

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Proceedings, Published Version

Bundesanstalt für Gewässerkunde (Hg.)

Hydrologische Vorhersagen auf unterschiedlichen Skalen – Methoden, Produkte und Nutzungen. Kolloquium am 23./24. September 2019 in Koblenz

BfG-Veranstaltungen

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/107668>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Bundesanstalt für Gewässerkunde (Hg.) (2019): Hydrologische Vorhersagen auf unterschiedlichen Skalen – Methoden, Produkte und Nutzungen. Kolloquium am 23./24. September 2019 in Koblenz. Koblenz: Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG-Veranstaltungen, 2/2019). https://doi.org/10.5675/BfG_Veranst_2019.2.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.

Verwertungsrechte: Alle Rechte vorbehalten

2/2019



Veranstaltungen

Hydrologische Vorhersagen auf unterschiedlichen
Skalen – Methoden, Produkte und Nutzungen

Kolloquium am 23./24. September 2019 in Koblenz

Koblenz, September 2019

Impressum

Herausgeber: Bundesanstalt für Gewässerkunde
Am Mainzer Tor 1
Postfach 20 02 53
56002 Koblenz
Tel.: +49 (0)261 1306-0
Fax: +49 (0)261 1306 5302
E-Mail: posteingang@bafg.de
Internet: <http://www.bafg.de>

Druck: Druckerei des BMVI

ISSN 1866 – 220X

DOI: 10.5675/BfG_Veranst_2019.2

Zitiervorschlag:

Bundesanstalt für Gewässerkunde (Hrsg.): Hydrologische Vorhersagen auf unterschiedlichen Skalen – Methoden, Produkte und Nutzungen. Kolloquium am 23./24. September 2019 in Koblenz. – Veranstaltungen 2/2019, Koblenz, September 2019, 64 S.;
DOI: 10.5675/BfG_Veranst_2019.2

Inhalt

Einleitung.....	5
Was wir können – was wir wünschen – was wir brauchen	6
Bernhard Mott und Martin Mauermann	
Nützen uns Wahrscheinlichkeiten? Umgang mit Unsicherheiten in der Wassermengewirtschaft	8
Marc Scheibel	
Vorhersageprodukte des Deutschen Wetterdienstes für Anwendungen in der Hydrologie.....	11
Marcus Paulat	
Von der Forschung zum Dienst – Langfristige Vorhersage- und Projektionsprodukte der BfG.....	14
Enno Nilson und Bastian Klein	
Modellierung von Hochwasserereignissen infolge von Starkregen – Schwierigkeiten und Lösungsansätze	21
Ute Badde	
Vorhersage oder Prognose? Die Frage, was passiert, wenn...?	23
Andreas Schumann	
EFAS – Europäische Hochwasservorhersage und ihre Möglichkeiten	26
Peter Salamon, Vera Thiemig, Christel Prudhomme, Christoph Schweim, Mercedes Garcia-Padilla und Ilias Pechlivanidis	
mHM: a multiscale hydrological model for drought monitoring and seasonal forecast of hydrological extremes	30
Luis Samaniego	
Improving predictions in the Rhine basin through data assimilation using distributed models: results from the H2020 IMPREX project	34
Albrecht Weerts, Maarten Smoorenburg and Bart van Osnabrugge	
Das Jahr 2018 bei der BASF SE in Ludwigshafen – Erfahrungen beim Einsatz prototypischer Pegelvorhersagen im Rahmen von IMPREX	37
Max Bangert	

Oberwasservorhersage zur Optimierung des Sedimentmanagements Tideelbe	40
Ingo Entelmann und Thomas Strotmann	
Entwicklung monatlicher Abflussvorhersagen für den Pegel Neu Darchau	44
Barbara Frielingsdorf	
The potential of predicting low flow periods for the central European rivers with a special focus on summer 2018	48
Monica Ionita-Scholz and Elimar Precht	
Operationelle Modellierung von Schneewasserressourcen im Alpenraum – aktueller Stand der Methodikentwicklung	51
Tobias Jonas, Jan Magnusson, Nora Helbig, Nena Griessinger, Adam Winstral, Michael Schirmer, Rebecca Mott, Louis Queno	
Aufbau einer operationellen Wassertemperaturvorhersage am Main mit LARSIM....	54
Katja Moritz und Yannik Bäder	
Aktuelle Weiterentwicklungen der operationellen Eisvorhersage für Schifffahrtskanäle	58
Claudius Fleischer	
Wasserstandsvorhersagen an der Nordseeküste – Fragestellungen und Methoden	62
Karina Stockmann	

Einleitung

Hydrologische und hydrometeorologische Vorhersagen bilden seit Jahrzehnten eine wichtige Entscheidungsgrundlage für die Gewässernutzung sowie das Risikomanagement von hydrologischen Extremereignissen. Die Art der verfügbaren Vorhersageprodukte und die an sie gestellten Anforderungen sind abhängig von den (wasser-)wirtschaftlichen Anwendungen und daher so vielschichtig wie die zu treffenden Entscheidungen und Managementaufgaben selbst. Dadurch ergibt sich in der hydrologischen Vorhersagepraxis eine große Bandbreite an betrachteten räumlichen und zeitlichen Skalen sowie eine Vielzahl von relevanten Vorhersagegrößen (Wasserstand, Abfluss, Eisdicke, Wassertemperatur, Bodenfeuchte, etc.).

Entscheidungsträger aus Wirtschaft und Verwaltung präsentieren die Nutzung hydrologischer Vorhersagen in ihrem jeweiligen Tagesgeschäft und formulieren die aus ihrer Sicht aktuellen sowie zukünftigen Anforderungen an die Vorhersagen und ihre Bereitstellung. Darüber hinaus geben Entwickler und Betreiber operationeller hydrologischer und hydrometeorologischer Vorhersagedienste aus dem In- und Ausland Einblick in die Methoden sowie die Prozesse zur Erstellung von Vorhersageprodukten. Ziel der Veranstaltung ist es, den fachlichen Austausch über die verschiedenen Disziplinen hinweg zu fördern und bestehende Synergien in der hydrologischen Vorhersagepraxis künftig optimiert zu nutzen.

Das Kolloquium richtet sich an alle mit (hydrologischen) Vorhersagen befassten Kollegen aus Behörden, Forschungseinrichtungen, Ingenieurbüros und Unternehmen sowie an die interessierte Fachöffentlichkeit.

Was wir können – was wir wünschen – was wir brauchen

Bernhard Mott und Martin Mauermann

Im Vortrag werden zunächst die rechtlichen Grundlagen der Vorhersagen, die durch die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) und die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) veröffentlicht werden, dargelegt.

Im Weiteren wird auf die verschiedenen Arten der Wasserstandsvorhersage eingegangen. Zum einen kann nach der Dauer unterschieden werden und zum anderen nach dem Zweck bzw. der Wasserstandshöhe. Kurzfristigen Vorhersagen verfügen über einen Horizont von wenigen Tagen und werden i. d. R. von der Schifffahrt für ihre Fahrtenplanung genutzt. Bei Niedrigwasser interessiert die mögliche Abladung, bei Hochwasser, ob das Schiff mit der Ladung noch durch die Brücke passt und wie lange es noch fahren kann. Mittel- bis langfristige Vorhersagen sind von der Schifffahrt für Routenplanungen auf Langstrecke immer wieder gefordert. Der Unterschied zwischen Hoch- und Niedrigwasservorhersage liegt in der höheren Komplexität, ggf. fehlenden Messwerten und erhöhten Anforderungen an Ausfallsicherheit bei Hochwasser. Auch ist zu berücksichtigen, dass bei Hochwasser durch Ausuferungen das Wasser im Vorlandbereich fließt und somit der Aufwand für die zugrundeliegenden Geodaten deutlich höher liegt. Weiter ist der Personalaufwand durch den 24-h-Schichtbetrieb dreimal so hoch wie bei verkehrsbezogenen Vorhersagen.

Da Vorhersagen kein Selbstzweck der Verwaltung sind, ist ein Blick auf die Nutzerkreise und deren entstandenen Nutzen interessant. Wer sind „wir“ und was bedeutet „wünschen“ und „brauchen“? Der Spannungsbogen geht vom privaten Nutzer, einzelnen Partikulieren bis zur Industrie und der kompletten Verwaltung aus Bund, Länder und Kommunen. Der Nutzen deckt vom rein monetären Effekt bis zur Sicherheit für Leib und Leben alles ab. Unterschiedlicher Nutzen wird für unterschiedliche Nutzer mit differierendem Aufwand generiert. Sind dabei Nutzen-Kosten-Betrachtungen erforderlich?

Abgerundet wird der Vortrag durch einen kurzen Ausflug in die „Eiszeit“. Im Elektronischen Wasserstraßen-Informationsservice ELWIS werden die notwendigen Informationen für die Schifffahrt zu den Eisberichten mit Sachstand und Vorhersagen veröffentlicht.



Kontakt:

Bernhard Mott

Generaldirektion Wasserstraßen
und Schifffahrt (GDWS)
Standort Würzburg
Wörthstraße 19, 97082 Würzburg
Tel.: 0931/ 4105 420
E-Mail:
Bernhard.Mott@wsv.bund.de

1983-1986

Studium der Nachrichtentechnik an der Universität
der Bundeswehr in München

2002

Eintritt in die WSV in der WSD Süd Würzburg

2002-2003

Einsatz im Bereich Telematik

2003-2010

Dezernatsleiter Haushalt/Controlling

2011-2017

Aufgabenfeldleiter Verkehrsmanagement bzw.
Schiff/Wasserstraße (umfasste die Aufgaben Ver-
kehrsmanagement, Verkehrstechnik, Vermessung
und Gewässerkunde/Wasserbewirtschaftung) der
WSD Süd

Seit 2017

Projektleiter Migration WISKI 7 im Dezernat U12
„Gewässerkunde/Wasserbewirtschaftung“ der
GDWS



Kontakt:

Martin Mauermann

Generaldirektion Wasserstraßen und
Schifffahrt (GDWS)
Standort Mainz
Brucknerstr. 2, 55127 Mainz
Tel.: 06131/ 979 450
E-Mail:
Martin.Mauermann@wsv.bund.de

1992-1995

Mainausbau im WNA Aschaffenburg

1995-2001

Sachbereichsleiter „Gewässerkunde“ im WSA
Aschaffenburg

2001-2012

Amtsleiter WSA Bingen

2012-2017

Aufgabenfeldleiter Verkehrsmanagement bzw.
Schiff/Wasserstraße (umfasste die Aufgaben Ver-
kehrsmanagement, Verkehrstechnik, Vermessung
und Gewässerkunde/Wasserbewirtschaftung) der
WSD Südwest

Seit 2017

Dezernatsleiter U12 „Gewässerkunde/Wasser-
bewirtschaftung“ der GDWS

Nützen uns Wahrscheinlichkeiten? Umgang mit Unsicherheiten in der Wassermengenwirtschaft

Marc Scheibel

1 Einleitung

Unsere Entscheidungen treffen wir vor dem Hintergrund des jeweiligen Erfahrungshorizontes. Von allem Bekannten in seinen Ursache-Wirkungs-Beziehungen leiten wir kommende Handlungen ab. Leider sind die Beziehungen auch in der Natur nicht so eindeutig, dass es keine Unsicherheiten und Spannbreiten der möglichen Entwicklung von Handlungskonsequenzen gibt. Sich diese aus den Erfahrungen der Vergangenheit abzuleiten und zu quantifizieren, ermöglicht einen angepassten Handlungsspielraum unter Berücksichtigung von Reaktionszeiten und -möglichkeiten. Trotz der Unsicherheiten von historischen Betrachtungen und der Einbeziehung von probabilistischen Trends kann so eine Optimierung der Vorbereitung und Vorsorge erzielt werden.

2 Wissen und Datenbasis

Das Wissen um Zusammenhänge und Ursache-Wirkungs-Beziehungen lässt sich einerseits aus den Erfahrungen und Beobachtungen, andererseits durch Impact-Modelle, welche die Realität zumindest konzeptionell abbilden können, erzielen. Durch die Verknüpfung möglichst aller systemrelevanten Daten entstehen Informationen, welche bewertet und in den Zusammenhang gebracht werden können. Durch die Verwendung von Impact-Modellen ist es möglich, die Auswirkungen externer Einflussgrößen (z. B. meteorologischer Input) bzw. Manipulation des Systems durch Handlungen abzubilden und damit zu erkennen. Mittlerweile ist das Schlagwort des „digitalen Zwillings“ für solche Modelle aufgekommen – letztendlich ist dies jedoch auch nichts anderes als die Fortführung der klassischen Modelltechnik. Durch die in dem Moment noch nicht „reale“ Umsetzung können so Fehlentscheidungen, bzw. Handlungsoptionen in ihrer Auswirkung eingeschätzt werden. Die probabilistischen Szenarien mit ihren Ensembles als Eingangsgröße zeigen dabei den Einfluss auf die tatsächlich gesuchten Kenngrößen zur Einschätzung einer Situation. In der Wasserwirtschaft sind die Eingangsgrößen für die Impact-Modelle die meteorologischen Parameter. Je nach Fragestellung und einer benötigten Reaktionszeit für Maßnahmen zum Gegensteuern kritischer Situationen stehen mittlerweile diverse Produkte zur Verfügung – siehe Tabelle 1.

Tabelle 1

Zeitskalen und Anwendungsbereiche von Vorhersagen und Szenarien in der Wasserwirtschaft

Produkt	Nowcast	Forecast	Saisonale Vorhersage	Dekadische Vorhersage	RCP-Szenarien
Zeitraum	bis ca. 2 Stunden	bis zu 2 Wochen	bis zu 9 Monate	10 Jahre	100 Jahre
Verwendung	Warndienst	Warndienst, Betrieb	Betrieb	Planung - Maßnahmen	Planung - (Um-)Bau
Hochwasser	✓	✓	–	✓	✓
Niedrigwasser	–	–	✓	✓	✓
Wasserqualität	–	✓	✓	✓	✓

3 Konsequenzen für die Wasserwirtschaft

In der Wasserwirtschaft sind die Prozesslängen unterschiedlich (siehe Tabelle 1): Während der Einsatz im Starkregenfall nur eine kurze Reaktionszeit erlaubt, sind Planungsprozesse eine längerfristige Aufgabe mit größerem Abwägungspotenzial. Jedoch selbst für den nicht zeitlich und räumlich mit großem Vorlauf vorhersagbaren Starkregenfall können Informationen wie gefährliche Wetterlage oder Niederschlagspotenzial bereits im Vorfeld wichtig sein, um erste – noch nicht weitreichende – Maßnahmen einzuleiten: Bürgerinformation, Einrichtung der Bereitschaft, intensiviert Kontrollen etc.

Mit Verdichtung des Unsicherheitsbereiches und Erreichen von Zwangspunkten zur Einleitung bestimmter Maßnahmen bietet dies eine sehr wichtige Unterstützung zur Entscheidungsfindung und auch weitreichendere Maßnahmen – wie z. B. erhöhte Wassersparmaßnahmen bei Wasserknappheit oder Evakuierung im Hochwasserfall – sind dann besser begründbar. Eine gute Alternative zu reinen Modellierungen bieten statistische Indizes, die im Vorfeld zu kritischen Situationen korreliert werden können – diese zeigen sich robuster in der Anwendung.

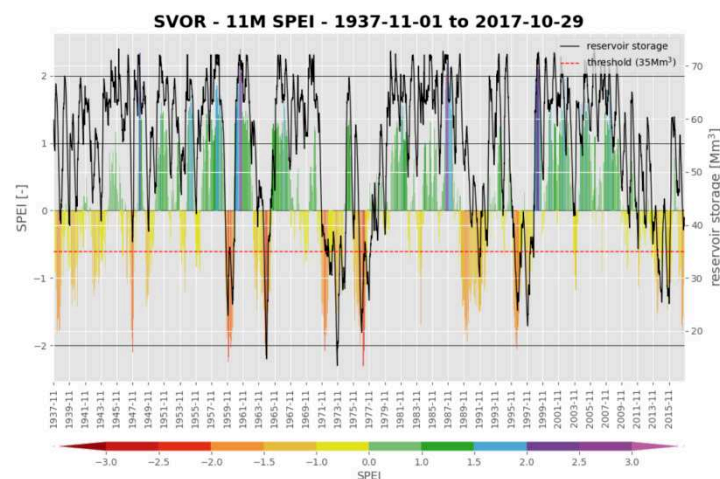


Abb. 1: Beziehung des Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) – hier 11-Monatsaggregation – zu kritischen Talsperren-Inhalten aufgrund langanhaltender Trockenperioden



Kontakt:

Marc Scheibel

Wupperverband

Untere Lichtenplatzer Straße 100

42289 Wuppertal

Tel.: 0160/ 9893 2221

E-Mail: schei@wupperverband.de

Jahrgang: 1970

Studium: Bauingenieurwesen an der Ruhr-Universität Bochum und University College Cork

Aktuell: Leiter Wassermengenwirtschaft & Hochwasserschutz beim Wupperverband

Gremien: Mitglied in diversen Gremien der DWA, des BWK und dem HKC (Hydrologie, Hochwasserrisikomanagement, Hydrometeorologie etc.)

Projekte: Mitarbeit in zahlreichen nationalen und internationalen Forschungsprojekten
(https://www.researchgate.net/profile/Marc_Scheibel)

Vorhersageprodukte des Deutschen Wetterdienstes für Anwendungen in der Hydrologie

Marcus Paulat

1 Einleitung

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) unternimmt hohe Anstrengungen, um seinem gesetzlichen Auftrag zur Erbringung meteorologischer und klimatologischer Dienstleistungen nachzukommen. Im Hinblick auf hydrologische Anwendungen werden analog dazu sowohl tagtäglich verschiedenste Produkte hinsichtlich aktueller Wetterentwicklungen erzeugt als auch stetig klimatologische Datensätze entwickelt und Produkte daraus zur Verfügung gestellt. Neben der Abgabe von Vorhersagedaten auf verschiedenen Zeit- und Raumskalen wird zudem ein weiterer Schwerpunkt auf Warnungen für hydrologisch relevante Ereignisse gelegt, verbunden mit diversen Beratungsleistungen durch ausgebildete Meteorologen.

2 Vorhersageprodukte für Anwendungen in der Hydrologie

Der DWD betreibt umfänglich den Prozess der Wettervorhersage. Dies bedeutet hohe Anstrengungen im Bereich der Datenerhebung (global), der Datenassimilation (Bestimmung des Anfangszustandes von Vorhersagemodellen), der Modellierung der Atmosphäre sowie der Interpretation, Produkterzeugung und Kommunikation von Vorhersageinformationen. Dies schließt auch die Qualitätssicherung aller Komponenten des Prozesses mit ein, ebenso ein hohes Maß an Knowhow im technischen Bereich (vgl. Abb. 1).

Im Bereich hydrologischer Anwendungen sind sowohl Fragen an die aktuelle Wetterentwicklung wie auch eine klimatologische Einschätzungen in hohem Maße nachgefragt. Besonders wichtig werden Vorhersageprodukte, wenn sich extreme Wetterentwicklungen ankündigen und die Abschätzung hydrologischer Auswirkungen besonders relevant für Infrastruktur und Bevölkerungsschutz sind.

Der Deutsche Wetterdienst gibt in diesem Kontext in einem 3-stufigen System (amtliche) Warnungen vor potenziell gefährlichen Wetterereignissen heraus. Im hydrologischen Kontext sind dabei besonders die Ereignisgruppen Dauerregen, Starkregen, Schneefall und Tauwetter genannt, aber auch längere Zeiträume mit Trockenheit.

Ein wesentlicher Aspekt bei der Einschätzung extremer Ereignisse ist die Erkenntnis, dass es nicht die eine „perfekte“ Vorhersage geben kann und je nach Fragestellung kleinere oder größere Unsicherheiten in den Vorhersageprodukten in der Natur der Sache liegen. Um Informationen zur Vorhersagbarkeit an (hydrologische) Nutzer weiterzureichen, sind Wahrscheinlichkeitsaussagen unabdingbar geworden. Diese werden idealerweise mit Ensemble-Vorhersagen gestützt.

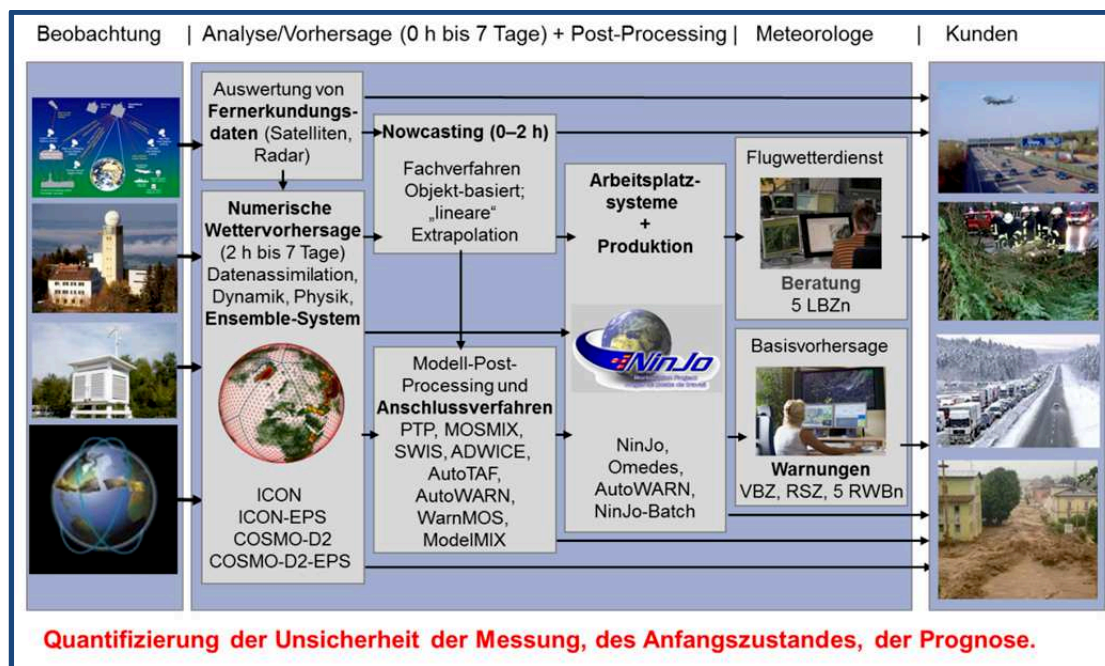


Abb. 1: Darstellung des Prozesses Wettervorhersage

3 Ausblick

Der Deutsche Wetterdienst ist stetig mit verschiedensten Vertretern aus dem hydrologischen Umfeld im Kontakt. Dabei können Nutzer über neue Entwicklungen und Möglichkeiten informiert werden, aber auch Anforderungen von Kundenseite formuliert und eingebracht werden.

In diesem Jahr etwa wurde mit „IVS-Sturzfluten“ (IVS: Integriertes Vorhersagesystem) ein größeres Projekt gestartet, das Verbesserungen der Niederschlagsvorhersagen und Warnungen bringen soll. Innerhalb des Projektes ist die weitere Aufrüstung des Radarverbundes des DWD geplant, ebenso werden Arbeiten zum Thema Crowd-Sourcing aufgenommen als auch die Verbesserung der Vorhersagen selbst angestrebt. Ein weiterer wichtiger Baustein wird die Verbesserung der Kommunikation von hydrologisch relevanten Informationen mit der Nutzerseite sein.



Kontakt:

Dr. Marcus Paulat

Deutscher Wetterdienst

Frankfurter Str. 135

63067 Offenbach

Tel.: 069/ 8062 4419

E-Mail: marcus.paulat@dwd.de

1998-2007

Studium der Meteorologie an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Abschluss Diplom der Meteorologie

Diplomarbeit (Prof. Volkmar Wirth) „Berechnung und Analyse von CAPE für Süddeutschland“

2004-2007

Promotion in Meteorologie an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Promotion (Prof. Heini Wernli) „Verifikation der Niederschlagsvorhersage für Deutschland von 2001-2004“

2007 bis heute

Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Deutschen Wetterdienst

11/2007 bis 11/2010

Mitarbeiter im Geschäftsbereich Forschung und Entwicklung, angestellt im Innovationsprogramm „Entwicklung COSMO-DE-EPS“

seit 12/2010

Mitarbeiter im Geschäftsbereich Wettervorhersage, Weiterentwicklung der Verifikation sowie verantwortlich für die Darstellung und Schulung probabilistischer Informationen für den operationellen Vorhersagedienst

seit 01/2012

Sachgebietsleiter der Verifikation

seit 03/2019 zusätzlich

Leitung des Referates WV11 „Zentrale Fachleitung“

Mitarbeit im Autorenteam zum Fachkonzept für das Projekt SINFONY / IVS-Sturzfluten

Von der Forschung zum Dienst – Langfristige Vorhersage- und Projektionsprodukte der BfG

Enno Nilson und Bastian Klein

1 Einleitung

Die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) hat in den vergangenen Jahren verschiedene Forschungsprojekte durchgeführt, um die Vorhersage und Projektion zukünftiger Wasserstände, Abflüsse und weiterer Wasserhaushaltsgrößen für die Bundeswasserstraßen bzw. ihre Einzugsgebiete zu verbessern und zeitlich zu erweitern. Zu erwähnen sind hier die Projekte „Seamless Prediction 1 und 2“ mit Blick auf mittelfristige Wasserstandsvorhersagen, die BMVI-Forschungsprogramme „KLIWAS“ und „Expertenetzwerk 1.0“ (ExpN), die den Leistungsumfang der BfG im Bereich der verkehrswasserwirtschaftlichen Klimafolgenforschung erweiterten sowie die EU-Projekte *ECCONET* und *IMPRES*, die sowohl Vorhersagen als auch Projektionen in den Fokus nahmen. Ferner wurden z. B. im Rahmen der Projekte *SWICCA* (Copernicus) und *ProWaS* Entwicklungsarbeiten durchgeführt, um Prozessierungspfade und Bereitstellungswege weitergehend zu automatisieren und Internetplattformen zu entwerfen.

In Ergänzung zu den bereits operationell bereitgestellten Mehrtagesvorhersagen liegt nun ein erweitertes präoperationelles oder prototypisches Produkt- und Dienstleistungsangebot vor, das von verschiedenen Nutzern wiederholt nachgefragt wurde. Auf dem Weg von einer Forschungsleistung hin zu einer operationellen Leistung sind jedoch verschiedene Herausforderungen zu meistern.

2 Die Produkte

Die BfG bietet bereits heute eine operationelle Niedrig- und Mittelwasservorhersage an, z. B. für den Rhein mit einer Vorhersagelänge von 4 Tagen. Diese Vorhersagen werden arbeitstäglich, bzw. täglich in Niedrigwassersituationen, über den River Information Service ELWIS den Wasserstraßennutzern bereitgestellt.

Im Rahmen von *IMPRES* werden registrierten Nutzern über einen FTP-Server präoperationell 10-Tages- und 6-Wochenvorhersagen bereitgestellt (KLEIN & MEISSNER 2019, Abb. 1).

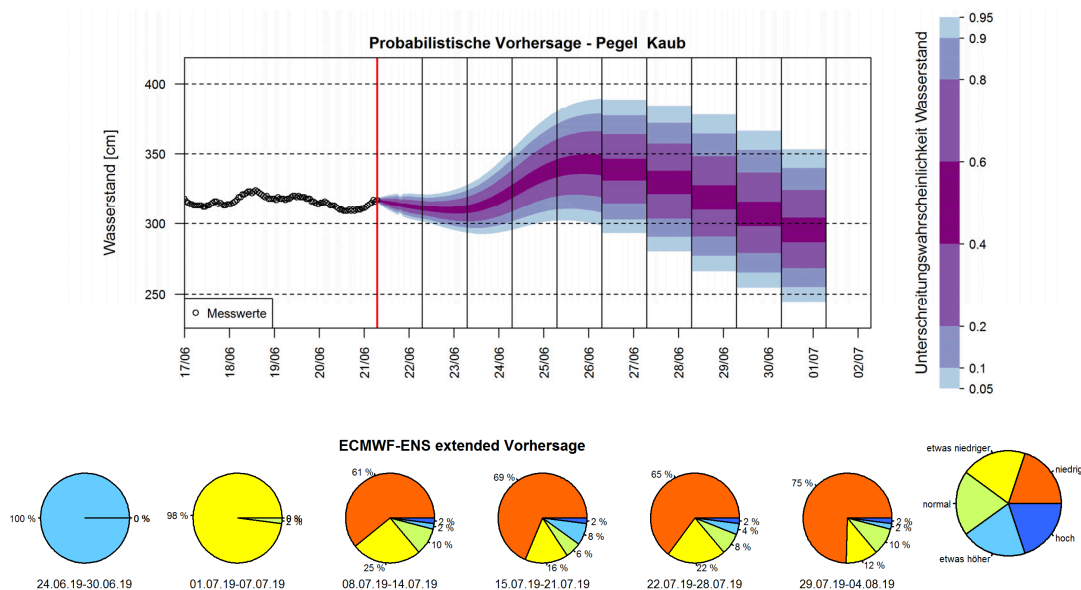


Abb. 1: Präoperationelle Vorhersageprodukte: Probabilistische 10-Tagesvorhersage des Wasserstandes am Pegel Kaub vom 21.06.2019 (oben), Abschätzung der Tendenz der Wasserstandsentwicklung am Pegel Kaub in den nächsten 6 Wochen vom 24.06.2019 (unten)

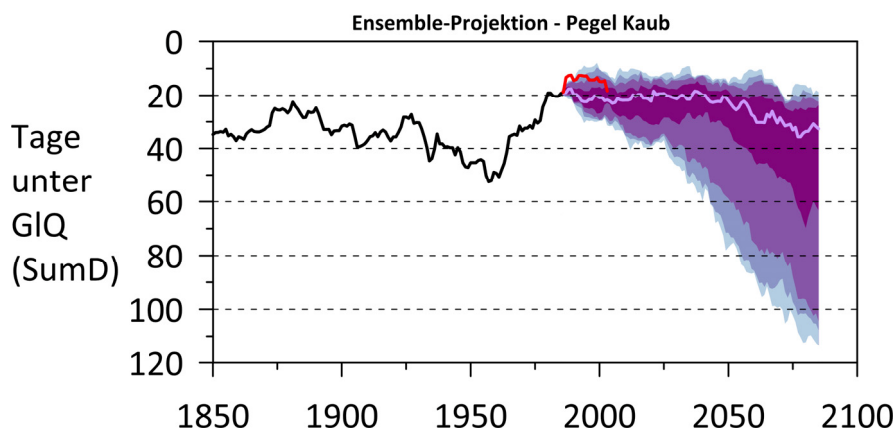


Abb. 2: Forschungsdatenprodukt zur Klimafolgenbewertung: Projektion der 31-jährig gleitenden mittleren Anzahl von Unterschreitungstagen des GIQ am Pegel Kaub, basierend auf 16 Abflussprojektionen unter Annahme von Treibhausgaskonzentrationen des Szenarios „Weiter wie bisher“ (RCP 8.5), vorläufige Ergebnisse, Farbgebung wie in Abb. 1, oberer Teil

Präoperationell bedeutet dabei, dass während des Betriebes dieser Vorhersagen im Rahmen von F+E-Projekten kein Servicelevel garantiert wird, die Vorhersage also auch unter Umständen zeitweise nicht veröffentlicht wird und nach Auslaufen der Anschubfinanzierung und Abschluss der Forschungs- und Entwicklungsarbeit keine weitere Bereitstellung der Produktes erfolgt, keine nachhaltige Modell- und Datenpflege betrieben und kein zeitgemäßes Web-Angebot entwickelt werden kann.

Datenprodukte im Bereich „Klimawandel und Klimafolgen“ wurden wiederholt im Kontext von Forschungsprojekten generiert und publiziert. Derzeit werden die auf Grundlage des

4. IPCC-Sachstandberichtes (IPCC 2007) entstandenen „BfG-Szenarien 2013“ (KLIWAS) auf Basis des 5. Sachstandsberichtes (IPCC 2014) modelltechnisch weiterentwickelt und exemplarisch publiziert („BfG-Szenarien 2019“, ExpN, Abb. 2). Ein Web-basierter „Projektionsdienst“ für Anwendungen im Bereich Wasserstraße und Schifffahrt (*ProWaS*) liegt als Prototyp bzw. Demonstrator vor (NILSON et al. 2019).

3 Nutzer und Nutzen

Der in den vorgenannten Projekten geführte intensive Nutzerdialog, die intensive Nutzung der präoperationellen Vorhersage im operativen Geschäft sowie Test-Anwendungen zur Integration der Daten in Entscheidungsunterstützungssystemen der Unternehmen belegen ein hohes Interesse und einen hohen Nutzen der innovativen Vorhersage- und Beratungsprodukte der BfG. Insbesondere vor dem Hintergrund des extremen Niedrigwasserjahres 2018 wurden diese Dienste im zunehmenden Maße in Verwaltung und Wirtschaft nachgefragt. Die Verlängerung des Vorhersagehorizontes ist insbesondere für Planungen im Bereich der Logistik von Bedeutung und wird von der verladenden Industrie entlang des Rheins intensiv nachgefragt. In Erprobung befinden sich ferner spezifische Vorhersagedienste im Bereich des Sedimentmanagements im Elbe-Ästuar.

Das Leistungsangebot zu den Folgen des Klimawandels findet insbesondere bei der strategischen Unternehmens- und Verkehrsplanung sowie in der Politikberatung Anwendung. Aufgrund jüngerer Gesetzesnovellen, die zur Berücksichtigung des Klimawandels bei der Maßnahmenplanung verpflichten, steigt der Informationsbedarf rapide an. Die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) hat einen internen Arbeitsablauf entworfen (WSV-Climateproofing), der diesem Umstand Rechnung trägt. Im Kontext der Behördenkooperation zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel ergeben sich vielfältige Datenanfragen von Oberbehörden z. B. aus dem Umwelt- und Wirtschaftsressort.

4 Herausforderungen

Bei der Überführung von Forschungsergebnissen in eine nutzergerechte Dienstleistung bestehen verschiedene Herausforderungen.

Diese beziehen sich z. B. auf die **Kommunikation von Unsicherheiten**. Zeitgemäße Vorhersage- und Projektionsprodukte transportieren nicht nur eine Information über zu erwartende Veränderungen von Wasserstand, Abladetiefe oder Abfluss, sondern auch über deren Eintrittswahrscheinlichkeit bzw. Unsicherheiten. Die Vermittlung von probabilistischen Aussagen oder Szenarienkorridoren stellt viele Nutzer nach wie vor Probleme. Individuelle Beratung ist notwendig, um den Mehrwert dieser Informationen für die individuelle Risikobewertung des Nutzers zu erschließen.

Weitere Herausforderungen ergeben sich aus dem Fehlen oder der unzureichenden Anwendung von **Standards im Datenaustausch**. Eine individuelle Behandlung und mehr oder weniger aufwendige Aufbereitungsschritte sind bei der Weiterverarbeitung der meist hydro-meteorologischen Vorläuferprodukte vorzusehen.

Im Klimabereich bestehen zusätzlich **strukturelle Probleme im Bereich der Vorläuferdienste**, die für die Erstellung wasserstraßenbezogener Simulationsprodukte genutzt werden. Während mittelfristige Wettervorhersageprodukte mittlerweile dauerhaft bereitgestellt werden (z. B. durch das EZMWF) und finanziert sind, wird der Bereich der Klimadienste nach wie vor durch ein forschungsfinanziertes Netzwerk klimamodellierender Institutionen mit Daten versorgt. Der Forschungscharakter äußert sich derzeit in zahlreichen Rückholaktionen der Datenanbieter und einem hohen Qualitätssicherungsaufwand seitens der Datennutzer. Daran ändert sich auch mit den derzeit in Entstehung befindlichen „Copernicus Climate Change Services“ (C3S) nichts, die ebenfalls primär auf Daten des vorgenannten Institutionsnetzwerkes aufbauen.

Des Weiteren besteht ein Unterschied in der Entwicklung von neuen prototypischen Vorhersage- und Klimaprojektionsangeboten und -workflows und deren operationellen Betrieb. Die Entwicklung erfolgt im Allgemeinen im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsprojekten mit zeitlich befristetem Personal. Für den operationellen Betrieb, die dauerhafte Pflege und die Weiterentwicklung der Systeme ist hingegen zusätzliches Stammpersonal erforderlich, das über das Ende der initialen Entwicklungsarbeiten hinaus verfügbar ist. Schließlich ist für eine operationelle Bereitstellung von Leistungen oft eine Erweiterung des Mandates der bereitstellenden Institution erforderlich.

Auch die BfG arbeitet derzeit nicht dauerhaft, sondern lediglich mit projektbezogener **Finanzierung** an der Entwicklung ihres Dienstangebotes in den genannten Bereichen. Die fehlende Planungssicherheit macht es unmöglich, neue Vorhersageprodukte in den operationellen Betrieb zu überführen und einen Servicelevel für die dargestellten Leistungen zu definieren. Dies entzieht wiederum dem Nutzer die Sicherheit bei der Einbindung der Leistungen in seine internen Arbeitsabläufe. Das zusätzliche Informationsangebot und sein Potenzial bleiben daher ungenutzt.

5 Ausblick

Nach aktuellem Stand der Dinge wird die BfG in den kommenden Jahren weiterhin der Anforderung nachkommen, konsolidiertes Wissen aus der Forschung, prototypisch-dienstartig oder exemplarisch für die verschiedenen Nutzergruppen zu erschließen. Auch wird sie Konzepte erarbeiten, wie diese Prototypen in ein dauerhaftes und – wenn gewünscht – für verschiedene Wasserstraßengebiete verfügbares Angebot überführt werden können, das dauerhaft gepflegt und mit nachhaltig verfügbaren Nutzerschnittstellen versehen werden kann.

Literatur

- IPCC (2007): Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.
- IPCC (2014): Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

KLEIN, B. & D. MEISSNER (2019): Semi-operational forecasting system for Rhine, Danube and Elbe to support improved transport cost planning. Deliverable 9.4, IMPREX - Improving Predictions of Hydrological Extremes - Grant Agreement Number 641811, <https://imprex.eu/system/files/generated/files/resource/deliverable9-4-imprex-v1-0.pdf>

NILSON, E., B.-M. EHLERS, J. ABALICHIN, A. BILAL, J. BRAUCH, M. DRÖSE, D. EICHLER, H. FISCHER, F. JANSSEN, G.-M. KELLER, M. ROTHE, H. STACHEL, M. SCHRÖDER, C. STEGERT, T. VAN PHAM, A. WALTER & N. WINKEL (2019): ProWaS – Climate Projection service for Waterways and Navigation in Germany (Pilot study). Geophysical Research Abstracts Vol. 21, EGU2019-13688-1



Kontakt:

Dr. rer. nat. Enno Nilson

Bundesanstalt für Gewässerkunde

Am Mainzer Tor 1

56068 Koblenz

Tel.: 0261/ 1306 5325

Fax: 0261/ 1306 5080

E-Mail: nilson@bafg.de

Jahrgang: 1969

1992-2001

Studium der Geographie, Geologie und Bodenkunde an der Universität Bonn

1999-2001

Berater für Geographische Informationssysteme, Softwarearchitektur und Datenbankmanagement

2001-2007

Wiss. Angestellter am Geographischen Institut der RWTH Aachen

seit 2007

Wiss. Angestellter, später Wiss. Rat/Oberrat in der Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

Aufgaben:

- Projektkoordination Klimafolgenforschung
- Beratung zu (verkehrs-) wasserwirtschaftlichen Aspekten des Klimawandels
- Daten- und Prozessorganisation Klima- und Abflussprojektionen

Projekte (Auswahl):

- Koordination des Schwerpunktes Schiffbarkeit, Wasserbeschaffenheit des BMVI-Expertenetzwerkes
- Koordination des Pilotprojektes zum „Projektionsdienst Wasserstraßen/Schifffahrt“ (ProWaS)
- COPERNICUS C3S Machbarkeitsstudie SWICCA (Service for Water Indicators in Climate Change Adaptation)
- BMBF „Wasserflüsse“
- KHR-Studie RheinBlick2050
- Bearbeitung der „Szenarienstudie für das Abflussregime des Rheins“ (IKSR, EG KLIMA)
- Koordination des Projektes „Wasserhaushalt, Wasserstand und Transportkapazität“ im Rahmen des BMVI-Forschungsprogrammes KLIWAS
- „ECCONET – Effects of climate change on the inland waterway networks“ (EU FP7)
- EU INTERREG IV AdaptAlp



Kontakt:

Dr.-Ing. Bastian Klein

Bundesanstalt für Gewässerkunde

Am Mainzer Tor 1

56068 Koblenz

Tel.: 0261/ 1306 5256

Fax: 0261/ 1306 5280

E-Mail: klein@bafg.de

Jahrgang: 1975

1996-2003

Studium des Bauingenieurwesens an der Technischen Universität Berlin

2003-2009

Wissenschaftlicher Mitarbeiter Lehrstuhl für Hydrologie, Wasserwirtschaft und Umwelttechnik an der Ruhr-Universität Bochum

2009

Promotion: „Ermittlung von Ganglinien für die risikoorientierte Hochwasserbemessung von Talsperren“

seit 2009

Wissenschaftlicher Angestellter der Bundesanstalt für Gewässerkunde

Projektbearbeitung:

- 2009-2011 Aktualisierung Wasserstandsvorhersagesystem WAVOS Donau
- 2009-2011 EU INTERREG IV AdaptAlp
- 2010-2012 EU FP7 ECCONET
- 2009-2012 BMVI-Forschungsprogram KLIWAS „Wasserhaushalt, Wasserstand, Transportkapazität“
- 2012-2014 F+E-Projekt Seamless Prediction „Quantifizierung und Reduktion von Unsicherheiten durch Datenassimilation und Ensembletechniken für Kurz-, Mittel- und Langfristvorhersagen der BfG“
- 2015-2019 F+E-Projekt Seamless Prediction II „Skalenübergreifende Wasserstandsvorhersagen und -prognosen für die Bundeswasserstraßen“
- 2016-2019 EU-Horizon2020 IMPREX „IMproving PRedictions and management of hydrological EXtremes“

Modellierung von Hochwasserereignissen infolge von Starkregen – Schwierigkeiten und Lösungsansätze

Ute Badde

Zusammenfassung

Starkregenereignisse haben in den letzten Jahren vermehrt für Schlagzeilen gesorgt und das Bewusstsein der Bevölkerung gegenüber dieser Gefährdung erhöht. Allerdings sind eine Vielzahl an Fragen für eine effiziente Gefahrenprävention weitestgehend ungeklärt: Wann ist mit einer Überflutung durch Starkregen zu rechnen und wer wäre im Fall eines Ereignisses wie betroffen?

Die Hochwasservorhersagezentrale (HVZ) der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) stellt im Routinebetrieb alle drei Stunden Wasserstands- und Abflussvorhersagen für rund 100 Pegel in den baden-württembergischen Flusseinzugsgebieten bereit. Zusammen mit den ebenfalls publizierten Abschätzungen umfassen Sie einen Zeitraum von sieben Tagen und dienen u. a. zur pegelbezogenen Hochwasserfrühwarnung. Bei Ausbildung eines überregionalen Hochwassers werden die HVZ-Messwerte bis zu 15-minütlich und die HVZ-Vorhersagen stündlich aktualisiert. Die Vorhersagezeiträume sind bei Hochwasser deutlich kürzer als im Niedrig- und Mittelwasserbetrieb, da die Niederschlagsvorhersagen in Starkregensituationen zusätzliche Unsicherheiten aufweisen.

Um speziell verbesserte Vorhersagen für die durch Starkregen besonders betroffenen kleinen Einzugsgebiete berechnen zu können, wurde das für die Vorhersageberechnungen landesweit eingesetzte Wasserhaushaltsmodell LARSIM zunächst im Hinblick auf die Simulation von Starkregenereignissen weiterentwickelt. Neben der situationsbezogenen Verwendung von online angeeichten Radardaten, wurden u. a. die Methoden des dynamischen Infiltrationsmoduls aus RoGeR in LARSIM integriert. Insbesondere der Infiltrationsüberschuss infolge von intensiven Niederschlägen bei zuvor trockenem Boden kann damit besser abgebildet werden.

Nach ersten vielversprechenden Offline-Berechnungen, die im Beitrag vorgestellt werden, sollen die neuen Ansätze zukünftig auch für die operationelle Vorhersage eingesetzt werden. Dazu sind zahlreiche Weiterentwicklungen des Vorhersagesystems notwendig: Anpassung der Eingangsdaten im Simulations- und Vorhersagezeitraum, Umstellung des Berechnungszeitschritts, Bereitstellung der Ergebnisse etc., welche im Beitrag näher beleuchtet werden.



Kontakt:

Ute Badde

Hochwasservorhersagezentrale
der Landesanstalt für Umwelt
Baden-Württemberg (LUBW)
Griesbachstr. 1
76185 Karlsruhe
Tel.: 0721/ 5600 1615
Fax: 0721/ 5600 1456
E-Mail: ute.badde@lubw.bwl.de

Jahrgang 1968

1987-1995

Studium Bauingenieurwesen an der Universität
Karlsruhe, heute KIT

1995-2001

Wissenschaftliche Angestellte an der Uni Karlsruhe

2001-2018

Hydrologin bei der Hochwasservorhersagezentrale
der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg
(LUBW)

Aufgabengebiete: Wasserhaushaltsmodellierung,
Wärmemodellierung, Niedrig- und Hochwasservor-
hersage, operationelle Datenflüsse

2018-2019

Referentin beim Umweltministerium Baden-
Württemberg

Aufgabengebiete: Technischer Hochwasserschutz,
Kosten-Nutzen-Untersuchungen, Förderung von
Hochwasserschutzmaßnahmen

seit März 2019

Leiterin der Hochwasservorhersagezentrale Neckar-,
Donau- und Bodenseegebiet der LUBW

Vorhersage oder Prognose? Die Frage, was passiert, wenn...?

Andreas Schumann

1 Einleitung

Im anglo-amerikanischen Sprachgebrauch bezeichnet eine Vorhersage („forecast“) die Angabe eines zukünftigen Ereignisses oder Zustands zu einem definierten Zeitpunkt und an einem bestimmten Ort. Die Vorhersage beruht in der Regel auf verfügbaren Daten. Eine Prognose bedeutet dagegen im Grunde das „Wissen im Voraus“ darüber, wie sich eine Situation entwickeln wird und ist in ihrer zeitlichen Zuordnung unkonkret. Eine Hochwasserstatistik liefert z. B. eine Prognose der Wahrscheinlichkeit, mit der ein gewisser Abfluss in einem Jahr oder Zeitraum überschritten wird, ohne dabei den Zeitpunkt der Überschreitung zu benennen.

Die Hochwasservorhersage befasst sich dagegen mit einem konkreten Ereignis und dessen Verlauf in der Zukunft. In Folge der unsicheren Anfangs- und Randbedingungen wird die Abschätzung dieses Verlaufs mit Unsicherheiten verbunden sein. Andererseits kann auch die Prognose die Anfangs- und Randbedingungen bei der Beurteilung der zukünftigen Situation einbeziehen (z. B. die Ausgangssituation für Niedrigwasserprognosen) und auf dieser Grundlage für einen längeren Zeitraum eine tendenzielle Aussage zum Abflussverlauf liefern. Im Rahmen dieses Beitrags werden die Schnittstellen zwischen deterministischen und statistischen Betrachtungen aufgezeigt.

2 Hochwasservorhersagen als Prognosen

Je nach aktuellen meteorologischen Verhältnissen sind die Vorhersagemöglichkeiten der meteorologischen Belastungsgrößen sehr unterschiedlich ausgeprägt. Je kleinräumiger, kurzzeitiger und intensiver ein Regenereignis abläuft, umso schwieriger ist es zum Beispiel, dessen Zeitpunkt und räumliche Ausdehnung vorherzusagen. Ausgedehnte synoptische Niederschläge sind dagegen besser abschätzbar. Der Übergang von der Vorhersage zur Prognose ist fließend: Ensemblevorhersagen bieten z. B. die Möglichkeit, verschiedene Abschätzungen der zukünftigen Entwicklung vorzunehmen, die sich in der Charakterisierung des zukünftigen zeitlichen und räumlichen Verlaufs des erwarteten Ereignisses deutlich unterscheiden können. Die Vorhersagen werden mit zunehmendem Vorhersagezeitraum immer unsicherer und werden sich in Folge der Kenntnis der Anfangsbedingungen zwar weiterhin von Prognosen unterscheiden, nähern sich aber an diese an.

3 Hochwasserprognosen als Vorhersagen

Abschätzungen der Hochwasserverhältnisse sind insbesondere für extreme Ereignisse von hohem gesellschaftlichem Nutzen. So werden z. B. Hochwassergefahrenkarten für seltene Extremereignisse in der EU-Hochwasserrichtlinie gefordert. Die Charakterisierung dieser Ereignisse mit Wahrscheinlichkeiten (z. B. dem HQ(1000) in NRW) beinhaltet allerdings das Problem, dass ein derartiges Ereignis eine spezifische Charakteristik aufweisen würde, die sich von den bisherigen Beobachtungen deutlich unterscheiden dürfte, da z. B. Deichbrüche und ausgedehnte Retentionsflächen den Scheitelabfluss verändern würden. Im Rahmen der DFG-Forschungsgruppe „Space-Time Dynamics of Extreme Floods“ werden diese Bedingungen analysiert. Durch Auswertung extremer Einzelereignisse wurde deutlich, dass nicht alle Hochwassertypen das gleiche Potenzial für extreme Ereignisse in Hinblick auf den Hochwasserscheitel (auf den sich ja in der Regel die Wahrscheinlichkeitsaussage bezieht) haben, andererseits ähnlich extreme Scheitelabflüsse durchaus durch mehrere unterschiedliche Hochwassertypen bedingt sein können. Damit ist eine Prognose der Hochwasserverhältnisse nicht allein aus statistischen Betrachtungen möglich, sondern erfordert die Berücksichtigung der oftmals ereignistyp-abhängigen Prozesse. Hochwasserszenarien, die in ihrem Ablauf mit ähnlichen deterministischen Modellen wie Vorhersagen, aber mit „extremereignisgerechten“ Parametern berechnet werden könnten, bieten somit gerade in Hinblick auf komplexere Flussgebiete mit multiplen Einflussfaktoren auf Hochwasserentstehung und -verlauf eine wesentliche Möglichkeit zur Verbesserung von Hochwasserprognosen.

4 Zusammenfassung

Probabilistische Ansätze sind ein wesentliches und anerkanntes Hilfsmittel, um die Unsicherheit von Hochwasservorhersagen zu charakterisieren. Im Gegenzug erfordern Hochwasserprognosen (insbesondere für extreme Hochwasserereignisse) die Berücksichtigung deterministischer Prozesse, da die statistische Extrapolation von Verteilungsfunktionen den physikalischen Randbedingungen bei Extremereignissen nicht entsprechen kann. Insofern gibt es eine methodische Schnittmenge zwischen Prognosen und Vorhersagen. Hochwasserstatistische Abschätzungen erfordern dabei eine stärkere Beachtung der Inhomogenität der Grundgesamtheit, eine Differenzierung zwischen den unterschiedlichen Ereignistypen und die Beachtung der Unterschiede im Ereignisverlauf insbesondere bei anthropogen überprägten Flussgebieten.



Kontakt:

Prof. Dr. Andreas Schumann

Ruhr-Universität Bochum

44780 Bochum

Tel.: 0234/ 32 24693

E-Mail: andreas.schumann@rub.de

Jahrgang: 1953

1972-1976

Studium Hydrologie an der TU Dresden

1981

Promotion TU Dresden

1981-1988

Mitarbeiter im Bereich Hydrologie in verschiedenen
Wasserwirtschaftsdirektionen der DDR

1989-2001

Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Ruhr-
Universität Bochum

2001-2019

Universitätsprofessor an der Ruhr-Universität
Bochum

Seit 2016

Sprecher DFG-Forschungsgruppe „Space-Time Dy-
namics of Extreme Floods“

Seit 2019

Seniorprofessor an der Ruhr-Universität Bochum

EFAS – Europäische Hochwasservorhersage und ihre Möglichkeiten

Peter Salamon, Vera Thiemig, Christel Prudhomme, Christoph Schweim, Mercedes Garcia-Padilla und Ilias Pechlivanidis

1 Einleitung

Um in Europa die Vorbereitung auf und die Bewältigung von Hochwasserereignissen – insbesondere in großen transnationalen Einzugsgebieten – zu verbessern, wurde nach dem August-Hochwasser 2002, das zu schweren Überflutungen vor allem in Deutschland, Tschechien und Österreich führte, von der Europäischen Kommission die Entwicklung eines europaweiten Hochwasser-Vorhersagesystems (EFAS) initiiert. Zwei oder mehr Tage vor einem Ereignis soll es komplementäre Informationen zu den nationalen Hochwasservorhersagen liefern und das Zentrum für die Koordination von Notfallmaßnahmen (European Response and Coordination Centre - ERCC) über drohende und aktuelle Hochwassersituationen informieren. EFAS wurde von der Gemeinsamen Forschungsstelle der Europäischen Kommission in enger Zusammenarbeit mit der Internationalen Kommission zum Schutz der Donau sowie den nationalen meteorologischen und hydrologischen Diensten entwickelt. Seit 2012 ist EFAS als Teil des Copernicus-Dienstes für Katastrophen- und Krisenmanagement (engl. Copernicus Emergency Management Service - CEMS) im operationellen Betrieb für ganz Europa und liefert seine Vorhersagen inzwischen an mehr als 70 nationale und regionale Dienste sowie an den europäischen Zivilschutz.

2 Nutzen von EFAS

Viele nationale und regionale Dienste verwenden für die Hochwasservorhersage detaillierte Modelle, die strukturelle Maßnahmen miteinbeziehen, hochwasserrelevante Wasserstände veröffentlichen und mit dem nationalen Katastrophenschutz eng verbunden sind. Dies kann ein Modell in einem gesamteuropäischen Kontext natürlich nicht leisten. Jedoch kann ein überregionales System wie EFAS nationalen Diensten durchaus wichtige zusätzliche Informationen liefern:

- > Nationale/regionale Hochwasserzentralen, die nur kurzfristige Vorhersagesysteme haben, erhalten durch EFAS einen Ausblick über die weitere mittelfristige Entwicklung und können sich vorzeitig auf eine potenzielle Gefahrensituation einstellen.
- > Nationale/regionale Hochwasserzentralen, die selbst bereits mittelfristige Vorhersagesysteme haben, können ihre lokalen Vorhersagen mit EFAS vergleichen.

- > EFAS-Vorhersagen werden immer für das ganze Einzugsgebiet berechnet und in gleicher Weise für alle dargestellt. Dies ist von Vorteil, um sich einen Überblick über die Situation im gesamten Flussgebiet zu verschaffen, was vor allem für transnationale Einzugsgebiete von Vorteil ist.
- > Dem ERCC der Europäischen Kommission, das die Aufgabe hat, die Hilfe im Falle einer großen Katastrophe auf europäischer Ebene zu koordinieren, wird eine harmonisierte Übersicht über aktuelle und zu erwartende transnationale Hochwasser in Europa bereitgestellt. Hier ist ein europaweites Hochwasser-Frühwarnsystem für den Katastrophenschutz unerlässlich, wenn die nationalen Behörden den internationalen Zivilschutz um Hilfe bitten.
- > EFAS ist eine Austauschplattform bezüglich Erfahrungen, Wissen sowie Daten in der Hochwasservorhersage und fördert die transnationale Zusammenarbeit zwischen den EFAS-Partnern.
- > EFAS funktioniert auch als Testplattform für die operationelle Einführung von neuen Entwicklungen in der Hochwasservorhersage, die von den nationalen Diensten dann übernommen werden können.

3 Innovation in EFAS

Von Beginn an hat EFAS versucht, Innovationen in der operationellen Hochwasservorhersage zu fördern. Beispiele hierfür sind die frühe Nutzung probabilistischer Hochwasservorhersagen (THIELEN et al. 2009), die Post-Prozessierung von Abflüssen mit Echtzeitdaten (BOGNER & PAPPENBERGER 2011), die Einführung eines Sturzflutindikators (ALFIERI & THIELEN 2015; RAYNAUD et al. 2015) oder die Entwicklung von saisonalen hydrologischen Vorhersagen (ARNAL et al. 2018). Eine der neuesten Entwicklungen ist die Einführung einer Gefährdungsprognose basierend auf der mittelfristigen Hochwasservorhersage (DOTTORI et al. 2017). Ziel hierbei ist es, dem Nutzer einen ersten Hinweis zu geben, wo die Auswirkungen des vorhergesagten Hochwassers am größten sein werden bezogen auf die betroffene Bevölkerung und den eventuellen wirtschaftlichen Schaden. Diese Gefährdungsprognose wird seit kurzem auch dazu verwendet, um frühzeitig Empfehlungen für Satellitenbildaufnahmen zu geben, die der CEMS-Notfallkartierungsdienst dann nutzt, um dem Zivilschutz schnellstmöglich Lagekarten des Hochwassers bereitzustellen.

Literatur

- ALFIERI, L., J. THIELEN (2015): A European precipitation index for extreme rain-storm and flash flood early warning. *Meteorol. Appl.* 22(1), 3-13, doi:10.1002/met.1328
- ARNAL, L., H. L. CLOKE, E. STEPHENS, F. WETTERHALL, C. PRUDHOMME, J. NEUMANN, B. KRZEMINSKI, F. PAPPENBERGER (2018): Skillful seasonal forecasts of streamflow over Europe? *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 22, 2057-2072, <https://doi.org/10.5194/hess-22-2057-2018>.
- BOGNER, K., F. PAPPENBERGER (2011): Multiscale error analysis, correction, and predictive uncertainty estimation in a flood forecasting system, *Water Resources Research* 47 (7)

- DOTTORI, F., M. KALAS, P. SALAMON, A. BIANCHI, L. ALFIERI, L. FEYEN (2017): An operational procedure for rapid flood risk assessment in Europe, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 17, 1111-1126, <https://doi.org/10.5194/nhess-17-1111-2017>.
- RAYNAUD, D., J. THIELEN, P. SALAMON, P. BUREK, S. ANQUETIN, L. ALFIERI (2015): A dynamic runoff co-efficient to improve flash flood early warning in Europe: Evaluation on the 2013 central European floods in Germany. *Meteorological Applications* 22(3), 410-418, doi:10.1002/met.1469.
- THIELEN J., J. BARTHOLMES, M.-H. RAMOS, A. DE ROO (2009): The European Flood Alert System - Part 1: Concept and development, *Hydro. Earth Syst. Sci.* 13, 125-140



Kontakt:

Dr. Peter Salamon

Europäische Kommission
Generaldirektorat Gemeinsame
Forschungsstelle
TP 122, Via Enrico Fermi 2749
21027 Ispra/Italien
Tel.: +39 0332 78 6013
Fax: +39 0332 78 6653
E-Mail: peter.salamon@ec.europa.eu

1996-1998

Vordiplom Geologie, Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

1998-1999

Geology, University of Western Ontario, London,
Canada

1999-2001

M. Sc. Applied Environmental Geoscience, Eber-
hard Karls Universität Tübingen

2001-2003

Junior Projektleiter, Amec Earth & Environmental,
Frankfurt

2003-2006

PhD Hydraulic and Environmental Engineering,
Polytecnic University of Valencia, Spain

Seit 2006:

Beamter, Europäische Kommission, Generaldirek-
torat Gemeinsame Forschungsstelle

Arbeitsbereiche: Hochwasservorhersage, Hochwas-
serrisikomanagement, Katastrophenschutz, Klima-
wandel

Koautoren:

Vera Thiemig

European Commission, Joint Research Centre (JRC), Ispra, Italy

Christel Prudhomme

European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, Reading, United Kingdom

Christoph Schweim

KISTERS AG, Aachen, Germany

Mercedes Garcia-Padilla

Government of Andalusia - Regional Ministry of Environment and Spatial Planning Environmental
Information Network (REDIAM), Sevilla, Spain

Ilias Pechlivanidis

Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Norrköping, Sweden

mHM: a multiscale hydrological model for drought monitoring and seasonal forecast of hydrological extremes

Luis Samaniego

1 Introduction

Worldwide, extreme hydrometeorological events during the last decades caused serious damage to society and infrastructures. Developing a seamless and skillful monitoring and prediction systems from the short- to the medium-range including seasonal forecasts is a key tool for short-term decision making at local and regional scales. These requirements implies that models should be able to reliably predict water fluxes and states at multiple locations and resolutions (e. g., flux-matching across scales) (SAMANIEGO et al. 2017). The mesoscale Hydrological Model (mHM, www.ufz.de/mhm) fulfill these requirements as demonstrated in the publications below.

2 mHM

The mesoscale Hydrologic Model (SAMANIEGO et al. 2010, KUMAR et al. 2013) is a spatially explicit, grid-based hydrologic model that has been developed with the aim to provide a seamless prediction of hydrological fluxes and storages at multiple spatial resolutions and locations across the Globe. The model operates at hourly/daily time scales, using the grid cell as a primary hydrologic unit, and accounting for following hydrological processes: canopy interception, snow accumulation and melt, soil moisture and evapotranspiration, surface and subsurface runoff generations, deep percolation and baseflow, and flood routing along a river network. mHM uses a novel multiscale parameterization technique which includes the regionalization and spatial scaling approaches to generate a set of regionalized model parameter fields at required modeling resolutions, while explicitly accounting for the sub-grid variability of the fine-scale information on terrain, soil, vegetation, and other landscape properties (SAMANIEGO et al. 2017).

3 Drought Monitoring

mHM is the core the German Drought Monitor (GDM) (www.ufz.de/droughtmonitor) which is in operation since 2014 (Fig. 1). The GDM provides up-to-date high resolution drought information over Germany. Similar systems will soon be deployed for the Iberic Peninsula the Indian Subcontinent. An overview of the operational model chain is given in ZINK et al.

(2016). The GDM is based on the soil moisture index (SMI, SAMANIEGO et al. 2013). It is displayed on a 4 km raster grid in 5 drought classes. The meteorological forcing datasets for the GDM are provided by the DWD and currently has a latency of 3 days.

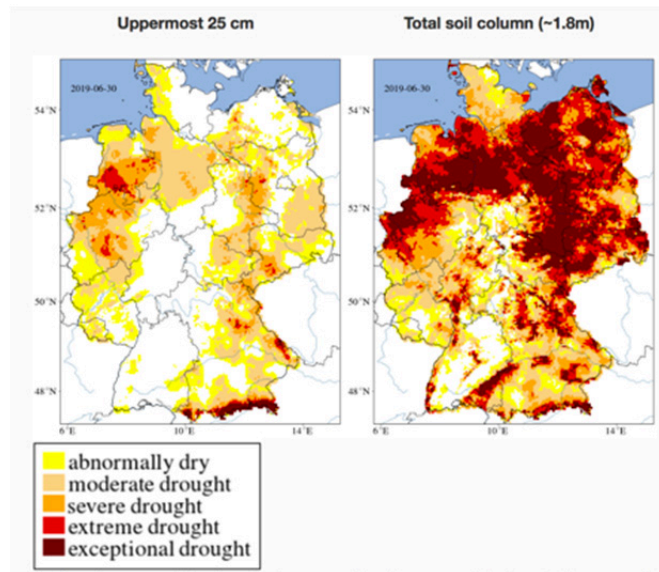


Fig. 1: Drought conditions in Germany on the 30.06.2019

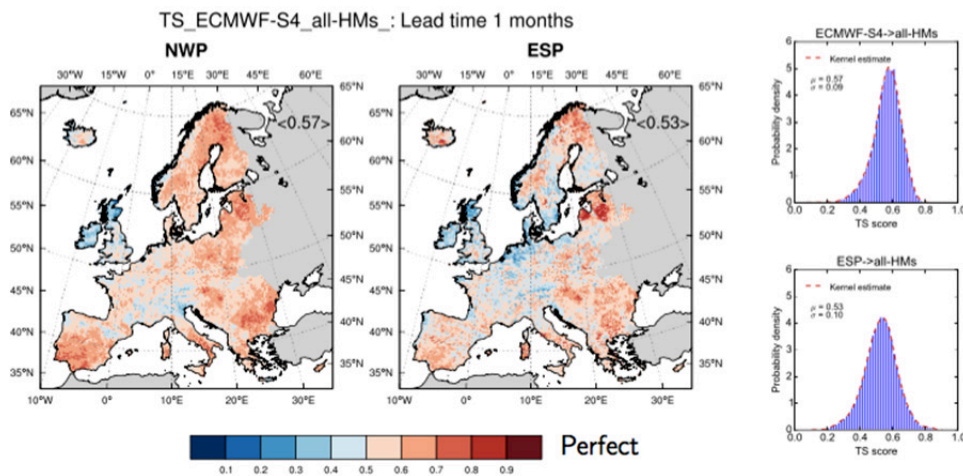


Fig. 2: Thread score (TS) for soil moisture drought the EDgE hindcast experiment (lead time 1 month). ESP is used as control. Verification is done with E-OBS forcings.

4 Seasonal Forecasts

mHM was also a key component of the EDgE project which was commissioned by the Copernicus Climate Change Service (<http://edge.climate.copernicus.eu>) and implemented by the ECMWF. EDgE provided a unique opportunity to investigate the skill of a large multi-model ensemble for predicting extreme hydrometeorological events over the Pan-EU domain at a high spatial resolution of $5 \times 5 \text{ km}^2$. In this project, high-resolution seasonal hydrologic forecasts (SeFo) (THOBER et al. 2015, WANDERS et al. 2019) are then obtained for the hindcast period of 1993-2012 using four hydrologic/land-surface models: mHM (SAMANIEGO

et al. 2010), Noah-MP, VIC and PCR-GLOBWB. The Ensemble Streamflow Prediction (ESP) method is used as a benchmark, and initial conditions are created using the observational based E-OBS datasets. The results of the EDgE (SeFo) chain shows that the ECMWF-S4 and CanCM4 models have larger skill than the other two seasonal forecast models over Europe (GFDL-FLOR and LFPW). The uncertainty of the initial conditions of the HMs is crucial for the skill of the SeFo chain. In particular, the ECMWF-S4 with all HMs leads to the best skill scores (Fig. 2).

References

- KUMAR, R., L. SAMANIEGO, S. ATTINGER (2013): Implications of distributed hydrologic model parameterization on water fluxes at multiple scales and locations, *Water Resour. Res.*, 49(1), 360-379, doi: 10.1029/2012WR012195
- SAMANIEGO, L., R. KUMAR, S. ATTINGER (2010): Multiscale parameter regionalization of a grid-based hydrologic model at the mesoscale, *Water Resour. Res.*, 46(5), doi: 10.1029/2008wr007327
- SAMANIEGO, L., R. KUMAR, M. ZINK (2013): Implications of Parameter Uncertainty on Soil Moisture Drought Analysis in Germany, *J. Hydrometeor.*, 14(1), 47-68, doi: 10.1175/JHM-D-12-075.1
- SAMANIEGO, L., R. KUMAR, S. THOBER, O. RAKOVEC, M. ZINK, N. WANDERS, S. EISNER, H. MÜLLER SCHMIED, E. SUTANUDJAJA, K. WARRACH-SAGI, S. ATTINGER (2017): Toward seamless hydrologic predictions across spatial scales, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 21(9), 4323-4346, doi: 10.5194/hess-21-4323-2017
- THOBER, S., R. KUMAR, J. SHEFFIELD, J. MAI, D. SCHAEFER, L. SAMANIEGO (2015): Seasonal soil moisture drought prediction over Europe using the North American Multi-Model Ensemble (NMME). *J. Hydrometeor.*, 16, 2329-2344
- ZINK, M., L. SAMANIEGO, R. KUMAR, S. THOBER, J. MAI, D. SCHÄFER, A. MARX (2016): The German drought monitor, *Environmental Research Letters*, 11(7), 074002, doi: 10.1088/1748-9326/11/7/074002
- WANDERS, N., S. THOBER, R. KUMAR, M. PAN, J. SHEFFIELD, L. SAMANIEGO, E. F. WOOD (2019): Development and Evaluation of a Pan-European Multimodel Seasonal Hydrological Forecasting System, *J. Hydrometeor.*, 20(1), 99-115, doi: 10.1175/JHM-D-18-0040.1.



Contact:

Dr. Luis Samaniego
Helmholtz-Centre for
Environmental Research UFZ
Permoserstraße 15
04318 Leipzig
Tel.: 0341/ 235 1971
E-Mail: luis.samaniego@ufz.de

1983-1989

Civil Engineering at the National Polytechnic School,
Quito

1995-1997

MSc Master of Infrastructure Planning from University of
Stuttgart

1998-2002

Dr.-Ing., University of Stuttgart

Since 2005

Scientist at the Helmholtz-Centre for Environmental
Research UFZ

Since 2013

Deputy Head Department Computational Hydrosystems,
UFZ

Projects:

2005 – present:
mHM development, drought monitor

2015-2017:
Copernicus EDgE project, Seasonal forecasting &
Climate change impacts

Since 2017:
Advanced Earth System Modelling Capacity (ESM).
mHM Global

2019-2020:
Retrofitting of the HTESEL land surface model
(ECMWF). Implementation of the MPR technique

Improving predictions in the Rhine basin through data assimilation using distributed models: results from the H2020 IMPREX project

Albrecht Weerts, Maarten Smoorenburg and
Bart van Osnabrugge

Improving sharpness/reliability of hydrological forecasts is key to increase the value of a warning service. Within the H2020 IMPREX project (www.imprex.eu), we aim to improve the prediction of low and high flows (and water levels) in the Rhine basin for application by the Dutch water authorities.

Several pathways have been followed to improve the predictions like (1) usage of satellite products and interpolation of historical gauge data sources to create spatially and temporally high resolution forcing data using an approach that can be used in operational mode (Figure 1), (2) developed of the next generation hydrological models (Figure 2), and (3) develop/implement/test data assimilation for improving accuracy of hydrological forecasts using spatially distributed models. Within this talk we will give a brief overview of our data assimilation work conducted within the IMPREX project (and related ongoing projects).

References

- OSNABRUGGE, VAN B., A. H. WEERTS, R. UIJLENHOET (2017): genRE: A Method to Extend Gridded Precipitation Climatology Data Sets in Near Real-Time for Hydrological Forecasting Purposes (<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2017WR021201>)
- OSNABRUGGE, VAN B., R. UIJLENHOET, A. H. WEERTS (2019): Contribution of potential evaporation forecasts to 10-day streamflow forecast skill for the Rhine River (<https://www.hydrol-earth-syst-sci.net/23/1453/2019/>)
- IMHOFF, R. O., W. J. VAN VERSEVELD, B. VAN OSNABRUGGE, A. H. WEERTS (2019): Scaling point-scale pedotransfer functions parameter estimates for seamless large-domain high-resolution distributed hydrological modelling: An example for the Rhine river, to be resubmitted to Water Resour. Res.

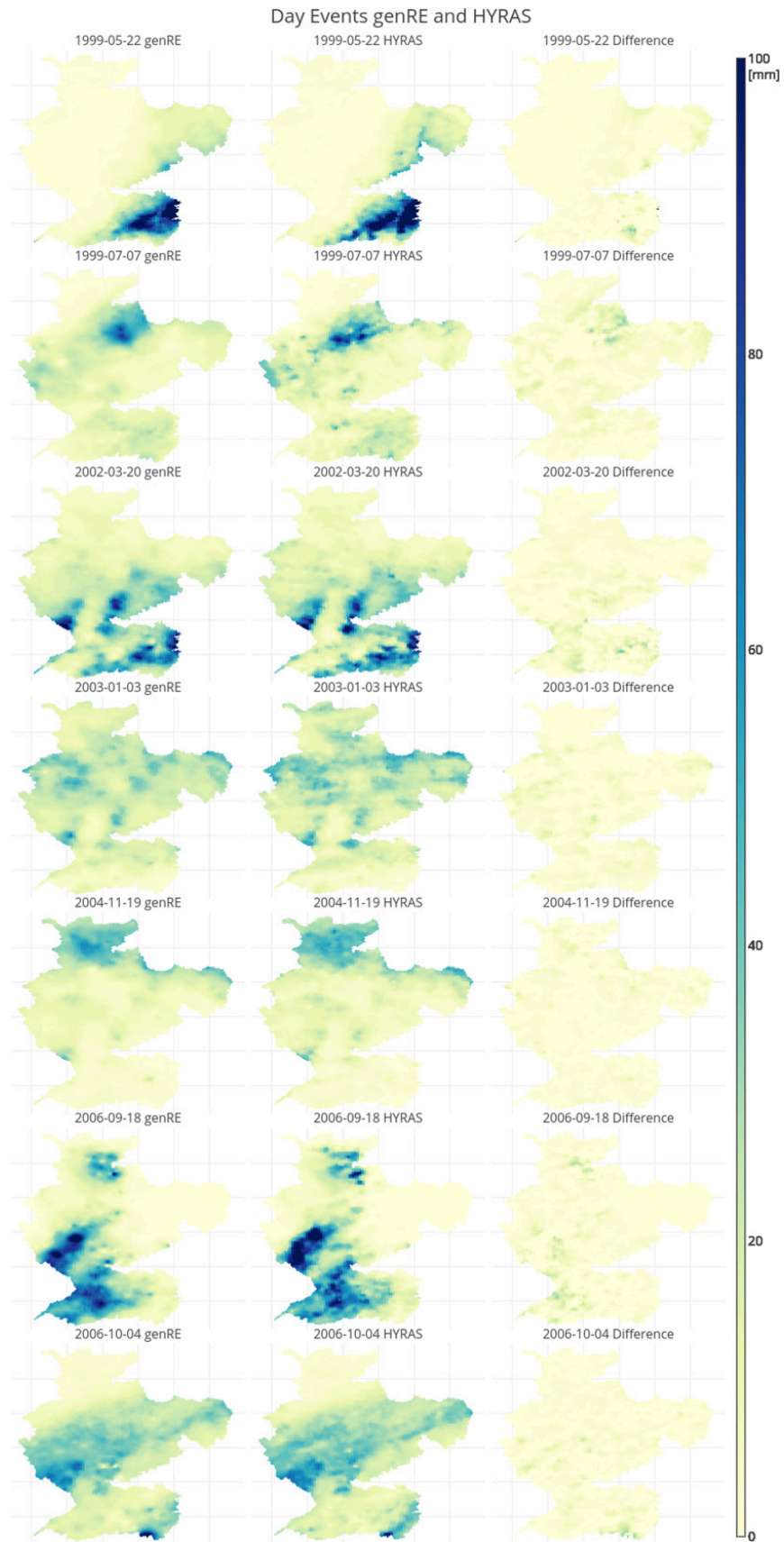


Figure 1: Daily accumulations of seven extreme precipitation events from genRE (left), HYRAS (middle) and their difference (right) (from OSNABRUGGE et al. 2017)

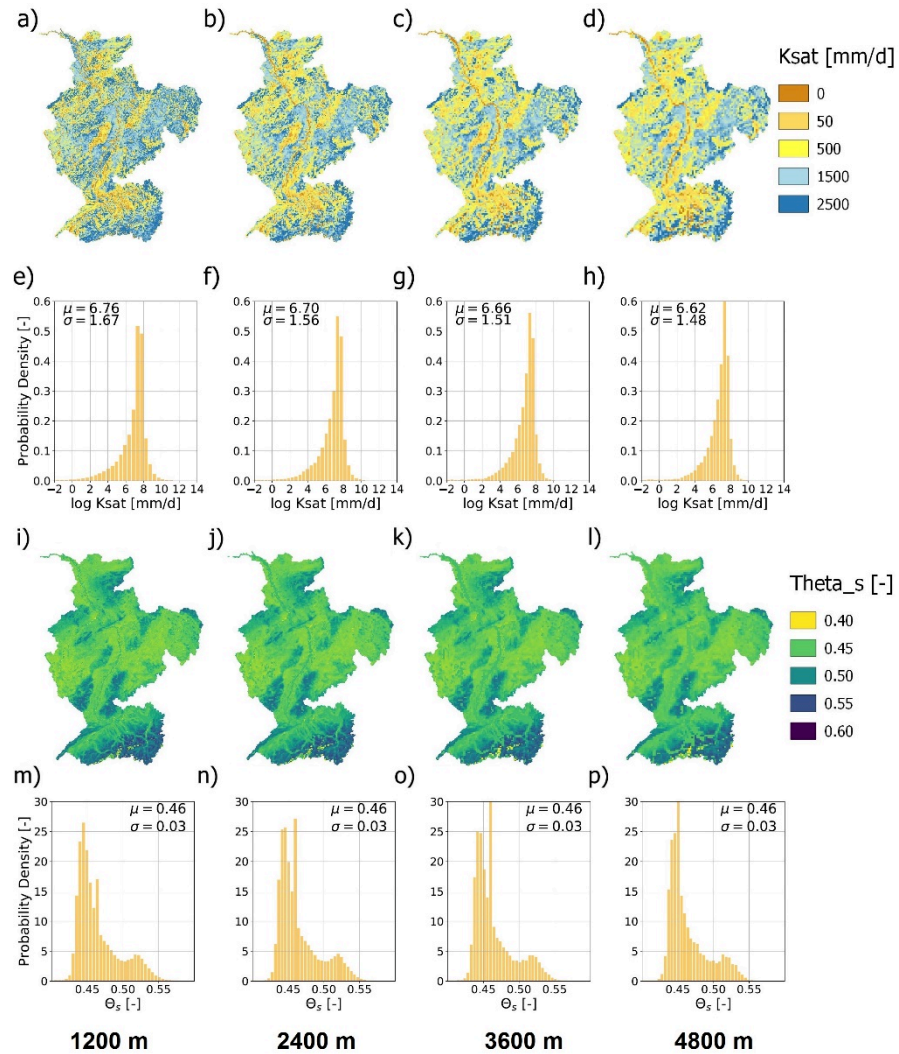


Figure 2: Parameter maps (Ksat and Theta_s) at different model resolutions including the pdf of the parameter values over the whole model domain (from IMHOFF et al. 2019)

Contact:

Prof. Dr. Albrecht Weerts

Operational Water Management

Deltares

PO BOX 177

2600 MH Delft

The Netherlands

E-Mail: Albrecht.Weerts@deltares.nl

Das Jahr 2018 bei der BASF SE in Ludwigshafen – Erfahrungen beim Einsatz prototypischer Pegel- vorhersagen im Rahmen von IMPREX

Max Bangert



1 Einleitung

Das Herz der BASF-Gruppe ist die BASF SE mit ihrem Stammwerk in Ludwigshafen am Rhein. Mit etwa 110 Produktionsbetrieben, zahlreichen Laboren, Technika, Werkstätten und Büros auf einer Fläche von rund zehn Quadratkilometern, ist es der größte zusammenhängende Chemiekomplex der Welt (Foto: BASF).

Der Rhein ist der wichtigste Transportweg für alle Rohstoffe, die zum Standort Ludwigshafen transportiert werden. Rund 40 Prozent aller eingehenden Transporte werden über das Schiff abgewickelt. Das sind pro Tag rund 10.000 Tonnen, was, je nach Größe, etwa 5 bis 10 Binnenschiffen entspricht. Dazu kommen noch einmal 3 bis 5 Schiffe pro Tag, die für die Lieferung an die Kunden eingesetzt werden. Aufgrund der großen Mengen ist eine Verlagerung auf andere Verkehrsträger nur begrenzt möglich. Eine Verlagerung aller Rohstoffe vom Schiff auf Lkw würde zum Beispiel pro Tag zusätzlich 1600 Lkw erfordern. Das ist logistisch nicht handhabbar. Zusätzlich ist der Transport mit Bahnkesselwagen zwei- bis dreimal und der mit Lkw etwa fünfmal teurer als der Transport per Schiff.

Möglichst lange Vorhersagehorizonte sind essentiell, um Niedrigwassersituationen optimal zu managen und die Produktion am Standort der BASF in Ludwigshafen zu sichern. Die BASF engagiert sich daher seit 2014 im EU-Projekt IMPREX zur Verbesserung der Pegelvorhersagen. Die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) stellt seit 2017 den Projektpartnern eine prototypische probabilistische 10-Tages-Vorhersage und seit Ende 2018 eine prototypische 6-Wochen-Trendvorhersage zur Verfügung, mit denen bereits praktische Erfahrungen speziell im Jahr 2018 gesammelt werden konnten.

2 Einsatz prototypischer Pegelvorhersagen im Jahr 2018

Im Jahr 2018 war aufgrund der extremen Länge und Intensität des Niedrigwassers im Rhein die Versorgung des Standorts Ludwigshafen mit einigen wichtigen Rohstoffen speziell im Oktober und November stark eingeschränkt. Als Folge hatte die BASF die Produktion zum Teil stark anpassen müssen. Die neuen prototypischen Pegelvorhersagen aus IMPREX waren hierbei eine wichtige Erkenntnisquelle zum optimalen Management dieses Extremereignisses. Zentrale Problemfelder waren dabei neben der Verlagerung des Transports vom Schiff auf Schiene und Straße die Priorisierung der eingeschränkten logistischen Kapazitäten für verschiedene Rohstoffe innerhalb des Produktionsverbundes am Standort. Beide Prozesse benötigen zur Entscheidungsfindung Annahmen über den zurzeit durch ELWIS bereitgestellten Zeithorizont von vier Tagen hinaus.

Mit zunehmender Länge des Niedrigwassers und sinkenden Lagerbeständen wurde die Risikoabschätzung für ein weiteres Andauern des Niedrigwassers für einen Zeithorizont von mehreren Wochen zunehmend wichtig. Die von der BfG auf Basis der Nutzeranfragen neu entwickelte und im November 2018 bereitgestellte 6-Wochen-Vorhersage für den Pegel Kaub war hierbei eine wichtige Erkenntnisquelle und bewährte sich auch im Laufe dieses Jahres weiterhin als Indikator für die Entwicklung des Niedrigwasserrisikos.

3 Ausblick

Die elektronische Bereitstellung der Vorhersagen ist eine wichtige Basis zur Optimierung von Lagerhaltung, Lieferketten und Produktionsabläufen mit Hilfe der Digitalisierung. Bei der BASF wurden daher bereits erste interne digitale Anwendungen entwickelt, welche die prototypischen Vorhersagen nutzergruppenspezifisch aufarbeiten, kontextualisieren und damit eine nahtlose Integration der Vorhersagen in interne Prozesse ermöglichen.

Eine operationelle Bereitstellung der 10-Tages- und 6-Wochen-Vorhersage ist neben Investitionen in logistische Infrastruktur und Abladeoptimierung am Mittel- und Niederrhein ein wichtiger Beitrag zur besseren Widerstandsfähigkeit von industriellen Rheinanliegern, wie der BASF, gegenüber hydrologischen Extremen.



Ansicht von Norden auf das Werksgelände der BASF SE in Ludwigshafen. Im Vordergrund ist der Nordhafen der BASF SE zu sehen und dahinter das Kombi-Verkehrsterminal.



Kontakt:

Dr. Max Bangert

BASF SE

Umwelt & Sicherheit Ludwigshafen

ESE/MU – Z 075

67056 Ludwigshafen

Tel.: 0621/ 60 41897

E-Mail: max.bangert@basf.com

Jahrgang: 1981

2002-2008

Studium Meteorologie an der Universität Karlsruhe
(TH)

2008-2013

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Me-
teorologie und Klimaforschung am Karlsruher
Institut für Technologie

seit 2013:

Teamleiter Luftqualität und Meteorologie und
Prozessmanager Umweltmonitoring (seit 2018)
bei der BASF SE Ludwigshafen

Oberwasservorhersage zur Optimierung des Sedimentmanagements Tideelbe

Ingo Entelmann und Thomas Strotmann

1 Einleitung

Im Bereich des Hamburger Hafens und seiner seeseitigen Zufahrt fallen im Mittel rd. 16 bis 17 Mio. m³/a Hopperbaggertgut an. Die jährlichen Gesamtkosten für die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) und die Hamburg Port Authority (HPA) betragen derzeit etwa 60 bis 80 Mio. Euro. Die Unterhaltung wird durch ungünstige hydrodynamische Randbedingungen („tidal pumping“) sowie Schadstoffe, die mit dem oberstromigen Schwebstoffeintrag in die Tideelbe gelangen, erschwert (vgl. u. a. ENTELMANN & RÖPER 2014). Durch die Kenntnis des mittelfristig zu erwartenden Oberwasserzuflusses in die Tideelbe kann das Sedimentmanagement optimiert und damit Unterhaltungskosten eingespart werden.

2 Einfluss der Oberwasserverhältnisse auf Hydrodynamik und Schwebstoffinventar der Tideelbe

Die aktuellen Oberwasserzuflüsse spiegeln sich in den Strömungsverhältnissen der Tideelbe wider. Abbildung 1 verdeutlicht dies anhand einer Modellrechnung der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW): Dargestellt ist das Flut-/Ebbestromverhältnis bei einem sehr niedrigen (180 m³/s) sowie bei hohem Oberwasserzufluss (1260 m³/s) am Pegel Neu Darchau (zum Vergleich: MQ = 705 m³/s).

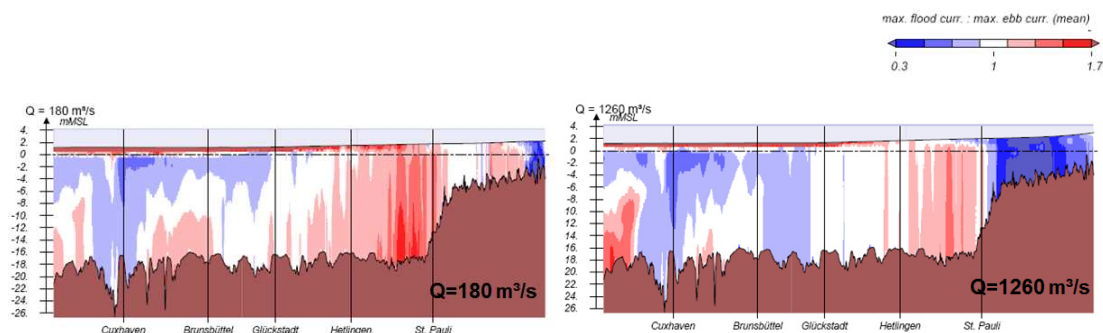


Abb. 1: Flut-/Ebbestromverhältnis in Fahrrinnenmitte bei sehr niedrigem (links) und hohem (rechts) Oberwasserzufluss (Modellrechnung BAW 11.06.-25.6.2006, WEILBEER & KLÖPPER 2011)

Der zeitliche Verlauf des Oberwasserzuflusses ist von wesentlicher Bedeutung für das Schwebstoffinventar der Tideelbe; die Bedeutung von länger anhaltenden Phasen mit niedrigem und hohem Oberwasserzufluss wurde von BERGEMANN (2004) kurz und prägnant beschrieben: „Die Elbe weist wie alle tidebeeinflussten Ströme eine Trübungszone im Ästuarbereich auf. In dem Bereich zwischen dem Hamburger Hafenausgang [...] und der Insel Scharhörn [...] sind die Schwebstoffgehalte deutlich höher als in dem oberhalb gelegenen limnischen Bereich und dem marinen Nordseebereich. Die Trübungszone entsteht durch eine Akkumulation von Schwebstoffen, weil über längere Zeiträume der Netto-Transport von Feststoffen in Richtung Nordsee kleiner ist als der Transport von oberstrom. In Phasen mit geringem Oberwasserabfluss wächst das Schwebstoffinventar an. Ein Hochwasser-Ereignis hingegen verdriftet einen großen Teil der Schwebstoffe in die Nordsee, wo die Wattbereiche gespeist werden. Während eines ausgeprägten Hochwassers wird in wenigen Tagen ein erheblicher Teil der Schwebstoff-Jahresfracht, den der Fluss von oberstrom herbei transportiert hat, aus der Mündung geschoben.“

Der Schwebstoffgehalt wiederum beeinflusst die Sedimentationsraten und somit die Baggermengen, mit steigendem Schwebstoffgehalt sedimentiert mehr Feinmaterial (d. h. schluffiges bis feinsandiges Baggergut). Dabei nehmen die Baggermengen in klassischen Feinsedimentationsbereichen wie z. B. Hafenbecken deutlich zu. Eine Umlagerung dieses Feinmaterials in flutstromdominierte Abschnitte der Tideelbe (Bereich St. Pauli bis Störbogen/Glückstadt, vgl. Abb. 1) ist nicht zielführend, da dann Sediment- bzw. Baggerkreisläufe initiiert werden. Entsprechend werden von HPA und WSV längere Transportwege angestrebt bzw. eine Umlagerung in ebbstromdominierte Bereiche vorgenommen. Bei niedrigerem Oberwasser ist eine Verlängerung des Transportweges sinnvoll; Baggerkreisläufe sollen so weitgehend vermieden und zu einer Entlastung des Schwebstoffhaushaltes beigetragen werden.

3 Anwendungsbereiche der Oberwasservorhersage Neu Darchau

Aufgrund der hohen Bedeutung werden die Oberwasserverhältnisse bereits seit längerem im Sedimentmanagement Tideelbe berücksichtigt. Ziele sind hierbei die Minderung von Umweltbelastungen durch Mehrfachbaggerungen (Reduzierung von Baggerkreisläufen) sowie eine damit einhergehende Verringerung der Unterhaltungskosten (Einsparung von Baggermengen und/oder Verkürzung von Transportentfernungen).

Zur weiteren Optimierung werden seit kurzer Zeit Abflussvorhersagen genutzt. Mit ihrer Hilfe können Umlagerungswege weiter optimiert und die Geräteplanung in den Baggerbüros von WSV und HPA verbessert werden. Außerdem können zu erwartende Sedimentationsraten besser abgeschätzt werden, was beispielsweise für den Tideelbeabschnitt zwischen Hamburger Hafen und Schwingemündung (rd. 22 km) sehr vorteilhaft ist. Hier befindet sich das Laichgebiet der Rote-Liste-Art Finte, in dem Baggereingriffe während der Laichzeit (Mitte April bis Ende Juni) zu vermeiden sind. Dies geht nicht ohne Vorratsbaggerungen, die es im Vorfeld der Laichzeit jährlich neu zu dimensionieren gilt.

Die Kostenrelevanz erweiterter Transportwege sei am Beispiel des WSV-Baggerguts aus dem Bereich Wedel/Juelssand (nahe des Hamburger Hafens) verdeutlicht: Abhängig von den Oberwasserbedingungen im jeweiligen Jahr wird der Transportweg hier derzeit für bis zu 1 Mio. m³/a Baggergut um 50 km erhöht (Umlagerung im Bereich Elbe-km 730-740 statt im Bereich Elbe-km 686-690). Die Verbringung bei km 730-740 erfolgt nur bei geringem Oberwasserzufluss. Ansonsten soll die mit steigendem Oberwasserabfluss zunehmende natürliche

Verdriftung Richtung stromab bestmöglichst ausgenutzt werden. Wird die nach Auswirkungsprognose der BfG (2017) vorgesehene Verbringmenge von 1 Mio. m³/a voll ausgeschöpft, so fallen Mehrkosten von rd. 3 Mio. €/a an (Abschätzung unter Annahme von 0,30 €/m³ Baggergut Mehrkosten für je 10 km zusätzliche Transportentfernung). Die Verbringung bei km 730-740 erfolgt unter der Annahme, dass der finanzielle Mehraufwand durch eine Reduzierung der Baggermengen im Gesamtsystem (langfristige Begrenzung des Zuwachses im Sedimentinventar der Trübungszone) kompensiert werden kann; einer Verschlechterung der Trübungsverhältnisse im inneren Ästuar wird entgegengewirkt, im Hinblick auf Schadstoffe im Baggergut erfolgt (insbesondere mit Blick auf die gering belasteten Watten im Elbmündungsbereich) ein fortlaufendes Monitoring (vgl. BfG 2017).

4 Zusammenfassung und Ausblick

Eine Berücksichtigung der Oberwasserverhältnisse ist letztlich für die Optimierung der Unterhaltungsbaggerung an der Tideelbe unabdingbar, was bereits in mehreren Studien (u. a. BfG 2014) verdeutlicht wurde. Die Einrichtung eines Vorhersagedienstes im Referat M2 „Wasserhaushalt, Vorhersagen und Prognosen“ der BfG ist vor diesem Hintergrund ein logischer Schritt. Im Rahmen des Kolloquium-Vortrages werden einzelne Fallbeispiele vorgestellt, die den Nutzen des Vorhersagedienstes für das Sedimentmanagement Tideelbe verdeutlichen sollen.

Mittelfristig ist eine Implementierung der Vorhersagen in operationelle Modellanwendungen der BAW vorgesehen. Die Vision ist ein Modellsystem, das neben den hydrologischen Randbedingungen (inkl. Oberwasserzufluss) alle relevanten Baggereinsätze berücksichtigt und Szenarienbetrachtungen zur Unterhaltungsstrategie über die kommenden Wochen bis Monate erlaubt.

Literatur

- BfG (2014): Sedimentmanagement Tideelbe – Strategien und Potenziale – Systemstudie II. Ökologische Auswirkungen der Unterbringung von Feinmaterial. Band 1 (2), Endbericht. Im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hamburg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, BfG-1763. DOI: 10.5675/BfG-1763
- BfG (2017): Auswirkungsprognose für die Unterbringung von Baggergut im Verbringstelenbereich VSB 730/740 in der Außenelbe. Im Auftrag der Wasserstraßen- und Schifffahrtsämter Cuxhaven und Hamburg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, BfG-1922
- BERGEMANN, M. (2004): Die Trübungszone in der Tideelbe – Beschreibung der räumlichen und zeitlichen Entwicklung. Wassergütestelle Elbe, Hamburg 2004
- ENTELMANN, I.; H. RÖPER (2014): Überlegungen für ein zukünftiges Sedimentmanagement Tideelbe. HTG-Kongress Berlin 2014, Tagungsband S. 540-551. Berlin/Hamburg, Hafentechnische Gesellschaft e.V. 2014. ISBN 978-3-9815800-1-3
- WEILBEER, H.; M. KLÖPPER (2011): Modell validation and system studies for hydrodynamics, salt and sediment transport in the Elbe Estuary – Basic information for the River Engineering and Sediment Management Concept (RESMC), Nr. A39550310069, Version 1.0, Hamburg 2011



Kontakt:

Dr.-Ing. Ingo Entelmann

Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt
Hamburg

Moorweidenstraße 14

20148 Hamburg

Tel.: 040/ 44110 220

Fax: 040/ 44110 365

E-Mail:

ingo.entelmann@wsv.bund.de

Jahrgang: 1968

1990-1992

Ausbildung zum Wasserbauer im WSA Hamburg

1992-2004

Studium Bauingenieurwesen und Umwelttechnik an der Technischen Universität Hamburg sowie anschließend Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Wasserressourcen und Wasserversorgung; Arbeitsschwerpunkte u. a. im Bereich Nähr-/Schadstoffeinträge in Gewässer (Bilanzierung) im Kontext Wasserrahmenrichtlinie, Kleinkläranlagen, Geographische Informationssysteme

2005

Projektmanager aquabench GmbH, Hamburg/Köln (Benchmarking im Bereich Wasserver-/Abwasserentsorgung)

seit 2005

Technischer Angestellter WSA Hamburg;
seit 2008 fachliche Leitung des Bereiches
Gewässerkunde und Sedimentmanagement



Kontakt:

Dipl.-Ing. Thomas Strotmann

Hamburg Port Authority

Neuer Wandrahm 1-4

20457 Hamburg

Tel.: 040/ 42847 2801

E-Mail:

thomas.strotmann@hpa.hamburg.de

Jahrgang: 1959

1981-1989

Studium des Bauingenieurwesens an der Universität Hannover

1990-1994

Wissenschaftlicher Angestellter am Franzius-Institut für Wasserbau der Uni Hannover; Arbeitsschwerpunkt: BMBF-Forschungsprojekt Optimierung des Küstenschutzes der Insel Sylt

1995-2003

Projektingenieur bei Strom- und Hafengebäude Hamburg für konstruktive Hochwasserschutzbauwerke im Hamburger Hafen, u. a. Umbau des Sperrwerkes Billwerder Bucht

seit 2005

Leitung der Einheit Hydrologie bei der Hamburg Port Authority

Entwicklung monatlicher Abflussvorhersagen für den Pegel Neu Darchau

Barbara Frielingsdorf

1 Einleitung

Für das Management von Gewässern stellt die Vorhersage von Abflüssen und/oder Wasserständen im gesamten Abflussspektrum eine zentrale Planungs- und Entscheidungsgrundlage dar. Längerfristige Prognosen eröffnen die Möglichkeit, Planungen mit längeren Zeithorizonten weitergehend zu optimieren. Dies trifft neben zahlreichen Wirtschaftszweigen, wie z. B. Energieproduktion oder Wasserversorgung, auch auf die Unterhaltung und den Betrieb der Schifffahrtswege zu.

2 Problematik

Im Elbeästuar werden jährlich mehrere Millionen Kubikmeter Sedimente gebaggert und an anderer Stelle im Ästuar verbracht, um die Sicherheit der Schifffahrt zu gewährleisten. Der Oberwasserzufluss der Binnenelbe ist ein wichtiger Faktor, welcher maßgeblichen Einfluss auf die Strömungsverhältnisse und Feststofftransporte entlang des Ästuars und damit auch auf die Baggermengenentwicklung nimmt. Ein dauerhaft niedriger Oberwasserzufluss bewirkt einen Anstieg der Mengen an feinkörnigem Baggergut. Durch geeignete Maßnahmen kann diesem Baggermengenanstieg entgegen gewirkt werden, z. B. durch Nutzung von Verbringstellen, die in größere Entfernung stromab liegen, dafür aber deutlich geringer flutstromdominant sind. Im Ergebnis wird weniger Baggergut zurück stromauf transportiert, wo es erneut sedimentieren kann (Kreislaufbaggerung) (BfG 2014).

Zusammen mit der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes und der Bundesanstalt für Wasserbau arbeitet die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) daran, das Sedimentmanagement unter Einbeziehung von längerfristigen Prognosen des Oberwasserabflusses weitergehend zu optimieren. Dafür werden mittels eines numerischen Küstenmodells unterschiedliche Managementoptionen entwickelt. Langfristige Abflussprognosen am Pegel Neu Darchau oberhalb von Hamburg können eine wichtige Entscheidungsgrundlage für die Wahl der Verbringstelle und des Vorratsmaßes bieten.

3 Modell-Workflow

In der BfG wird in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Wetterdienst ein längerfristiges Vorhersagesystem mit dem Wasserhaushaltsmodell LARSIM-ME auf Grundlage der meteorologischen ENS Extended Daten des ECMWF (46-Tage-Vorhersage, 2-mal pro Woche) aufgebaut und die Ensemblevorhersagen des Abflusses für die nächsten 46 Tage statistisch ausgewertet. Basierend auf diesen Ergebnissen können die optimalen abflussabhängigen Sedimentmanagementoptionen gewählt werden.

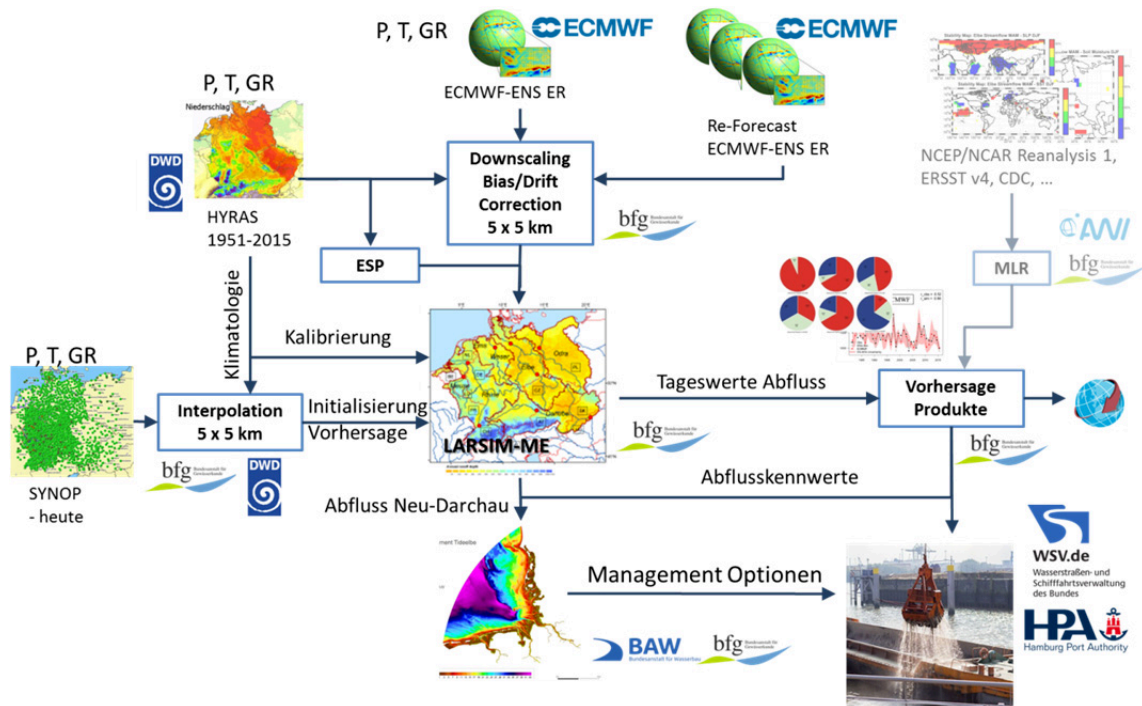


Abb. 1: Workflow der 6-Wochen-Vorhersage für den Elbpegel Neu Darchau

3.1 Analyse der Vorhersagen

Um die Belastbarkeit dieser Vorhersagen abzuschätzen, werden zusätzlich retrospektive Abflussvorhersagen der Vergangenheit berechnet und untersucht. Diese bieten unter anderem die Möglichkeit, im Rahmen des Ästuarmanagements der Tideelbe zu ermitteln, ob aufgrund der Monatsvorhersage bessere Entscheidungen hätten getroffen werden können. Ebenfalls lässt sich eine Aussage zur Vorhersagbarkeit der Unterschreitung bestimmter Abflussmengen, welche für den natürlichen Sedimenttransport relevant sind, treffen.

4 Ausblick

Die seit dem 01.03.2019 präoperationell bereitgestellte Vorhersage wird aktuell im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsprojekten bei der BfG betrieben, weiterentwickelt und analysiert. Neben technischen Anpassungen sind auch die Anforderungen der Nutzer entscheidend. In enger Zusammenarbeit wird das Vorhersageprodukt fortgeschrieben und auf den Nutzerkreis angepasst. Hauptnutzer sind hier das Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Hamburg und die Hamburg Port Authority.

Literatur

BfG (2014): Sedimentmanagement Tideelbe – Strategien und Potenziale – Systemstudie II. Ökologische Auswirkungen der Unterbringung von Feinmaterial. Band 1 (2), Endbericht. Im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hamburg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, BfG-1763. DOI: 10.5675/BfG-1763



Kontakt:

Barbara Frielingsdorf

Bundesanstalt für Gewässerkunde

Am Mainzer Tor 1

56068 Koblenz

Tel.: 0261/ 1306 5406

Fax: 0261/ 1306 5280

E-Mail: frielingsdorf@bafg.de

Jahrgang: 1988

2007-2011

Bachelor of Science Meteorologie an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

2011-2013

Master of Science Hydrologie an der Albert-Ludwig-Universität Freiburg

2012-2014

Wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Professur für Hydrologie Universität Freiburg

2014-2018

Technische Mitarbeiterin im Tiefbauamt der Stadt Bonn im Bereich Gewässerunterhaltung, Gewässerausbauplanung, Hochwasserschutz und Betreuung des hydrologischen und meteorologischen Messnetzes

seit 2018

Wissenschaftlicher Angestellter der Bundesanstalt für Gewässerkunde

Projektbearbeitung:

2012-2013

DROUGHT-R&SPI: Schnittstelle von Wissenschaft und Politik in der europäischen Forschung über Trockenheit

2014

ASG Rhein: Glacier and snowmelt runoff components in the river Rhine, Commission for the Hydrology of the Rhine (KHR/CHR)

seit 2018

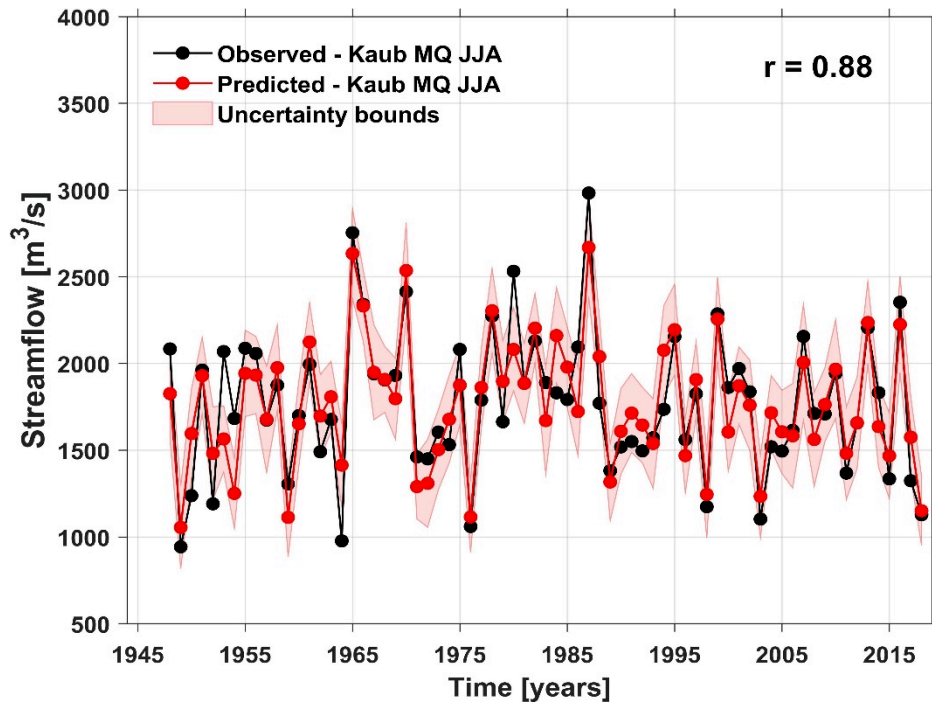
F+E-Projekt Seamless Prediction II „Skalenübergreifende Wasserstandsvorhersagen und -prognosen für die Bundeswasserstraßen“

The potential of predicting low flow periods for the central European rivers with a special focus on summer 2018

Monica Ionita-Scholz and Elimar Precht

During the last decades several low flow periods, at European level, occurred with severe impacts not only on the river itself but also on the civil society. Low flow periods affect navigation, hydropower production and the environment. A hot, dry summer 2018 has left the central European rivers and lakes at record low water levels, causing chaos for the inland shipping industry, environmental damage and billions of euros in losses. Similar to floods, low flows are natural events which can considerably restrict different uses and functions of the river and impact water quality and the aquatic ecosystem. Moreover, it is expected that climate change will lead to drier summers in Western Europe and therefore possibly to more frequent and more severe low flows in rivers in the future. The results presented here show that the summer 2018 low flow situation on the main German waterways (Rhine and Elbe rivers) could have been predicted one season ahead using previous months sea surface temperature, sea level pressure, precipitation, mean air temperature and soil moisture. Moreover, the statistical model was able to predict more than 85 % of the water levels for August 2018 one month ahead. The lagged relationship between the monthly and/or seasonal streamflow and the climatic and/or oceanic variables vary between 1 month (e. g. local precipitation, temperature and soil moisture) up to 6 months (e. g. sea surface temperature). Given that all predictors used in the model are available at the end of each month, the forecast scheme can be used to predict extreme events and to provide early warnings for upcoming low flow periods.

a)



b)

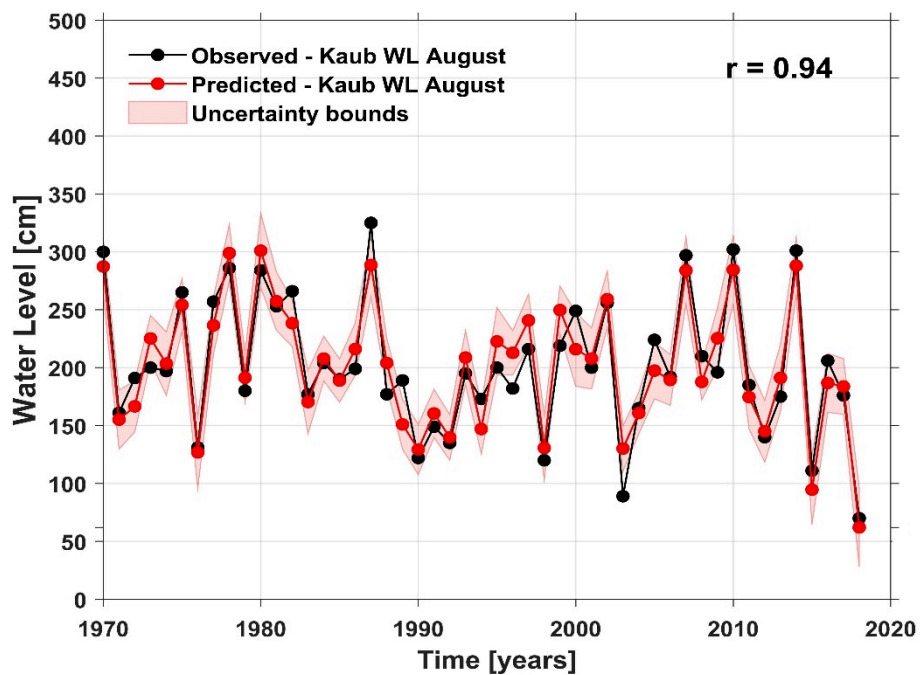


Fig. 1: a) Comparison between the observed (black line) and predicted (red line) mean values for June-July-August at Kaub gauging station (Rhine River) and
b) Comparison between the observed (blue line) and predicted (red line) August water level at Kaub gauging station (Rhine River). The light red shaded area represents the 95 % uncertainty bounds.



Kontakt:

Dr. Monica Ionita-Scholz

Alfred Wegener Institute
Helmholtz Center for Polar and
Marine Research
Bussestr. 24
27570 Bremerhaven
Tel.: 0471/ 4831 1883
E-Mail: Monica.Ionita@awi.de

1998-2002

Bachelor of Science, Faculty of Physics, University of
Bucharest, Bucharest, Romania

2002-2004

Master of Science, Faculty of Physics, University of
Bucharest, Bucharest, Romania

2006-2009

PhD at Bremen University, Bremen, Germany

Since 2009

Scientist at Alfred Wegener Institute Helmholtz Center
for Polar and Marine Research, Bremerhaven, Germany

International and national Projects

Langfrist-Abflussvorhersage Elbe – Common project with
Hamburg Port Authority (2017-2020)

Erstellung von Regressionsbeziehungen zur saisonalen
Abfluss-Vorhersage an Bundeswasserstraßen – Common
project with the German Institute of Hydrology (2015)

REKLIM (Regionale Klimaänderungen) (2014 - present)

Helmholtz research programme PACES (Programme Marine,
Coastal and Polar Systems: Polar Regions and Coasts in a
changing Earth System) (2013 - present)



Kontakt:

Dr. Elimar Precht

Alfred-Wegener-Institut
Helmholtz-Zentrum für
Polar- und Meeresforschung
Am Handelshafen 12
27570 Bremerhaven
Tel.: 0471/ 4831 1143
E-Mail: eprecht@awi.de

1991-1998

Studium Geologie in Kiel und Gent/Belgien

2003

Promotion am MPI in Bremen

2004-2015

Tätigkeit für DHI in Hørsholm (DK), Syke und Singa-
pur (Projektingenieur, AG- und Niederlassungsleiter)

Seit 2015

im Technologietransfer am AWI

Arbeitsgebiete:

Küsten und Häfen, Vorhersagen, Technologie-transfer,
Einflüsse der Schifffahrt auf die Meeresumwelt, Tech-
nologietransfer

Operationelle Modellierung von Schneewasserressourcen im Alpenraum – aktueller Stand der Methodikentwicklung

Tobias Jonas, Jan Magnusson, Nora Helbig, Nena Griessinger, Adam Winstal, Michael Schirmer, Rebecca Mott, Louis Queno

Zusammenfassung

Im Alpenraum nimmt Schnee eine wichtige Rolle im Wasserkreislauf ein. In der Schweiz fällt ca. ein Drittel des Gesamtjahresniederschlags als Schnee, welcher als Zwischenspeicher den saisonalen Verlauf des Abflusses vieler Gewässer prägt. Schnee ist oft sehr variabel im Gelände verteilt, mit großen Unterschieden auf verschiedenen Skalen: regional, mit der Höhe, je nach Geländeneigung und Exposition und sogar von Meter zu Meter, wenn Bäume oder schroffes Gelände die lokale Schneeverteilung beeinflussen. Es ist daher schwierig, im Gebirgsraum mit Messnetzen repräsentative Schneedaten zu erfassen.

Numerische Modelle erlauben die Abschätzung von Schneewasserressourcen auf Basis von meteorologischen Daten wie Niederschlag, Temperatur, Wind und Globalstrahlung. Derartige Modelle beschreiben den Schneedeckenaufbau und deren Schmelze in unterschiedlicher Komplexität, wobei die Bandbreite von einfachen konzeptuellen Modellen bis zu aufwändigen schneephysikalischen Modellen groß ist. Während erstere als robust aber stark vereinfachend gelten, stellen letztere sehr hohe Anforderungen an die Qualität der Eingangsdaten.

Für die experimentelle Erfassung von Schneewasserressourcen stehen heute Messverfahren aus der Fernerkundung zur Verfügung. Mit Laserscanning, Georadar oder stereooptischen Verfahren lassen sich aus der Luft oder vom Boden aus hochaufgelöste Daten zur Schneeverteilung erfassen. Solche Messungen sind allerdings teuer, benötigen Zeit für die Datenverarbeitung, und sind in ihrer Reichweite begrenzt.

Ziel dieses Vortrages ist es, neuste Entwicklungen im Bereich Modellierung und Messverfahren von Schnee zu präsentieren, um dann aufzuzeigen, wie Messnetze, experimentelle Daten und numerische Modelle mit geeigneten Datenassimilationsverfahren verknüpft werden können (Abb. 1), um eine verbesserte Abschätzung von Schneewasserressourcen und Schneeschmelzprognose zu ermöglichen.

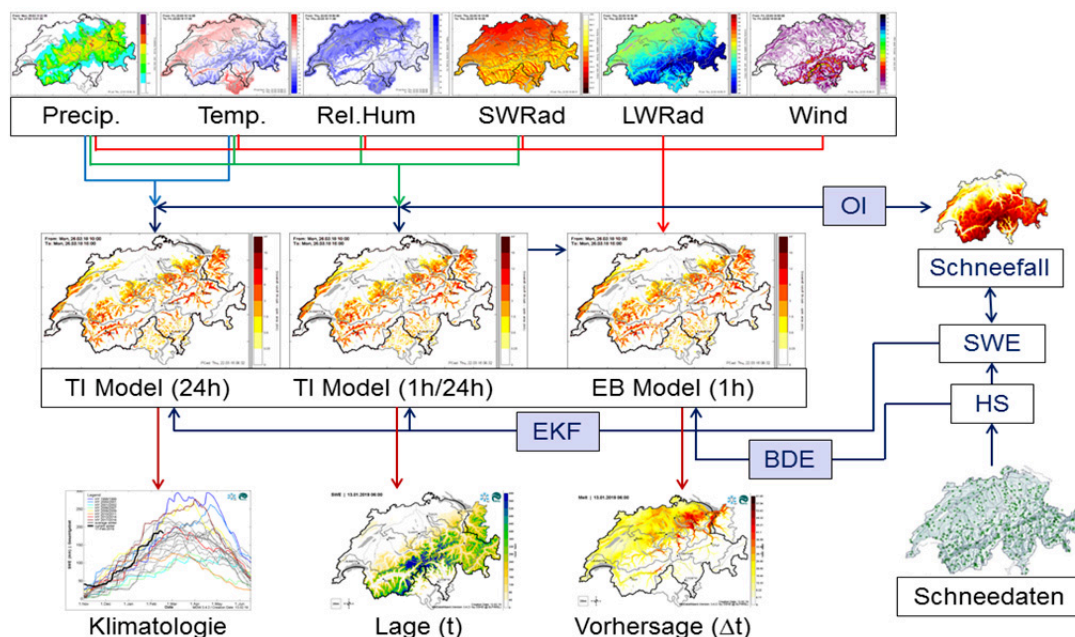


Abb. 1: Schema eines operationellen Monitoring- und Vorhersagesystems, in welchem mehrere Schneemodelle parallel betrieben werden und Schneemessdaten mit Hilfe von Datenassimilationsverfahren integriert werden

Literatur

- HELBIG, N., A. VAN HERWIJNEN, J. MAGNUSSON, T. JONAS (2015): Fractional snow-covered area parameterization over complex topography. *Hydrology and Earth System Sciences*, 19 (3), 1339-1351
- GRIESSINGER, N., J. SEIBERT, J. MAGNUSSON, T. JONAS (2016): Assessing the benefit of snow data assimilation for runoff modeling in Alpine catchments. *Hydrology and Earth System Sciences*, 20 (9), 3895-3905
- GRIESSINGER, N., F. MOHR, T. JONAS (2018): Measuring snow ablation rates in alpine terrain with a mobile multioffset ground-penetrating radar system. *Hydrological Processes*, 32 (21), 3272-3282
- MAGNUSSON, J., D. GUSTAFSSON, F. HÜSLER, T. JONAS (2014): Assimilation of point SWE data into a distributed snow cover model comparing two contrasting methods. *Water Resources Research*, 50 (10), 7816-7835
- MAGNUSSON, J., N. WEVER, R. ESSERY, N. HELBIG, A. WINSTRAL, T. JONAS (2015): Evaluating snow models with varying process representations for hydrological applications. *Water Resources Research*, 51 (4), 2707-2723
- MAGNUSSON, J., A. WINSTRAL, A. S. STORDAL, R. ESSERY, T. JONAS (2017): Improving physically based snow simulations by assimilating snow depths using the particle filter. *Water Resources Research*, 53 (2), 1125-1143.
- WINSTRAL, A., T. JONAS, N. HELBIG (2017): Statistical downscaling of gridded wind speed data using local topography. *Journal of Hydrometeorology*, 18, 335-348
- WINSTRAL, A., J. MAGNUSSON, M. SCHIRMER, T. JONAS (2019): The bias detecting ensemble: a new and efficient technique for dynamically incorporating observations into physics-based, multi-layer, snow models. *Water Resources Research*, 55, 613-631
- WÜRZER, S., T. JONAS (2018): Spatio-temporal aspects of snowpack runoff formation during rain on snow. *Hydrological Processes*, 32 (23), 3434-3445



Kontakt:

Dr. Tobias Jonas

WSL-Institut für Schnee-und
Lawinenforschung SLF

Flüelastr. 3

7260 Davos Dorf

Schweiz

Tel.: +41 81 417 0259

E-Mail: jonas@slf.ch

Seit 2006

Leiter der Forschungsgruppe Schneehydrologie am
WSL-Institut für Schnee-und Lawinenforschung
SLF

Seit 2012

Leiter des operationellen Schneehydrologischen
Dienstes am WSL-Institut für Schnee-und Lawi-
nenforschung SLF

Forschungs-/Entwicklungsschwerpunkte

Schneehydrologische Modelle

Datenassimilationsverfahren

Operationelle Schneeschmelzvorhersage

Schneefernerkundungsverfahren

Schneeprozesse im Wald

Alpine Meteorologie

Ausbildung

2001 Doktor Umweltphysik ETH Zürich

1996 Diplom Physik GAU Göttingen

Koautoren:

Jan Magnusson, Dr. Nora Helbig, Nena Griessinger, Dr. Adam Winstral

Dr. Michael Schirmer, Dr. Rebecca Mott, Louis Quéno

WSL-Institut für Schnee-und Lawinenforschung SLF

Aufbau einer operationellen Wassertemperaturvorhersage am Main mit LARSIM

Katja Moritz und Yannik Bäder

1 Einleitung

Der 2008 in Bayern eingerichtete Niedrigwasser-Informationdienst (NID) informiert auf der Webseite www.nid.bayern.de über aktuelle niedrige Abflüsse und Grundwasserstände, geringe Quellschüttungen und die Entwicklung der Wassertemperaturen und Sauerstoffgehalte der Oberflächengewässer sowie über das Niederschlagsgeschehen der letzten drei Monate. Ein Ziel des NID ist es, die Beobachtungen durch Vorhersagen zu ergänzen (ALTMAYER et al. 2010).

Deshalb wird im Rahmen des Projektes „Internetportal Gewässerkundlicher Dienst“ am Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) ein Wärmemodell auf Basis von LARSIM (*Large area runoff simulation model*) für den schiffbaren Main vom Pegel Trunstadt bis zur Landesgrenze erstellt. Neben der Simulation und Vorhersage der Wassertemperatur ist geplant, das Modell auch offline zum Beispiel für die Erstellung von Wärmelastplänen und zur Simulation von veränderten Einleitungsbedingungen einzusetzen.

2 Allgemeine Modellgrundlagen

Neben der Simulation des Wasserhaushalts ist LARSIM auch in der Lage, den Wärmehaushalt eines Fließgewässers zu simulieren und vorherzusagen. Dabei bildet die Simulation des Wasserhaushalts die Grundlage für die Simulation der Wassertemperatur. Zusätzliche Eingangsgrößen (neben Abfluss- und Klimadaten) sind Wassertemperatur sowie punktuelle Wärmequellen aus Kraftwerken, Industrie und Kläranlagen. Die Berechnung der Wassertemperatur ist physikalisch basiert. Die Wassertemperaturen der Abflussanteile für Direktabfluss, Interflow und Basisabfluss werden als lineare Funktionen der aktuellen Lufttemperatur ausgedrückt. Der Transport in der Gewässerstrecke wird mit der eindimensionalen Advektions-Dispersions-Gleichung berechnet (HAAG et al. 2005). Hierbei werden die in Abb. 1 dargestellten Prozesse berücksichtigt.

Darüber hinaus ist es in LARSIM möglich, für einzelne Punkte im Gewässernetz die Berechnung der Wassertemperatur mittels Regressionsmodellen durchzuführen, in denen hydrometeorologische Messgrößen als Prädiktorvariablen verwendet werden. Die Ergebnisse der Regressionsmodelle können als Randbedingung für die physikalisch basierte Berechnung im unterhalb gelegenen Flussabschnitt verwendet werden (HAAG et al. 2005).

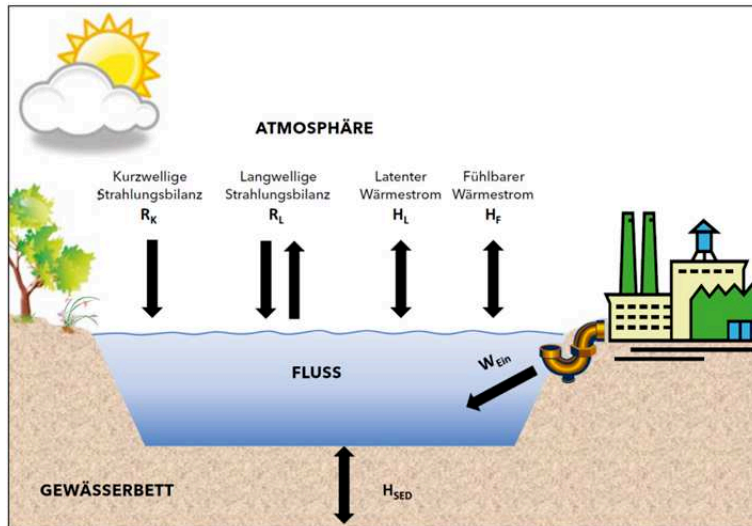


Abb. 1: Komponenten des vereinfachten Wärmehaushalts
(KREMER & BRAHMER 2013)

3 Implementierung in Bayern

Am LfU wird LARSIM flächendeckend für die Erstellung von Abflussvorhersagen verwendet. Auf Basis der bereits existierenden LARSIM-Modelle wird derzeit für den schiffbaren Main zwischen Trunstadt und der Landesgrenze ein LARSIM-Wärmemodell erstellt (siehe Abb. 2). Das Modell erfasst nur den Flussschlauch des Mains sowie entsprechende Schnittstellen für randliche Zuflüsse und den oberstromigen Rand.

Die Zuflüsse werden mit dem operationellen LARSIM-Modell, die Wassertemperatur der Zuflüsse mittels Regressionsmodellen berechnet. Soweit im Simulationszeitraum Messungen von Abfluss und Wassertemperatur vorliegen, werden diese stattdessen verwendet.

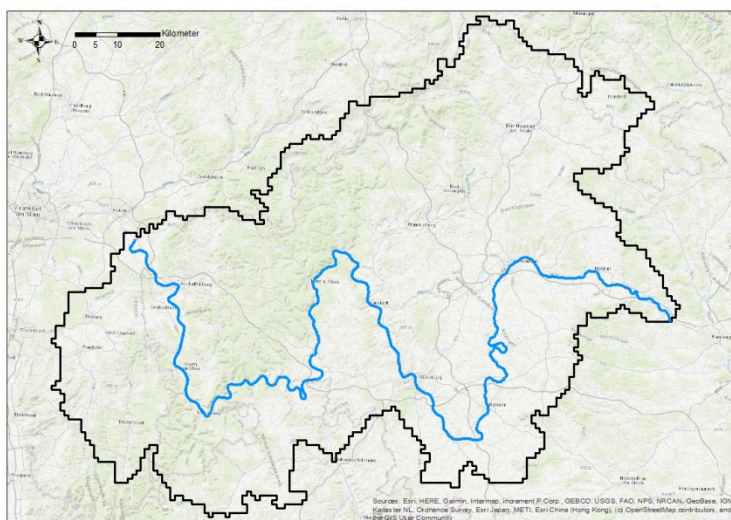


Abb. 2: Modellgebiet Wärmemodell Main zwischen Trunstadt
und Landesgrenze

Eine Kalibrierung des Wärmemodells erfolgt anhand der Sommer 2007, 2009, 2015 und 2018.

Nach der Modellerstellung muss das Wärmemodell operationell implementiert werden. Es soll mit den Instrumenten der Hochwasservorhersagezentralen betrieben werden, da dort die erforderlichen Datenflüsse und meteorologischen Vorhersagen vorhanden sind, bzw. mit verhältnismäßig wenig Aufwand erweitert werden können.

Derzeit ist geplant, die Modellrechnungen automatisiert durchzuführen. Plausibilisierung und Publikation sollen durch das zuständige Fachreferat durchgeführt werden.

Der Vorhersagezeitraum der Wassertemperaturen ist durch die meteorologischen Prognosen begrenzt, soll jedoch bei mindestens 7 Tagen liegen.

Nach einer Testphase ist geplant, die Wassertemperaturvorhersagen in die Webseite des NID (www.nid.bayern.de) einzubinden und zu visualisieren. Die Umsetzung in einer Übersichtskarte und in der Detailansicht einer Messstelle soll sich an der Wasserstands- und Abflussvorhersage auf der Webseite des Hochwassernachrichtendienst Bayern (www.hnd.bayern.de) orientieren.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Um das Informationsangebot des NID zu ergänzen, sollen zukünftig Vorhersagen der Wassertemperatur veröffentlicht werden.

Da das LARSIM-Modell in Bayern bereits flächendeckend eingesetzt wird, wird auf dieser Basis ein LARSIM-Wärmemodell für den Main erstellt und operationell betrieben.

Aufgrund dieser Ergebnisse sollen zukünftig kritische Situationen am Main früher erkannt werden.

Literatur

ALTMAYER, M., K. MORITZ, A. VOGELBACHER (2010): Niedrigwasser-Informationsdienst in Bayern, Wasser und Abfall (05/2010)

HAAG, I., A. LUCE, U. BADDE (2005): Ein operationelles Vorhersagemodell für die Wassertemperatur im Neckar, Wasserwirtschaft (7-8/2005)

KREMER, M., G. BRAHMER (2013): Simulation und Vorhersage von Wassertemperaturen an hessischen Fließgewässern, Jahresbericht 2012 des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie



Kontakt:

Katja Moritz

Bayerisches Landesamt für Umwelt
Referat 86
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel.: 0821/ 9071 5956
E-Mail: Katja.Moritz@lfu.bayern.de

2002-2007

Studium Hydrologie an der Albert-Ludwigs-
Universität Freiburg im Breisgau

seit 2007

Diplom-Hydrologin am Bayerischen Landesamt für
Umwelt

Projektbearbeitung:

2007-2008

Weiterentwicklung der Hochwasservorhersage im
Bereich Automatisierung und Ensemblevorhersagen

2008-2011

Erweiterung des Niedrigwasser-Informationsdienst
und operationelle Einführung des Wasserhaushalts-
modell LARSIM

2011-2013

Automatisierung und Qualitätssicherung in der
Hochwasservorhersage

seit 2014

Internetportal Gewässerkundlicher Dienst
(www.gkd.bayern.de),
Hochwasservorhersagezentrale Donau, Gebietshydro-
logie Donau



Kontakt:

Yannik Bäder

Bayerisches Landesamt für Umwelt
Referat 86
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel.: 0821/ 9071 5961
E-Mail: Yannik.Baeder@lfu.bayern.de

2011-2015

Bachelorstudium Geographie (Nebenfach Meteorolo-
gie) an der LMU München

2015-2017

Masterstudium Geographie: Globaler Wandel – Re-
gionale Nachhaltigkeit an der Universität Innsbruck

seit Februar 2019

Wissenschaftlicher Angestellter am Bayerischen
Landesamt für Umwelt

Projektbearbeitung:

Internetportal Gewässerkundlicher Dienst

Aktuelle Weiterentwicklungen der operationellen Eisvorhersage für Schifffahrtskanäle

Claudius Fleischer

1 Einleitung

Die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) erstellt seit dem Winter 2001/2002 operationelle Vorhersagen zur Entwicklung der ungestörten Eisdicken für ausgewählte Schifffahrtskanäle (u. a. Mittellandkanal, Elbe-Havel-Kanal, Elbe-Seitenkanal). Anwendung finden diese Vorhersagen insbesondere bei der Erstellung der Prognosen zum Betriebsstatus der Kanäle in den ELWIS-Eislagen-Meldungen (<https://www.elwis.de/DE/dynamisch/gewaesserkunde/eislage/>) sowie zur weitergehenden Unterstützung der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) beim Wasserstraßenmanagement unter winterlichen Bedingungen, wie z. B. der Einsatzplanung von Eisbrechern. Um diese Beratungsleistung weiter auszubauen, fanden in den Jahren 2015-2018 umfangreiche Weiterentwicklungsarbeiten statt.

2 Die operationelle Eisvorhersage der BfG für Schifffahrtskanäle

Die operationelle Eisvorhersage für staugeregelte Schifffahrtskanäle der BfG eignet sich zur Vorhersage der Eisdicke auf stehenden Gewässern (statische Eisbildung) und wurde bisher zur Vorhersage des weiteren Verlaufes einer bereits bestehenden Eisbedeckung genutzt. Die durchgeführten Weiterentwicklungsarbeiten verfolgten insbesondere drei Ziele: (1) der Einsatzbereich der operationellen Eisvorhersage sollte im Sinne einer Eisfrühwarnung erweitert werden, (2) durch Integration zusätzlicher Messdaten sollte eine Optimierung der bestehenden Eisvorhersage erfolgen, und (3) sollte die Weiterentwicklung des technischen Workflows eine automatisierte Erstellung der Eisvorhersage ermöglichen. Der Vortrag gibt zunächst einen Überblick über das Eisvorhersagemodell der BfG sowie über die einzelnen Weiterentwicklungen und veranschaulicht deren technische Umsetzungen (Abb. 1).

Anhand der Winter 2017/2018 und 2018/2019 konnte die automatisierte Erstellung der Eisvorhersage bereits im durchgehenden operationellen Betrieb erfolgreich angewendet werden. Eine Validierung der für Kanalabschnitte berechneten Vorhersagen der Eisdickenentwicklung des Winters 2017/2018 zeigte das hohe Potenzial des weiterentwickelten Eisvorhersage-modells zur Eisfrühwarnung sowie zur Vorhersage des weiteren Verlaufes einer bestehenden Eisbedeckung (Abb. 2).

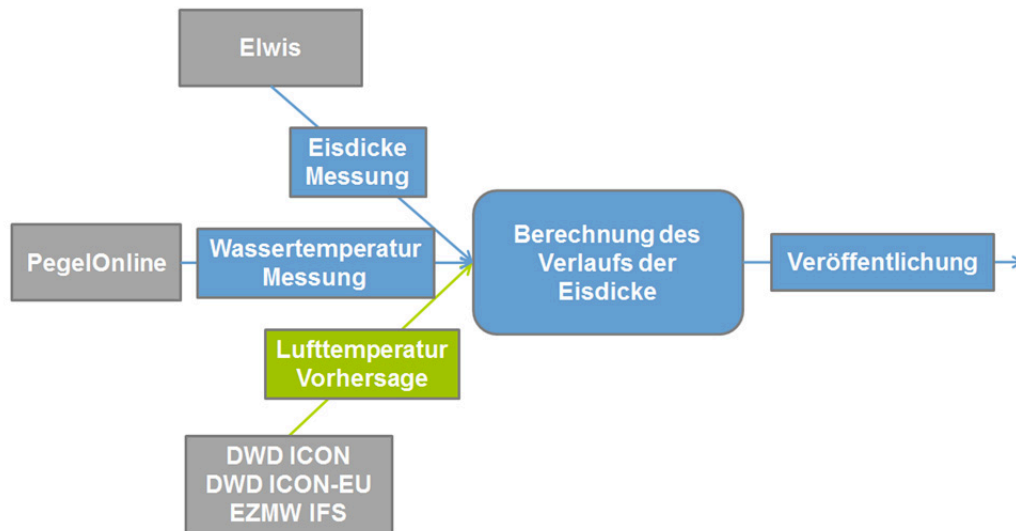


Abb. 1: Workflow des automatisierten Eisvorhersagesystems. Grün: unveränderte Bestandteile des Vorhersagesystems. Blau: weiterentwickelte Bestandteile des Vorhersagesystems.

Aufgrund der hohen Temperaturen und der damit verbundenen geringen Beeinträchtigung der Kanäle durch Eis im Winter 2018/2019 konnte aufgrund fehlender Daten keine zufriedenstellende Validierung des Modells durchgeführt werden. Zur Vergrößerung der Datengrundlage wurden daher ‚retrospektive‘ Eisvorhersagen der Winter 2009/2010 - 2016/2017 mit dem aktuellen Eisvorhersagemodell und archivierten Wettervorhersagen nachgerechnet. Basierend auf dieser Datenbasis werden im Vortrag Möglichkeiten und Grenzen bei der Erstellung und der Validierung von Eisvorhersagen diskutiert, wobei insbesondere auf die Besonderheiten bezüglich der Verfügbarkeit und der Unsicherheit von Messdaten eingegangen wird.

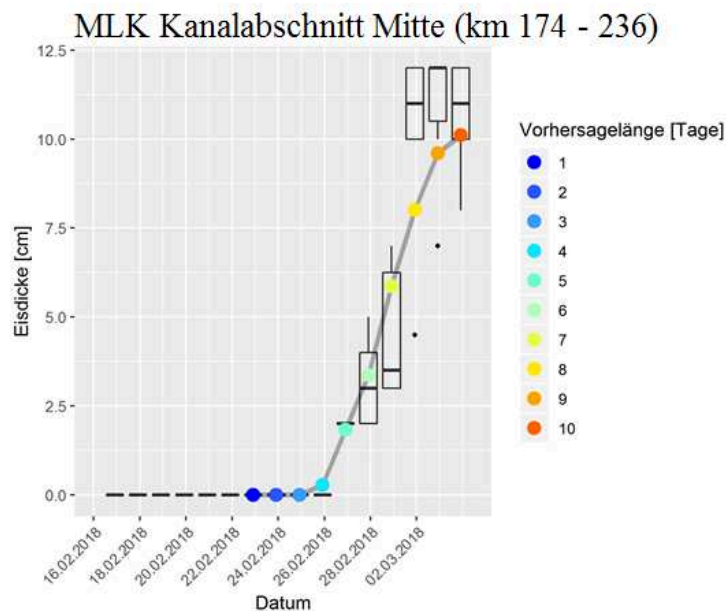


Abb. 2: Operationelle Eisvorhersage vom 22.02.2018 am Mittellandkanal (MLK, Kanalabschnitt Mitte). Dargestellt ist die vorhergesagte Entwicklung der Eisdicke (Punkte farblich codiert nach der Vorhersagelänge) und die tatsächlich eingetretenen, gemessenen, Eisdicken (Boxplots) entlang des Kanalabschnittes.

3 Zusammenfassung und Ausblick

Durch die Weiterentwicklungen in der operationellen Eisvorhersage steht der BfG ein automatisiertes Vorhersagesystem zur Verfügung, das auch zur Eisfrühwarnung geeignet ist. Zusätzlich wurden in den letzten Jahren Werkzeuge zur Post-Prozessierung und Verifikation der Eisvorhersage entwickelt und im operationellen Betrieb angewendet. Um die Qualität der Eisvorhersage weiter zu steigern, ist perspektivisch die Integration weiterer Messdaten und Prozesse (beispielsweise Globalstrahlung, Eisaufbruch) sowie das Kombinieren des bisherigen physikalisch basierten Vorhersagemodells mit Methoden des *Machine Learnings* denkbar. Zusätzlich wird an der stetigen Weiterentwicklung der Methoden zur Verifikation der Vorhersagen gearbeitet.

Literatur

- CARSTENSEN, D. (2008): Eis im Wasserbau – Theorie, Erscheinungen, Bemessungsgrößen, Wasserbauliche Mitteilungen, Heft 37, TU Dresden
- DEYHLE, C., U. BARJENBRUCH (2002): Eisbildung und Eisstärkenvorhersage in Schifffahrtskanälen. Bundesanstalt für Gewässerkunde, BfG-1360
- FLEISCHER, C. (2018): iceForecast – functional environment for the BfG Ice Forecast – pre- and post-process, run, evaluate. R-Package. Bundesanstalt für Gewässerkunde
- FLEISCHER, C., D. MEISSNER, W. STÜRMER, S. RADEMACHER (in Vorbereitung): Weiterentwicklung der operationellen Eisvorhersage für Schifffahrtskanäle zwischen 2015 und 2018. Bundesanstalt für Gewässerkunde
- HATZ, M., T. MAURER (2014): Prozessstudien über die Eisbildung auf Wasserstraßen und mögliche klimabedingte Änderungen. Bundesanstalt für Gewässerkunde.
DOI: 10.5675/Kliwas_47/2014_4.05



Kontakt:

Claudius Fleischer

Bundesanstalt für Gewässerkunde

Am Mainzer Tor 1

56068 Koblenz

Tel.: 0261/ 1306 5044

Fax: 0261/ 1306 5280

E-Mail: fleischer@bafg.de

Jahrgang: 1988

2009-2015

Studium Hydrologie an der Universität Freiburg

2015-2016

Geprüfte wissenschaftliche Hilfskraft an der Universität Freiburg

Seit 2016

Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Bundesanstalt für Gewässerkunde

Projektbearbeitung:

BMVI- Expertennetzwerk, Themenfeld 1: Verkehr und Infrastruktur an Klimawandel und extreme Wetterereignisse anpassen

Betreuung und Weiterentwicklung der operationellen Eishvorsage

Wasserstandsvorhersagen an der Nordseeküste – Fragestellungen und Methoden

Karina Stockmann

Zusammenfassung

Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) in Hamburg ist die öffentliche Institution für meeresbezogene Aufgaben. Dies betrifft Aufgaben wie die Gefahrenabwehr auf See, die Herausgabe von amtlichen Seekarten, Vermessungsaufgaben sowie die Vorhersage von Gezeiten, Wasserstand und Sturmfluten.

Wasserstandsvorhersagen an der deutschen Nordseeküste decken ein breites Spektrum an Zeitskalen und Fragestellungen ab. Während sich die Vorhersage in der Vergangenheit auf die Eintrittszeiten und -höhen der gezeitenbedingten Hoch- und Niedrigwasser beschränkte, werden heute Vorhersagen der gesamten Pegelkurven bereitgestellt und aktuell Verfahren entwickelt, die eine Interpolation der Vorhersagen über die gesamte Fläche der deutschen Bucht und der tidebeeinflussten Flussgebiete ermöglichen werden.

Nicht nur der Bedarf nach einer höheren räumlichen Auflösung wächst, auch die vorhergesagten Zeiträume und die Genauigkeit der Vorhersagen stellen immer höhere Anforderungen an die Vorhersagedienste. So werden Aussagen über den astronomischen Gezeitenverlauf bereits ein Jahr im Voraus mit der Methode der harmonischen Darstellung der Ungleichheiten ermittelt und herausgegeben. Mit deterministischen Modellverfahren werden Wasserstände, abhängig vom prognostizierten Wettergeschehen, bis zu 14 Tage in die Zukunft berechnet. Mit Hilfe des MOS-Verfahrens (Model Output Statistics) können diese Modellergebnisse weiter verbessert werden.

Geprüfte und an das aktuelle Wettergeschehen angepasste manuelle Vorhersagen werden ca. 24 Stunden vor den eigentlichen Hoch- bzw. Niedrigwasserereignissen erstmalig veröffentlicht. In seltenen hochdynamischen Sturmflutsituationen müssen häufig noch wenige Stunden vor Eintritt des Ereignisses manuelle Anpassungen ins System eingebracht werden. Auf Basis eines probabilistischen Verfahrens lassen sich Aussagen zur Sturmflutwahrscheinlichkeit der kommenden 7 Tage treffen.

Im Rahmen dieses Vortrages soll ein Überblick über Fragestellungen des Wasserstandsvorhersagedienstes des BSH und die dabei verwendeten Verfahren gegeben werden.



Jahrgang: 1980

1999-2004

Studium Geophysik an der Universität Leipzig

2003-2008

Helmholtz-Zentrum Geesthacht

Projektmitarbeiterin:

2003-2005:

DYNAS II

Fächerecholot-Messungen

2005-2008:

Kopplung biologischer Langzeitmessreihen mit
Modelldaten

Kontakt:

Karina Stockmann

Bundesamt für Seeschifffahrt und
Hydrographie

Bernhard-Nocht-Straße 78

20359 Hamburg

Tel.: 040/ 3190 3110

E-Mail: karina.stockmann@bsh.de

Seit 2009

Wissenschaftliche Mitarbeiterin im BSH

2009-2019:

Wasserstandsvorhersagedienst an der Nordsee,
Wissenschaftliche und technische Systempflege

seit 04/2019:

Sachgebietsleiterin „Gezeiten, Wasserstandsvor-
hersage und Sturmflutwarndienst“

In der Reihe BfG-Veranstaltungen sind bisher u. a. erschienen:

- 1/2011 Erfassung und Bewertung des hydromorphologischen Zustands in Wasserstraßen
- 2/2011 Umweltauswirkungen von Wasserinjektionsbaggerungen
- 3/2011 Zeitgemäße Erfassung und Bereitstellung von Geobasisdaten für die WSV
- 4/2011 EurAqua Symposium Impact of climate change on water resources – 200 years hydrology in Europe – a European perspective in a changing world
- 5/2011 Schadstoffdynamik in Flussgebieten – Ursachen, Wirkungen und Konsequenzen stofflicher Veränderungen in Raum und Zeit
- 1/2012 Partikuläre Stoffströme in Flusseinzugsgebieten
- 2/2012 Überregionale Wasserbewirtschaftung – Entwicklung und Einsatz eines Informationssystems und verschiedener Modelle
- 3/2012 Dynamik des Sedimenthaushaltes von Wasserstraßen
- 4/2012 Pathogenic *Vibrio* spp. in Northern European Waters
- 5/2012 Baumaterialien und Oberflächengewässer
- 6/2012 Hydro-ökologische Modellierungen und ihre Anwendungen
- 7/2012 Monitoring, Funktionskontrollen und Qualitätssicherung an Fischaufstiegsanlagen. 2. Kolloquium zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit der Bundeswasserstraßen
- 1/2013 Wissen was war ... – Rückblick auf hydrologische Extreme
- 2/2013 Die Bundeswasserstraßen im Blickfeld ökologischer Zielsetzungen gemäß WRRL – Erreichtes und Erreichbares
- 3/2013 Geomorphologische Prozesse unserer Flussgebiete
- 4/2013 FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen hydrologischen Fachdienstes in der BfG
- 5/2013 Neue Entwicklungen in der Gewässervermessung
- 6/2013 Die Zukunft des Wasserhaushaltes im Elbeinzugsgebiet / Budoucnost vod-ního režimu v povodí Labe
- 7/2013 Bioakkumulation in aquatischen Systemen: Methoden, Monitoring, Bewertung
- 8/2013 Geodätische Arbeiten für Bundeswasserstraßen
- 1/2014 Artenschutz in der Praxis – Erfahrungen mit Ersatzquartieren und der Umsiedlung von streng geschützten Arten
- 2/2014 Ästuare und Küstengewässer der Nordsee
- 3/2014 Schadstoffe in Bundeswasserstraßen – Nutzergerechte Verfügbarkeit von Informationen
- 1/2015 Forschung und Entwicklung zur Qualitätssicherung von Maßnahmen an Bundeswasserstraßen. 4. Kolloquium zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit der Bundeswasserstraßen
- 2/2015 Wasserstraßenbezogene geodätische Anwendungen und Produkte der Fernerkundung
- 3/2015 Ökosystemleistungen – Herausforderungen und Chancen im Management von Fließgewässern
- 4/2015 Qualitativ-gewässerkundliche Aspekte der WSV-Arbeit
- 1/2016 Sedimentbilanzen in Flussgebieten – von der Quelle bis zur Mündung
- 1/2017 Geodätische Beiträge zum Systemverständnis für Bundeswasserstraßen und sonstige Gewässer
- 2/2017 Korrosionsschutz im Stahlwasserbau – Zulassung, Einsatz, Umweltaspekte
- 3/2017 Statistische Methoden in der hydrologischen Vorhersagepraxis und deren Nutzen
- 4/2017 Radioaktivität in Forschung und Umwelt – 60 Jahre Radiologie in der Bundesanstalt für Gewässerkunde
- 5/2017 Modellierung aktueller Fragestellungen zur Wassermengenbewirtschaftung an Bundeswasserstraßen
- 1/2018 Messtechnik und Methoden in der Gewässermorphologie
- 2/2018 Möglichkeiten und Perspektiven von Biotestverfahren in der Gewässerüberwachung und Bewertung
- 3/2018 Großräumige Abflussmodellierung – 50 Jahre hydraulische Modellierung in der BfG
- 4/2018 Gewässergütemodellierung: Trends und Perspektiven
- 1/2019 Standardisierung von Fischaufstiegsanlagen – Notwendigkeit, Möglichkeiten und Grenzen. 6. Kolloquium zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit der Bundeswasserstraßen