die Vorhersagemodelle	45
7 Vorhersage- und Warnzeiträume	46
8 Beispielrechnungen mit dem Modell PRAEDICT	48
8.1 Kompensation des Ausfalls von Stationsniederschlägen	48
8.2 Güte der Niederschlagsvorhersage	50
8.3 Fortschreibung der Hochwasservorhersage	51
Literatur	52

Anlagen

Anlage A.1	Fragebogen	55
Anlage A.2	Tabellarische Zusammenstellung der relevanten erhaltenen Antworten aus der Befragung.....	61
Anlage A.3	Auswertung der Befragung nach Messnetzdichte und angestrebter Weiterentwicklung	66
Anlage A.4	Auswertung der Befragung nach Betreibern, Flussgebieten und Modellen	67
Anlage A.5	Auswertung der Befragung nach Vorhersageintervall und Hochwasserwarnung.....	68

Bilderverzeichnis

Bild 1:	Übersicht der Fehlerquellen bei der operationellen Hochwasservorhersage	10
Bild 2:	Standorte und Radien der 16 Radarstationen des DWD	13
Bild 3:	Strukturdiagramm für ein konzeptionelles N-A-Modell	16
Bild 4:	Modellschema von LARSIM im Wasserhaushalts-Modus	19
Bild 5:	Operationeller Betrieb von LARSIM.....	20
Bild 6:	Vorliegende bzw. in Bearbeitung befindliche hochaufgelöste Wasserhaushaltsmodelle mit Larsim ...	23
Bild 7:	Schematischer Aufbau von MIKE Flood Watch	24
Bild 8:	Räumliche Darstellung von Echtzeitdaten in Flood Watch	26
Bild 9:	Überschwemmungskarte in Flood Watch	27
Bild 10:	MIKE Flood Watch Installationen	28
Bild 11:	Vorhersagemodell PRAEDICT für das hessische Einzugsgebiet der Lahn	31
Bild 12:	Minimale und maximale Vorhersagezeiträume in Relation zur Einzugsgebietsgröße A_{E0}	46
Bild 13:	Realisierbare Vorhersageräume für die Flussbereiche des Einzugsgebiets Fulda.....	47
Bild 14:	Spendenlängsschnitte an Pegeln der Fulda mit Szenarien von Niederschlags-Stationsausfällen im Januar 2005	49
Bild 15:	Spendenlängsschnitte an Pegeln der Lahn mit Szenarien von Niederschlags-Stationsausfällen im Februar 2005.....	49
Bild 16:	Auswertung der gemessenen und vorhergesagten 1- Stunden Summen der Niederschläge in [mm] an 12 Niederschlagsstationen (NDS_1-12)	50
Bild 17:	Auswertung der gemessenen und vorhergesagten 12-Stunden-Summen der Niederschläge in [mm] an 12 Niederschlagsstationen (NDS_1-12)	51
Bild 18:	Vorhergesagter Abfluss am Pegel Kalkofen (5400 km ² , Lahn) für sechs Vorhersagen unter Nutzung der Niederschlagsvorhersagen aus dem Lokalmmodell des DWD	52

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Unterschiede von Hochwasservorhersage und Hochwasserprognose.....	8
Tabelle 2:	Berechnung des Gebietsniederschlags und Kompensation des Stationsausfalls in den Modellen der Befragung	45
Tabelle 3:	Analysierte Pegel und ihre Einzugsgebietsgrößen an Fulda und Lahn	48

Begriffsbestimmungen

DWD

Deutscher Wetterdienst

FGM

Flussgebietsmodell

GIS

Geographisches Informationssystem

Hydrologische Modellsoftware

Rechner-Programme zur Simulation Hydrologischer Parameter

N-A-Modell

Niederschlag – Abflussmodell

LM

Lokalmodell des DWD zur Niederschlagsvorhersage

LME

Lokalmodell Europa – Zusammenarbeit der Wetterdienste in Europa

DHI

Danish Hydraulic Institute

1 Ziel und Vorgehensweise

Ziel des Vorhabens war es zu klären, welche Methoden und Modelle der Echtzeit-Hochwasservorhersage gegenwärtig in der deutschen Praxis eingesetzt werden und welcher Verbesserungsbedarf besteht. Hierzu waren anhand einer Befragung eingesetzte Vorhersagesysteme bezüglich Datennutzung, Modelle, Einsatzbedingungen und Nachrichtenwegen für Gebietsgrößen bis ca. 10.000 km² Größe zu vergleichen sowie Defizite und den Verbesserungsbedarf zu benennen.

Für die Projektbearbeitung war zunächst eine Befragung von Nutzern von Vorhersagemodellen in Deutschland durchzuführen. Die erhaltenen Informationen wurden anschließend ausgewertet und mit eigenen Modellrechnungen ergänzt. Bei der Initiierung des Vorhabens war vorgesehen, die Befragung anhand folgender vorgegebener Punkte auszuwerten:

- Struktur von operationellen Vorhersageverfahren
- Bestandsaufnahme: eingesetzte operationelle Niederschlag-Abfluss-Modelle für die Hochwasservorhersage
- Verwendete Parameter und Möglichkeiten zur Überprüfung bzw. laufenden Verbesserung der Abflussvorhersagen
- Verfahren zur Umsetzung der berechneten Abflüsse in Wasserstände
- Netzstrukturen (Niederschlagsmessstationen, Radarmessungen, Abflusspegel)
- Apparative Ausstattung (Geber, Übertragungsverfahren, Rechner)
- Verwendung von Niederschlags- und Schneeschmelzprognosen
- Kompensation von Stationsausfallzeiten
- Erforderliche und realisierbarer Vorhersagezeiträume (Vorhersagedauer, Fließzeiten, Reaktionspläne, Alarmpläne)
- Steuerung von Stauanlagen und Abgaberegulierung von Hochwasserrückhalteeinrichtungen in Abhängigkeit von den Vorwarnzeiten
- Voraussetzung und Verfahren zur operationellen Berechnung von Überflutungen und deren Bewertung im Hinblick auf mögliche Handlungsvarianten im Hochwasserfall
- Einbeziehung der Öffentlichkeit (Informationen, Katastrophenübungen, vorbeugende Maßnahmen)

Die Auswertung der Befragung wurde im Bericht nicht in der detaillierten Aufschlüsselung der oben angegebenen Punkte dargestellt, sondern im Hinblick auf die erhaltenen Informationen und aus Gründen der Übersicht in größeren Blöcken zusammengefasst. Die Ergebnisse der Befragung reichten nicht immer aus, um auf alle relevanten Auswertepunkte fachlich abgesicherte Antworten zu geben.

Insbesondere erlaubten es die erhaltenen Antworten der Befragung und die eigenen Modellrechnungen nicht, eine detaillierte Arbeitsanleitung für eine optimale Einrichtung und Anwendung eines Hochwasservorhersagesystems in mittleren Einzugsgebieten zu erstellen.

Dafür wird mit Fokus auf die Hochwasservorhersage eine Übersicht über aktuell einsetzbare meteorologische Vorhersagen (Abschnitt 5), gegenwärtig eingesetzte Modelle (Abschnitt 6) – diese bilden auch den Schwerpunkt des Themenheftes – und deren Vorhersage- bzw. Warnzeiträume (Abschnitt 7) gegeben. Abschnitt 8 beinhaltet ergänzende Beispielrechnungen mit dem Hochwasservorhersagemodell NAXOS-PRAEDICT des Leichtweiß-Instituts (LWI) der Technischen Universität Braunschweig zur Kompensation von Stationsausfällen und zur Aussagekraft der Niederschlagsvorhersage.