



Hydrologie:

Verbindung der Umweltsphären und -disziplinen

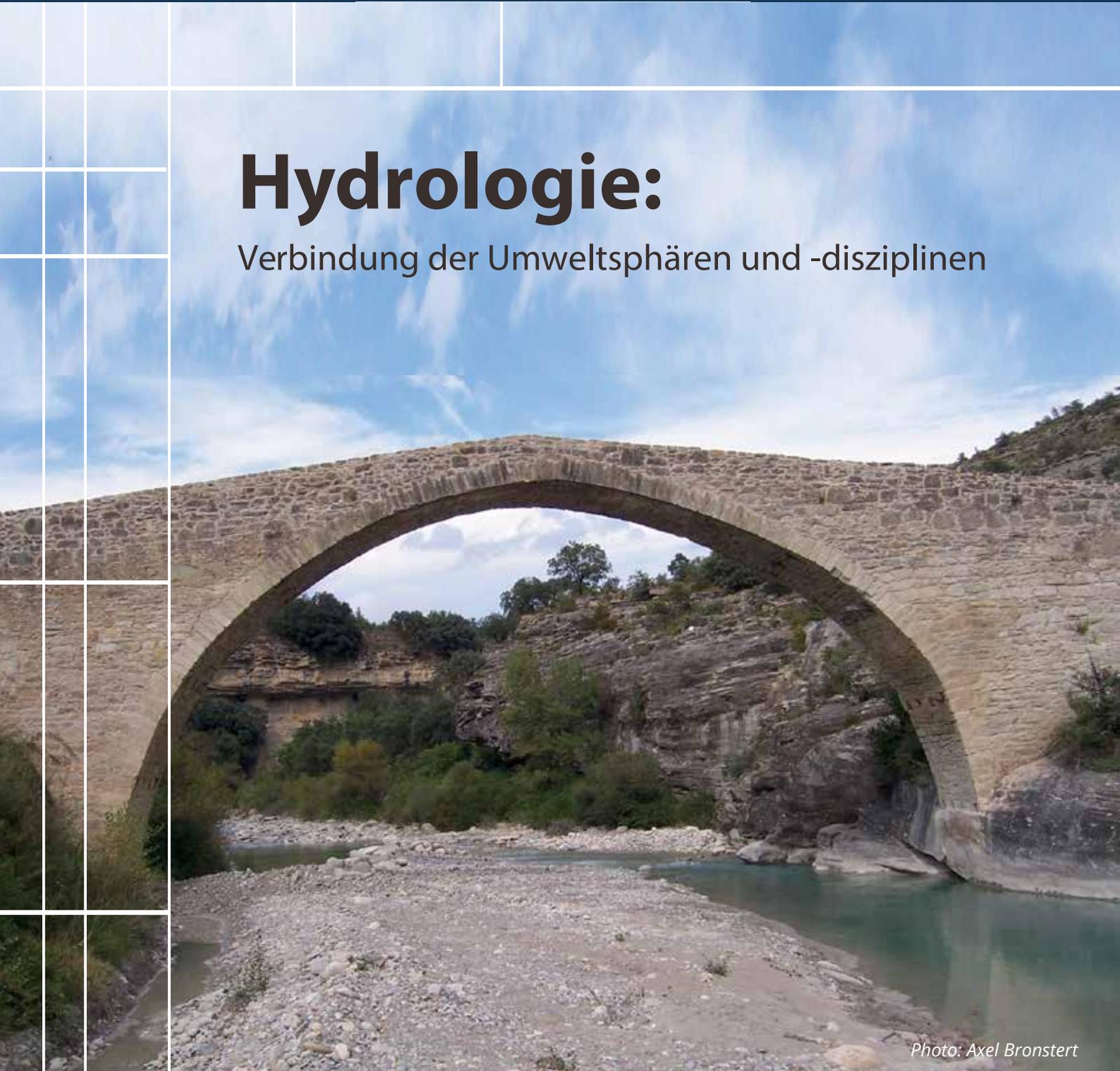


Photo: Axel Bronstert

Ausgerichtet vom
Institut für Umweltwissenschaften und Geographie der Universität Potsdam
und
UP Transfer GmbH an der Universität Potsdam
mit kollegialer Unterstützung von

IMPRESSUM

Kontakt:

Universität Potsdam
Tag der Hydrologie 2021
Karl-Liebknecht-Straße 24/25; 14469 Potsdam

Vorwort

Die Hydrologie hat sich in den vergangenen Jahrzehnten als eine zentrale Disziplin in den Umweltwissenschaften und im Umwelt- und Bauingenieurwesen etabliert. Sie untersucht die Prozesse, Zustände und Bedingungen des terrestrischen Wasserkreislaufs in fast allen Raum- und Zeitskalen und schafft damit die Grundlagen zur Beurteilung von Wasserinhaltsstoffen, zu nachgeschalteten Stoffkreisläufen und wasserbezogenen ökologischen Fragen. Neben dieser weithin anerkannten Relevanz ist die Hydrologie aber auch zu einem inhaltlichen und methodischen Bindeglied für die Analyse von komplexen Umweltsystemen geworden.

Daher hat die Tagung „(Sommer)Tag der Hydrologie 2021“, vom 30. August – 1. September 2021 in Potsdam, ihren Fokus zudem auch auf die Wechselwirkungen der Hydrologie mit anderen Umweltwissenschaften und der Gesellschaft gerichtet.

In dem hier vorliegenden Abstract-Band sind die Kurzfassungen der insgesamt 31 präsentierten Vorträge und 46 Poster gegeben. Für die ausführlichen Präsentationen wenden sich Interessenten bitte jeweils direkt an die Autoren.

Wir danken herzlich für die präsentierten Vorträge und Poster und das dadurch ermöglichte hochinteressante und inhaltlich abgerundete Programm.

Für das Team des TdH 2021

Dr. Björn Guse, Dr. Theresa Blume und Prof. Dr. Axel Bronstert

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
I Abstracts der Vorträge	6
SESSION: Impulsvorträge und Preisvorträge	7
Niedrigwasserkonzept / Niedrigwasserproblematik in Brandenburg (1. Impulsvortrag)	7
Bedeutung interdisziplinärer Fragen in der hydrologischen Praxis (2. Impulsvortrag).....	8
Wie wird ein Hochwasser zu Katastrophe? (3. Impulsvortrag)	9
Wechselwirkungen der Hydrosphäre mit der Biosphäre: was kann integrierte ökohydrologische Modellierung leisten? (Vortrag zum dt.Hydrologiepreis 2021)	10
Die Rolle von Energie und Information in der hydrologischen Modellierung (Vortrag zum Preis 2021 für die beste Promotion in der Hydrologie).....	11
SESSION S1: Sphären / Ökohydrologie.....	12
S1-1 Einfluss von Klimaänderungen auf den Wasserhaushalt des Malawisees – die Rolle der Verdunstung und Auswirkungen auf die Energieversorgung	12
S1-2 Sind PFAS eine neue Klasse von Agrarchemikalien?	13
S1-3 Die Selbstreinigung von Fließgewässern – ein Zusammenspiel hoch dynamischer Randbedingungen.....	14
S1-4 Detection of hidden model errors by combining single and multi-criteria calibration	15
SESSION D1: Hydrologische Extreme / Dürren.....	16
D1-1 Gratwanderung zwischen Flut und Dürre. Alluvial farming am Ayeyarwady/Myanmar 16	
D1-2 Die Niedrigwasserjahre 2018, 2019 und 2020: Analysen und Auswirkungen für das Land Berlin	17
D1-3 Sinkende See- und Grundwasserspiegel in Nordostdeutschland: Trends, Ursachen und Prognose.....	18
D1-4 Viel, zu wenig... Hochwasser, Niedrigwasser, Kommunikation - wo die Klimafolgenforschung (nicht) versagt hat	19
Zusammenfassung.....	19
SESSION H1: Hydrologische Extreme / Niederschlag.....	20
H1-1 Deutschlandweite regionalisierte synthetische Niederschläge für die Stadtentwässerung	20
H1-2 Unsicherheiten bei der Sturzflutmodellierung	21
H1-3 Reconciling the extreme precipitation-flood paradox in a warming climate.....	22
SESSION D2: Hydrologische Extreme / Dürren.....	23
D2-1 Dürren und ihre Compounds: Extrema, Synchronizität und Trendverhalten.....	23
D2-2 Die Intensivierung von Dürre und ihre Folgen.....	24
D 2-3 Aufteilung von Niederschlag in “blaues” und “grünes” Wasser unter extremer Trockenheit – Notwendigkeit für ein nachhaltiges Land- und Wassermanagement in Tieflandeinzugsgebieten im Klimawandel	25

SESSION H2: Hydrologische Extreme / Hochwasser, Klimawandel und Kommunikation	26
H2-1 Was ist der Beitrag des Klimawandels zu den beobachteten hydroklimatischen Extremen in Mitteleuropa? Methoden zur Attribution und Detektion von Klimawandelfolgen 26	
H2-2 Kommunikation von Unsicherheiten bei der Vorhersage von Hochwasser in kleinen Einzugsgebieten anhand hydrologischer Ensemblevorhersagen.....	27
H2-3 Klimaanpassung in Kommunen – Interdisziplinäre und sektor-übergreifende Betrachtung in einem Entscheidungsunterstützungssystem.....	28
H2-4 Hydraulische Analyse von Hochwassergefährdung im Ahrtal unter Berücksichtigung historischer Ereignisse	29
SESSION S2: Sphären / Ökohydrologie	30
S2-1 Welche Erkenntnisse lassen sich aus ökohydrologische Modellkaskaden ableiten? 30	
S2-2 Modellierung von Wechselwirkungen zwischen Hydrosphäre, Biosphäre und Anthroposphäre: Kopplung des hydrologischen Modells SWAT mit dem Landnutzungsmodell CLUE-s.....	31
S2-3 Wie gut können Landoberflächenmodelle den Tagesgang der Verdunstung modellieren?.....	32
S2-4 Der Sommer 2018 und seine Folgen: Ökohydrologie im TERENO Observatorium Nordostdeutschland.....	33
SESSION A1: Aktuelle hydrologische Extreme / Aktuelle Extremereignisse	34
A1-1 Hydro-klimatologische Einordnung der Stark- und Dauerniederschläge in Teilen Deutschlands im Zusammenhang mit dem Tiefdruckgebiet „Bernd“ vom 12. bis 19. Juli 2021	34
A1-2 Extreme Hochwasser bleiben trotz integriertem Risikomanagement eine Herausforderung.....	35
A1-3 Von der Trockenheit zum Hochwasser und zurück - Statusbericht aus Sachsen....	36
A1-4 Hochwasser Juli 2021 – Eine erste hydrologische Bestandsaufnahme	37

II Abstracts der Posterpräsentationen	38
POSTER SESSION D: Dürren und Trockenheit in Deutschland.....	39
D01 Stresstestmodellierung zur Auswirkung von Trockenheit auf Niedrigwasser in Baden-Württemberg.....	39
D02 Wasserbeschaffenheit von Rhein und Elbe beim Niedrigwasser 2015 und 2018....	40
D03 Niedrigwasser in Thüringen - Zeitreihenanalyse von Abflüssen an Fließgewässerpegeln.....	41
D04 Klimawandelprognosen in einem deutschen Mittelgebirgseinzugsgebiet auf der Grundlage hochauflösender Ensembles für zwei Emissionsszenarien	42
D05 Hydrologische Auswirkungen der Dürre in den Jahren 2018-2020 - Analyse von Lysimeterdaten und Beobachtungen in kleinen Einzugsgebieten	43
D06 Auswirkungen extrem trockener und nasser Jahre auf den Wasserhaushalt von Feuchtgrünland-Standorten im nordost-deutschen Tiefland	44
D07 Untersuchung der Beziehungen zwischen sequentiellen Dürren und der Fließgewässer-Stickstoffdynamik in Mitteldeutschland durch mechanistische Modellierung auf Einzugsgebietsebene.....	45
POSTER SESSION E: Wechselwirkungen zwischen hydrologischen Extremen und Risiken für den Menschen.....	46
E01 Regionalisierung von Starkniederschlägen mit verschiedenen Datentypen in Deutschland	46
E02 Heavy Tails in Extremniederschlägen: Welche Rolle spielen Saisonalität und Niederschlagsregime?	47
E03 Der Einfluss von Ereignis- und Einzugsgebietscharakteristika auf das Heavy-Tail-Verhalten von Hochwasser-Verteilungsfunktionen	48
E04 Einfluss von Nebenflüssen auf die Wiederkehrintervalle von Hochwässern.....	49
E05 Höhenabhängige Kompensationseffekte in der Schneeschmelze (Hochrhein 1950-2018)..	50
E06 A Convolutional neural network approach for urban pluvial flood susceptibility mapping: A case study in Berlin, Germany.....	51
E07 Untersuchung zum Einfluss der Zugrichtung von Starkregenzellen auf die Überflutungsgefährdung.....	52
E08 Untersuchung der Klimawandelfolgen auf Extremniederschläge und Sturzfluten für die Metropole Lagos in Nigeria	53
E09 Landwirtschaftliche Entscheidungsstrategien im Umgang mit hydro-klimatischen Risiken im Kilombero-Tal, Tansania.....	54
E10 Finding potential segments for dike relocation regarding economic assets, floodplain losses, and ecologically relevant areas	55
E11 Zur Entwicklung eines flexiblen Frühwarnsystems für kanalnetzbedingte Überschwemmungen.....	56
E13 Hydraulik- und Sedimenttransport-Information aus seismischen Daten: eine Chance, um Extremereignisse zu quantifizieren	57
E14 Von Twitter bis Buchhaltungsdaten – unkonventionelle Daten und ihr Mehrwert für die hydrologische Modellierung.....	58
E15 Die neue Arbeitsgruppe „Analyse Hydrologischer Systeme“ stellt sich vor.....	59
POSTER SESSION S: Wechselwirkungen zwischen der Hydrosphäre und anderen Teilen des Erdsystems.....	60
S01 Waldklimaentwicklung im Serrahner Bereich des Müritz- Nationalparks.....	60

S02	Quantifizierung von Fließwegen und Alter von Wasser in urbanen Einzugsgebieten durch stabile Isotope.....	61
S03	Die Beziehung zwischen Pedotransferfunktion und hydrolog. Modellverhalten	62
S04	Die zeitliche Dynamik stabiler Wasserisotope im Xylem ausgewachsener Bäume .	63
S05	Messung und Modellierung von Moorwasserständen zur Berechnung von Treibhausgasemissionen in drei bayerischen Moorstandorten (KliMoBay – Projekt)	64
S06	Detection and attribution of sub-seasonal streamflow trends to their hydro-meteorological drivers in Western vs. Eastern Norway.....	65
S07	Assessing the impact of climate change on major hydrological components of a Wadi system.....	66
S08	Climate change impacts on groundwater resources in the Lake Tana Basin, Ethiopia.....	67
S09	Effects of land use, topography, and soil on seasonal stream water quality at multiple spatial scales in a rural lowland catchment.....	68
S10	Drivers of Flood Trends in the United States	69
S11	Ereignisbezogene Messungen der Phosphorbelastung im Einzugsgebiet der Kielstau als Grundlage für die Entwicklung eines modellgestützten interaktiven Entscheidungswerkzeugs	70
POSTER SESSION P: Praxisbeispiele für disziplinübergreifende Ansätze und Lösungen ...		71
P01	Die widerstandsfähige intelligente Stadt: Mit Sensorik und Modellen pluviale Überflutungen des Straßenraums besser erfassen und gezielter managen	71
P02	Riesenbruchgraben – Spannungsfeld zwischen (Grund-) Hochwasserrisiko und Naturschutz	72
P03	Integrated Design and Planning Strategy for Flood Resilient Housing in Nepal	73
P04	Rekonstruktion der Wasserstandsdynamik von Söllen mittels Fernerkundung, Machine Learning und multivariater Statistik	74
P05	Hydrologische Interaktionen zwischen einer Windschutzhecke und Brombeerpflanzen in einem südafrikanischen Agroforstsystem.....	75
P06	How and why to walk the bridge between the social and the natural – Human-water perspectives from above and below the ground.....	76
POSTER SESSION I: Spezifisch interdisziplinäre methodische Innovationen		77
I01	Analyse der Datenqualität angeeichter Radardaten	77
I02	Citizen Science: Niederschlagsdaten von privaten Wetterstationen	78
I03	Auswirkungen der systematischen Unterschätzung von Niederschlagsextremwerten der DX- Radardaten.....	79
I04	Following the Cosmic-Ray-Neutron-Sensing-based soil moisture under grassland and forest: Exploring the potential of optical and SAR remote sensing.....	80
I05	Ableitung der Hauptbearbeitungsrichtung auf Ackerflächen aus offenen Fernerkundungsdaten zur Bestimmung des P-Faktors der Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung.....	81
I06	Korrektur der Bernoulli-Gleichung zur Anwendung auf ebene symmetrische Strömungsquerschnitte.....	82
I07	Abschätzung einer dynamischen Grundwasserneubildungsrate auf der Feldskala mit Hilfe von Bodenfeuchte aus Cosmic-ray Neutron Sensing	83

I Abstracts der Vorträge

SESSION: Impulsvorträge und Preisvorträge

Niedrigwasserkonzept / Niedrigwasserproblematik in Brandenburg

(1. Impulsvortrag)

Anke Herrmann

Leiterin Abteilung "Wasser und Bodenschutz" – Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz Brandenburg, Potsdam

Zusammenfassung

Brandenburg ist gewässerreich (ca. 34.600 km Fließgewässer, ca. 10.000 Seen, davon rund 3000 größer als 1 Hektar), aber mit einer negativen klimatischen Wasserbilanz wasserarm, verschärft durch die anthropogene Entwicklung, die mit der Melioration der Niederungen und einem weitreichenden künstlichen Staumanagement, Um-, Ab- und Überleitungen, Wasserentnahmen und Bergbaueinfluss einhergeht.

Neben einer wasserwirtschaftlichen Infrastruktur und einem Management, das auf Dürren und Niedrigwassersituationen nicht nur reagiert, sondern vorsorgend Wasserrückhalt- und Speicherung betreibt, müssen auch Starkregenereignisse eingeplant werden. Das Land wird für die Kommunen als Hauptakteure u. a. Datengrundlagen anbieten und beabsichtigt eine Förderung von Konzepten und Maßnahmen des kommunalen Starkregen-Risikomanagements:

Für das Management in Bezug auf sinkende Abflüsse und Grundwasserstände wurde zunächst das Landesniedrigwasserkonzept erarbeitet. Unterstützt u. a. durch Förderrichtlinien, Datengrundlagen und einen übergeordneten Koordinator sollten in den 16 Flussgebieten Niedrigwasserkonzepte erstellt und hinsichtlich der konkreten Maßnahmenumsetzung abgestimmt werden.

Des Weiteren ist ein Gesamtkonzept zur Anpassung der Wasserbewirtschaftung an den Klimawandel fachübergreifend in Erarbeitung. Das Gesamtkonzept verbindet alle fachübergreifenden Handlungsmöglichkeiten, lenkt und initiiert synergetische Maßnahmen, z. B. im Kontext des Waldumbaus, des Moorschutzes, einer zukunftsfähigen Landwirtschaft und des Schutzes wasserabhängiger Ökosysteme.

Es handelt sich bei der Anpassung der Wasserbewirtschaftung und der wasserwirtschaftlichen Infrastruktur um eine Zukunftsaufgabe für Generationen, die aber unmittelbar begonnen wird und einer stringenten Umsetzung und Einbeziehung aller Akteure bedarf.

**Bedeutung interdisziplinärer Fragen in der hydrologischen Praxis
(2. Impulsvortrag)**

Petra Herzog

Leiterin Abteilung "Quantitative Gewässerkunde" – Bundesanstalt für
Gewässerkunde, Koblenz

Wie wird ein Hochwasser zu Katastrophe? (3. Impulsvortrag)

Bruno Merz

Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ Potsdam, Sektion Hydrologie, Potsdam;

Zusammenfassung

Hochwasser weiten sich insbesondere dann zu Katastrophen aus, wenn Bevölkerung, Entscheidungsträger und Katastrophenschutz überrascht und unvorbereitet mit einer Extremsituation konfrontiert werden. Um gegen Überraschungen bestmöglich gewappnet zu sein, sollten Hochwasser-Risikoanalysen auch das Potenzial für Überraschungen ausloten. Dazu schlagen wir vor,

- Worst-Case-Szenarien und zusätzliche Ereigniswirkungen über Abflüsse und Überflutungsflächen hinaus zu betrachten, sowie
- eine kritischere Haltung gegenüber den eigenen Annahmen und Modellen einzunehmen.

Dieser umfassendere Ansatz kann auch die Grundlage für die Frage sein: „Was darf nicht passieren?“ bzw. „Was ist nicht akzeptabel?“. Es lassen sich bei Extremereignissen nicht alle Schäden verhindern, aber derart hohe Opferzahlen wie im Juli 2021 sind nicht hinnehmbar.

Wechselwirkungen der Hydrosphäre mit der Biosphäre: was kann integrierte ökohydrologische Modellierung leisten? (Vortrag zum dt.Hydrologiepreis 2021)

N. Fohrer¹, P. Wagner¹, J. Kiesel^{1,2,3}, B. Guse^{1,2}

¹Christian-Albrechts Universität zu Kiel, Hydrologie und Wasserwirtschaft, Kiel;

²Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ Potsdam, Sektion Hydrologie, Potsdam;

³Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), Berlin; ⁴Humboldt Universität zu Berlin, Berlin;

Zusammenfassung

Der Wasserkreislauf steht als zentrales verbindendes Element für zahlreiche Umweltphänomene. Es bestehen enge Schnittstellen zur Biosphäre. So prägt einerseits die Landnutzung die Wassermenge und -qualität und andererseits bestimmen diese die Qualität des aquatischen Lebensraums und die mögliche Artenvielfalt. Die ökohydrologische Modellierung versucht diese Interaktionen zu analysieren und unterstützt ein multikriterielles, nachhaltiges Management von Wasserressourcen. Besonders in Zeiten des Klimawandels bietet sie eine Möglichkeit der Multifunktionalität von Landschaften Rechnung zu tragen und über Szenarienanalysen mehrere Nachhaltigkeitsziele zu berücksichtigen.

Anhand von nationalen und internationalen Beispielen werden Modellkopplungen und ökohydrologische Modellkaskaden vorgestellt, die es ermöglichen Effekte von Landnutzungs- und Klimawandel auf die Wasserverfügbarkeit, die Wasserqualität und letztendlich den aquatischen Lebensraum abzubilden.

**Die Rolle von Energie und Information in der hydrologischen Modellierung
(Vortrag zum Preis 2021 für die beste Promotion in der Hydrologie)**

Ralf Loritz

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Wasser und Gewässerentwicklung, Bereich Hydrologie

Zusammenfassung

Hydrologische Systeme gehören zu einer Systemkategorie, die häufig als organisierte Komplexität bezeichnet wird. Dies bedeutet, dass weder rein deterministische noch rein statistische Verfahren geeignet sind um solche Systeme abzubilden. Basierend auf dieser Erkenntnis zeige ich, wie die konkurrierenden Modellansätze in der Hydrologie (konzeptionell (top-down) und physikalisch basiert (bottom-up)) zusammengeführt werden können. Die gewählten Methoden basieren dabei auf Konzepten aus der Thermodynamik und Informationstheorie und ermöglichen die Entwicklung von räumlich und zeitlich adaptiven Modellen. Diese Modelle haben das Ziel sowohl die Rechenzeiten als auch die generelle Abbildung von hydrologischen Systemen in unseren Modellen zu verbessern.

SESSION S1: Sphären / Ökohydrologie

S1-1 Einfluss von Klimaänderungen auf den Wasserhaushalt des Malawisees – die Rolle der Verdunstung und Auswirkungen auf die Energieversorgung

Klaus Vormoor¹, Lucy Mtilatila^{1,2}, Axel Bronstert¹

¹Institut für Umweltwissenschaften und Geographie, Universität Potsdam, Deutschland; ²Department of Climate Change and Meteorological Service, Ministry of Forestry and Natural Resources, Malawi; kvormoor@uni-potsdam.de

Zusammenfassung

Der Malawisee im semi-humiden Südosten Afrikas ist die Hauptwasserressource für den südlich ausfließenden Shire River, der eine tragende Rolle für die Stromversorgung in Malawi darstellt (98% der Stromproduktion des Landes wird hier generiert). Die Verfügbarkeit von Wasser für die Stromproduktion hängt stark vom Wasserhaushalt des Malawisees ab. Vor diesem Hintergrund haben wir mittels Datenanalyse und eines kombinierten Einzugsgebiets- (mHM) und Seewasserhaushaltsmodells den Einfluss jüngster und zukünftiger Klimaänderungen auf den Wasserhaushalt des Malawisees analysiert. Es zeigt sich, dass bereits kleine Änderungen im Niederschlag und der Verdunstung zu vergleichsweise großen Änderungen im Abfluss des Shire River führen. Besonders gefährdet ist die Wasserverfügbarkeit dabei in Zeiträumen, die von Dürre geprägt sind. Auch wenn die Trends zu weniger Niederschlag im Einzugsgebiet (noch) nicht signifikant sind, zeichnet sich ab, dass die Verdunstung über den See im Zuge steigender Temperaturen bereits signifikant zugenommen hat und auch in Zukunft weiter zunehmen wird. Die Ergebnisse belegen also, dass der Wasserhaushalt des Sees äußerst sensitiv (vor allem über die Verdunstung) auf Änderungen im Klima reagiert, wodurch die Stromproduktion stark beeinträchtigt wird. Insbesondere die Zukunftsszenarien deuten an, dass sich die Stromproduktion im Mittel um knapp 50 % reduzieren- und in Extremfällen nahezu komplett ausfallen könnte.

S1-2 Sind PFAS eine neue Klasse von Agrarchemikalien?

Matthias Gassmann¹, Falk Sandy², Brunn Hubertus³, Rückert Harald⁴, Berthold Georg⁴, Stahl Thorsten⁵

¹Universität Kassel, Deutschland; ²Landesbetrieb Hessisches Landeslabor, Wiesbaden; ³Landesbetrieb Hessisches Landeslabor, Gießen; ⁴Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Wiesbaden; ⁵Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Münsterland-Emscher-Lippe, Münster; gassmann@uni-kassel.de

Zusammenfassung

Obwohl per- und polyfluorierte Verbindungen (PFAS) hauptsächlich in industriellen Prozessen und Anwenderprodukten genutzt werden, wurden sie in den vergangenen Jahren oft in der Agrarumwelt nachgewiesen. In dieser Studie wird das Umweltverhalten von PFAS mit dem von Agrarchemikalien anhand dreier Studien verglichen:

- i) Eine Untersuchung von Klärschlamm und Kompost auf PFAS als potenzielle kontinuierliche Eintragsquelle auf landwirtschaftlichen Flächen: Die Ergebnisse zeigen, dass Klärschlamm eine Senke für langkettige PFAS darstellt und Kompost eher kurzkettige PFAS aufnimmt.
- ii) Simulation des Durchbruchs von PFAS in einem Lysimeter anhand des Pestizid-Leaching-Modells MACRO: Es kann festgehalten werden, dass das Verhalten zweier PFAS im Boden auf ähnliche Weise beschrieben werden kann wie das Verhalten von Pestiziden.
- iii) Untersuchung des Grundwassers, um die Allgegenwärtigkeit und das potenziell langfristige Vorhandensein der Verbindungen in der Umwelt zu untersuchen: In ca. 90 % der 364 Messstellen konnten PFAS nachgewiesen werden. PFOS und PFOA wurden in 45 %, die kurzkettigen PFAS in 29 % und die langkettigen PFAS in 5 % der Proben nachgewiesen.

Diese drei Studien zeigen, dass PFAS, verglichen mit Agrarchemikalien, ein ähnliches Ausbringungsverhalten, ein ähnliches Verhalten im Boden und eine ähnliche allgegenwärtige Verbreitung im Grundwasser haben. Der Unterschied zu Agrarchemikalien ist lediglich, dass PFAS nicht wesentlich in die Umwelt eingebracht werden.

S1-3 Die Selbstreinigung von Fließgewässern – ein Zusammenspiel hoch dynamischer Randbedingungen

Tobias Schütz, Henrik Krehenwinkel

Universität Trier, Deutschland; tobias.schuetz@uni-trier.de

Zusammenfassung

Stoffumsatzprozesse in Fließgewässern unterliegen in Ihrer Dynamik einem komplexen Zusammenspiel von hydraulischen, klimatischen und biologischen Prozessen, die speziell für Spurenstoffe bisher nur schwer prognostizierbar sind. In der Literatur werden dafür die lokalen Randbedingungen wie z. B. der Wasserstand, der Strahlungsinput oder auch die mikrobielle Aktivität einzeln oder in Kombination zur Erklärung beobachteter Abbauprozesse genutzt. Um vor dem Hintergrund der (teils unabhängigen) zeitlichen und räumlichen Variabilität der Randbedingungen die Vorhersagbarkeit des zeitlichen Eintretens von Selbstreinigungsprozessen in Fließgewässern zu verbessern, wurden für die vorliegende Studie sieben Gewässerabschnitte (1.5 - 3.5km) im Unterlauf von Kläranlagen über mehrere Monate hinweg regelmäßig (jeweils ~ 10 Kampagnen) longitudinal verteilt beprobt und auf die Dynamik der Nährstoffe und ausgewählter Pharmaka sowie der genannten Randbedingungen hin untersucht. Die Ergebnisse heben vor Allem die Wechselwirkungen zwischen den Randbedingungen hervor: So gehen z. B. Biomasse-Produktion und Veränderungen der Biodiversität von Biofilmen (DNA) alternativ mit hoher Nährstoffverfügbarkeit oder mit hoher Strahlungsverfügbarkeit einher, die Intensität des Abbaus pharmazeutischer Produkte (z. B. Diclofenac oder Ethinylestradiol) kann sowohl den Teilprozessen des Stickstoffkreislaufs, als auch den hydraulischen Randbedingungen oder der Energieverfügbarkeit zugeordnet werden.

S1-4 Detection of hidden model errors by combining single and multi-criteria calibration

Tobias Houska¹, Philipp Kraft¹, Florian Jehn¹, Konrad Bestian¹, David Kraus², Lutz Breuer¹

¹Justus-Liebig Universität Gießen, Deutschland; ²Karlsruher Institut für Technologie, Deutschland; tobias.houska@umwelt.uni-giessen.de

Zusammenfassung

Environmental models aim to reproduce landscape processes with mathematical equations. Observations are used for validation. The performance and uncertainties are quantified either by single or multi-criteria model assessment. In a case-study, we combine both approaches. We use a coupled hydro-biogeochemistry landscape-scale model to simulate 14 target values on discharge, stream nitrate as well as soil moisture, soil temperature and trace gas emissions (N₂O, CO₂) from different land uses. We reveal typical mistakes that happen during both, single and multi-criteria model assessment. Such as overestimated uncertainty in multi-criteria and ignored wrong model processes in single-criterion calibration. These mistakes can mislead the development of water quality and in general all environmental models. Only the combination of both approaches reveals the five types of posterior probability distributions for model parameters. Each type allocates a specific type of error. We identify and locate mismatched parameter values, obsolete parameters, flawed model structures and wrong process representations. The presented method can guide model users and developers to the so far hidden errors in their models. We emphasize to include observations from physical, chemical, biological and ecological processes in the model assessment, rather than the typical discipline specific assessments.

SESSION D1: Hydrologische Extreme / Dürren

D1-1 Gratwanderung zwischen Flut und Dürre. Alluvial farming am Ayeyarwady/Myanmar

Mariele Evers¹, Michelle Zülich², Linda Taft¹, Adrian Almoradie¹, Htike Htike³, Khin Kyu Kyu³

¹Universität Bonn, Bonn, Deutschland; ²Gewaesser-Experten, Lohmar, Deutschland;

³Myanmar Maritime University, Yangon, Myanmar; mariele.evers@uni-bonn.de

Zusammenfassung

Flussauen sind in vielen Regionen der Welt wichtige Standorte für landwirtschaftliche Produktion. In Monsun geprägten Regionen mit ausgeprägter Regenzeit werden saisonal die Überschwemmungsflächen genutzt, was die Ernährungssicherheit und das Einkommen insbesondere von landarmen Haushalten verbessern kann. Das *alluvial farming* profitiert von fruchtbaren Sedimentablagerungen, Restfeuchtigkeit des Bodens und gutem Zugang zu Wasser aus dem Fluss oder Grundwasser. Gleichzeitig müssen die Farmer*innen mit Hochwasserrisiken und hochdynamischen hydromorphologischen und hydrologischen Bedingungen umgehen.

Die Landwirtschaft ist der wichtigste Wirtschaftszweig in Myanmar und macht 38% des Bruttoinlandsprodukts aus. Wichtigste Produktionsgebiete sind die zentrale Trockenzone (CDZ) und das Ayeyarwady-Delta. Die CDZ ist jedoch besonders geprägt durch unregelmäßige Niederschläge, deutlich steigende Temperaturen, Dürren, Verschiebung der Regenzeit und extreme Hochwasserereignisse, was die landwirtschaftliche Produktion deutlich erschwert.

Mithilfe von Satellitenbildern, hydrologischen Daten, vor-Ort Kartierungen und Befragung von lokalen Expert*innen und Farmer*innen wurden Einflussfaktoren und die raum-zeitliche Dynamik des alluvialen Ackerbausystems identifiziert, die Wechselwirkungen zwischen Hoch- und Niedrigwasser und der Umgang mit diesen Risiken untersucht und Anpassungsstrategien identifiziert.

D1-2 Die Niedrigwasserjahre 2018, 2019 und 2020: Analysen und Auswirkungen für das Land Berlin

Benjamin Creutzfeldt, Ina Pohle, Sarah Zeilfelder, Johannes Birner, Antje Köhler, Dörthe von Seggern, Matthias Rehfeld-Klein

Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz;
benjamin.creutzfeldt@senuvk.berlin.de

Zusammenfassung

Die Jahre 2018, 2019 und 2020 waren in Berlin extrem warm und trocken. Die Auswirkungen auf die hydro(geo)logische Situation, die Wasserbeschaffenheit und die Hydrobiologie sowie die Wasserbewirtschaftung wurden durch eine integrative und interdisziplinäre Analyse untersucht.

In ihrer Aufeinanderfolge stellten die drei Trockenjahre für Berlin eine außergewöhnliche Situation mit sehr niedrigen Durchflüssen, Bodenfeuchten sowie Grund- und Seewasserständen dar. Geringe Durchflüsse führten zu hohen Abwasseranteilen im Gewässersystem und bedingten erhöhte Nährstoff- und Spurenstoffkonzentrationen. Mischwasserüberläufe nach Starkregenereignissen führten aufgrund geringer Durchflüsse und hoher Wassertemperaturen zu andauernd niedrigen Sauerstoffkonzentrationen und negativen Effekten auf die Gewässerökologie.

In Berlin und den Einzugsgebieten der Spree und Havel wurden wasserwirtschaftliche Maßnahmen ergriffen. Zur Beurteilung von Abwasseranteilen und Erfassung von Rückströmungen wurde ein Sondermessprogramm zu Spurenstoffen durchgeführt.

Bereits unter derzeitigen Bedingungen ist das Land Berlin vulnerabel hinsichtlich Niedrigwasser, jedoch konnte die Trinkwasserversorgung jederzeit sicher gewährleistet werden. Zusätzliche wasserwirtschaftliche Herausforderungen für Berlin ergeben sich durch Klimawandel, Bevölkerungswachstum, Strukturwandel und dem Braunkohleausstieg. Berlin arbeitet an dem Masterplan Wasser, um diesen zu begegnen.

D1-3 Sinkende See- und Grundwasserspiegel in Nordostdeutschland: Trends, Ursachen und Prognose

Gunnar Lischeid

ZALF, Deutschland; lischeid@zalf.de

Zusammenfassung

Angesichts der aktuellen Absenkungen der Grund- und Seewasserspiegel in Nordostdeutschland besteht Bedarf einer soliden Abschätzung des Niedrigwasserrisikos für die nächsten Jahre bis Jahrzehnte. Dafür ist weder eine Extrapolation von beobachteten Trends noch die Anwendung von vereinfachten Regionalmodellen ausreichend.

Die räumliche Heterogenität der Grundwasserganglinien in einer Region (bis zu einigen 10.000 km²) lässt sich sehr effizient mit einer Hauptkomponentenanalyse der Ganglinien erfassen. Dabei entfällt der größte Teil der räumlichen Varianz auf die unterschiedlich starke Dämpfung des Signals der Grundwasserneubildung. Letztere erwies sich bei einer zeitlichen Auflösung von Wochen oder Monaten auch für größere Regionen als überraschend homogen. Die Dämpfung variiert zwischen verschiedenen Grundwassermessstellen in Abhängigkeit von der Mächtigkeit und der Beschaffenheit der ungesättigten Zone. Je stärker die Dämpfung ist, desto ausgeprägter sind auch Gedächtnis-Effekte. An Messstellen mit der stärksten Dämpfung haben die Grundwasserdruckhöhen seit etwa 40 Jahren kontinuierlich abgenommen. Somit hat sich das Phänomen fallender Wasserstände nicht erst in den letzten Jahren entwickelt, sondern setzt auf einem langjährigen Trend im tieferen Grundwasser auf. Eine baldige Umkehr dieses Trends wäre auch im Falle einiger sehr nasser Jahre sehr unwahrscheinlich. Deshalb ist in der Region mit einem weiterhin ansteigenden Niedrigwasserrisiko zu rechnen.

D1-4 Viel, zu wenig... Hochwasser, Niedrigwasser, Kommunikation - wo die Klimafolgenforschung (nicht) versagt hat

Hagen Koch, Anne Gädeke, Tobias Conradt, Fred Hattermann
PIK Potsdam, Deutschland; Hagen.Koch@pik-potsdam.de

Zusammenfassung

In den letzten Jahren wurden weltweit, aber auch in vielen Regionen Deutschlands, Extremereignisse (Starkniederschläge, Hoch- und Niedrigwasser/Dürren) beobachtet, welche (sowohl umgangssprachlich als auch wissenschaftlich begründet) häufig als Jahrhundert-, Jahrtausend- oder ganz allgemein als niemals zuvor beobachtete Ereignisse bezeichnet wurden.

Neben der natürlichen Klimavariabilität wird immer häufiger der Klimawandel als wichtiger Grund für derartige Extremereignisse aufgeführt. Somit stellt sich die Frage, ob bzw. inwieweit in den letzten (beiden) Jahrzehnten durchgeführte Studien zu Klimafolgen in den Bereichen Hydrologie und Wasserbewirtschaftung derartige Extremereignisse ausweisen.

Ausgewählte beobachtete Hoch- und Niedrigwasser, rezent sowie je nach Datenverfügbarkeit zurück bis zum Jahr 1900, werden mit Ergebnissen aus Klimaimpaktstudien (Klimafolgenforschung) verglichen. Dabei geht der Blick von einer gesamtdeutschen Übersicht zum Elbeeinzugsgebiet und endet mit Analysen zum Spreeeinzugsgebiet.

Neben dem Vergleich ausgewählter beobachteter Hoch- und Niedrigwasser mit Ergebnissen aus Klimaimpaktstudien wird versucht, Probleme in der bisherigen Kommunikation dieser Studienergebnisse darzustellen.

SESSION H1: Hydrologische Extreme / Niederschlag

H1-1 Deutschlandweite regionalisierte synthetische Niederschläge für die Stadtentwässerung

Uwe Haberlandt

Leibniz Universität Hannover, Deutschland; haberlandt@iww.uni-hannover.de

Zusammenfassung

Für die Planung von Stadtentwässerungssystemen mittels mathematischer Simulationsmodelle werden lange, kontinuierliche, zeitlich hochaufgelöste Niederschlagsreihen benötigt. Da beobachtete Zeitreihen nicht flächendeckend vorliegen, können als gute Alternative synthetische Niederschlagsreihen verwendet werden. Hier werden Ergebnisse eines Forschungsprojektes vorgestellt, welches sich mit der Untersuchung von Niederschlagsmodellen zur Erzeugung von synthetischen Niederschlägen für stadthydrologische Anwendungen beschäftigt hat. In einer ersten Phase wurden drei Niederschlagsmodelle niederschlagsseitig für die Bundesländer Niedersachsen und Baden-Württemberg und abflusssseitig auf Basis hydrologischer und hydraulischer Simulationen für die Kanalnetze der Städte Hamburg, Braunschweig und Freiburg getestet. In einer zweiten Phase wurden dann zwei ausgewählte Modelle unter Verwendung der Daten von 800 Niederschlagsstationen für ganz Deutschland regionalisiert und für 45 ausgewählte repräsentative Standorte über Statistiken von Niederschlag und simulierten Abfluss validiert. Die Ergebnisse zeigen die Überlegenheit der synthetischen Niederschläge im Vergleich zu einem Praxisszenario, welches immer die nächstgelegene verfügbare Station zur Datenlieferung verwendet. Die Niederschlagsmodelle stehen jetzt zur Erzeugung synthetischer Niederschlagsreihen für beliebige Punkte in Deutschland auf einer Softwareplattform für die wasserwirtschaftliche Praxis zur Verfügung.

H1-2 Unsicherheiten bei der Sturzflutmodellierung

Markus Weiler, Andreas Steinbrich, Hannes Leistert, Andreas Hänsler

Professur für Hydrologie, Universität Freiburg, Deutschland;
markus.weiler@hydrology.uni-freiburg.de

Zusammenfassung

In den letzten Jahren wurden in verschiedenen Bundesländern Ansätze entwickelt, um mögliche auftretende Sturzfluten durch Starkregen vorherzusagen, bzw. räumliche Bemessungsgrundlagen zu erstellen. Dabei werden häufig relativ einfache hydrologische Modellansätze gewählt, gleichzeitig aber recht komplexe hydraulische Modelle verwendet. Diese Studie soll an verschiedenen Beispielen zeigen, welche Unsicherheiten bei der Sturzflutmodellierung, sei es für beobachtete Ereignisse oder für Bemessungseignisse besonders relevant sind und welche somit explizit berücksichtigt werden sollten, damit die relevanten Unsicherheiten berücksichtigt werden können. Dabei werden nicht nur einzelne Aspekte untersucht, wie zum Beispiel die Wahl der Modelle oder Berücksichtigung von verschiedenen Prozessen der Abflussbildung und Abflusskonzentration, sondern auch kombinierte Effekte, die in einer gemeinsamen Unsicherheitsanalyse analysiert werden sollten. Dazu gehören unter anderem die Vorbedingungen (Vorfeuchte), die Niederschlagseigenschaften (Dauer, Verlauf), die Oberflächeneigenschaften und Bedingungen (Vegetationsbedeckung, Oberflächenabflussprozesse) wie auch die verschiedenen wasserbaulichen Einflüsse (z.B. Siedlungsentwässerung).

H1-3 Reconciling the extreme precipitation-flood paradox in a warming climate

Manuela Brunner¹, Daniel Swain², Raul Wood³, Florian Willkofer³, James Done², Eric Gilleland², Ralf Ludwig³

¹Environmental Hydrological Systems, University of Freiburg, Freiburg, Germany;

²National Center for Atmospheric Research, Boulder CO, USA; ³Department of Geography, Ludwig-Maximilians University Munich, Munich, Germany;

manuela.brunner@hydrology.uni-freiburg.de

Zusammenfassung

There is clear evidence that precipitation extremes will increase in a warming climate. However, the hydrologic response to this increase in heavy precipitation is more uncertain - and there is little historical evidence for systematic increases in flood magnitude despite observed increases in precipitation extremes. These dual realities yield a paradox with considerable practical relevance: will the divergence between extreme precipitation increases and flood severity persist, or are land-surface processes at work? Here, we investigate how flood magnitudes in hydrological Bavaria change in response to warming using a single model initial condition large climate ensemble coupled to a hydrological model (hydro-SMILE). We find that there exists an extremeness threshold, i.e. a return interval threshold, above which precipitation increases clearly yield increased flood magnitudes, and below which flood magnitude is modulated by land surface processes. Our findings help reconcile climatological and hydrological perspectives on changing flood risk in a warming climate, and highlight the importance of large ensembles.

SESSION D2: Hydrologische Extreme / Dürren

D2-1 Dürren und ihre Compounds: Extrema, Synchronizität und Trendverhalten

Eva Paton¹, Pedro Alencar¹, Johannes Vogel^{1,2}, Thomas Nehls¹, Björn Kluge¹

¹TU Berlin, Deutschland; ²Uni Potsdam, Deutschland; eva.paton@tu-berlin.de

Zusammenfassung

In der derzeitigen Wahrnehmung werden die Sommer länger, stärker und heißer – sowohl im ländlichen als auch im urbanen Raum, wo im dicht bebauten Gebiet Hitzeinseln den Effekt verstärken. Um das Ausmaß der Dürre bewerten zu können, wurde ein Klimadatensatz für ganz Deutschland für den Zeitraum 1950-2019 bezüglich Niederschlagsdefiziten, niederschlagsfreien Phasen, Hitzewellen und Compounds einschließlich Blitzdürren ausgewertet. Die Analyse zeigt eine große Heterogenität innerhalb von Deutschland im urbanen Raum: in den meisten Städten trat 2018 eine schwere und lange Dürre auf, gleichzeitig war das Jahr 2018 nur bei einem Drittel der Städte unter den drei Jahren mit den längsten Dürren. Bei einigen mitteldeutschen Städten kann man eine klare Zunahme an Dürremonaten verzeichnen, andere Städte eher im Norden und Nordwesten zeigen nur in den letzten 2 Dekaden eine Zunahme oder gar keinen Trend. Die Compoundanalyse lässt für die meisten Städte eine starke Zunahme erkennen, besonders in den letzten zwei Dekaden, was hauptsächlich auf die deutschlandweit verbreitete Zunahme von Hitzewellen zurückzuführen ist. Ein ähnliches Bild ergibt sich bei der Compoundanalyse von langen, niederschlagsfreien Phasen und dem gleichzeitigen Auftreten von Hitzeperioden. Bei der Untersuchung von Blitzdürren zeigte ein Ensemble-Ansatz den konsistentesten Weg ihrer Identifizierung; ihr Trendverhalten ist jedoch wegen Datenlimitierung nur bedingt bestimmbar.

D2-2 Die Intensivierung von Dürre und ihre Folgen

Kerstin Stahl, Veit Blauhut, Michael Stoelzle, Sylvia Kruse

Universität Freiburg, Deutschland; kerstin.stahl@hydrology.uni-freiburg.de

Zusammenfassung

Die Dürreereignisse der letzten Jahre in Deutschland hatten weitreichende Folgen. Der Beitrag analysiert die Entwicklung der Gefährdung der Wasserverfügbarkeit durch hydrologische Dürre, ihre Folgen und den Umgang mit den daraus resultierenden Risiken der letzten Jahre. Für das Bundesland Baden-Württemberg wurden hierzu nicht nur hydrometeorologische und hydrologische Daten, sondern auch die Betroffenheit und der Umgang mit Dürre, u.a. von Trinkwasserversorgung und Wasserkraftnutzung, und mit verbundenen Einschränkungen und Konflikten untersucht. Daten hierzu wurden aus dem Umweltmonitoring, aus verschiedenen Umfragen und aus kodierte Wirkungsberichten gewonnen und zeitlich und räumlich analysiert. Ein Vergleich der hydrologischen Situation der Sommerdürren von 2003, 2015 und 2018 zeigt zunächst eine Zunahme der Dauer unter Schwellenwerten bei Oberflächen und Grundwasservorkommen. Entsprechend nahm auch die Bandbreite an berichteten Auswirkungen auf Natur und Gesellschaft und daraus resultierend die mediale und administrative Aufmerksamkeit zu. Einschränkungen von Nutzungsrechten wie des Gemeingebrauchs nahmen zu und Nutzungskonflikte wurden insbesondere im Dürrejahr 2018 registriert. Obwohl die Erfahrung dieser Ereignisse nun die Planung einer Reihe an Einzelmaßnahmen anstoßen, zeigten sie insbesondere einen deutlichen Nachholbedarf im gesamtheitlichen Umgang mit den sektorübergreifenden Risiken durch Trockenheit und Dürre auf.

D 2-3 Aufteilung von Niederschlag in “blaues” und “grünes” Wasser unter extremer Trockenheit – Notwendigkeit für ein nachhaltiges Land- und Wassermanagement in Tieflandeinzugsgebieten im Klimawandel

Doerthe Tetzlaff^{1,2}, Aaron Smith², Lukas Kleine^{1,2}, Chris Soulsby^{2,3}

¹Department of Geography, Humboldt-Universität zu Berlin, Rudower Chaussee 16, 12489 Berlin, Germany; ²Department of Ecohydrology, Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, Müggelseedamm 310, 12587 Berlin, Germany; ³Northern Rivers Institute, University of Aberdeen, St. Mary's Building, Kings College, Old Aberdeen, AB24 3UE, UK; d.tetzlaff@igb-berlin.de

Zusammenfassung

Wir integrierten hydrometrisches Monitoring, Isotopen-Tracing und ökohydrologische Modellierung im Langzeit-Untersuchungsgebiet Demnitzer Mühlenfließ (DMC, 66 km²) im SO Brandenburgs, um Wechselwirkungen zwischen grünen (Verdunstung und Transpiration) und blauen Wasserflüssen (Grundneubildung und Oberflächenabfluss) zu untersuchen. Interessanterweise konnten wir die Dürre seit 2018 und Recoveryperioden messen und simulieren. Früher wurde hier für Acker- und Forstwirtschaft entwässert und intensiv genutzt; dies reduzierte die Grundwasserneubildung, führte zu einem schnell reagierenden Abflussregime und bei Dürren zur Austrocknung des Baches. Jüngste Restorationsmaßnahmen konzentrierten sich auf die Wiederherstellung von Feucht- und Moorgebieten, um die Abflussreaktion zu dämpfen und die Grundwasserneubildung zu erhöhen. Zusätzlich wurden Biber wieder angesiedelt, was zur Wiederauffeuchtung beitrug. Die Nutzung von Isotopendaten und tracer-gestützten, ökohydrologischen Modellen zeigt, dass grüne Wasserflüsse von Grasland < Acker < Wald zunehmen, während die Auswirkungen auf die blauen Wasserflüsse von der Topologie im Einzugsgebiet abhängen. Dürreauswirkungen waren zudem persistenter unter Grasland. Solch quantitative ökohydrologischen Studien sind nötig für die Landnutzungsplanung, um zukünftig einen optimalen Ausgleich zwischen Acker- und Forstwirtschaft sowie der Sicherung der Grundwasserneubildung und Abflüsse zu gewährleisten.

SESSION H2: Hydrologische Extreme / Hochwasser, Klimawandel und Kommunikation

H2-1 Was ist der Beitrag des Klimawandels zu den beobachteten hydroklimatischen Extremen in Mitteleuropa? Methoden zur Attribution und Detektion von Klimawandelfolgen

Fred F. Hattermann¹, Michel Wortmann¹, Kai Schröter², Christoph Menz¹, Peter Hoffmann¹, Hagen Koch¹

¹Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung; ²Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum; hattermann@pik-potsdam.de

Zusammenfassung

Durch den Anstieg der globalen Temperatur und dem damit verbundenen Anstieg der verfügbaren Energie im Klimasystem der Erde wird eine Intensivierung des hydrologischen Kreislaufs postuliert. Tatsächlich lässt sich global ein Anstieg der Extremereignisse beobachten. Betrachtet man aber die regionale Skala, dann ist die Detektion und Attribution der Klimawandelfolgen mit vielen Schwierigkeiten verbunden, welche zum einen mit der Datenverfügbarkeit zusammenhängen, zum Beispiel wenn es um Starkniederschläge geht, zum anderen aber auch damit, dass die Trennung verschiedener Einflussfaktoren mit Problemen verbunden ist, wie es z.B. bei Hochwassern und Dürren der Fall ist. Die aktuellen Hochwasser und Dürreereignisse in Mitteleuropa und Deutschland zeigen aber, dass neben der Vermeidung des Klimawandels auch die Anpassung von existentieller Bedeutung ist, und dies nicht nur an die zukünftigen, sondern auch an die schon jetzt gestiegenen Klimarisiken.

In unserem Beitrag stellen wir verschiedene probabilistisch-deterministische Methoden zur Detektion und Attribution von Klimawandelfolgen vor. Ein Fokus ist dabei neben dem wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn auf der Anwendung und der Zusammenarbeit mit öffentlichen und privaten Unternehmen, z.B. mit Wasserversorgern und dem Versicherungssektor. Als ein Ergebnis der Studien zeigt sich u.a., dass sich in Teilen Mitteleuropas die Auftretenswahrscheinlichkeit für ein bisheriges 100-jähriges Hochwasser schon verdoppelt hat.

H2-2 Kommunikation von Unsicherheiten bei der Vorhersage von Hochwasser in kleinen Einzugsgebieten anhand hydrologischer Ensemblevorhersagen

Jens Grundmann¹, Achim Six², Andy Philipp², Uwe Müller²

¹Technische Universität Dresden, Professur für Hydrologie; ²Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Landeshochwasserzentrum Sachsen;
jens.grundmann@tu-dresden.de

Zusammenfassung

Verlässliche Warnungen und Vorhersagen von extremen Niederschlägen und daraus resultierendem Hochwasser sind eine wichtige Voraussetzung für die Katastrophenabwehr. Besonders für kleine Einzugsgebiete sind Warn- und Vorhersagesysteme aufgrund der kurzen Reaktionszeit der Einzugsgebiete und den Unsicherheiten der meteorologischen Vorhersage eine Herausforderung. Daher sind Ensemblevorhersagen des Niederschlags eine Möglichkeit, diese inhärenten Unsicherheiten abzubilden. Basierend auf dem Vorhersagesystem ICON/COSMO-D2-EPS des Deutschen Wetterdienstes, prozessieren wir mit einem Niederschlags-Abfluss-Modell ein hydrologisches Vorhersageensemble, das aus 20 Mitgliedern besteht und Vorwarnzeiten bis zu 27 Stunden ermöglicht. In einem anschließenden Postprocessing wird das Ensemble für eine webbasierte Präsentation aufbereitet. Hierfür wurden in einer Serie von Workshops mit lokalen Einsatzkräften des Katastrophenschutzes und den Wasserbehörden verschiedene Möglichkeiten zur Visualisierung der Unsicherheitsinformationen erarbeitet und bewertet. Dies führte in einem iterativen Prozess zum aktuellen Design des webbasierten Demonstrators, der derzeit für drei Pilotregionen unterschiedlicher hydrologischer Charakteristik in Sachsen operationell getestet wird (<http://howa-innovativ.hydro.tu-dresden.de/WebDemoLive/>). Neben Layout und technischen Fragen werden erste Erfahrungen und Ergebnisse des Demonstrators anhand von Hochwasserereignissen in 2021 in den Pilotregionen vorgestellt.

H2-3 Klimaanpassung in Kommunen – Interdisziplinäre und sektorübergreifende Betrachtung in einem Entscheidungsunterstützungssystem

Mark Braun

Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen (FiW) e. V., Deutschland; braun@fiw.rwth-aachen.de

Zusammenfassung

In den vergangenen Jahren sind in Deutschland immer wieder klimatische Extremereignisse aufgetreten. Überschwemmungen infolge von Flusshochwasser und Starkregen führen regelmäßig zu hohen Sach- und Personenschäden. Auf der anderen Seite haben langanhaltende Trocken- und Hitzeperioden negative Effekte auf Bevölkerung und Ökologie. Auch die regionale Wirtschaft am Rhein wird, wie z.B. beim Niedrigwasserereignis im Hitzesommer 2018, durch die klimatischen Veränderungen immens beeinträchtigt, wenn die Transportkapazitäten der Binnenschifffahrt eingeschränkt werden.

Das BMBF-Forschungsprojekt R2K-Klim+ widmet sich der interdisziplinären und sektorübergreifenden Bewertung von Klimafolgen und möglichen Anpassungsmaßnahmen. Primäres Ziel ist die Entwicklung eines Entscheidungsunterstützungssystems für Kommunen, das diese zu einer fachlich fundierten Anpassung an den Klimawandel befähigt, vor allem im Bereich der wassersensiblen Stadtentwicklung. Hierbei sind jedoch auch andere betroffene Akteure, wie Unternehmen oder die Öffentlichkeit, aktiv mit einzubinden.

Um ein ganzheitliches Bild der direkten und indirekten Auswirkungen von Klimafolgen zu erhalten, ist eine Bewertung auf verschiedenen Skalen erforderlich. Ökonomische, ökologische und soziale Folgen sollen in einer gemeinsamen Vulnerabilitätsanalyse analysiert, quantifiziert und somit auch vergleichbar gemacht werden. Sind die vulnerablen Bereiche ermittelt, werden anschließend passende Anpassungsmaßnahmen vorgeschlagen.

H2-4 Hydraulische Analyse von Hochwassergefährdung im Ahrtal unter Berücksichtigung historischer Ereignisse

Sergiy Vorogushyn, Heiko Apel

Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ), Deutschland; vorogus@gfz-potsdam.de

Zusammenfassung

Die Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 hat in Rheinland-Pfalz und Nordrheinwestfalen bislang über 180 Todesopfer gefordert und Milliarden Schäden hinterlassen. Das Ahrtal traf das Hochwasser viele Leute unerwartet. Ein möglicher Grund dafür ist, dass die aktuellen Hochwassergefährdungskarten für HQextrem bei weitem nicht das aktuelle Ausmaß des Ereignisses von 2021 widerspiegeln. Die zugrunde gelegte Extremwertstatistik scheint die historischen Ereignisse von 1804, 1910, 1918 und 1920 nicht zu berücksichtigen. In diesem Beitrag stellen wir die Abschätzung der Hochwassergefährdung für HQ200 (HQextrem) sowie des Juli Ereignisses mit einem schnellen 2D raster-basierten Überflutungsmodell vor. Dabei legen wir die Extremwertstatistik unter Berücksichtigung historischer Hochwasser zugrunde. Die Ergebnisse zeigen, dass die Jährlichkeit vom Juli-Hochwasser bei der erweiterten Zeitreihe deutlich zurückgeht. Das Potential des GPU-basierten 2D Modells für eine operationelle Ereignissimulation und für Erweiterung der hydrologischen Modellvorhersagen und Frühwarnung wird beleuchtet.

SESSION S2: Sphären / Ökohydrologie

S2-1 Welche Erkenntnisse lassen sich aus ökohydrologische Modellkaskaden ableiten?

**Björn Guse^{1,2}, Jens Kiesel^{2,3}, Yueming Qu², Karan Kakouei³, Naicheng Wu²,
Sonja Jähnig^{3,4}, Nicola Fohrer²**

¹Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ Potsdam, Sektion Hydrology, Potsdam;

²Christian-Albrechts Universität zu Kiel, Hydrologie und Wasserwirtschaft, Kiel;

³Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), Berlin; ⁴Humboldt Universität zu Berlin, Berlin; bfhguse@gfz-potsdam.de

Zusammenfassung

Hydrologie und Ökologie sind eng verzahnt in aquatischen Ökosystemen. Die raumzeitliche Variabilität von Abfluss und Wasserqualitätsvariablen beeinflusst die Habitatauswahl für aquatische Arten. Insbesondere extreme Bedingungen regulieren die Häufigkeit und die Verbreitung dieser Arten.

Dieser Beitrag fasst die Erkenntnisse aus verschiedenen Studien mit komplexen Modellkaskaden im Einzugsgebiet der Treene/ Schleswig-Holstein zusammen und zeigt,

- wie hydrologische und ökologische Modelle gekoppelt werden;
- dass Modellkaskaden auf verschiedenen Skalen vom Einzugsgebiet bis zu Gewässerquerschnitten angewendet werden;
- dass die ökohydrologischen Modellkaskaden auf verschiedene Artengruppen (Fische, Makrozoobenthos, Phytoplankton) angewendet werden und dass der Einfluss von veränderten hydrologischen Bedingungen stark artenspezifisch ist;
- welche die wichtigsten Einflussfaktoren für das Auftreten und die Verbreitung von Arten sind;
- dass eine artenspezifische Optimierung der hydrologischen Modelle erforderlich ist;
- welchen Einfluss Landnutzungs- und Klimaänderungen auf hydrologische Größen und das Vorkommen von Arten haben;

Zukünftig werden die Herausforderungen darin bestehen, die Verknüpfung zwischen hydrologischen und ökologischen Modellen weiter zu verbessern und weitere ökologisch relevante Faktoren in hydrologischen Modellen zu berücksichtigen, um die derzeitige und die zukünftige Verbreitung von aquatischen Arten zu simulieren.

S2-2 Modellierung von Wechselwirkungen zwischen Hydrosphäre, Biosphäre und Anthroposphäre: Kopplung des hydrologischen Modells SWAT mit dem Landnutzungsmodell CLUE-s

Paul Wagner, Nicola Fohrer

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Deutschland; pwagner@hydrology.uni-kiel.de

Zusammenfassung

Hydrosphäre, Biosphäre und Anthroposphäre sind durch Landnutzungsänderungen eng miteinander verbunden. Wechselwirkungen zwischen diesen Sphären werden in der hydrologischen Modellierung jedoch selten berücksichtigt. Ziel dieses Beitrags ist es deshalb, das hydrologische Modell SWAT mit dem Landnutzungsmodell CLUE-s zu koppeln. Die Kopplung erfolgt in beide Richtungen auf jährlicher Basis, so dass Wechselwirkungen abgebildet werden können. So werden einerseits dynamische Landnutzungsänderungen aus CLUE-s in SWAT integriert und andererseits räumlich verteilte hydrologische Variablen aus SWAT in CLUE-s genutzt. Als Untersuchungsgebiet dient ein meso-skalisches Einzugsgebiet oberhalb der Stadt Pune in Indien. Die Integration der dynamischen Landnutzungsänderungen in SWAT bewirkt eine bessere Abbildung der Wasserflüsse gegenüber der Verwendung einer statischen Landnutzung. Ebenso verbessert die Integration der hydrologischen Variablen aus SWAT in CLUE-s die Modellgüte des Landnutzungsmodells. Das gekoppelte Modellsystem ermöglicht insbesondere eine genauere Abbildung von Wechselwirkungen und menschlichen Einflüssen. So können in Abhängigkeit von der Wasserverfügbarkeit, Annahmen über die Aufgabe von landwirtschaftlichen Flächen getroffen werden (z.B. Ernteausfall in zwei aufeinanderfolgenden Jahren) und ihre Auswirkungen auf die Landnutzungsentwicklung (z.B. Verlagerung der Landwirtschaft, Nutzungsänderung der aufgegebenen Flächen) analysiert werden.

S2-3 Wie gut können Landoberflächenmodelle den Tagesgang der Verdunstung modellieren?

Maik Renner¹, Axel Kleidon², Martyn Clark³, Bart Nijssen⁴, Marvin Heidkamp⁵, Martin Best⁶, Gab Abramowitz⁷

¹Max-Planck Institut für Biogeochemie, Jena; jetzt am Landesamt für Umwelt Brandenburg, Hochwassermeldezentrale, Frankfurt (Oder); ²Max-Planck Institut für Biogeochemie, Jena; ³Centre for Hydrology, University of Saskatchewan, Canmore, Alberta, Kanada; ⁴Department of Civil and Environmental Engineering, University of Washington, Seattle, Washington, USA; ⁵Max-Planck Institut für Meteorologie, Hamburg; ⁶Met Office, Exeter, Großbritannien; ⁷ARC Centre of Excellence for Climate Extremes, University of New South Wales, Sydney, New South Wales, Australien; pwagner@hydrology.uni-kiel.de

Zusammenfassung

Bei der Modellierung der Verdunstung sind viele Wechselwirkungen auf unterschiedlichen Skalen zu berücksichtigen. Eine besondere Rolle spielt dabei der Tagesgang, der jedoch oft nicht direkt in Modellevaluationen herangezogen wird.

Hier nutzen wir Ergebnisse von 13 Landoberflächenmodellen an 20 Standorten mit Eddy-Kovarianz Messtürmen (PLUMBER). Wir evaluieren den Tagesgang der Verdunstung und weiterer Wärmeflüsse an wolkenlosen Tagen mit einer signaturbasierten Metrik, die den linearen Zusammenhang und die Phasenverschiebung der Wärmeflüsse zur Sonneneinstrahlung beschreibt.

Alle Modelle weisen große Abweichungen in der täglichen Magnitude der Verdunstung auf, was auf ungenügende Beschreibungen der Wasserverteilung am Standort hinweist. Neu ist, dass auch die Form des Tagesgangs, gemessen an der Phasenverschiebung zur Sonneneinstrahlung nur sehr schlecht wiedergegeben wird. Das beste Modell hat eine Übereinstimmung von nur 33%, bezogen auf die Messstationen unter unterschiedlichen Feuchtebedingungen.

Systematische Abweichungen deuten auf eine ungenügende Lösung der Energiebilanzgleichung hin, insbesondere wie im Modell die Wärme im Bestand und Untergrund verteilt wird. Eingebettet in Wetter- und Klimamodelle pflanzen sich solche systematischen Abweichungen an der Oberfläche in weitere Kompartimente und Zeitskalen fort. Die vorgestellte diagnostische Modellevaluation erlaubt es kritische Wechselwirkungen in Modellen zu prüfen und somit auch gezielt zu verbessern.

**S2-4 Der Sommer 2018 und seine Folgen: Ökohydrologie im TERENO
Observatorium Nordostdeutschland**

Theresa Blume, Daniel Balanzategui, Lisa Schneider, Daniel Rasche, David Steger, Ingo Heinrich, Markus Morgner, Andreas Güntner

GFZ, Deutschland; blume@gfz-potsdam.de

Zusammenfassung

Ökohydrologische Folgen trockener Sommer sind schwer abzuschätzen und lassen sich nur durch umfassendes Monitoring über längere Zeiträume in den nötigen Kontext setzen. Mehrjähriges Monitoring im TERENO Observatorium Nordostdeutschland im Müritz Nationalpark umfasst Messungen in unterschiedlichen Waldbeständen (Kiefer, Buche, Eiche, Mischwald). Ausgewählte Hangtransekten erlauben zusätzlich eine Abschätzung der Folgen unterschiedlicher Grundwasserverfügbarkeit. Eine Vielzahl von Variablen werden zeitlich hochauflösend gemessen: Bestandesniederschlag und Stammabfluss, Saftfluss, Baumwachstum, Bodenfeuchteprofile bis in 2 m Tiefe, Grundwasserdynamik und Gesamt-Wasserspeicheränderungen.

Dieser Beitrag liefert eine Zusammenschau der Beobachtungen während des Extremsommers 2018 und diskutiert die Folgen für Vegetation und Wasserhaushalt.

SESSION A1: Aktuelle hydrologische Extreme / Aktuelle Extremereignisse

A1-1 Hydro-klimatologische Einordnung der Stark- und Dauerniederschläge in Teilen Deutschlands im Zusammenhang mit dem Tiefdruckgebiet „Bernd“ vom 12. bis 19. Juli 2021

Andreas Becker, Vanessa Fundel, Ulrich Blahak

Deutscher Wetterdienst, Deutschland; andreas.becker@dwd.de

Zusammenfassung

Im Zusammenhang mit dem Tief "Bernd" traten in Deutschland und den Nachbarländern insbesondere im Zeitraum 12. bis 15.07.21 regional sehr ausgeprägte Starkregenereignisse auf. Diese führten insbesondere in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz zu ausgeprägten Überschwemmungen, die Ursache für eine hohe Zahl von Todesfällen und erhebliche Schäden an der Infrastruktur waren. Neben der Beschreibung der Wetter- und Ausgangslage, soll eine Zusammenstellung der beobachteten Niederschlagswerte und eine hydro-klimatologische Einordnung präsentiert werden. Es wird deutlich, dass Starkregen nicht nur als Warn- sondern bei diesen extremsten Ausprägungen auch als Präventionsproblem zu behandeln ist. Der Vortrag soll schließlich über die jüngsten Entwicklungen im DWD beim Aufbau eines Integrierten Vorhersagesystems (IVS) für Unwetterlagen, bei der ereignisbezogenen Bewertung von Starkregenereignissen und bei der Entwicklung von Produkten zur Verwendung in der Starkregenvorsorge und Klimaanpassung berichten.

A1-2 Extreme Hochwasser bleiben trotz integriertem Risikomanagement eine Herausforderung

Annegret Thieken¹, Matthias Kemter^{1,2,3}, Sergiy Vorogushyn², Lisa Berghäuser¹, Tobias Sieg¹, Stephanie Natho¹, Guilherme S. Mohor¹, Theresia Petrow¹, Bruno Merz^{1,2}, Axel Bronstert¹

¹Universität Potsdam, Institut für Umweltwissenschaften und Geographie, Karl-Liebknecht-Straße 24-25, 14476 Potsdam; ²Deutsches GeoForschungsZentrum – Helmholtz-Zentrum Potsdam, Sektion Hydrologie, Telegrafenberg, 14473 Potsdam; ³Potsdam Institut für Klimafolgenforschung, Telegrafenberg, 14473 Potsdam
thieken@uni-potsdam.de

Zusammenfassung

Vor 217 Jahren, am 21. Juli 1804, traf ein verheerendes Hochwasser das Ahrtal. Die Schilderungen der Verwüstungen – zahlreiche Todesopfer, zerstörte Häuser und Brücken – ähneln sehr den Bildern, die uns seit dem 14. Juli aus dem Ahrtal und benachbarten Regionen erreichen, obwohl seit Jahrzehnten Hochwasserschutz und weitergehende Hochwasservorsorge optimiert werden. Dennoch war das Ausmaß dieser Überflutungen nicht aus den vorliegenden Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten auszulesen.

Angesichts kurzer Messzeitreihen ist die Erstellung von Entscheidungs- und Planungsgrundlagen für solche extremen Ereignisse, bei denen mehrere Elemente der Hochwasser-wirkungskette sich ungünstig verstärken können, eine Herausforderung und mit großen Unsicherheiten behaftet. Gerade für Extremszenarien müssen vorhandene Wissens- und Datenbestände in Zukunft umfassender als bisher ausgewertet werden – auch vor dem Hintergrund des Klimawandels, der die Häufigkeit und Intensität von Ereignissen verstärken könnte. Versagensfälle sollten durchdacht werden und in Gefahrenkarten und Bewältigungsstrategien einfließen, wobei rechtzeitige Warnung und risikoadäquates Verhalten eine wichtige Rolle spielen. Die Grenzen unseres Wissens sollten besser ausgelotet und kommuniziert werden.

A1-3 Von der Trockenheit zum Hochwasser und zurück - Statusbericht aus Sachsen

Uwe Müller, Kristina Rieth, Petra Walther

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Deutschland;
Uwe.Mueller@smul.sachsen.de

Zusammenfassung

Seit 2018 herrscht in ganz Deutschland eine Trockenperiode, die durch lokale Starkregenereignisse begleitet wird. Sachsen als eines der niederschlagsärmsten Bundesländer ist davon auch stark betroffen.

Im Beitrag wird einerseits ein Überblick über die seit 2018 andauernde Trockenperiode für den Freistaat Sachsen gegeben. Dabei werden Aspekte der Klimatologie, Meteorologie, Hydrologie, Wasserwirtschaft (inkl. Wasserversorgung), Bodenfeuchte, Gewässergüte bezüglich der Oberflächengewässer und des Grundwassers beleuchtet. Neben der Darstellung der wasserwirtschaftlichen Situation werden auch die Auswirkungen auf andere betroffene Bereiche der Gesellschaft gemacht.

Andererseits wird im Beitrag darauf eingegangen, wie mit den lokalen Starkregenereignissen, die im Frühsommer 2021 besonders extrem auftraten, umgegangen worden ist. Hierbei wird insbesondere auf die in Sachsen verfügbaren Warn- und Frühwarnprodukte sowie auf die zur Hochwasser- und Starkregenvorsorge entwickelten Tools eingegangen.

Ein weiteres Anliegen des Beitrages ist es, die Herausforderungen bei Vorhersagen von Extremereignissen - im vorliegenden Fall von der Niedrigwassersituation in eine extreme Hochwassersituation (mit Katastrophenalarm) zurück in die Niedrigwassersituation - aufzuzeigen.

Vorträge

A1-4 Hochwasser Juli 2021 – Eine erste hydrologische Bestandsaufnahme

Roland Funke¹ und Norbert Demuth²

¹Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Abteilung Hydrologie, Essen; ²Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz, Referat Hydrometeorologie, Hochwassermeldedienst, Mainz

Roland.Funke@lanuv.nrw.de

II Abstracts der Posterpräsentationen

POSTER SESSION D: Dürren und Trockenheit in Deutschland

D01 Stresstestmodellierung zur Auswirkung von Trockenheit auf Niedrigwasser in Baden-Württemberg

Jost Hellwig¹, Michael Stoelzle¹, Erik Tijdeman², Lucas Menzel², Kerstin Stahl¹

¹Universität Freiburg, Deutschland; ²Universität Heidelberg, Deutschland;
kerstin.stahl@hydrology.uni-freiburg.de

Zusammenfassung

Trockenheit war in den letzten Jahren häufig die Hauptursache für Niedrigwasserereignisse. Intensität und Dauer dieser sind aber insbesondere von Gebietsspeichern und deren Auslaufverhalten abhängig. Somit sind sie auch an die Grundwasserneubildung gekoppelt. Modellketten mit Klimaszenarien reichen zur systematischen Charakterisierung veränderter Ausprägungen von Niedrigwasserereignissen oft nicht. Der Beitrag präsentiert eine Auswahl von „Was-wäre-wenn“-Szenarien, d.h. synthetische Trockenstresstests für unterschiedliche Einzugsgebiete. Die Grundwasserneubildung wurde mit dem Verdunstungsmodell TRAIN für eine Vielzahl von Einzugsgebieten mit unterschiedlichen Naturräumen und Geologien in Baden-Württemberg modelliert und zu Vorbedingungs-Stresssignalen perturbiert. Die Antwort darauf wurde mit spezifisch-angepassten Grundwasser-Box-Modellen modelliert und Änderungen im Basisabfluss ausgewertet. Prominente Niedrigwasserjahre (z.B. 2003, 2015, 2018) wurden so systematisch auf die Frage hin ausgewertet, was mit ihrer Dauer und Intensität unter extremeren Vorbedingungen passiert wäre. Die Ergebnisse zeigen je nach Einzugsgebiet deutlich unterschiedliche Auswirkungen auf Niedrigwasser. Limitierend sind die Modellstrukturen. Trotzdem sind solche Stresstests ein wichtiger Schritt in der Entwicklung von Modellierungsalternativen zur Ereignisbetrachtung und können der Planung und Anpassung eines Niedrigwassermanagements dienen.

D02 Wasserbeschaffenheit von Rhein und Elbe beim Niedrigwasser 2015 und 2018

Gerd Hübner, Daniel Schwandt

Bundesanstalt für Gewässerkunde, Deutschland; huebner@bafg.de

Zusammenfassung

Im Sommer/Herbst 2015 und 2018 trat an Elbe und Rhein außergewöhnliches Niedrigwasser auf, das hinsichtlich der Wasserbeschaffenheit vergleichend untersucht wurde. Die Datenbasis bildeten Stichproben des Messprogramms Extremereignisse (FGG Elbe) sowie des Rheinmessprogramms Chemie (FGG Rhein/IKSR). Als Schwellenwert für erhöhte Konzentrationen wurde das jeweilige Maximum im Referenzjahr 2012 zugrunde gelegt.

In Elbe und Rhein war die Chlorid- und Sulfatkonzentration typischerweise gegenläufig zum Durchfluss, sodass erhöhte Konzentrationen, in der Elbe 2018 für Chlorid auch langjährige Spitzenwerte verzeichnet wurden.

Bei den meisten Schwermetallen traten in Elbe und Rhein an einzelnen Messstellen und -terminen (leicht) erhöhte Konzentrationen auf. In der Elbe wurden Nickel und Arsen an mehreren Stellen wiederholt in erhöhter Konzentration gemessen. Die Belastung war in der Elbe insgesamt höher als im Rhein.

Bei dem Arzneistoff Carbamazepin zeigte sich eine inverse Beziehung zum Durchfluss, in beiden Flüssen wurden erhöhte Konzentrationen ermittelt. Erhöhte Diclofenac-Konzentrationen traten in der Elbe 2018, im Rhein 2015 auf, jedoch aufgrund der Transformation bei Sonneneinstrahlung nur gegen Ende der Niedrigwasserphasen. Die Konzentration von Sulfamethoxazol war in der Elbe 2015 und 2018 zeitweise erhöht, im Rhein nur einmal 2015. Ibuprofen, das durch Kläranlagen weitreichend eliminiert werden kann, wurde lediglich einmal in der Elbe in erhöhter Konzentration nachgewiesen.

D03 Niedrigwasser in Thüringen - Zeitreihenanalyse von Abflüssen an Fließgewässerpegeln

Nico Trauth¹, Ralf Haupt²

¹Björnsen Beratende Ingenieure Erfurt GmbH, Deutschland; ²Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz - Referat 41 | Hydrologischer Landesdienst, Hochwassernachrichtenzentrale, Jena; n.trauth@bjoernsen.de

Zusammenfassung

Im Sommer des Jahres 2018 trat in Mitteleuropa eine intensive Hitzewelle auf. Die Folgen waren äußerst niedrige Wasserstände in Fließgewässern, Seen und dem Grundwasser. Aus diesem Anlass ist für das Gebiet Thüringens das Auftreten und die Stärke von Niedrigwasserereignissen detailliert untersucht worden. Hierzu standen Tagesmittelwerte des Abflusses von 122 Pegeln für den Zeitraum 1925 bis März 2019 zur Verfügung. Es zeigt sich, dass in Thüringen in nahezu jedem Jahrzehnt extreme Niedrigwasserjahre auftraten. Das Wasserhaushaltjahr (WHJ) 2018 war hierbei ein sehr lang anhaltendes, sehr gleichmäßiges, sämtliche Regionen betreffendes Niedrigwasserjahr [prozentuale mittlere Abweichung von MQ: 36,5 %; Dauer der Unterschreitung von NM30Q: 169 Tage]. Das bisher stärkste Niedrigwasserjahr von 1976 wird allerdings vom WHJ 2018 bezüglich der meisten Niedrigwasserkenngößen nicht überschritten. Jedoch hatte das WHJ 2018 im Mittel aller Pegel für NM30Q das seltenste Wiederkehrintervall (15,4 Jahre) seit 1959. Regionen in niedrigeren Höhenlagen mit wenig Waldanteil, geringem mittleren Gefälle und wenig Niederschlag sind stärker von Niedrigwasserereignissen betroffen. Mann-Kendall-Tendenztests für jährliche mittlere Abflüsse ergeben, dass für 25,4 % der Pegel die Abflüsse signifikant sinken. Für die niedrigsten Abflüsse in den Sommermonaten (April - September) ist für 70,5 % der Pegel eine signifikante Abnahme der Abflüsse zu verzeichnen.

D04 Klimawandelprognosen in einem deutschen Mittelgebirgseinzugsgebiet auf der Grundlage hochauflösender Ensembles für zwei Emissionsszenarien

Paula Farina Grosser, Britta Schmalz

Fachgebiet Ingenieurhydrologie und Wasserbewirtschaftung, Technische Universität Darmstadt; schmalz@ihwb.tu-darmstadt.de

Zusammenfassung

Ein globaler Temperaturanstieg und veränderte Niederschlagsmuster in den letzten Jahrzehnten haben zu regional unterschiedlichen Auswirkungen auf hydrometeorologische Prozesse geführt. Diese globalen Entwicklungen werden allgemein als Klimawandel verstanden. Ein erster Schritt zum Verständnis möglicher Veränderungen dieser Prozesse auf Einzugsgebietsebene ist die Abschätzung der zukünftigen Klimaentwicklung. Mit so genannten Ensemble-Vorhersagen ist es möglich, den Klimawandel zu projizieren. In dieser Studie wurde das zukünftige Klima für das hessische Gersprenz-Einzugsgebiet (500 km²) auf der Basis des Bias-korrigierten Kern-Ensembles des Deutschen Wetterdienstes (DWD) für die Gegenwart und nahe Zukunft (2011-2040), die mittlere Zukunft (2041-2070) sowie die ferne Zukunft (2071-2100) abgeschätzt. Auf der Grundlage von zwei Emissionsszenarien konnte die Entwicklung der Variablen Temperatur und Niederschlag für das "weiter wie bisher"-Szenario (RCP8.5) und das "Paris Agreement"-Szenario (RCP2.6) abgeschätzt werden. Auf diese Weise konnten regionale Auswirkungen internationaler Emissionsminderungen antizipiert werden, was eine Impact-Analyse für das charakteristische deutsche Mittelgebirgseinzugsgebiet ermöglichte. Die Studie unterstreicht die Wichtigkeit, international rechtsverbindliche Vereinbarungen zur Bekämpfung des Klimawandels einzuhalten, um Folgen auf regionaler Ebene zu bewältigen.

**D05 Hydrologische Auswirkungen der Dürre in den Jahren 2018-2020 -
Analyse von Lysimeterdaten und Beobachtungen in kleinen Einzugsgebieten**

**Britta Schmalz¹, Stephan Dietrich², Ulrich Looser³, Henning Meesenburg⁴,
Konrad Miegel⁵, Florian Merensky-Pöhlein⁶, Frido Reinstorf⁶, Holger Rupp⁷,
Johannes Suttmöller⁴**

¹Fachgebiet Ingenieurhydrologie und Wasserbewirtschaftung, Technische Universität Darmstadt; ²Internationales Zentrum für Wasserressourcen und Globalen Wandel (ICWRGC), Deutschland; ³Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Koblenz; ⁴Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA), Göttingen; ⁵Professur für Hydrologie und Angewandte Meteorologie, Universität Rostock; ⁶Professur für Hydrologie und Geographische Informationssysteme, Hochschule Magdeburg-Stendal, Magdeburg; ⁷Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Lysimeterstation Falkenberg; schmalz@ihwb.tu-darmstadt.de

Zusammenfassung

Die Jahre 2018 bis 2020 stellen die ausgeprägteste Abfolge von Dürreereignissen in Deutschland seit Beginn der regelmäßigen Wetteraufzeichnungen dar. Lysimeter und kleine hydrologische Untersuchungsgebiete, in denen hydrologische Prozesse in hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung beobachtet werden, können maßgeblich zum Verständnis der Folgen von Dürre beitragen. Die IHP/HWRP-Arbeitsgruppe "FRIEND-Water / ERB" (Flow Regimes from International Experimental and Network Data / Euromediterranean Network of Experimental and Representative Basins) hat anhand von ausgewählten Einzugsgebieten und Lysimetern die hydrologische Reaktion auf diese drei aufeinanderfolgenden Trockenjahre analysiert: Niederschlag und Abfluss der kleinen Einzugsgebiete sowie Bodenfeuchteprofile und Grundwasserneubildung der Lysimeter wurden mit den jeweiligen langjährigen Mittelwerten verglichen. Die Ergebnisse lassen übereinstimmend ein Defizit in den Speicher- und Bodenwasservorräten sowie einen Rückgang bzw. sogar ein Ausbleiben der Grundwasserneubildung erkennen. Das Abflussregime der Einzugsgebiete war durch einen starken Rückgang der Abflussmengen im hydrologischen Sommerhalbjahr gekennzeichnet.

D06 Auswirkungen extrem trockener und nasser Jahre auf den Wasserhaushalt von Feuchtgrünland-Standorten im nordost-deutschen Tiefland

Ottfried Dietrich, Axel Behrendt, Martin Wegehenkel

Leibniz - Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V., Deutschland;
odietrich@zalf.de

Zusammenfassung

Feuchte Grasland-Standorte mit flurnahen Grundwasserständen, die in vielen Regionen des nordost-deutschen Tieflands die Landschaft prägen, sind durch Besonderheiten im Wasser- und Stoffhaushalt gekennzeichnet und reagieren oftmals sehr sensibel auf Veränderungen in ihrem hydrologischen System. In den zurückliegenden Jahren traten im nordost-deutschen Tiefland sowohl extrem nasse (2017) als auch extrem trockene (2018) Bedingungen auf. Beides kann infolge des Klimawandels zukünftig häufiger der Fall sein. An zwei Standorten im Spreewald (SPW) und im Havelländischen Luch (HL) wurden Untersuchungen zur Evapotranspiration und zu den Auswirkungen auf die Grundwasserstände von feuchten Grasland-Flächen mit flurnahen Grundwasserständen durchgeführt. Für die Messung der Evapotranspiration wurde im SPW ein wägbares Grundwasser-Lysimeter und im HL ein Eddy-Kovarianz-System genutzt. Die Grundwasserstände wurden jeweils an mehreren Messstellen mittel Drucksensoren mit Datenloggern erfasst.

Das Poster zeigt Ergebnisse aus den Jahren 2015 bis 2018 zur Evapotranspiration, zur Entwicklung der Grundwasserstände und zu den Bestandskoeffizienten. Sie verdeutlichen insbesondere die starke Betroffenheit der Flächen im HL im trockenen Jahr 2018. Die Flächen im SPW konnten die hohe Evapotranspiration besser kompensieren, da das Gebiet über relativ stabile Zuflüsse aus einem großen Einzugsgebiet verfügt.

D07 Untersuchung der Beziehungen zwischen sequentiellen Dürren und der Fließgewässer-Stickstoffdynamik in Mitteldeutschland durch mechanistische Modellierung auf Einzugsgebietsebene

Michael Rode¹, Xiangqian Zhou¹, Seifeddine Jomaa¹, Xiaoqiang Yang^{1,2}, Merz Ralf³

¹Department Aquatische Ökosystemanalyse, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung-UFZ; ²Department Ecohydrology, Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei; ³Department Catchment Hydrology, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung-UFZ; michael.rode@ufz.de

Zusammenfassung

Im Einzugsgebiet der Bode in Mitteldeutschland nahmen die Nitratkonzentrationen während der Dürre von 2015 bis 2018 stark ab, aber wie sich ändernde Wetterbedingungen diese Reaktion beeinflussten, ist noch unklar. Daher wurde ein vollständig verteiltes, prozessbasiertes Einzugsgebietsmodell (mHM-Nitrat) verwendet, um die Zusammenhänge zwischen sich ändernden Wetterbedingungen und Änderungen der Nitratdynamik zu identifizieren. Das Modell wurde anhand von Daten von sechs Messstationen implementiert, die große Gradienten von Landschaftsmerkmalen abdecken. Die Ergebnisse zeigten, dass das Modell die Dynamik des täglichen Abflusses und der Nitratkonzentration gut simulierte, mit einer Nash-Sutcliffe-Effizienz von mehr als 0,73 für den Abfluss und einem prozentualen BIAS im Bereich von $\pm 20\%$ für die Nitratkonzentration an allen Stationen. Die Nitratkonzentration im Tiefland nahm aufgrund der begrenzten terrestrischen hydrologischen Konnektivität in Dürre Jahren ab. Die simulierte Nitratfracht war um 40 % geringer als in normalen Jahren (Referenzzeitraum 2004-2014). Daher können raumzeitliche Unterschiede in der hydrologischen Reaktion und die damit verbundenen Auswirkungen auf den Nitratumsatz im Boden und in den Fließgewässern den Einfluss von Trockenheit auf die Nitratkonzentration erklären. Die Studie liefert Einblicke in die räumlich heterogene Abfluss- und Nitratdynamik und die Auswirkungen sequentieller Dürren auf die Wasserqualität unter zukünftigen Klimawandelbedingungen.

POSTER SESSION E: Wechselwirkungen zwischen hydrologischen Extremen und Risiken für den Menschen

E01 Regionalisierung von Starkniederschlägen mit verschiedenen Datentypen in Deutschland

Bora Shehu¹, Winfried Willems², Luisa Thiele¹, Henrike Stockel², Uwe Haberlandt¹

¹Institut für Hydrologie und Wasserwirtschaft, Leibniz Universität Hannover, Deutschland; ²Büro für Ingenieurhydrologie, angewandte Wasserwirtschaft und Geoinformatik, Ottobrunn; shehu@iww.uni-hannover.de

Zusammenfassung

Starkniederschlagsstatistiken sind notwendig für die Planung verschiedener Wassersysteme und Schutzanlagen. Das Standardverfahren ist die Anpassung einer theoretischen Verteilung an die jährlichen Extremwerte, die an Niederschlagsstationen beobachtet werden. Es ergeben sich jedoch zwei Hauptprobleme: i) für die Ermittlung extremer Intensitäten werden lange Zeitreihen benötigt, ii) da die Stationsdaten nur Punktmessungen sind, ist eine Regionalisierung von Starkniederschlägen auf unbekannte Orte erforderlich. Aus diesen Gründen besteht das Ziel dieser Studie darin, die Verwendung verschiedener Datentypen und Regionalisierungsmethoden zu untersuchen, um zuverlässige IDF-Kurven für ganz Deutschland zu erstellen.

Drei verfügbare Messdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) wurden hier verwendet: das tägliche Messnetz (~5000 Stationen), das digitale Messnetz (~1100 Stationen) und das automatische Messnetz (98 Stationen). Jährliche Extremwerte wurden für jeden Standort über verschiedene Dauern von 5 Minuten bis zu 7 Tagen ermittelt und eine GEV – Verteilung wurde an sie angepasst. Zwei Regionalisierungsmethoden wurden untersucht und durch Kreuzvalidierung bewertet: Kriging und Index-basierte Regionalisierung. Folgende Fragen wurden beantwortet: Welchen Wert hat jedes DWD-Messnetz für die Schätzung von Starkniederschlägen? Welches ist die beste Methode und Kombination der drei Messnetze für die Regionalisierung von Starkniederschlägen?

E02 Heavy Tails in Extremniederschlägen: Welche Rolle spielen Saisonalität und Niederschlagsregime?

Luzie Wietzke¹, Sergiy Vorogushyn¹, Björn Guse¹, Bruno Merz^{1,2}

¹GFZ Potsdam, Sektion Hydrologie; ²Universität Potsdam, Institut für Erd- und Umweltwissenschaften; lwietzke@gfz-potsdam.de

Zusammenfassung

Heavy Tail-Phänomene sind in vielen Gebieten der Naturwissenschaften und insbesondere bei einigen hydrometeorologischen Variablen wie Hochwasser, Starkregen oder Sedimenttransport bekannt. Im Vergleich zu anderen Verteilungen fällt der rechte Rand (Upper Tail) bei solchen mit Heavy Tails langsamer ab. Das bedeutet, dass bei diesen Verteilungen besonders extreme Ereignisse mit höherer Wahrscheinlichkeit auftreten.

In unserer Studie möchten wir mögliche Treiber des Upper Tail-Verhaltens von Extremniederschlägen in Deutschland identifizieren. Dafür untersuchen wir die Verteilungen der jährlichen Block Maxima von täglichen Niederschlagssummen für etwa 600 Stationen in Deutschland. Wir klassifizieren die Extremereignisse mithilfe eines objektiven Schwellenwerts der Convective Available Potential Energy (CAPE) in konvektive und stratiforme Niederschläge. Der Fokus dieser Studie liegt auf der Rolle der Saisonalität und des Niederschlagsregimes für die Ausprägung der Heavy Tails.

E03 Der Einfluss von Ereignis- und Einzugsgebietscharakteristika auf das Heavy-Tail-Verhalten von Hochwasser-Verteilungsfunktionen

Elena Macdonald¹, Sergiy Vorogushyn¹, Bruno Merz^{1,2}, Björn Guse¹, Luzie Wietzke¹, Matthias Kemter^{1,2,3}

¹Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, Deutschland; ²Institut für Umweltwissenschaften und Geographie, Universität Potsdam, Deutschland; ³Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung, Deutschland; elena.macdonald@gfz-potsdam.de

Zusammenfassung

In vielen Einzugsgebieten weisen die Verteilungen von Hochwasserabflüssen Heavy-Tail-Verhalten auf, d.h. die Extreme treten häufiger auf als bei einer Light-Tail-Verteilung (z.B. Gumbel-Verteilung). Das Vernachlässigen von Heavy-Tail-Verhalten kann daher dazu führen, dass das Auftreten extremer Hochwasser und die damit einhergehenden Risiken unterschätzt werden. Um die Faktoren, die das Heavy-Tail-Verhalten beeinflussen, besser zu verstehen, wurde ein großer Satz von Ereignis- und Einzugsgebietscharakteristika zusammengestellt. Ihre Assoziation mit einem Indikator für die schwere des Rands von Verteilungsfunktionen, dem GEV Shape-Parameter, wurde für 480 Einzugsgebiete in Deutschland und Österreich analysiert. Nach einer univariaten Analyse aller Charakteristika und einer Auswertung verschiedener Indikatoren für ereignisbasierte Variablen, wurden multiple lineare Regressionsmodelle sowie Random Forest Modelle erstellt. In beiden Ansätzen dominieren die Indikatoren der Einzugsgebietsantwort das Heavy-Tail-Verhalten, gefolgt vom Ereignisniederschlag und der Saisonalität der Ereignisse. Die Gebietsfeuchte zu Beginn eines Hochwasserereignisses hat keinen relevanten Einfluss auf den rechten Rand der Verteilung, auch wenn sie die Hochwassermagnitude beeinflusst.

E04 Einfluss von Nebenflüssen auf die Wiederkehrintervalle von Hochwässern

Björn Guse¹, Bruno Merz^{1,2}, Luzie Wietzke¹, Sergiy Vorogushyn¹

¹Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ) Potsdam, Sektion Hydrologie, Potsdam; ²Universität Potsdam, Institut für Umweltwissenschaften und Geographie, Potsdam; bf_guse@gfz-potsdam.de

Zusammenfassung

Hochwasserereignisse werden nicht nur von den physiogeographischen Einzugsgebietseigenschaften und der meteorologischen Situation, sondern auch von der Struktur des Gewässernetzes beeinflusst. Bei einem zeitgleichen Auftreten eines Hochwassers kann die Abflusswelle eines Nebenflusses zu einer Verstärkung der Hochwasserwelle im Hauptfluss führen.

Hierzu werden die größten Hochwässer in den vier großen Flusseinzugsgebieten in Deutschland (Donau, Elbe, Rhein, Weser) analysiert. Die Hochwasserwellen werden hierbei entlang des Flusslaufs verfolgt. An jedem Zusammenfluss werden die Hochwasserabflüsse im Nebenfluss und im Hauptfluss (je ober- und unterhalb des Zusammenflusses) analysiert. Für jedes Ereignis werden für jeden Pegel die Wiederkehrintervalle berechnet. Basierend darauf kann die Variabilität der Wiederkehrintervalle entlang eines Flusslaufs für ein Hochwasserereignis analysiert werden.

E05 Höhenabhängige Kompensationseffekte in der Schneeschmelze (Hochrhein 1950-2018)

Erwin Rottler¹, Till Francke¹, Klaus Vormoor¹, Michael Warscher², Ulrich Strasser², Axel Bronstert¹

¹Universität Potsdam, Deutschland; ²Universität Innsbruck, Österreich; rottler@uni-potsdam.de

Zusammenfassung

In alpinen Einzugsgebieten treten Hochwasser häufig im Frühsommer während der Schneeschmelze auf. Ein Anstieg der Temperaturen in diesen Gebieten führt zu einem früheren einsetzen der Schneeschmelze und könnte den Beitrag der Schneeschmelze zum Abfluss und mögliche Hochwasserereignisse zeitlich nach vorne verschieben. Vor diesem Hintergrund untersuchen wir, wie sich aktuelle Veränderungen in der alpinen Schneedecke auf den Abfluss auswirken. Wir untersuchen Schneemessungen und führen Schneesimulationen durch. Erste Ergebnisse zeigen, dass am Punkt (Messungen) und in Höhenbändern (Simulation) Schmelzereignisse zeitlich früher und schwächer in ihrer Magnitude auftreten. Diese zeitliche Verschiebung ist auf Einzugsgebietsebene jedoch nicht mehr vorzufinden. Um diesen scheinbaren Widerspruch zu erklären, beschreiben wir höhenabhängige Kompensationseffekte in der Schneeschmelze und stellen folgende Hypothese auf: In großen Einzugsgebieten, die vor- bis hochalpine Landschaften umschließen, können Schneeschmelzereignisse aus verschiedenen Höhenlagen kommen. Der Beginn und das Ende eines Ereignisses wird durch den Durchzug warmer Luftmassen bestimmt, die betroffenen Höhenlagen durch die einhergehenden Temperaturen. In einer wärmeren Welt mit gleichbleibender Witterungsabfolge verlagert sich die Schneeschmelze in höhere Lagen. Die Verschiebung in höhere Lagen sorgt für ein früheres Abschmelzen in einzelnen Höhenbändern, der Zeitpunkt des Schmelzereignisses bleibt jedoch unverändert.

E06 A Convolutional neural network approach for urban pluvial flood susceptibility mapping: A case study in Berlin, Germany.

Omar Seleem, Arthur Costa, Georgy Ayzel, Maik Heistermann, Axel Bronstert
Universität Potsdam, Deutschland; seleem@uni-potsdam.de

Zusammenfassung

Pluvial flash floods are one of the major natural hazards in urban areas. They are caused by intensive and short duration rainfall storms. They could occur anywhere subject to the existence of the minimal area for surface runoff generation and concentration. This study assessed pluvial flood susceptibility mapping (FSM) based on the convolutional neural network (CNN). A gathered flood inventory between 2005 and 2017 in Berlin was randomly split into training, validation and testing datasets. Eleven flood triggering factors covering precipitation, topographical and anthropogenic aspects were selected from literature to generate a spatial flood database. We compared the CNN performance to benchmarks, Deep Learning Neural Network (DLNN) and Support Vector Machine (SVM) for different spatial resolutions (30, 10, 5, and 2 m) using several objective criteria. Results showed that the CNN-based models produce more accurate FSM and finer spatial resolutions showed better identification of risk areas than the coarser spatial resolution. Finally, the models were validated with the help of statistical measures, Receiver Operating Characteristic Curve (ROC), Area Under the Curve (AUC). We concluded that the proposed model can provide reliable FSM for pluvial flood mitigation and urban planning.

E07 Untersuchung zum Einfluss der Zugrichtung von Starkregenzellen auf die Überflutungsgefährdung

Uwe Ross¹, Sonja Tewes¹, Max Ribbat¹, Christian Jokiel²

¹Fischer Teamplan Ingenieurbüro GmbH, Solingen; ²TH Köln Institut für Baustoffe, Geotechnik, Verkehr und Wasser (BGVW); uwe.ross@fischer-teamplan.de

Zusammenfassung

Untersuchung zum Einfluss der Zugrichtung von Starkregenzellen auf die Überflutungsgefährdung

Der Einfluss dieser Zugbahnen ist in dieser Arbeit untersucht worden. Dazu soll das hydrologische Untersuchungsgebiet Stadt Leichlingen im Bergischen Land mit mehreren Szenarien simuliert werden:

- Variante 1 - Die Regenzelle zieht auf der Talachse aufwärts. (Westwind)
- Variante 2- Die Regenzelle zieht auf der Talachse abwärts. (Ostwind)
- Variante 3 - Die Regenzelle zieht senkrecht über die Talachse hinweg. (Nord/Südwind)

Diese drei Varianten werden mit einer Nullvariante verglichen. Als Nullvariante dient die herkömmliche Berechnung des gesamten Gebiets mit dem 100-jährlichen Niederschlag von 1h Dauer (Szenario 2). Die modelltechnischen Ansätze werden untermauert durch die Auswertung von Niederschlagsaufzeichnungen des DWD (Zellgröße, Intensität, Häufigkeit und Zugrichtung und Geschwindigkeit) zu Starkregenereignissen in NRW.

E08 Untersuchung der Klimawandelfolgen auf Extremniederschläge und Sturzfluten für die Metropole Lagos in Nigeria

Tobias Pilz

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Deutschland; topilz@pik-potsdam.de

Zusammenfassung

In der Metropolregion von Lagos in Nigeria sind extreme Niederschlagsereignisse ein häufiges Phänomen während der Regenzeit. Diese führen immer wieder zu Sturzfluten mit entsprechenden Schäden an Infrastruktur und Gebäuden sowie Todesopfern. Der Klimawandel könnte aufgrund höherer Regenintensitäten dieses Problem noch weiter verstärken. Ein weiteres Problem in der Region ist die äußerst geringe Datenverfügbarkeit, welche die Aussagekraft von Studien stark limitiert. Dieser Beitrag präsentiert einen Ansatz zur Quantifizierung der Auswirkungen des Klimawandels auf Extremniederschläge und damit verbundener Sturzfluten für die Stadt Lagos unter optimaler Ausnutzung der geringen Datenverfügbarkeit. Hierbei wurden zunächst verfügbare Zeitreihen mit Hilfe eines Wettergenerators in täglicher Auflösung verlängert und weiter disaggregiert, um hoch aufgelöste Zeitreihen zur Ableitung von Intensitäts-Dauer-Frequenz-Kurven zu erhalten. Daraus wurden Bemessungsereignisse abgeleitet, die als Eingangsdaten für das hydraulische Modell TELEMAC-2D genutzt wurden, welches die resultierenden Sturzfluten und Wasserstände berechnete. Erste Ergebnisse von Zukunftsprojektionen zeigen, dass der Klimawandel den Überflutungsbereich eines 100-jährigen Extremniederschlags im untersuchten Gebiet um bis zu 30 % vergrößern könnte, wobei der Einfluss auf Ereignisse mit kurzer Dauer und hohen Anfangsintensitäten generell größer zu sein scheint als auf andere Ereignisse gleicher Jährlichkeit.

E09 Landwirtschaftliche Entscheidungsstrategien im Umgang mit hydro-klimatischen Risiken im Kilombero-Tal, Tansania

Britta Höllermann, Kristian Näschen, Naswiru Tibanyendela, Julius Kwesiga, Mariele Evers

Universität Bonn, Deutschland; bhoellermann@uni-bonn.de

Zusammenfassung

Das Kilombero-Tal in Tansania ist eine monsunal geprägte und hochdynamische Umgebung, die durch zunehmende saisonale Niederschlagsvariabilität hydro-klimatische Risiken verschärft. Derzeit wird das saisonal überflutete Feuchtgebiet hauptsächlich von KleinbäuerInnen genutzt. Es gibt einige gemeindebasierte Bewässerungssysteme, die das Risiko von Klimaschwankungen verringern und eine ganzjährige Landwirtschaft ermöglichen. In dieser Studie identifizieren wir Treiber des Wandels und Entscheidungsstrategien der KleinbäuerInnen anhand von Fokusgruppengesprächen. Wir untersuchen insbesondere die Unterschiede zwischen AkteurlInnen aus dem Regenfeldbau sowie der Bewässerungslandwirtschaft hinsichtlich ihrer landwirtschaftlichen Praktiken und Entscheidungsstrategien im Umgang mit hydro-klimatischen Risiken. Die Ergebnisse bilden die Wahrnehmungen und Visionen der Menschen, deren Handlungen dieses hochdynamische Umfeld mitprägen, ab und identifizieren eine Bandbreite an Handlungsoptionen, die über das Optimalitätsparadigma hinausgehen.

Die qualitativ erhobenen Daten und Erkenntnisse fließen als zusätzliche Entwicklungspfade in die Szenarienentwicklung für hydrologische Modelle ein und ermöglichen eine Kontextualisierung der Modellergebnisse. Somit können Mensch-Wasser-Interaktionen in den Modellsimulationen besser abgebildet und die Wahrnehmung sowie Reaktionen auf hydro-klimatische Risiken durch die lokale Bevölkerung abgeschätzt werden.

E10 Finding potential segments for dike relocation regarding economic assets, floodplain losses, and ecologically relevant areas

Hossein Kazemi, Stephanie Natho

Potsdam Universität, Institute für Naturwissenschaften und Geographie;

hossein.kazemi@uni-potsdam.de, natho@uni-potsdam.de

Zusammenfassung

Climate change causes more record-breaking floods throughout the world underlining the necessity of flood retention through the natural capacity of floodplains. However, two thirds of historical floodplains in Germany have been cut by dikes which impede lateral connectivity between rivers and floodplains. The most recent report on floodplains in Germany showed that the goal of German National Strategy on Biodiversity in increasing of the retention areas along rivers by at least 10% by 2020 was not achieved and by 2017 only 1% additional floodplain area was gained. Based on 2D hydraulic simulations in the lower middle Elbe by the German Federal Institute of Hydrology (BfG), a GIS-based approach was developed for the river Elbe by detecting effective locations for dike setback. To have the highest impact on flood risk reduction, we ranked municipalities according to their flood-exposed asset values in 100-year flood hazard maps. Then, the narrow widths and sharp river curves were searched downstream of the municipalities. Besides, significant floodplain habitats according to the World Database on Protected Areas (WDPA) were assessed in the vicinity of the identified locations to improve the habitats and biodiversity in dike relocation projects. The developed approach can be transferred to other free-flowing river reaches in Germany as well as in other parts of the world.

E11 Zur Entwicklung eines flexiblen Frühwarnsystems für kanalnetzbedingte Überschwemmungen

Felix Schmid, Jorge Leandro

Lehrstuhl für Hydromechanik und Wasserbau, Forschungsinstitut Wasser und Umwelt, Universität Siegen, Paul-Bonatz-Straße 9-11, 57076 Siegen, Deutschland; felix.schmid@uni-siegen.de

Zusammenfassung

Die jüngsten Ereignisse in Deutschland, bei denen Sachschäden in Milliardenhöhe zu erwarten und sogar eine unerwartete hohe Zahl an Todesopfer zu beklagen sind, haben wieder das immense Schadenspotenzial von Starkregenereignissen gezeigt. Ereignisse dieser Größenordnung übersteigen die Kapazitäten baulicher Schutzmaßnahmen, was den Bedarf an schnellen und präzisen Frühwarnsystemen verdeutlicht. Das Wissen, wann eine Schutzmaßnahme zu versagen droht, ist für den Schutz von entscheidender Bedeutung.

In städtischen Gebieten, in denen das Entwässerungssystem nur bis zu einem gewissen Grad Schutz liefern kann, sind kanal-induzierte Überflutungen ab einer bestimmten Größenordnung unvermeidbar. Um die daraus resultierenden Schäden einzudämmen, ist es unabdingbar, aussagekräftige Frühwarnsysteme zu entwickeln, die Zeitpunkt, Ort und Dauer einer Überflutung liefern.

In dieser Studie wurde ein flexibles Frühwarnsystem für kanalnetzbedingte Überschwemmungen entwickelt. Das Frühwarnsystem verwendet Methoden der künstlichen Intelligenz und ist somit für Echtzeitvorhersagen sowie dynamische Steuerungen geeignet. Es basiert auf vorhergesagten Niederschlagsdaten und besteht in der Ausgabe der Wasserstands-Zeitreihen der jeweiligen Schächte. Die Innovation besteht zum einen in der Anwendbarkeit, wobei das Warnsystem so konzipiert ist, dass es überall anwendbar ist, zum anderen berücksichtigt die Vorhersage Unsicherheitsquellen und liefert somit auch ein Konfidenzintervall zur Vorhersage.

E13 Hydraulik- und Sedimenttransport-Information aus seismischen Daten: eine Chance, um Extremereignisse zu quantifizieren

Michael Dietze

GFZ Potsdam, Deutschland; mdietze@gfz-potsdam.de

Zusammenfassung

Flüsse sind die großen Förderbänder, die das erodierte Material durch unsere Landschaft transportieren. Die Quantifizierung sich ändernder hydraulischer Zustände und Geschiebetransportraten, speziell unter extremen Bedingungen (Hochwasser, episodische Geschiebeereignisse, Verhalten großer Flüsse unter monsunalem Klima), jenseits einfacher Punktmessungen, als Transekt entlang des Gerinnes, sowie kontinuierlich und in nahe Echtzeit ist technisch mit bestehenden Methoden schwer zu realisieren. Seismische Sensoren, die in sicherer Entfernung zum aktiven Gerinne schnell, unkompliziert und minimalinvasiv installiert werden können, sind ein wertvoller alternativer oder komplementärer Ansatz, der zunehmend an Bedeutung gewinnt.

In diesem Beitrag fasse ich die existierenden Beiträge zu diesem Thema aus der seismischen Perspektive zusammen und präsentiere einen Monte-Carlo-basierten Ansatz zur Invertierung seismischer Daten. Dieser ermöglicht robuste kontinuierliche Abschätzungen von wichtigen hydraulischen und Transport-Kennwerten. Ich zeige Ergebnisse aus verschiedenen fluvialen Systemen wie ephemeren geschiebedominierten Flüssen (Israel), winterlich eisbedeckten nordischen Gerinnen (Schweden) und großen Taifun-gesteuerten Gebirgsflüssen (Taiwan). Der Beitrag zeigt, wie seismische Ansätze dazu beitragen können, die nichtlineare Dynamik solcher Systeme besser zu verstehen, und eröffnet eine Diskussion über mögliche zukünftige Entwicklungstrajektorien der seismischen Methode.

E14 Von Twitter bis Buchhaltungsdaten – unkonventionelle Daten und ihr Mehrwert für die hydrologische Modellierung

Henning Oppel^{1,2}, Benjamin Mewes^{1,2}

¹Ruhr-Universität Bochum, Deutschland; ²Okeanos Smart Data Solutions GmbH;
henning.oppel@okeanos.ai

Zusammenfassung

Um hydrologische Prozesse modellieren zu können, bedarf es zweierlei: einer geeigneten Modellstruktur und den richtigen Daten in geeigneter Qualität und Quantität, um das Modell anzupassen. Nur durch eine ausreichende Kalibrierung der Modelle können verlässliche Aussagen generiert werden. Doch gerade Kalibrierungsdaten stehen häufig noch nicht mal in ausreichender Quantität zur Verfügung. In der Regel werden große und detaillierte Modellstrukturen allein auf einzelne Zeitreihen von Pegeln kalibriert. Zur Reproduktion der Abflüsse an eben jenem Pegel mag dieses Vorgehen absolut legitim sein, lässt aber nicht zu, dass für interne Zustände des Modells die gleiche Güte angenommen werden kann.

Mit der zunehmenden Digitalisierung ergeben sich neue Möglichkeiten zur Gewinnung von Daten, die zur Kalibrierung von Modellen und insbesondere von internen Zuständen verwendet werden können. Neben *IoT*-Sensoren stehen eine Reihe weiterer Datenquellen zur Verfügung. Bspw. können durch den Einsatz von *Social Media* Beobachtungen von Nutzern verschiedener Plattformen erfasst und ausgewertet werden. Eine weitere wertvolle und bislang kaum beachtete Informationsquelle sind Managementdaten von Konzernen, die große Flächen bewirtschaften. Anhand von zwei Fallstudien in Dresden und Bochum möchten wir darstellen, wie diese Daten verwendet werden können, um einzelne Teilprozesse von hydrologischen Modellen zu optimieren. Ein Augenmerk wird dabei auf die unterschiedliche Qualität von Datenquellen gelegt.

E15 Die neue Arbeitsgruppe „Analyse Hydrologischer Systeme“ stellt sich vor

Sebastian Gnann, Andreas Kubatzki, Ugur Öztürk, Lina Stein, Robert Reinecke, Thorsten Wagener

Institut für Umweltwissenschaften und Geographie, Universität Potsdam, Deutschland; gnann1@uni-potsdam.de

Zusammenfassung

Dieser Beitrag stellt die neue Arbeitsgruppe “Analyse Hydrologischer Systeme” an der Universität Potsdam vor, die von Thorsten Wagener im Rahmen seiner Alexander von Humboldt-Professur geleitet wird. Unsere Arbeitsgruppe entwickelt Theorien, Methoden und Modelle, um hydrologische Umweltsysteme besser zu verstehen und vorherzusagen. Grundelemente unserer Arbeit sind (a) prozess-basierte Modelle mit minimaler Komplexität, (b) ein skalenübergreifendes Verständnis von dominanten Prozessen basierend auf Big-Data- und Big-Literature-Analysen, (c) die integrierte Nutzung von Modellen und Fachwissen zur Simulation hydrologischer Systeme im globalen Wandel. Zur Umsetzung dieser Elemente entwickeln wir unter anderem mathematische Methoden zur Unsicherheitsanalyse (www.safetoolbox.info).

Potsdam bietet bereits eine hervorragende Forschungsumgebung im Wasser- und Umweltbereich. So soll neben der neuen Arbeitsgruppe mit einem neuen Forschungszentrum für Wasser, Umwelt und Gesellschaft ein internationaler Knotenpunkt für Forschung, Innovation und Lehre entstehen. Dieses Zentrum wird sich mit Fragen beschäftigen wie: Welche Kenntnisse, Daten und Modelle brauchen wir, um eine solide Grundlage für wasserbezogene Entscheidungen in einer komplexen Welt zu schaffen? Wie können Umweltrisiken besser bewertet werden, um künftige Schäden zu verringern? Aktuelle Informationen zur Wasserforschung in Potsdam finden sich auf dem Twitter Account [Water@UniPotsdam](https://twitter.com/UniPotsdamWater) (<https://twitter.com/UniPotsdamWater>).

POSTER SESSION S: Wechselwirkungen zwischen der Hydrosphäre und anderen Teilen des Erdsystems

S01 Waldklimaentwicklung im Serrahner Bereich des Müritz- Nationalparks

Peter Stüve

GeoForschungszentrum Potsdam, Gastwissenschaftler, Deutschland;
peter@peterstueve.de

Zusammenfassung

Im Rahmen von TERENO Nordost bildet das Serrahner Gebiet des Müritz-Nationalparks einen Schwerpunkt zum Monitoring verschiedener Ökosysteme. Ein Teil davon ist die Waldklimaforschung.

Im Bereich der Neustrelitzer Seenplatte werden in zunehmend kürzeren Jahresintervallen sinkende Wasserspiegel an Seen und Grundwasser beobachtet. Eine 120- jährige Datenreihe der klimatischen Wasserbilanz zeigt die Dynamik zwischen Trockenzeiten, nassen Perioden und korrespondierenden Seespiegelschwankungen des Fürstenseer Sees.

Außer den Freilandstationen gab es bisher für den Klimahaushalt des Serrahner Buchen und Kiefernbestands keine Aussagen. Mit dem TERENO Monitoring laufen seit 2013 für die Erfassung zum Waldmikroklima 4 Stationen, die das Bestandsklima für den Stamm- und Kronenraum erfassen.

Sommerliche Tagesgänge zeigen gegenüber den Freilandstationen die Variabilität des Mikroklimas. Infolge der erheblich geringeren Strahlungsdurchlässigkeit werden Lufttemperatur und Feuchte gedämpft. Sommerliche Tagesmaxima und -amplituden liegen im Freiland im Mittel um 4,5 K höher als an den Waldstationen. Durch die Verhinderung der Ausstrahlung besteht bei hohen sommerlichen Temperaturen ein Wärmestau, der mehr "tropische Nächte" entstehen lässt als an Freilandstationen.

In 5- Minutenintervallen erhobene Daten werden die zeitliche Dauer von Temperaturüberschreitungen, relative Feuchte und Dampfdruck genau erfasst. Angaben von Trocken- und Hitzestress und dessen Andauer sind das Ergebnis.

S02 Quantifizierung von Fließwegen und Alter von Wasser in urbanen Einzugsgebieten durch stabile Isotope

Christian Marx^{1,3}, **Chris Soulsby**^{2,1,3}, **Reinhard Hinkelmann**¹, **Dörthe Tetzlaff**^{3,4,2}

¹Technische Universität Berlin, Deutschland; ²Northern Rivers Institute; ³IGB Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei; ⁴Humboldt Universität, Berlin;
c.marx@tu-berlin.de

Zusammenfassung

Urbanisierung nimmt durch Versiegelung und künstliche Fließwege starken Einfluss auf den Wasserkreislauf. Grundwasserneubildung und Verweildauer werden in urbanen Einzugsgebieten stark verändert. Isotopentracer werden in der Hydrologie häufig eingesetzt, um dominante Abflussquellen zu identifizieren, Fließwege zu verfolgen und um das Wasseralter abzuschätzen. In dieser Studie nutzen wir stabile Isotope zur Untersuchung der Auswirkungen von Urbanisierung auf die Abflüsse im Panke-Einzugsgebiet (230 km²) im Norden Berlins. Es wurden Isotopenproben täglich von Niederschlag und Oberflächenwasserabfluss und monatlich von Grundwasser entnommen, sowie räumlich-synoptische, saisonale Beprobungen aus dem gesamten Einzugsgebiet erhoben. Die natürliche Hydrologie des Einzugsgebietes ist grundwasserdominiert. Flussabwärts werden städtische Auswirkungen immer deutlicher, insbesondere bei hohen Abflüssen, wenn städtische Regenwasserkanäle aktiv sind. Unsere Felddaten werden in ökohydrologische, tracer-basierte Modelle integriert werden, um zu quantifizieren, wie sich die Verweildauer aufgrund der Urbanisierung verändert hat und welchen Einfluss städtische Grünflächen auf Verweilzeiten und die Aufteilung von Wasser im urbanen Kreislauf haben.

**S03 Die Beziehung zwischen Pedotransferfunktion und hydrolog.
Modellverhalten**

**Markus Casper¹, Hadis Mohajerani¹, Oliver Gronz¹, Christopher Hutengs²,
Sonja Teschemacher¹, Michael Vohland²**

¹Universität Trier, Deutschland; ²Universität Leipzig, Deutschland; casper@uni-trier.de

Zusammenfassung

Die hydraulischen Eigenschaften des Bodens steuern die wichtigsten hydrologischen Prozesse in Einzugsgebieten. Daher ist die adäquate Bodenparametrisierung (durch Ansätze wie die Van-Genuchten-Gleichung) eine der wichtigsten Aufgaben in der physikalisch basierten Einzugsgebietsmodellierung. Um die Parameter der van Genuchten-Gleichung in hydrologischen Modellen abzuschätzen, werden Pedotransferfunktionen (PTFs) verwendet. Die PTFs werden jedoch in der Regel zufällig ausgewählt, ohne die Abflusseigenschaften des Einzugsgebiets zu berücksichtigen. Hier stellen wir eine Methodik vor, um die Sensitivität eines Einzugswasserhaushaltsmodells auf die verschiedenen PTFs zur Schätzung der van Genuchten-Parameter und der gesättigten hydraulischen Leitfähigkeit zu analysieren. Darüber hinaus analysieren wir die daraus resultierenden Veränderungen der räumlichen/zeitlichen Variation der Abflusskomponenten am Einzugsgebiet. Wir nutzen auch räumlich kontinuierliche Messungen von ETa durch Fernerkundung. Die Ergebnisse zeigen, dass die simulierten Wasserhaushaltskomponenten sehr empfindlich auf die räumliche Struktur geschätzter bodenhydraulischer Parameter reagieren und die Wahl verschiedener PTFs die Wasserverteilung im hydrologischen System erheblich verändert. Daher empfehlen wir, die Modelle unter sorgfältiger Betrachtung der Wirkung von PTFs zu testen und die Bodenparametrisierung auf die Darstellung eines plausiblen hydrologischen Verhaltens auszurichten.

S04 Die zeitliche Dynamik stabiler Wasserisotope im Xylem ausgewachsener Bäume

Stefan Seeger, Markus Weiler

Universität Freiburg, Deutschland; stefan.seeger@hydrology.uni-freiburg.de

Zusammenfassung

Stabile Wasserisotope gelten als ideale Tracer zur Erforschung des Wasserhaushalts von Pflanzen, da sie es ermöglichen, das Wasser selbst auf seinem Weg vom Boden in die Wurzeln durch den Stamm bis zu den Blättern zu verfolgen. Allerdings erforderte die Messung stabiler Wasserisotope in Boden oder Pflanzen bisher in der Regel eine destruktive und arbeitsaufwändige Probenahme, wodurch die zeitliche Dynamik vieler Prozesse nur unzureichend erfasst werden konnte.

Unter Zuhilfenahme eines neu entwickelten In-situ-Messsystems waren wir in der Lage über eine Dauer von 10 Wochen zeitlich hochaufgelöste Zeitreihen stabiler Wasserisotope in sechs Bodentiefen sowie auf drei Stammhöhen zu erheben. Dabei konnten wir zum einen den Transport isotopisch markierten Beregnungswassers vom Boden bis auf 8 m Stammhöhe nachverfolgen und zum anderen die Verlagerung der Wasseraufnahmetiefen infolge natürlicher Schwankungen der Bodenwasserverfügbarkeit nachweisen.

Schließlich konnten wir auf Basis der erhobenen Daten die Übertragbarkeit eines agrarhydrologischen Wasseraufnahmемodells auf ausgewachsene Bäume nachweisen. Dazu ist es jedoch erforderlich, dass die durch die räumliche Struktur des Wurzelsystems bedingte Fließweglängenverteilung berücksichtigt wird.

**S05 Messung und Modellierung von Moorwasserständen zur Berechnung
von Treibhausgasemissionen in drei bayerischen Moorstandorten (KliMoBay –
Projekt)**

Sebastian Friedrich, Alexander Gerner, Markus Disse

Technische Universität München, Deutschland; sebastian.friedrich@tum.de

Zusammenfassung

Organische Böden bilden seit Jahrtausenden einen fossilen Kohlenstoffspeicher. Atmosphäre, Biosphäre und Hydrosphäre interagieren im Ökosystem Moor und ermöglichen die Speicherung von Kohlenstoff als Torf. Zur Gewinnung von Nutzflächen wurden insbesondere in Europa Moore drainiert. Durch diese Wasserstandsabsenkung gelangt Sauerstoff in den Torf, der mikrobielle Abbauprozesse verstärkt, die zu Treibhausgasemission führen. Als Teil des KliMoBay-Projektes (<https://www.klimobay.de/>) untersuchen wir den Wasserhaushalt im Moor und modellieren diesen mit dem Modell MIKESHE. Die Genauigkeit modellierter Wasserstände steht dabei im Fokus, da flächige Treibhausgasemissionen mit Hilfe von Wasserstands-Treibhausgas-Modellen berechnet werden. Hierfür wurden drei Testgebiete mit Messstationen für Moorwasserstand, Abfluss und Meteorologie ausgestattet, welche in hoher zeitlicher Auflösung Daten sammeln. Die Messungen zeigen, dass Wasserstände im anthropogen überprägten Torf starken Schwankungen unterliegen. Dabei ergeben sich in Phasen mit eher ausgeglichener klimatischer Wasserbilanz geringe Fluktuationen. Starkregenereignisse mit größerem zeitlichen Abstand führen hingegen zu starken kurzfristigen Wasserstandsschwankungen. Erste Resultate der Modellierung zeigen, dass es möglich ist, Dynamiken und Amplituden der Wasserstände im Moor gut wiederzugeben. Basierend auf den kalibrierten Modellen soll im weiteren Verlauf die Auswirkung des Klimawandels auf den Moorwasserhalt untersucht werden.

S06 Detection and attribution of sub-seasonal streamflow trends to their hydro-meteorological drivers in Western vs. Eastern Norway

Amalie Skålevåg, Klaus Vormoor

Universität Potsdam, Deutschland; kvormoor@uni-potsdam.de

Zusammenfassung

In this study, we investigate sub-seasonal changes in streamflow, rainfall, and snowmelt in 61 and 51 catchments respectively in Western (Vestlandet) and Eastern (Østlandet) Norway by applying the Mann-Kendall test and Theil-Sen estimator on 10-day moving averaged (10dMA) daily time series over a 30-year period (1983-2012). Changes in the relative contribution of rainfall vs. snowmelt to daily 10dMA streamflow have also been estimated to identify the changing relevance of these driving processes over the same period. Finally, detected trends in 10dMA daily streamflow were attributed to changes in the most important hydro-meteorological drivers using multiple-regression models with increasing complexity. Results reveal earlier spring flow timing in both **regions** due to earlier snowmelt. Østlandet shows increased summer streamflow in catchments up to ~1100 m a.s.l. and slightly increased winter streamflow in about 50 % of the catchments. In Vestlandet, trend patterns are less coherent. Rainfall has gained increasing importance in both regions. The trend attribution reveals that changes in rainfall and snowmelt can explain streamflow changes to some extent. Overall, though, the detected streamflow changes can be best explained by adding temperature trends as an additional predictor, indicating the relevance of additional, temperature dependent driving processes such as increased glacier melt and evapotranspiration.

S07 Assessing the impact of climate change on major hydrological components of a Wadi system

Nariman Mahmoodi¹, Paul D. Wagner¹, Jens Kiesel^{1,2}, Nicola Fohrer¹

¹Department of Hydrology and Water Resources Management, Kiel University (CAU), Kiel, Germany; ²Department of Ecosystem Research, Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB), Berlin, Germany;
pwagner@hydrology.uni-kiel.de

Zusammenfassung

Over the recent years, water resources in arid regions of Iran have experienced severe pressure due to climate change. Assessing the impact of climate change on major hydrological components could aid the development of reasonable strategies and plans for better management of limited water resources in these regions. This study aims at assessing the impacts of climate change on hydrological components of the Halilrood basin (7224km²). Future climate data for two selected periods (2030-2059 and 2070-2099) were generated from 11 global and regional climate models from the CORDEX initiative under two emission scenarios (RCP4.5 and RCP8.5). The data have been downscaled and bias corrected based on observed data at 9 climate stations across the basin. Two bias correction methods -distribution mapping and linear scaling- were applied, to derive suitable input data for hydrologic model runs. After the successful development of a hydrological model for the basin, the hydrological components evapotranspiration and water yield (surface runoff, groundwater flow, and lateral flow) were simulated for two future periods and compared with the baseline period (1979–2011). From the results obtained, an overall decrease in precipitation and a slight increase in evapotranspiration are projected for the future. It is predicted that this will lead to substantial reductions in water yield and water availability in the Halilrood basin will likely undergo pronounced changes in the 21st century.

S08 Climate change impacts on groundwater resources in the Lake Tana Basin, Ethiopia.

Tibebe Tigabu, Paul Wagner, George Hörmann, Jens Kiesel, Nicola Fohrer
CAU, Germany; pwagner@hydrology.uni-kiel.de

Zusammenfassung

Abstract: While the Lake Tana basin is known for its groundwater potential and ecosystem services, it is highly susceptible to global climate change. The rivers that contribute inflow to the Lake Tana are mainly dominated by return flows from the shallow aquifer. For this reason, a hydrologic modeling is required to understand the groundwater response to the expected climate change. In this study, we aim at quantifying how the groundwater resources in the Lake Tana basin are responding to projected climate changes. The hydrologic model SWAT was used to evaluate expected changes under two representative concentration pathways (RCP4.5 and 8.5). Under the utilized RCPs, average temperature is expected to increase in the future. Thus, we hypothesize that a rise of the future average temperature may cause a drop in the future groundwater contribution to the streamflow for the study area. We used precipitation and temperature data from 25 GCMs from the CORDEX. Our modeling results reveal that the ensemble mean groundwater contribution to the streamflow is expected to decrease in the future. The decline in the groundwater is higher in the case of RCP8.5 as compared to RCP4.5. Compared to the baseline average, the expected negative changes in the mean annual groundwater contribution to streamflow from 2031 to 2100 vary between -35% to -85%.for both RCPs. In summary, it can be expected that the groundwater in the study area is decreasing in the future because of climate change.

**S09 Effects of land use, topography, and soil on seasonal stream water
quality at multiple spatial scales in a rural lowland catchment**

Chaogui Lei, Paul D. Wagner, Nicola Fohrer

Department of Hydrology and Water Resources Management, Kiel University,
Olshausenstr. 75, 24118 Kiel, Germany; pwagner@hydrology.uni-kiel.de

Zusammenfassung

The influence of catchment characteristics on water quality varies with space and time, due to their heterogeneity as well as temporal variability of water quality. Understanding the key impacting process is needed for effective land use and riparian management to protect river health. To this end, we quantified effects on stream water quality in summer and winter between 1992 and 2019 at multiple spatial scales in the upper Stör catchment, Germany. We applied multivariate statistical analyses on three scales: the catchment, riparian, and reach scale. Our results indicated that poorer water quality mostly occurred in winter and in areas dominated by bogs and grazing or agricultural fields with steeper slopes. Water quality was most impacted by soil properties, composition and configuration metrics of land use at the riparian and catchment scale. The overall variation was better explained at these larger scales and in summer (73%-78%). The most important variables differed across scales and water quality variables. Forest and complex landscape pattern showed more negative correlations with degraded water quality at small scale as compared to larger scales. At larger scales, permeable or organic soil and pasture or agriculture lands (with higher slope) were the most significant contributors for nitrogen and phosphorous pollution. The results of this study provide insights to guide sustainable management of river catchments at different scales to improve stream water quality.

S10 Drivers of Flood Trends in the United States

Matthias Kemter^{1,2,3}, Norbert Marwan^{1,3}, Gabriele Villarini⁴, Bruno Merz^{1,2}

¹Universität Potsdam, Deutschland; ²Helmholtz Centre Potsdam, GFZ German Research Centre for Geosciences; ³Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK); ⁴IHR—Hydroscience & Engineering, University of Iowa; kemter@uni-potsdam.de

Zusammenfassung

To predict future changes in river floods, e.g. due to climate change, we must first understand how floods have changed in the past. We study time series of annual maximum streamflow between 1960-2010 from more than 4000 river gauges across the USA. Using a novel clustering approach, we find 12 distinct clusters of catchments with similar flood behavior. We calculate more than 30 hydro-climatological and land-use variables and use them as predictors in 12 separate Random Forest models. We use these to understand the unique combination of drivers of past trends in flood magnitudes for each cluster. Accumulated Local Effect plots allow us to understand how the predictors influenced the trends.

In many regions, changes in precipitation have led to comparable changes in flood magnitudes. More unexpectedly, in some regions even static land use conditions had an important effect on flood trends, especially canopy cover, impervious surfaces, and the presence of reservoirs. While large forests and reservoirs have partly mitigated the effects of a changing climate, urbanization has often amplified them. Our results show that flood trends are highly dependent on the regional flood generating processes and catchment conditions. This highlights the need for improved approaches for the analysis of flood trend drivers, which consider these regional variabilities.

**S11 Ereignisbezogene Messungen der Phosphorbelastung im Einzugsgebiet
der Kielstau als Grundlage für die Entwicklung eines modellgestützten
interaktiven Entscheidungswerkzeugs**

Henrike Traute Risch, Paul Wagner, Nicola Fohrer

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Deutschland; hrisch@hydrology.uni-kiel.de,
nfohrer@hydrology.uni-kiel.de

Zusammenfassung

Auch zwei Jahrzehnte nach Einführung der EU-WRRL konnte der angestrebte „gute Zustand“ aller Oberflächengewässer trotz diverser implementierter Maßnahmen zur Reduzierung von Phosphoreinträge und verbundener Umweltauswirkungen in Deutschland bislang nicht erreicht werden. In diesem Projekt sollen Hotspots der Phosphorbelastung und Erosion im Einzugsgebiet der Kielstau identifiziert und mögliche Schutzmaßnahmen in Kooperation mit Interessenvertretern verortet werden. Mit dem hydrologischen Modell SWAT soll der Einfluss von potenziellen On-Site- und Off-Site-Maßnahmen auf die Phosphoreinträge in Oberflächengewässer modelliert werden. Weiterhin soll ein interaktives Entscheidungswerkzeug, basierend auf einem Schiebersystem, entwickelt werden, dass den Interessenvertretern die Auswirkungen ihrer frei wählbaren Maßnahmenkombinationen aufzeigt. Neben Landnutzungskartierungen und Tagesmischproben der Wasserqualität ergänzen ereignisbezogene Messungen an einem Zufluss und am Gebietsauslass die Datenbasis des Projekts. Seit Anfang des hydrologischen Sommerhalbjahrs werden mit hoher zeitlicher Auflösung und logarithmischer Verteilung Wasserproben bei Niederschlagsereignissen entnommen und auf Schwebstoffe, lösliche Orthophosphate und partikulären Phosphor untersucht. Erste Ergebnisse dieser Messkampagne zeigen den Einfluss von Niederschlagsereignissen auf die Phosphordynamik des Einzugsgebietes.

POSTER SESSION P: Praxisbeispiele für disziplinübergreifende Ansätze und Lösungen

P01 Die widerstandsfähige intelligente Stadt: Mit Sensorik und Modellen pluviale Überflutungen des Straßenraums besser erfassen und gezielter managen

Dominik Kolesch^{1,4}, Daniel Sauter¹, Christian Scheid², Jonas Neumann², Teresa Engel³

¹Berliner Wasserbetriebe; ²TU Kaiserslautern, SiWaWi; ³TU Kaiserslautern, imove;

⁴TU Berlin, WaHyd; dominik.kolesch@bwb.de

Zusammenfassung

Stark versiegelte urbane Verkehrsräume sind anfällig für pluviale Überflutungen, da die Kanalisation die großen Abflussintensitäten des Starkregens nicht aufnehmen und ableiten kann. Gerade topografische Senkenlagen stellen dabei erhöhte Überflutungsrisikobereiche dar.

Im vom BMVI geförderten Projekt SENSARE werden Überflutungsrisiken zusätzlich zur Gefahren einschätzung für Personen und Eigentum anhand der Wirkung auf Individualverkehr und ÖPNV analysiert. Dazu wurden auf Basis einer GIS-Analyse nach verschiedenen Risiko- und Vulnerabilitätskriterien besonders gefährdete Untersuchungsgebiete in Berlin identifiziert. Für diese Überflutungshotspots wurden verschiedene Szenarien in gekoppelten 1D/2D-Simulationen berechnet. Mit einem LoRaWAN-Sensornetzwerk im Kanal und an der Oberfläche werden Wasserstände aufgezeichnet und zur Validierung der Modellergebnisse verwendet. Die Auswirkungen überfluteter Straßen auf den Verkehr werden mit einem Verkehrsmodell simuliert.

Im zweiten Schritt wurden die berechneten Szenarien und Sensordaten in eine Online-Plattform integriert und mit Regenprognosen zu kurzfristigen Vorhersagen von Überflutungshöhen und -ausdehnungen weiterverarbeitet. Damit können die Berliner Infrastrukturunternehmen, sowie behördliche Sicherheitsapparate eigene Aktionsschwerpunkte, z.B. Grenzwerte für eine Alarmierung, festlegen und Maßnahmen ableiten. Übergeordnete Zielsetzung ist die Vorbereitung und Koordination bei pluvialen Überflutungen im Stadtgebiet zu verbessern.

P02 Riesenbruchgraben – Spannungsfeld zwischen (Grund-) Hochwasserrisiko und Naturschutz

Alexander Strom, Stephan Hannappel

HYDOR Consult GmbH, Deutschland; strom@hydor.de

Zusammenfassung

An Gewässer und angrenzende Flächen werden hohe Anforderungen hinsichtlich ihrer Multifunktionalität gestellt: Flächenbewirtschaftung, natürlicher Wasserrückhalt, ökologische Funktionen, effektiver Hochwasserschutz. Das Fallbeispiel Riesenbruchgraben (RB) östlich von Rathenow zeigt, dass eine Umsetzung nur durch disziplinübergreifende Ansätze unter Einbeziehung aller Stakeholder möglich ist.

Besonders in (Grund-) Hochwassersituationen ist die hydraulische Leistungsfähigkeit des RB von Relevanz, um in Richtung der Stadt andrängendes Grundwasser abzuleiten. Darüber hinaus verläuft er im Unterlauf durch das gleichnamige NSG, das durch Wald und Feuchtgrünland, im Wesentlichen die Riesenbruchwiese mit wechselfeuchten Pfeifengraswiesen sowie seggen- und binsenreichen Nasswiesen, geprägt ist. Um die Pflanzengesellschaften zu erhalten, sind im Frühjahr Grundwasserflurabstände von 20 bis 30 cm nötig.

Um diese zu erreichen, wurde ein zweijähriger Stauversuch mit zeitlich veränderlichen Stauzielen durchgeführt. Im Rahmen der Erfolgskontrolle wurden zusätzliche Grundwassermessstellen errichtet und zeitlich hochaufgelöste Wasserstandsdaten erhoben. Die Flurabstandskarten zeigen, dass die Stauhaltung eine geeignete Maßnahme zur Einhaltung der Zielflurabstände ist. Die Regulierungsfähigkeit des Staus ist dabei eine Grundvoraussetzung, um Hochwasser weiterhin effektiv ableiten zu können. Das maximale Stauziel wurde außerdem an den angrenzenden Wald angepasst, um Vernässungsschäden zu vermeiden.

P03 Integrated Design and Planning Strategy for Flood Resilient Housing in Nepal

Rupesh Shrestha^{1,2}, Philip Frankenberg¹, Robert Jüpner¹

¹Technische Universität Kaiserslautern, Deutschland; ²Stipendiat der Alexander von Humboldt (AvH)- Stiftung; shrestha@rhrk.uni-kl.de, frankenb@rhrk.uni-kl.de, robert.juepner@bauing.uni-kl.de

Zusammenfassung

Climate change and continuous urbanization contributes to an increased urban vulnerability towards flooding. In Nepal, rapidly retreating glaciers, rapid rise in temperature, erratic rainfalls anthropogenic activities have increased the likelihood of floods. In June 2021, Melamchi bazar urban settlement in Nepal got struck by a massive flood where almost 350 houses submerged. The landslide on the upstream part of Melamchi River was reactivated by the prolonged rainfall and caused subsequent flooding which is a typical example of the cascading effect of multiple hazards in the mountains. Similarly, in July 2021, devastating floods affected several European countries causing deaths and widespread damages worth billions of Euros. Flood damage such as in Nepal and in European countries shows the need of adaptation strategies that would contribute in flood resilient housing and also shows the importance of urban planning. Design strategies such as Avoidance, Resistance and Adaptation present structural methods that can significantly reduce the damage. Furthermore, Nature-based solutions in urban areas where combination of Grey, Green and Blue infrastructure are merged to form a Hybrid intervention also presents a promising solution to prevent damage. This conceptual poster presents integrated approaches as framework for building design and planning for flood prone areas of Nepal. It concludes with design recommendations for resilience and scope for further research.

P04 Rekonstruktion der Wasserstandsdynamik von Söllen mittels Fernerkundung, Machine Learning und multivariater Statistik

Jenny Kröcher^{1,2}, Gunnar Lischeid^{1,2}, Marlene Pätzig¹

¹Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF); ²Institut für Umweltwissenschaften und Geographie, Universität Potsdam; kroecher@hydor.de

Zusammenfassung

Sölle sind hochdynamische Ökosysteme und Hotspots der Biodiversität und Biogeochemie. Ihre hydrologische Dynamik beeinflusst dabei ihre stofflichen Prozesse und ihre Biodiversität. Die Kenntnis der hydrologischen Dynamik von Söllen bildet daher die Grundlage für viele weitere Untersuchungen. Kontinuierliche, langjährige Zeitreihen des Wasserstands von Söllen existieren jedoch kaum.

Die Verknüpfung von Fernerkundung und Methoden des Machine Learning und der Dimensionalitätsreduktion bilden die Grundlage für eine flächendeckende und zeitlich-kontinuierliche Rekonstruktion der Wasserstandsdynamik von Söllen.

Multispektrale Rapideye-Satellitenbilder und Random-Forest-Modelle wurden zur Bestimmung der Wasserfläche zahlreicher Sölle im AgroScapeLab Quillow über einen Zeitraum von 10 Jahren angewendet. Mittels bathymetrischer Daten und geostatistischer Verfahren erfolgte die Konvertierung der Wasserflächen in einen Wasserstand. Aus den abgeleiteten Wasserständen und regionalen hydrologischen Zeitreihen des Grundwassers und der Bodenfeuchte wurde mittels Dimensionalitätsreduktion eine temporal hochaufgelöste Zeitreihe der Wasserstandsdynamik erzeugt.

P05 Hydrologische Interaktionen zwischen einer Windschutzhecke und Brombeerpflanzen in einem südafrikanischen Agroforstsystem

Svenja Hoffmeister¹, Rafael Bohn Reckziegel², Florian Kestel³, Rebekka Maier⁴, Jonathan P. Sheppard², Sibylle K. Hassler¹

¹Institute for Water and River Basin Management, Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Germany; ²Chair of Forest Growth and Dendroecology, University of Freiburg, Freiburg im Breisgau, Germany; ³Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF) e.V., Müncheberg, Germany; ⁴Chair of Soil Ecology, University of Freiburg, Freiburg im Breisgau, Germany; svenja.hoffmeister@kit.edu

Zusammenfassung

Agroforstwirtschaft (AF) findet besonders in afrikanischen Ländern Anwendung, um die Produktivität landwirtschaftlicher Flächen zu verbessern. Bäume und Ackerpflanzen können sich hierbei gegenseitig unterstützen, aber auch Konkurrenten um Ressourcen sein.

Wir möchten die hydrologischen Interaktionen eines südafrikanischen AF bestehend aus einer Windschutzhecke (*Alnus cordata*) und einer Brombeerplantage besser verstehen. Dazu wurde von Oktober 2019 bis März 2020 Bodenfeuchte an zwei Standorten gemessen: Direkt in der Hecke und abseits des Heckenwurzelbereiches in den Beerenreihen. An beiden Standorten waren je vier untereinander gereihte TDR-Profilsonden installiert. Mithilfe unserer Wetterstationsdaten konnten wir die potentielle Evapotranspiration (ET) abschätzen. Der Boden wurde im Profil klassifiziert und chemischen und physikalischen Eigenschaften bestimmt. Die Windschutzstruktur (z. B. Baumhöhe, Volumen und Biomasse) wurde mit terrestrischen Laserscanning-Methoden vermessen.

Aufgrund der hohen Lufttemperaturen und Windgeschwindigkeiten ist die potentielle ET die dominierende Komponente in der Wasserbilanz. Mithilfe eines konzeptionellen Modelles wollen wir nun die aktuelle ET abschätzen. Um die beiden Standorte und die Sensoren besser vergleichen zu können, haben wir eine „empirical mode decomposition“ (EMD) durchgeführt. Die Daten zeigen deutliche Unterschiede zwischen den beiden Standorten in ihrer Dynamik während Niederschlagsereignissen.

P06 How and why to walk the bridge between the social and the natural – Human-water perspectives from above and below the ground

Theresa Frommen¹, Karen Lebek¹, Tobias Krueger^{1,2}

¹Integrative Research Institute on Transformations of Human-Environment Systems (IRI THESys), Humboldt-Universität zu Berlin; ²Geographisches Institut, Humboldt-Universität zu Berlin; theresa.frommen@hu-berlin.de

Zusammenfassung

In recent years, there has been a growing interest among hydrologists and hydrogeologists in social aspects of water research. Socio-hydrology and socio-hydrogeology aim for a better understanding of coupled human-water systems and the social dimensions of their investigations. From a social sciences perspective, water and humans are deeply intertwined; they shape and reshape each other in a continuous hydro-social cycle. Together with a group of hydrologists and social scientists, we recently published an opinion paper titled “Guiding principles for hydrologists conducting interdisciplinary research and fieldwork with participants”.

In this contribution, we will discuss opportunities and challenges we faced in our social hydro(geo)logical research in South Africa and India. In our case studies, we have gained experience in using methods from social sciences as meaningful complement to hydrological and hydrogeological methods and statistical modeling. In a case study from India, Theresa Frommen used a transdisciplinary and participatory approach. She worked with local partners and assessed groundwater quality together with local women. In her South African case study, Karen Lebek employed a mixed-methods approach; she combined ethnographic field work with statistical modeling. Our studies showed that working with human participants can raise awareness and facilitate science communication, generate new research questions and hypotheses and triangulate modeling results.

POSTER SESSION I: Spezifisch interdisziplinäre methodische Innovationen

I01 Analyse der Datenqualität angeeichter Radardaten

Alexander Strehz¹, Thomas Einfalt¹, Uta Behnken²

¹hydro & meteo GmbH, Deutschland; ²Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein, Deutschland; a.strehz@hydrometeo.de

Zusammenfassung

Verlässliche Niederschlagsdaten werden für zahlreiche hydrologische Anwendungen benötigt. Eine Kombination von Radar- und Stationsdaten bietet das Potential für flächendeckende Niederschlagsdaten mit hoher Genauigkeit.

Im Rahmen der Weiterentwicklung von HydroNET-SCOUT für das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (LLUR) wurden verschiedene Aneichverfahren gegeneinander verglichen.

Die Datengrundlage bilden das DX-Produkt (1°x1km) des Deutschen Wetterdienstes (DWD), welches mittels verschiedener in SCOUT implementierter Filter in nahezu Echtzeit korrigiert und zu einem Komposit (1kmx1km) verarbeitet wurde.

Die angeeichten Radardaten wurden über einen Zeitraum von einem Jahr (1.3.2019 bis 1.3.2020) mit den 44 kontinuierlichen Stationen des DWD in Schleswig-Holstein mittels Kreuzvalidierung verglichen. Neben der Niederschlagsmenge über längere Zeiträume stand bei der Auswertung besonders auch die korrekte Wiedergabe von starken Niederschlägen kurzer Dauerstufen im Vordergrund. Ein Hauptaugenmerk lag darauf, ob eine Aneichung über Faktoren und Differenzen (FD-Aneichung) gegenüber einer Aneichung ausschließlich mittels Faktoren (F-Aneichung) Vorteile bietet.

Unter diesen Kriterien ergab sich folgende Reihenfolge der Datenqualität:

1. 3-Stunden-FD-Aneichung
2. Tages-FD-Aneichung
3. 3 Stunden-F-Aneichung
4. Unangeeichte Radardaten und Ansatz mittels Nachbarstationen (deutlich schlechter).

I02 Citizen Science: Niederschlagsdaten von privaten Wetterstationen

Micha Eisele, Andás Bárdossy, Abbas El Hachem, Jochen Seidel

Universität Stuttgart, Deutschland; micha.eisele@iws.uni-stuttgart.de

Zusammenfassung

Während die Anzahl hochaufgelöster Niederschlagsschreiber in Deutschland nahezu konstant bleibt, nimmt die Anzahl an privaten Niederschlagsschreibern jährlich zu. Die französische Firma NETATMO betreibt weltweit eines der größten Netzwerke an privaten Wetterstationen (PWS). Stand Juli 2021 liefern deutschlandweit ca. 28.000 Stationen frei zugängliche Niederschlagsdaten mit einer zeitlichen Auflösung von 5 Minuten, Tendenz steigend. Für weitere Parameter, wie Lufttemperatur und Wind ist die Anzahl der verfügbaren Stationen größer bzw. kleiner. Eine Aussage über fachgerechte Aufstellungsbedingungen und Wartung der einzelnen Stationen lässt sich dabei meist nicht treffen, was einen sehr hohen Aufwand in der Datenaufbereitung mit sich zieht. Durch fehlende Heizsysteme an den Niederschlagsschreibern ist die wissenschaftliche Verwertung der Messergebnisse nur bei Temperaturen oberhalb des Gefrierpunktes sinnvoll.

Interpolationsergebnisse zeigen dabei, dass durch das mit PWS verdichtete Messnetz besonders für kürzere Zeitskalen (<24h) eine deutlich verbesserte räumliche Struktur erzeugt werden kann. Auf die PWS-Daten wurden dabei auf Geostatistik basierende Filter angewendet um Stationen zu entfernen, die unplausible Daten liefern. In einem Fallbeispiel soll zusätzlich gezeigt werden, dass mit der vorhandenen Netzwerkdichte erstmalig ein raum-zeitlicher Vergleich mit Radarbeobachtungen möglich ist.

I03 Auswirkungen der systematischen Unterschätzung von Niederschlagsextremwerten der DX- Radardaten

Thomas Einfalt, Markus Jessen

hydro & meteo GmbH, Breite Str. 6-8, 23552 Lübeck
einfalt@hydrometeo.de

Zusammenfassung

Für hydrologische Anwendungen oder Starkregenuntersuchungen werden verlässliche und räumlich hochaufgelöste Niederschlagsinformationen benötigt, die durch Kombination von Wetterradar- und Regenschreiberdaten bereitgestellt werden können.

Für diese Auswertungen stehen seit dem Jahr 2000 Radardaten des Deutschen Wetterdienstes in Form des DX-Produktes (Auflösung: 5 min; 1° x 1 km) und seit 2008 in Form des Sweep-Produktes im BUFR-Format (5 min; 1° x 250 m) an Radarstandorten zur Verfügung.

Am Beispiel vom Radar Essen und dem Zeitraum 01.01. – 31.08.2018 weist die Auftretenshäufigkeit der Reflektivitätswerte (dBZ-Werte) Unterschiede zwischen den Produkten auf. Hohe dBZ-Werte treten bei dem DX-Produkt deutlich seltener auf und ähneln dabei einem Mittelwert der jeweils vier darin enthaltenen BUFR-Pixel über die Einheit dBZ, so dass das DX-Produkt systematisch unterschätzt.

Das extremwertstatistische Verhalten wurde auf Basis von fehlerkorrigierten und mit Niederschlagszeitreihen angeeichten DX- und BUFR-Sweep-Daten anhand der partiellen Serien mit den jeweils 10 höchsten Werten der Dauerstufen von 5 bis 120 Minuten analysiert. Es ließ sich feststellen, dass hohe Niederschlagsmengen kurzer Dauerstufen durch BUFR-Sweep-Daten besser als durch DX-Daten gegenüber Vergleichswerten aus Regenschreibern repräsentiert werden.

Die systematische Unterschätzung von Extremwerten im DX-Produkt sollte bei Niederschlagsauswertungen und Starkregenanalysen Berücksichtigung finden.

I04 Following the Cosmic-Ray-Neutron-Sensing-based soil moisture under grassland and forest: Exploring the potential of optical and SAR remote sensing

Veronika Döpfer¹, Thomas Jagdhuber^{2,3}, Ann-Kathrin Holtgrave^{1,4}, Maik Heistermann⁵, Till Francke⁵, Birgit Kleinschmit¹, Michael Förster¹

¹Geoinformation in Environmental Planning Lab, TU Berlin, Deutschland;

²Microwaves and Radar Institute, German Aerospace Center, Wessling, Germany;

³Institute of Geography, Augsburg University, Augsburg, Germany; ⁴Institute of Rural Studies, Thuenen Institute, Brunswick, Germany; ⁵Institute of Environmental Science and Geography, University of Potsdam, Potsdam, Germany; v.doepper@tu-berlin.de

Zusammenfassung

Deriving soil moisture content (SMC) at the regional scale with different spatial and temporal land cover changes is still a challenge for active and passive remote sensing systems, often coped with machine learning methods. So far, the reference measurements of the data-driven approaches are usually based on point data, which entails a scale gap to the resolution of the remote sensing data. Cosmic Ray Neutron Sensing (CRNS) indirectly provides SMC estimates of a soil volume covering more than 1 ha and vertical depth up to 80 cm and is thus able to narrow this scale gap. However, the sensing volume of the CRNS, which is changing with hydrological condition, bears challenges for the comparison with remote sensing observations. This study aims to understand the linkage of optical (Sentinel 2) and SAR (Sentinel 1) data with CRNS-based SMC. Using different Random Forest regressions, we analyze the potentials and limitations of both remote sensing sensors to follow the CRNS-based SMC signal. Our results show that it is possible to link the CRNS-based SMC signal with SAR and optical remote sensing observations via Random Forest modelling. The analysis underlines the need of combining optical and SAR observations (Sentinel 1, Sentinel 2) as well as soil property and topographical information to understand and follow the CRNS-based SMC signal for different hydrological conditions and land cover types.

I05 Ableitung der Hauptbearbeitungsrichtung auf Ackerflächen aus offenen Fernerkundungsdaten zur Bestimmung des P-Faktors der Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung

Dominik Scholand, Britta Schmalz

Fachgebiet Ingenieurhydrologie und Wasserbewirtschaftung, Technische Universität Darmstadt; schmalz@ihwb.tu-darmstadt.de

Zusammenfassung

Bodenerosion durch Wind oder Wasser ist ein bekanntes globales Problem, das häufig auf eine unsachgemäße landwirtschaftliche Nutzung zurückzuführen ist. Die Intensität der Erosion durch Wasser hängt sowohl von erosiven Faktoren wie Niederschlag und dem daraus resultierenden Oberflächenabfluss als auch von erodierbaren Faktoren ab, die Bodeneigenschaften und Landbedeckung sowie die Bewirtschaftung umfassen. Zur Ermittlung des mittleren jährlichen Bodenabtrags durch Wassererosion hat sich in der Praxis die Allgemeine Bodenabtragungsgleichung (ABAG) etabliert. Bei der praktischen Anwendung der ABAG wird der P-Faktor, der die Erosionsschutzmaßnahmen berücksichtigt, aufgrund des hohen Aufwandes oder fehlender Eingangsdaten jedoch häufig vernachlässigt.

In diesem Posterbeitrag werden bestehende Techniken der Bildanalyse auf hochaufgelöste Fernerkundungsdaten von Google Earth™ angewendet, um lineare Strukturen wie Fahrgassen, Furchen oder Saatzeilen mit einem Liniendetektor in OpenCV zu identifizieren. Aus den automatisch detektierten Linien wird eine Hauptbearbeitungsrichtung für jeden einzelnen der insgesamt 300 Ackerschläge im Mittelgebirgs-Einzugsgebiet Fischbach in Hessen abgeleitet. Ein anschließender Vergleich der Hauptbearbeitungsrichtung mit der Hauptgefällerichtung aus dem digitalen Geländemodell ermöglicht es, für jeden Ackerschlag einen individuellen P-Faktor für die Bearbeitungsrichtung zu definieren.

I06 Korrektur der Bernoulli-Gleichung zur Anwendung auf ebene symmetrische Strömungsquerschnitte

Ulf Teschke

HAW Hamburg, Deutschland; ulf.teschke@haw-hamburg.de

Zusammenfassung

Die Bernoulli-Gleichung ist eine der wichtigsten Gleichungen der Strömungsmechanik. Sie wird in der Wasserspiegellinienberechnung von Fließgewässern und auch in der Hydrologie auf vielen Gebieten verwendet. Sie ist im Allgemeinen nur entlang einer Stromlinie exakt gültig. Meistens werden jedoch physikalische Aussagen bezogen auf endliche Strömungsquerschnitte benötigt. Um die Bernoulli-Gleichung auch hier exakt anwenden zu können, muss sie bezogen auf den verwendeten Strömungsquerschnitt korrigiert werden. Dazu kann ein Korrekturbeiwert für den Geschwindigkeitshöhenterm eingeführt und gleichzeitig die geodätische Höhe und die Druckhöhe gemittelt werden.

Es wird eine erweiterte Bernoulli-Gleichung für symmetrische Stromröhren vorgestellt. Diese Gleichung wird mit der entsprechenden Energiestrom-Gleichung einer Stromröhre verglichen. Es zeigt sich, dass bei Vorliegen einer Potentialströmung beide Gleichungen dieselbe Energiehöhe ergeben. Um die Ergebnisse zu veranschaulichen, wird eine symmetrische Aufweitung einer Potentialströmung betrachtet. Der Korrekturbeiwert des Geschwindigkeitsterms wird explizit berechnet und mit dem kinetischen Energiestrombeiwert verglichen.

Abschließend erfolgt ein Ausblick auf Überlegungen zur Kräftebilanz eines Strömungsabschnittes bei ungleichförmiger Druck- und Geschwindigkeitsverteilung in den durchströmten Querschnitten.

I07 Abschätzung einer dynamischen Grundwasserneubildungsrate auf der Feldskala mit Hilfe von Bodenfeuchte aus Cosmic-ray Neutron Sensing

Lena Scheiffele¹, Sonja Bauer¹, Gabriele Baroni², Sascha Oswald¹, Matthias Munz¹

¹Universität Potsdam, Deutschland; ²Universität Bologna, Italien; lscheiff@uni-potsdam.de

Zusammenfassung

Die Kombination von Bodenfeuchtemessungen und bodenhydrologischen Modellen ist eine Methode zur Abschätzung der Grundwasserneubildung mit hoher zeitlicher Auflösung. Cosmic-ray Neutron Sensing (CRNS) hat sich in den letzten Jahren als nicht-invasive Methode zur Messung eines integralen Bodenfeuchtwertes des dynamischsten Teils der ungesättigten Zone auf der Feldskala etabliert und überwindet die Schwierigkeiten der Hochskalierung von punktuellen Messungen. CRNS liefert vielversprechende Daten zur Verbesserung der Abschätzung der Neubildung auf der Feldskala.

In dieser Studie wird die Bodenfeuchte aus CRNS und die Bodenfeuchte eines umfangreichen punktuellen Sensornetzwerkes in Hydrus-1D für die inverse Kalibrierung der bodenhydrologischen Parameter verwendet. Die resultierende Neubildungsrate stellt aufgrund der Eigenschaften der Bodenfeuchtedatensätze ebenfalls ein Feldmittel dar. CRNS ist jedoch sensitiv auf die vertikale Verteilung des Bodenwassers im Profil, weswegen diese neben dem integralen Wert explizit betrachtet werden sollte. Dazu werden im Rahmen dieser Studie zwei Ansätze untersucht. Zum einen wird eine Korrektur, basierend auf Bodenfeuchteprofilmessungen, auf die CRNS-Bodenfeuchte angewendet und diese in Hydrus zur Modellierung genutzt. Zum anderen wird zur Kalibrierung der Cosmic-Operator und modellierte Neutronenzählraten verwendet. Die Methoden werden hinsichtlich ihrer Eignung, die natürlichen Grundwasserneubildungsraten abzubilden, verglichen.

