

UNIVERSITÄT TRIER

Abstract-Sammlung zu Posterbeiträgen

eingereicht zum Tag der Hydrologie 2017



Tag der Hydrologie
Universität Trier 2017

23. 03. – 24. 03. 2017

Inhaltsverzeichnis

1 Hydrologische Prozesse im Wandel	1
1.1 Monitoring infiltration and subsurface stormflow in layered slope deposits with 3D ERT and hydrometric measurements. <i>Rico Hübner, Katja Heller, Thomas Günther, Ursula Noell, Arno Kleber</i>	1
1.2 Wirkung anthropogen überprägter Abflusscharakteristiken auf den hydromorphologischen Zustand von Fließgewässern. <i>Christina Bosch, Britta Schmalz</i>	2
1.3 Evaluierung von anthropogenen Einflüssen auf das Abflussregime – die Fallstudie des Vu Gia – Thu Bon Einzugsgebietes in Vietnam. <i>Tinh Thi Vu, Jens Kiesel, Nicola Fohrer</i>	3
1.4 Hydrologie im Wandel - anthropogen oder natürlich?. <i>Barbara Staudinger</i>	4
1.5 Hydrogeochemische Signaturen der Einzugsgebietenentwicklung – die Rolle der Calcium- und Sulfatfreisetzung im Hühnerwassereinzugsgebiet. <i>Ina Pohle, Yuzhu Hu, Wolfgang Schaaf, Werner Gerwin, Thomas Maurer, Christoph Hinz</i>	5
1.6 Räumliche und zeitliche Variabilität von Infiltrationsverhalten und präferenziellem Fluss in einem mesoskaligen Einzugsgebiet. <i>Dominic Demand, Theresa Blume, Markus Weiler</i>	6
1.7 Abflussveränderungen an der Talsperre Neustadt im Harz – Quantifizierung, mögliche Ursachen und Konsequenzen. <i>Markus Möller</i>	7
1.8 Plausibilisierung eines Kartierschlüssels zur Abschätzung dominierender Abflussprozesse. <i>Anna Birster, Sascha Scherer, Julius Weimper, Markus Casper, Dominic Demand, Raimund Schneider</i>	8
1.9 Einfluss der Landnutzung auf die Partitionierung von Niederschlag in Evapotranspiration, Oberflächenabfluss und Bodenwasser im östlichen Madagaskar. <i>Ilya van Meerveld, Chandra P. Ghimire, Bob W. Zwartendijk, L. Adrian Bruijnzeel</i>	9
1.10 Combining synoptic tracer analyses with hydrological modelling to assess seasonal runoff generation from semi-arid Andean headwater catchments. <i>Alexandra Nauditt, Chris Soulsby, Christian Birkel</i>	10
1.11 Zeitliche Dynamik des Eintrags von Pestiziden und ihren Transformationsprodukten in stehende und fließende Oberflächengewässer. <i>Uta Ulrich, Nicola Fohrer</i>	11
1.12 Sturzfluten 2016: ein neues Phänomen durch den Klimawandel?. <i>Natalie Stahl</i>	12
2 Statistik und Modellierung des Wandels	14
2.1 Abbildung des Landnutzungswandels in hydrologischen Modellen: Ein Vergleich von dynamischen und statischen Modellrepräsentationen. <i>Paul Wagner, S. Murty Bhallamudi, Balaji Narasimhan, Shamita Kumar, Nicola Fohrer, Peter Fiener</i>	14
2.2 Veränderungen im hydrologischen Regime des Wairau River, Neuseeland. <i>Thomas Wöhling, Moritz Gosses, Scott Wilson, Peter Davidson</i>	15
2.3 Niedrigwasser – Beispiel einer graphischen Datenanalyse entlang des Rheins. <i>Michael Stölzle, Irene Kohn, Markus Weiler, Kerstin Stahl</i>	16
2.4 Sensitivitätsstudie für ein dürrgefährdetes Einzugsgebiet im Südosten Österreichs unter veränderten Umweltbedingungen. <i>Clara Hohmann, Gottfried Kirchengast, Steffen Birk</i>	17
2.5 Physikalisch basierte Modellierung des partikelgebundenen Phosphoreintrages in das Mulde-Einzugsgebiet. <i>Marcus Schindewolf, Jürgen Schmidt</i>	18
2.6 Untersuchung und Modellierung von Bodenerosionsprozessen im Naturraum „deutsches Mittelgebirge“. <i>Angela Rebscher, Anne Schwob, Britta Schmalz</i>	19
2.7 Dynamik der initialen (öko-)hydrologischen Entwicklung – Modellierung von Anfangsbedingungen und Wasserflüssen in einem exemplarischen Einzugsgebiet. <i>Thomas Maurer, Daniel Caviedes-Voullième, Christoph Hinz, Gerke</i>	20
2.8 Modellierung geschichteter dezentraler Entwässerungssysteme in hydrologischen Modellen. <i>Sandra Hellmers, Justus Patzke, Peter Fröhle</i>	21
2.9 Unsicherheitsbestimmung von Überflutungsszenarien mit Hilfe der GLUE-Methodik. <i>Punit Bhole, Markus Disse, Benjamin Kammereck</i>	22
2.10 Interdisziplinäre Entwicklung gekoppelter Storylines von Klima und Landnutzung und ihre hydrologischen Auswirkungen in alpinen Einzugsgebieten. <i>Kristian Förster, Herbert Formayer, Thomas Marke, Gertraud Meißl, Markus Schermer, Rike Stotten, Matthias Theimeßl, Ulrich Strasser</i>	23

2.11	Rain, snow and floods – how the Rhine flow regime may change. <i>Berry Boessenkool, Axel Bronstert</i>	24
2.12	Ergebnisse eines meteorologischen und hydrologischen Multi-Model-Ensembles zur Simulation der zukünftigen Abflüsse in den französischen Rhein-Zuflüssen auf Basis von CMIP5-Projektionen. <i>Guillaume Thirel, Charles Perrin, Alban De Lavenne, Jean-Pierre Wagner, Kai Gerlinger</i>	25
2.13	Entwicklung einer Methodik zur Ermittlung der ereignisabhängigen Retentionseigenschaften von Biberdämmen. <i>Jorge Leandro, Konrad Eder, Wolfgang Rieger, Otto Füller, Uwe Stilla, Markus Disse</i>	26
2.14	Entwicklung eines hydrodynamischen Rechenkerns in ein Niederschlag-Abfluss-Modell zur integrierten Modellierung von Rückstau und Fließrichtungswechsel im Gewässer. <i>Manfred Dorp, Michaela Kaiser, Eva Loch, Benedikt Rothe</i>	27
2.15	Unsicherheiten in der operationellen Hochwasservorhersage in kleinen Einzugsgebieten in Rheinland-Pfalz. <i>Sven van der Heijden, Margret Johst, Norbert Demuth</i>	28
2.16	Möglichkeiten der Niederschlagsprognosen für die Zukunft mit einem Disaggregationsmodell. <i>Hannes Müller, Uwe Haberlandt</i>	29
3	Innovative Messtechnik und Messnetze in Zeiten des globalen Wandels	30
3.1	Modifizierte Lichtsensoren zur Messung von elektrischer Leitfähigkeit in Fließgewässern – eine kostengünstige Variante zur mesoskaligen Instrumentierung von Flussnetzwerken. <i>Ernestine Lieder, Markus Weiler, Theresa Blume</i>	30
3.2	Wie hängen DOC- und Nitrat austrag mit Niederschlags-Abfluss Prozessen und der Saisonalität zusammen?. <i>Michael Schwab, Julian Klaus, Laurent Pfister, Markus Weiler</i> . . .	31
3.3	Entwicklung eines Sturzflut-Frühwarnsystems in agrarisch geprägten Landschaften – Eine Vorstudie. <i>Phoebe Hänsel, Marcus Schindewolf, Arno Buchholz, Andreas Kaiser, Falk Böttcher, Felix Linde, Jürgen Schmidt</i>	32
3.4	Verwendung von Thermal-Infrarot Bildern zur Analyse der Variabilität von Oberflächen-sättigung auf unterschiedlichen Raum- und Zeitskalen. <i>Barbara Glaser, Marta Antonelli, Julian Klaus, Laurent Pfister</i>	33
3.5	Bestimmung der Zusammenhänge zwischen Bestandsniederschlag, meteorologischen Variablen und Vegetationsstruktur in einem sich entwickelnden Einzugsgebiet. <i>Thomas Maurer, Ina Pohle, Anne Oeser, André Sieber, Christoph Hinz</i>	34
3.6	Abfluss in intermittierenden Bächen und Sättigungsflächenausdehnung: Neue experimentelle Ansätze basierend auf photographischer Fernerkundung. <i>Nils Kaplan, Theresa Blume, Markus Weiler</i>	35
3.7	Integration von einem diebstahlgeschützten, hydrometeorologischen Messnetzwerk und Niederschlagssatellitenprodukten in das gemeindeorientierte Hochwasser-Frühwarnsystem des Limpopo-Einzugsgebietes (Süden Afrikas). <i>Jackson Roehrig, Paula Lorza</i>	36
3.8	3-stufige Online-Bereitstellung von hochwertigen Niederschlagsdaten aus Radar und Regenschreiber. <i>Thomas Einfalt, Uta Behnken, Inga Frerk</i>	37
3.9	Abschätzung der Evapotranspiration landwirtschaftlicher Kulturen auf Basis von UAV-Spektraldaten und deren Änderung am Beispiel unterschiedlicher Landnutzungssysteme. <i>Philipp Rauneker, Johannes Hufnagel, Gunnar Lischeid</i>	38
3.10	Multi-Parameter-Analyse zur Charakterisierung von Landschaftsmerkmalen innerhalb eines experimentellen Messnetzes im Hochgebirge. <i>Michael Engel, Daniele Penna, Werner Tirler, Francesco Comiti</i>	39
3.11	Radarkomposit und Hochwasserwarnungen mit Radarensembles und COSMO-DE-EPS im Projekt StucK. <i>Alexander Strehz, Alrun Jasper-Tönnies, Thomas Einfalt, Sandra Hellmers</i>	40
3.12	HEPEX Data Assimilation Inter-comparison Experiment. <i>Dirk Schwanenberg, Rodolfo Alvarado Montero, Peter Krahe, Peer Helmke, Albrecht Weerts</i>	41
3.13	Moderne GIS-Infrastruktur und Services für die Wasserwirtschaft. <i>Bernd Weißner</i>	42
3.14	Messprogramm zur Dynamik des Degree-Day Factor. <i>Muhammed Fraz Ismail, Wolfgang Bogacki</i>	43
3.15	In-situ Bodenfeuchte und Matrixpotenzial – Was messen wir?. <i>Conrad Jackisch, Wolfgang Durner und das Konsortium der Sensorenvergleichstudie</i>	44

4	Nachhaltiges Wasserressourcenmanagement im Wandel	45
4.1	Assessing flood vulnerability: a participatory multicriteria approach. <i>Mariana Madruga de Brito, Mariele Evers</i>	45
4.2	Ein hochaufgelöstes Monitoring zur Identifizierung von Herbizid-Transportpfaden in Retentionsteichen. <i>Sandra Willkommen, Uta Ulrich, Matthias Pfannerstill, Nicola Fohrer</i> . .	46
4.3	Stand und Entwicklung des integrierten Flusseinzugsgebietsmodells BlueM. <i>Michael Kissel, Tobias Roszkopf, Michael Bach, Steffen Heusch, Britta Schmalz</i>	47
4.4	Veränderungen der Nitratkonzentration in schottischen Einzugsgebieten – Untersuchung durch Simulation mit dem Modell NIRAMS II. <i>Ina Pohle, Miriam Glendell, Jonathan Gair, James Edward Sample</i>	48
4.5	Konzeptstudie zur Steuerung von wasserwirtschaftlichen Anlagen auf der Grundlage von Ensemble Kurzzeitvorhersagedaten. <i>Sandra Hellmers, Dieter Ackermann, Thomas Einfalt, Peter Fröhle</i>	49
4.6	Stärkung der Resilienz von Küstengebieten gegenüber Hochwasser. <i>Helge Bormann, Jenny Keschull, Frank Ahlhorn</i>	50
4.7	Planung von Hochwasserschutzmaßnahmen unter Klimaunsicherheit. <i>Maria Kaiser, Beatrice Dittes, Olga Špačková, Wolfgang Rieger, Markus Disse, Daniel Straub</i>	51
4.8	Physikalische Modellierung von Gründächern bei schichtweiser Erfassung der durch Blockregen erzeugten Abflüsse. <i>Justus Patzke, Sandra Hellmers, Peter Fröhle</i>	52
4.9	Application of Bayesian Decision Networks for sustainable groundwater resources management. <i>Hadis Mohajerani, Markus Casper, Majid Kholghi, Abolfazl Mosaedi, Raziye Farnani, Amir Saadoddin</i>	53

Hinweis

Diese Zusammenstellung bietet eine Übersicht zu den als Poster eingereichten Beiträgen. Die Abstracts wurde so übernommen, wie diese von den Autoren eingereicht wurden. Die Verantwortung für deren Inhalt tragen daher die jeweiligen Autoren.

1 Hydrologische Prozesse im Wandel

1.1 Monitoring infiltration and subsurface stormflow in layered slope deposits with 3D ERT and hydrometric measurements

Rico Hübner, Katja Heller, Thomas Günther, Ursula Noell, Arno Kleber

Abstract

Identify principles of water movement in the shallow subsurface is crucial for adequate process-based hydrological models. Hillslopes are the essential interface for water movement in catchments. The shallow subsurface on slopes may be featured with layered structure, due to different soil or sedimentological layering. The aim of this study was to monitor water movement and identify flow pathways in the vadose zone on a hillslope with periglacial slope deposits. We used a continuous times lapse 3D ERT approach in combination with punctual hydrometric data to trace the spreading of water during irrigation experiments. This multi-technical approach enables to connect the high spatial resolution of the 3D ERT with the high temporal resolution of the hydrometric devices. An irrigation experiment with an intensity of approx. 60 mm/h over 5h indicated that the infiltration into the uppermost layer, the „upper Layer“ (LH), an 0.5 m thick loose bedded layer with high biotic activity and a high hydraulic conductivity (260 cm/d) proceeds predominant as preferential flow. The spreading in the underlying „intermediate layer“ (LM), with a comparable material but with a higher bulk density, less biotic activity and a reduced hydraulic conductivity (65 cm/d) occurred rather uniform but not quite as low as expected. The water quickly percolates downwards through the next layer (LB1), a sandy, dense layer with an even lower hydraulic conductivity (37 cm/d) and reaches after 1h the interface of the deepest layer (LB2 in 1.1 m depth). In this depth the water is prevented from a further downward percolation. By the diverging grain size distributions of the sandy, dense and low conductive overlying layer with moderate percentage of gravel and the very coarse and highly conductive deepest layer full of large debris, the interface provides a sharp contrast in the functional relationship between saturation and matric potential and accordingly hydraulic conductivity. This means that the interface acts as capillary barrier under the present unsaturated conditions. Through the limited downward movement, the water has to be deflected in the downslope direction according to the slope inclination. This causes subsurface stormflow above the interface. A capillary barrier remain effective until the saturation become high enough to reach the water entry point of the underlying layer. With a widespread existence of an interface between a fine grained layer and a coarse-grained underlying layer a capillary barrier may significant control flow pathways within catchments. In this context, amount and intensity of rainfall as well as pre-event moisture are crucial for the efficiency of the capillary barrier.

1.2 Wirkung anthropogen überprägter Abflusscharakteristiken auf den hydromorphologischen Zustand von Fließgewässern

Christina Bosch, Britta Schmalz

Abstract

Gemäß der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie vom 23.10.2000 sollen alle Gewässer bis zum Jahr 2027 mindestens einen „guten ökologischen Zustand“ / ein „gutes ökologisches Potenzial“ aufweisen. Dieser im Falle des guten Zustands, nur geringfügig von einem natürlichen Referenzzustand abweichende Zustand, stellt für die Gewässer in der Bundesrepublik Deutschland ein ambitioniertes Ziel dar. Belegt wird dies unter anderem dadurch, dass am Ende des ersten Bewirtschaftungszeitraums lediglich 8,2% der bewerteten Oberflächenwasserkörper diese Forderung erfüllen konnten. Der Grund dafür liegt meist an deren schlechten hydromorphologischen Zustand bzw. den weiteren Einflüssen, die den Zustand der hydromorphologischen Qualitätskomponenten mittelbar beeinflussen. Eine zunehmende Bevölkerungsdichte, verstärkte Urbanisierung sowie wirtschaftliche Entwicklung führt/e zu einer anthropogenen Überprägung der Einzugsgebiete, die den natürlichen Wasserhaushalt und somit das natürliche Abflussgeschehen in vielerlei Hinsicht beeinflusst. Im aktuellen Bewirtschaftungszyklus (2016-2021) sind demzufolge 41,5% der geplanten Maßnahmen dem Belastungsschwerpunkt „Abflussregulierung sowie morphologische Veränderung“ zuzuordnen. Im Poster wird der aktuelle Stand der Arbeit am Fachgebiet Ingenieurhydrologie und Wasserbewirtschaftung (ihwb) zur Erforschung der Abschätzung der Wirkung anthropogen überprägter Abflusscharakteristiken auf den hydromorphologischen Zustand von Fließgewässern dargestellt. Das durch anthropogene Eingriffe veränderte Abflussverhalten soll analysiert und mit dem anderer Naturräume verglichen werden. Es soll gezeigt werden, welche Auswirkungen die veränderte Abflusscharakteristik auf die Struktur und Morphologie (Geometrie und Substrat) des Gewässers hat und welche Veränderungen sich, hinsichtlich der Verfügbarkeit und Ausdehnung aquatischer Habitate, in den einzelnen Fließgewässerabschnitten daraus ableiten lassen.

1.3 Evaluierung von anthropogenen Einflüssen auf das Abflussregime – die Fallstudie des Vu Gia – Thu Bon Einzugsgebietes in Vietnam

Tinh Thi Vu, Jens Kiesel, Nicola Fohrer

Abstract

Der Bau von Staudämmen ist der größte anthropogene Einflussfaktor auf das natürliche Abflussregime. Im anthropogen beeinflussten Einzugsgebiet Vu Gia – Thu Bon, Vietnam, wurden innerhalb der letzten 10 Jahre zahlreiche Dämme gebaut und ein Umleitungsprojekt realisiert. Verschiedene Methoden existieren, um diese Einflüsse auf das Abflussregime zu quantifizieren, jedoch liefern diese nicht immer eindeutige Ergebnisse. In dieser Studie werden verschiedene Methoden kombiniert, um diese Einflüsse und deren Signifikanz genauer zu quantifizieren. Zunächst werden hierfür der Mann-Kendall Trend-Test und Pettitt- Homogenitätstest angewendet, um graduelle und abrupte Änderungen in den Abflusszeitreihen zu untersuchen. Im zweiten Schritt werden 32 hydrologische Indikatoren (IHA – Indicators of Hydrologic Alteration) für die Zeiträume vor- und nach dem Dammbau, sowie kontinuierlich für jedes Jahr berechnet. Der Homogenitätstest zeigt, dass abrupte hydrologische Veränderungen in der Zeit stattfanden, in der die Dämme in Betrieb genommen wurden. Der Trend-Test zeigte signifikante Trends in der Abflusszeitreihe, die jedoch die Veränderungen des hydrologischen Regimes nicht vollständig erklären konnten. Die IHA Analysen zeigen zeitliche hydrologische Veränderungen, wobei einzelne Indikatoren sensitiver als Andere auf die anthropogenen Einflüsse reagieren. Am sensitivsten sind die „extremen Niedrigwasser“-Indikatoren, während die „extremen Hochwasser“-Indikatoren am wenigsten sensitiv reagieren. Die hydrologischen Indikatoren „Häufigkeit“ und „Änderungsrate“ zeigten geringere Sensitivität als die Indikatoren, die den mittleren Abfluss in der Trockenzeit darstellen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Anwendung des Homogenitätstests sinnvoll ist. Durch die zusätzliche Berechnung und Auswertung der hydrologischen Indikatoren können die evaluierten hydrologischen Veränderungen besser eingeordnet und quantifiziert werden.

1.4 Hydrologie im Wandel - anthropogen oder natürlich ?

Barbara Staudinger

Abstract

Die Hydrologie im Wandel ist im Einzugsgebiet der Salzach auch durch natürliche Veränderungen geprägt. Die Temperaturzunahme hat zur Folge dass Gletscher sich in immer höhere Lagen zurückziehen und dass es in den Sommermonaten zur Veränderung des Basisabflusses kommt. Im Frühjahr bewirken die Veränderungen der höheren Lufttemperatur eine früher einsetzende Schneeschmelze. Aber in der Hydrologie, in den sich verändernden Kennzahlen, sind vor allem anthropogene Nutzungen erkennbar. Ein geringer Anteil wird als Trinkwasser genutzt und fließt dadurch nicht in den unzähligen Gewässern, kleinen Gräben in Hanglagen. Bergbahnen der Schigebiete beantragen für ihre Beschneiungsanlagen die Nutzung von Wasserdargebot in den Einzugsgebieten als Nutzwasser um die Schneespeicher für den kommenden Winter zu nutzen. Die Nutzung des vorhandenen Durchflusses für die energetische Nutzung in Kleinwasserkraftwerken verändert vor allem die Möglichkeit der Messung des natürlichen Wasserdargebotes an Standard - Pegelanlagen, da die letzten freien Fließstrecken durch die energetische Nutzung verloren gehen. An ausgewählten vorhandenen Pegelmessstellen im Einzugsgebiet der Salzach kann der Einfluss der natürlichen Veränderung der Hydrologie über eine Analyse der längeren Messreihe gezeigt werden. An weiteren Messstellen im Einzugsgebiet ist die anthropogene Veränderung sichtbar, vor allem dann wenn Beobachtungsreihen an Gewässern allein durch Summenpegel abgebildet werden können, da der ursprünglich gewählte Pegelstandort seit Errichtung des Kraftwerkes in der Restwasserstrecke liegt. Die Forderung die natürliche Hydrologie im Einzugsgebiet im Gegensatz zur anthropogen veränderten Hydrologie darstellen zu können wird immer wieder vom Themenbereich Gewässerschutz gestellt. Als Hydrographischer Dienst des Landes Salzburg sich diesen Anforderungen zu stellen und die Datenbasis für ein nachhaltiges Wasserressourcenmanagement über vorhandene Beobachtungsreihen zur Verfügung zu stellen verpflichtet dazu sich mit der Hydrologie im Wandel auseinanderzusetzen.

1.5 Hydrogeochemische Signaturen der Einzugsgebietenentwicklung – die Rolle der Calcium- und Sulfatfreisetzung im Hühnerwassereinzugsgebiet

Ina Pohle, Yuzhu Hu, Wolfgang Schaaf, Werner Gerwin, Thomas Maurer, Christoph Hinz

Abstract

Das 6 ha große Hühnerwassereinzugsgebiet ist ein ökohydrologisches System in der Initialphase der Ökosystementwicklung. Das Einzugsgebiet wurde ab 2004 im ehemaligen Tagebau Welzow-Süd aus quartärem Sediment angelegt. Das Bodensubstrat ist charakterisiert durch geringe Carbonatgehalte und Spuren von Gips. Während das Einzugsgebiet in den ersten Jahren vorwiegend abiotischen Charakter aufwies, nimmt der Einfluss von Biota durch natürliche Sukzession fortwährend zu. Der Wandel der hydrologischen Prozesse im Einzugsgebiet ist durch einen Regimewechsel von Oberflächenabfluss zu Zwischen- und Grundwasserabfluss charakterisiert. Es ist von Interesse, ob sich die Einzugsgebietenentwicklung auch in hydrogeochemischen Indikatoren widerspiegelt. Um dies zu analysieren, untersuchten wir die elektrische Leitfähigkeit, pH-Werte und Kalzium- und Sulfatkonzentrationen anhand von Tageswerten bzw. zwei-wöchentlichen Mischproben der atmosphärischen Deposition, der Bodenlösung und des fließenden Wassers seit 2007 untersucht. Die drei Abflussmesstellen sind repräsentativ für schnellere und langsamere Abflussprozesse im Untersuchungsgebiet sowie für den Gesamtabfluss. Die Bodenlösung wurde an vier Messstellen in drei Tiefen untersucht. Diese Monitoringdaten wurden durch die Forschungsplattform Hühnerwasser zur Verfügung gestellt (<http://www.b-tu.de/chicken-creek/>). Wir stellten einen exponentiellen Rückgang von elektrischer Leitfähigkeit, Kalzium- und Sulfatkonzentration in der Bodenlösung und im fließenden Wasser fest. Das Kalzium- / Sulfat- Verhältnis als Indikator der Gipsauflösung entspricht bis 2010 nahezu 1, anschließend wird mehr Kalzium als Sulfat freigesetzt. Die pH-Werte in der Bodenlösung und im fließenden Wasser sind generell höher als in der atmosphärischen Deposition, sie zeigen Variabilität, aber kein Trendverhalten. Die Zeitreihenanalyse mittels additiver Zeitreihendekomposition zeigte, dass die innerjährliche Variabilität der hydrogeochemischen Eigenschaften in den ersten Jahren weniger ausgeprägt ist als nach 2010. Daraus lässt sich ableiten, dass Gipsauflösung in den ersten Jahren die Hauptquelle für Calcium und Sulfat in der Bodenlösung und im fließenden Wasser darstellt. Die zunehmende innerjährliche Variabilität und Veränderungen im Kalzium-/Sulfat-Verhältnis in den späteren Jahren könnten als hydrogeochemische Antwort auf die Vegetations- und Bodenentwicklung gewertet werden.

1.6 Räumliche und zeitliche Variabilität von Infiltrationsverhalten und präferenziellem Fluss in einem mesoskaligen Einzugsgebiet

Dominic Demand, Theresa Blume, Markus Weiler

Abstract

Präferenzieller Fluss in Makroporen ist für viele Böden ein wichtiger Infiltrationsprozess und kann die Infiltrationsrate stark erhöhen. Zusätzlich kontrolliert dieser Prozess auch die Verteilung des Wassers in der ungesättigten Zone. Es ist jedoch eine Herausforderung, die räumliche und zeitliche Variabilität dieses Prozesses in größeren Einzugsgebieten einzuschätzen und die steuernden Faktoren zu identifizieren. Im mesoskaligen Atert Einzugsgebiet (288 km²) in Luxemburg mit diversen Bodentypen, Topographien und Landnutzungen werden seit 2013 an 46 Standorten hydrologische und meteorologische Variablen gemessen. Besonders geprägt ist das Einzugsgebiet durch drei geologische Teilbereiche: devonischer Schiefer, Luxemburger Sandstein und Keuper, der vorwiegend aus mergeligen Ausgangssubstraten besteht. Unter anderem wird pro Standort die Bodenfeuchte in drei Profilen jeweils in 10, 30 und 50 cm Tiefe gemessen. Diese Daten wurden genutzt um abhängig von den initialen Bodenfeuchten und den Niederschlagsintensitäten bestimmter Ereignisse die Infiltrationscharakteristiken der einzelnen Standorte zu untersuchen. Ein besonderes Augenmerk lag dabei darauf, ob präferenzieller Fluss beobachtet werden kann oder ob die Sättigungsfront homogen von der Oberfläche propagiert. Dabei wurden pro Sensor Bodenfeuchteanstiege von mehr als 1 % VWC nach dem Niederschlagsereignis als Wassergehaltsänderung durch das Niederschlagsereignis angesehen. Durch das unterschiedliche Einsetzen des Bodenfeuchteanstieges in den drei Tiefen, konnten zwischen verschiedene Arten des präferenziellen Flusses unterschieden werden. Das ganze wurde zudem in saisonaler Abhängigkeit betrachtet, um mögliche Bodenstrukturänderungen zu erkennen. Kombiniert wurde diese Analyse mit Aufnahmen der Makroporosität in verschiedenen Tiefen, Bodeneigenschaften und Fließmuster aus Farbberegnungsversuchen (Brilliant Blue FCF). Weiterhin wurden gesättigte und ungesättigte Leitfähigkeiten aus „constanthead“-Permeameter, Tensionsinfiltrometern und Stechzylinderproben genutzt, um die diese Auswertung zu unterstützen. Das Auftreten von präferentiell Fluss unterschied sich zwischen den geologischen Zonen, der Landnutzung und war zudem von den Niederschlagsereignissen abhängig. Jedoch waren die Unterschiede unterschiedlich stark ausgeprägt und auch die saisonale Abhängigkeit war variabel.

1.7 Abflussveränderungen an der Talsperre Neustadt im Harz – Quantifizierung, mögliche Ursachen und Konsequenzen

Markus Möller

Abstract

Seit 111 Jahren erfüllt die Talsperre Neustadt eine wichtige Versorgungsfunktion für den Landkreis Nordhausen. Zurzeit ist der Wasserhaushalt der Stauanlage komplett ausbalanciert. Im Umkehrschluss haben mögliche Trends des Gesamtzuflusses eine direkte Auswirkung auf die lieferbare Rohwassermenge. Der Zuflusspegel Neustadt 1 (Aufzeichnungsbeginn: 1912) eignet sich für Langfristauswertungen sowie für die Ableitung von synthetischen Zeitreihen als wesentliche Eingangsgröße für Speichersimulationsrechnungen. Bei Zeitreihenauswertungen wurden signifikante Verschiebungen im Abflussgeschehen diesem Pegel festgestellt. Zum einen findet seit Ende der 1980er Jahre eine deutliche Vorverlagerung des Abflussmaximums vom April hin zum Jahresbeginn statt. Zum anderen reduzierten sich seit Ende der 1980er die mittleren Abflüsse im Sommerhalbjahr um 35 %, in einzelnen Monaten beträgt der Rückgang bis zu 55 %. Eine Bruchpunktanalyse identifizierte den Jahreswechsel 1987/88 als statistisch hochsignifikanten Zeitpunkt dieses Wechsels, Daten von zwei weiteren Fließgewässerpegeln im Südharz mit ähnlichen Einzugsgebietseigenschaften bestätigten diese Beobachtung. Diese Verschiebungen der Abflussdynamik lassen sich nicht anhand der Niederschlagsdaten am Wettermessfeld der Stauanlage erklären, die weder Trends noch Bruchpunkte aufweisen. Dies impliziert eine Veränderung der Aufteilung des Gebietsniederschlags in die Abfluss- und Verdunstungskomponenten. Auf Grund des Festgesteinsuntergrundes und der Vernachlässigbarkeit von Grundwasserneubildung und unterirdischem Abfluss muss von einer Verschiebung des Verhältnisses von oberirdischem Abfluß und Gebietsverdunstung ausgegangen werden. Zum einen besteht über den ansteigenden Trend der gemessenen Lufttemperatur ein direkter Zusammenhang mit der potenziellen Verdunstung. Weitere Indizien für eine Zunahme der Gebietsverdunstung sind die deutlich messbare Vorverlagerung des Vegetationsbeginns (phänologisches Stadium: Maitrieb Fichte) sowie eine Verlängerung der Gesamtdauer der Vegetationsperiode, gemessen als Temperatursummen oberhalb eines Schwellenwertes. Dieser Beitrag argumentiert, dass im konkreten Einzelfall eine Reihenverkürzung angebracht erscheint um das Abflussgeschehen der nahen Zukunft angemessen zu beschreiben. Es zeichnet sich ab, dass vor dem Hintergrund linearer sowie sprunghafter Änderungen einzelner Klimaelemente die Anforderungen an Stauanlagen mit ihrer Ausgleichsfunktion in Zukunft weiter zunehmen werden. Da diese Anforderungen aber zum Teil konträr wirken, wird sich das Spannungsfeld Talsperrenbewirtschaftung tendenziell verstärken. Anpassungsstrategien des Stauanlagenbetreibers umfassen eine periodische Aktualisierung der hydrologischen Bemessungsgrundlagen und Wasserwirtschaftspläne mit einer flexibleren Gestaltung des Einstaubeginns im Frühjahr. Zudem hat sich an der Talsperre Neustadt zu Kontrollzwecken eine begleitende Speichersimulationsrechnung im operativen Betrieb bewährt.

1.8 Plausibilisierung eines Kartierschlüssels zur Abschätzung dominierender Abflussprozesse

Anna Birster, Sascha Scherer, Julius Weimper, Markus Casper, Dominic Demand, Raimund Schneider

Abstract

Die Quantifizierung des Wandels hydrologischer Systeme erfordert fundierte Kenntnisse der relevanten Abflussprozesse. In diesem Rahmen entwickelt die DWA-AG HW 1.3 „Hydrologische Kartierung“ derzeit einen Kartierschlüssel zur bodenhydrologischen Kartierung zwecks Abschätzung von Abflussprozessen in der Landschaft auf der Basis von Bodenprofilen. Hierbei werden die, entsprechend der bodenkundlichen Kartieranleitung (KA 5), ermittelten Parametern mit einer stringenten hydrologischen Interpretation kombiniert. Der neue bodenhydrologische Kartierschlüssel befindet sich aktuell in der Erprobungsphase. Im Rahmen eines zweisemestrigen Lehrforschungsprojektes im Masterstudiengang „Prozessdynamik an der Erdoberfläche“ an der Universität Trier erfolgen umfangreiche bodenhydrologische Feld- und Laboruntersuchungen zwecks Plausibilisierung des DWA-Kartierschlüssels. In die Untersuchungen sind zwei unterschiedliche Landschaftsräume einbezogen, wovon jeweils einer im Grenzbereich Deutschland-Luxemburg bzw. Luxemburg-Belgien liegt. Es handelt sich auf deutscher Seite um das Einzugsgebiet „Schleidweiler Bach“ (Teileinzugsgebiet der Kyll, oberer Buntsandstein mit Wechsellagerung sandiger und toniger Gesteine, pleistozäner Lösslehm, lehmig-tonige Substrate, Böden mit Staunässe-einfluss). In Luxemburg liegt das Einzugsgebiet „Huwelerbaach“ (Teileinzugsgebiet der Attert, unterer Jura/Lias, „Luxemburger Sandstein“, pleistozäner Lösslehm, sandig-schluffig bis sandig-lehmige Substrate, Böden mit Staunässe- bzw. Podsolierungseinfluss). Grundlegender Ansatz der vergleichenden Feld- und Laboruntersuchungen ist es zentrale Kenngrößen für Infiltration, Durchlässigkeit und Speichervermögen abzuschätzen, bzw. messtechnisch zu ermitteln. Diese Kenngrößen sind neben Hangneigung, Reliefhöhe etc. von entscheidender Bedeutung für die Prozessbeurteilung im neuen DWA-Kartierschlüssel. Im Feld wurde die Infiltrationsrate an der Bodenoberfläche mittels Doppelringinfiltrimeter bestimmt, die gesättigte Wasserleitfähigkeit im Boden mit dem Guelph-Permeameter in unterschiedlichen Tiefen gemessen. Zur Identifikation präferentieller Fließwege sowie deren Anbindung und tatsächlichen Aktivierung wurden Färbeversuche mit Brilliant Blue FCF durchgeführt. Geoelektrische Messungen (ERT) mit verschiedener Auslagelänge wurden durchgeführt, um Schichtgrenzen und die Lage des Grundwasserspiegels zu bestimmen und diese anschließend mit Piezometerdaten zu verknüpfen. Bodenphysikalische Kennwerte (Trockendichte, Porengrößenverteilung, gesättigte Wasserleitfähigkeit, etc.) wurden an Stechzylinderproben ermittelt. Diese Kennwerte dienen als Basis für eine umfassende Plausibilisierung der Prozesseinschätzung des DWA-Kartierschlüssels.

1.9 Einfluss der Landnutzung auf die Partitionierung von Niederschlag in Evapotranspiration, Oberflächenabfluss und Bodenwasser im östlichen Madagaskar

Ilja van Meerveld, Chandra P. Ghimire, Bob W. Zwartendijk, L. Adrian Bruijnzeel

Abstract

Große Flächen in tropischen Ländern werden durch Brandrodung bewirtschaftet (wiederholte Waldabholzung und -verbrennung, gefolgt von Wiederbegrünung). In vielen Gebieten hat die Verkürzung der Brachzyklen aufgrund des Bevölkerungsdrucks zu großflächiger Bodendegradierung geführt. Trotz der hohen Bedeutung von Wasser für die Versorgung von ländliche Gemeinschaften und die Erhaltung der Ökosysteme, ist unser Verständnis der hydrologischen Prozesse dieses anthropogen beeinflussten Systems begrenzt. Aus diesem Grund untersuchten wir Interzeption, Transpiration und Oberflächenabfluss für ein degradiertes Grünland, einen jungen und einen alten Sekundärwald im östlichen Madagaskar. Dieses Poster unterstreicht die Auswirkungen der Landnutzung auf die Hauptwasserbilanzkomponenten und Fließwege.

1.10 Combining synoptic tracer analyses with hydrological modelling to assess seasonal runoff generation from semi-arid Andean headwater catchments

Alexandra Nauditt, Chris Soulsby, Christian Birkel

Abstract

Andean headwater catchments are the main water source to supply downstream semi-arid irrigation dependent communities in the Limari Basin (11.696 km²), central Chile. Only little information is available about catchment characteristics, cryosphere and hydrological processes for these remote areas to support water management with discharge predictions. Based on hydro-climatic time series of almost 50 years at the catchment outlets and in situ measurements, runoff processes in two perennial Andean headwater catchments of an elevation from 1000 to 4000 m – the Rio Grande and Rio Tascadero in central Chile – were assessed using statistical analyses, conceptual modelling, field observations and synoptic tracer surveys. Statistical and modelling analyses of hydro-climatic time series at the catchment outlet indicated a high spatio-temporal variability of climate variables. The spatial and seasonal distribution of the stable isotopic composition ($\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^2\text{H}$) and hydrochemistry of stream and ground waters was used to distinguish various sources and components of stream flow. A marked spatial and seasonal variability of all measured parameters was observed. Hydrochemistry in ground water and surface water samples suggests that there is no fossil groundwater contribution to the baseflow with very low mineralization of headwaters and geothermal influences at around 3000 m of elevation. Subperiod calibration with HBV light was carried out to address the strong seasonality which showed that streamflow response is mostly consistent with fluxes from groundwater storage, while only a small fraction comes from direct routing of snowmelt. Variation of model parameters such as the groundwater rate coefficient was detected consistent with differing recharge in wet and dry years. The resulting snow melt-groundwater model serves as a tool to describe hydrological processes in these complex, data scarce and semi-arid Andean catchments and will be used to predict seasonal water availability. Based on the findings further observation, modelling and sampling strategies were developed for current research.

Key Words: Tracers, stable isotopes, runoff generation, Andes, semi-arid central Chile, drought, elevation gradient, semi-distributed conceptual modelling, distributed modelling, mountain hydrology, cryosphere, data scarcity.

1.11 Zeitliche Dynamik des Eintrags von Pestiziden und ihren Transformationsprodukten in stehende und fließende Oberflächengewässer

Uta Ulrich, Nicola Fohrer

Abstract

Die Belastung von Gewässern durch Pflanzenschutzmittel (PSM) wird bereits seit vielen Jahrzehnten erforscht, dennoch treten immern wieder neue Aspekte in den Vordergrund, die vorher nicht berücksichtigt wurden. Dazu gehört auch das Thema der Transformation der PSM in der Umwelt. Neuere Studien haben gezeigt, dass die Transformationsprodukte (TP) von PSM sich in ihren Eigenschaften zum Teil gravierend von ihrer Muttersubstanz (MS) unterscheiden und damit ein anderes Umweltverhalten aufweisen. Ebenso können Toxizität und Ökotoxizität der TP von denen der MS abweichen. Um genauere Erkenntnisse über Transformationsprozesse und den Transport von TP zu erlangen, wurden im Rahmen des Projektes „Maßnahmen für einen nachhaltigeren Umgang mit Pestiziden/Bioziden und deren Transformationsprodukten im Regionalen Wassermanagement“ (MUTReWa) ein Tieflandfluss und 10 stehende Kleingewässer die Herbizide Flufenacet und Metazachlor und ihre TP-oxalsäure bzw. -sulfonsäure über einen Zeitraum von drei Monaten nach Applikation im Herbst 2015 beobachtet. Die Beprobung des Fließgewässers erfolgte mittels eines automatischen Probensammlers mit täglichen Mischproben. In den Söllen wurden vor und dreimal ereignisbezogen nach Applikation Schöpfproben genommen. Die Untersuchungen zeigen, dass beide TP von Metazachlor und die Sulfonsäure von Flufenacet auch nach einem Jahr noch im stehenden und fließenden Gewässer zu detektieren waren. Im Fließgewässer lässt sich erkennen, dass MS und TP jeweils zeitlich synchron ins Gewässer eingetragen werden. Daraus lässt sich annehmen, dass die Transformation der beiden Herbizide bereits im Boden und nicht in nicht relevantem Maß im Gewässer stattfindet. In den Söllen wurden verschiedene Eintragsmuster von Metazachlor und Flufenacet bzw ihrer TP beobachtet. Zum einen unterschieden sich die Zeitspannen, in denen die TP der beiden Herbizide gebildet wurden. Zum anderen variierten aber auch innerhalb der Sölle, deren umgebende Fläche mit demselben Herbizid behandelt wurde, die Eintragsmuster von MS und TP. Das bedeutet, dass besonders die Landschaftsparameter und hydrologische Kenngrößen bei der Interpretation der Daten einfließen müssen.

Keywords: Transformation, Metazachlor, Flufenacet, Tieflandfluss, Sölle.

1.12 Sturzfluten 2016: ein neues Phänomen durch den Klimawandel?

Natalie Stahl

Abstract

Die Sturzfluten 2016 waren außergewöhnlich. Das Poster beschäftigt sich mit der Frage, ob diese Sturzfluten ein Zeichen des Klimawandels sind und ob sie die bisher gültigen Bemessungsstatistiken in Frage stellen. Sind neue Methoden oder Anpassungsstrategien zu entwickeln?

Um diese Frage zu beantworten wird die Genese der Niederschläge näher betrachtet. Die Wetterlage, die zu den immer wieder auftretenden Starkniederschlägen führte, war ein Tief über Mitteleuropa. Die Erforschung der Hochwasser relevanten Wetterlagen in Mitteleuropa im Projekt WETRAX hat gezeigt, dass diese Wetterlage vor allem in Kombination mit einer Vb-Zugbahn (Zugbahn eines Tiefs von der Adria nach Nordosten) in Verbindung mit hohen Lufttemperaturen überproportional oft Ursache für große Hochwasser ist. Diese Wetterlagen werden zwar nach den Auswertungen von WETRAX in der Zukunft nicht häufiger, können aber durch den Klimawandel mit immer höheren Temperaturen mehr Wasser speichern und daher zu ergiebigeren Starkregen führen (HOFSTÄTTER, 2015). Die zurückliegenden Veränderungen von Temperatur, Niederschlag und Abflussverhalten in Bayern werden u. a. im Rahmen des Kooperationsvorhabens KLIWA durch die Analyse langer Messzeitreihen ermittelt (KLIWA, 2016). Diese Auswertungen zeigen bereits eine Zunahme der mittleren Jahrestemperatur in Bayern seit 1931 um ca. 1,3 °C. Bis zum Ende des Jahrhunderts ist mit einem Anstieg der Lufttemperatur zwischen +2,3 °C und +3,6 °C im Vergleich zur Referenzperiode 1971 bis 2000 zu rechnen (BLFU, 2016). Mit diesem Anstieg der Temperaturen steigt der Feuchtigkeitsgehalt der Luft und es besteht generell die Gefahr für höhere Niederschlagsintensitäten. Relevant für die Sturzfluten 2016 war darüber hinaus die lange Persistenz der Wetterlage von 7 Tagen. Eine solch lange Persistenz trat nur 6 Mal in den letzten 136 Jahren auf (bisheriges Maximum 11 Tage in 1984). Auch hier stellt sich die Frage, wie sich die Persistenz von Wetterlagen unter dem Klimawandel verändert. Dieser Frage soll in einem aktuellen Forschungsvorhaben nachgegangen werden.

2016 haben geringe Potentialunterschiede zu ortsfesten Luftmassen geführt, die bis in hohe Luftschichten reichten. Diese haben kleinräumig quasi ohne laterale Bewegung Niederschläge sehr hoher Intensitäten über mehrere Stunden ausgelöst. Betrachtet man das extremste Abflussereignis dieser Periode in Bayern im Landkreis Rottal-Inn (Simbach) sind die hohen Niederschläge über 4 bis 6 Stunden statistisch am außergewöhnlichsten. Diese relativ lange charakteristische Dauer für Starkregen von 1 bis 6 Stunden gilt auch für die anderen Ereignisse dieser Periode und erreicht seltene Jährlichkeiten bis N500 bzw. N1000.

In Simbach war neben den maximalen Summen in 4-6 h der zeitliche Verlauf des Niederschlages über einen längeren Zeitraum (36 h) sowie die Verteilung innerhalb dieses Zeitraumes ausschlaggebend für das Auslösen einer Katastrophe. Vom Typ entspricht der Niederschlag dort einem endbetonten Niederschlag. Die relevanten Starkniederschläge sind daher nicht nur zu einem großen Anteil abflusswirksam geworden, weil die hohen Intensitäten die Infiltrationskapazität überschritten, sondern auch weil die Böden inzwischen gesättigt bzw. verschlammte waren. Der resultierende Abfluss ist zusätzlich durch die reduzierte Reibung extrem beschleunigt worden, weil alle Geländerrinnen und Mulden, sowie das Gewässernetz bereits gefüllt waren (STAHL et al., 2016). Auch gab es eine minimale Verlagerung der Starkniederschläge in Fließrichtung, so dass sich eine ungünstige räumliche und zeitliche Verteilung der Niederschläge im Verhältnis zur Abflusskonzentration weiter verschärfend ausgewirkt hat (Auswertungen der Radarniederschläge durch die BOKU Wien). Die statistische Einordnung der Niederschläge nach den verschiedenen Dauerstufen „gesamter Zeitraum“ (36 h N 200) bzw. „maximale Jährlichkeit“ (4-6 h N 500-1000) allein beschreibt diese Abfluss relevanten Prozesse nur unzureichend. Zusammenfassend haben die Stundenintensitäten über 30 mm/h eingebettet in das Ende eines Dauerregens von 36 Stunden zu besonders heftigen Reaktionen geführt. Daher lag die Jährlichkeit mit deutlich über HQ1000 der Abflüsse noch über denen der Niederschläge.

Im Resultat für die Bemessung muss daher hinterfragt werden, wie die gekoppelte Wahrscheinlichkeit von maximalen Niederschlägen kleiner Dauerstufen eingelagert in lange Dauerstufen genügend berücksichtigt werden kann. Der ungünstige Niederschlagsverlauf hat im Vergleich zu den reinen Niederschlagssummen zu einer deutlich höheren Jährlichkeit der Abflüsse geführt. Dies bestätigt in Ergänzung zu

früheren Untersuchungen (STAHL, 2016 & STAHL et. al. 2016) die Bedeutung des zeitlichen Niederschlagsverlaufes für die Hochwasserbildung. In diesem Zusammenhang sind auch Analysen zum Zusammentreffen der Vorbedingungen im Gebiet mit Niederschlägen bestimmter Dauerstufen relevant. Außerdem müsste bei längeren Starkregen die verringerte Retention bei gleichzeitig beschleunigter Fließzeit durch bereits an der Oberfläche anstehendes Wasser im Gelände abgebildet werden.

Derzeit sind in vielen Ländern Starkregengefahrenkarten in Bearbeitung, diese beschränken sich jedoch häufig auf die Dauerstufen kleiner 1 h (z. B. aktueller Leitfaden Baden-Württemberg LUBW, 2016). Unter dem Aspekt des Klimawandels sollte geprüft werden, ob verstärkt auch die Dauerstufen 1 bis 6 h in die Berechnungen einbezogen werden müssen, wenn es um Hochwasservorsorge geht.

Es gibt derzeit noch keine eindeutige Antwort darauf, wie man Starkniederschläge wie sie 2016 im Mai/Juni aufgetreten sind, in der Bemessung methodisch am besten berücksichtigen kann. In Bayern widmen sich mehrere neue Forschungsvorhaben der Weiterentwicklung der Methoden für die Bemessung.

Bei den hochdynamischen Starkregen-Wetterlagen bestehen besonders hohe Unsicherheiten in der Niederschlagsvorhersage. Auch Messwerte liegen zeitlich nicht rechtzeitig für eine Warnung vor. Für kleine Einzugsgebiete ist es daher empfehlenswert, feste Schutzeinrichtungen einzuplanen, die auch im Rahmen der Eigenvorsorge direkt am Gebäude erfolgen können. Für das Risiko kleinräumiger plötzlicher Überflutungen durch Starkregen auch abseits von Gewässern ist die finanzielle Absicherung durch eine Elementarschadenversicherung sinnvoll. Daher wird in Bayern eine Kampagne zur Erhöhung der Versicherungsquote als Anpassungsstrategie an das Risiko von Starkregen durchgeführt.

KLIWA (2016): Klimawandel in Süddeutschland; Veränderungen von meteorologischen und hydrologischen Kenngrößen; Klimamonitoring im Rahmen der Kooperation KLIWA;
http://www.kliwa.de/download/KLIWA_Monitoringbericht_2016.pdf

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2016): Niedrigwasser in Bayern - Grundlagen, Veränderung und Auswirkungen;
http://www.bestellen.bayern.de/application/stmug_app000014?SID=450412769

HOFSTÄDTER, M., et al. (2015): WETRAX (Weather Patterns, Cyclone TRACKS and related precipitation Extremes), Geographica Augustana Band 19, Universität Augsburg, 2015.

LUBW (2016): Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg;
<http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/261161/>

STAHL, N., BAUER, A. , LANG, T. (2016): Standortbewertung potenzieller Hochwasserrückhaltestandorte durch eine Wirkungsanalyse mittels Niederschlags-Abfluss-Modellierung und 2D-Berechnung am Beispiel des Isareinzugsgebietes. Hydrologie und Wasserbewirtschaftung (60), Heft 3, Juni 2016, S. 213-221

STAHL, N. (2016): Das Tief über Mitteleuropa als Ursache für extreme Hochwasser. DWA Landesverband Bayern Mitglieder-Rundbrief (Ausgabe 34), Dez. 2016, S. 29-33

STAHL, N. et al. (2016): Strategien zur Bewältigung: Hochwasser ist nicht gleich Hochwasser. Eine Gegenüberstellung der Ereignisse von 2013 und 2016. DWA Landesverband Bayern Mitglieder-Rundbrief (Ausgabe 34), Dez. 2016, S. 3-7

2 Statistik und Modellierung des Wandels

2.1 Abbildung des Landnutzungswandels in hydrologischen Modellen: Ein Vergleich von dynamischen und statischen Modellrepräsentationen

Paul Wagner, S. Murty Bhallamudi, Balaji Narasimhan, Shamita Kumar, Nicola Fohrer, Peter Fiener

Abstract

Die Untersuchung der Auswirkungen des Landnutzungswandels auf die Wasserressourcen ist ein wichtiges Einsatzfeld für hydrologische Modelle. Obgleich die Datenlage häufig eine dynamische Repräsentation des Landnutzungswandels in hydrologischen Modellen zulässt, überwiegt in Modellstudien der statische Delta-Ansatz, bei dem Modellläufe für zwei verschiedene Landnutzungen durchgeführt werden. Eine andere Komponente des Globalen Wandels, der Klimawandel, wird hingegen in der Regel dynamisch in hydrologischen Modellen abgebildet. Ist eine statische Abbildung des Landnutzungswandels vor diesem Hintergrund ausreichend? Unter welchen Bedingungen reicht eine statische Abbildung möglicherweise aus? In welchen Zeitschritten sollte der Wandel abgebildet werden? Diese Fragen sollen in diesem Beitrag beantwortet werden. Dazu werden Modellergebnisse für dynamische und statische Repräsentationen des Landnutzungswandels verglichen. Mit einem SWAT-Modell eines von der starken sozio-ökonomischen Entwicklung der Stadt Pune beeinflussten, mesoskaligen Einzugsgebiets in Indien werden zwei Landnutzungsszenarien analysiert. Dabei werden insbesondere die Auswirkungen einer linearen im Vergleich zu einer nicht-linearen dynamischen Landnutzungsentwicklung untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die lineare Entwicklung mit dem statischen Delta-Ansatz besser approximiert werden kann als die nicht-lineare Entwicklung. Dennoch weichen die mit dem statischen Ansatz berechneten Wasserhaushaltskomponenten auch bei einer linearen Entwicklung in einigen Teileinzugsgebieten deutlich von den Ergebnissen des dynamischen Ansatzes ab (20% Überschätzung der Abflusspende im Teileinzugsgebiet mit der größten Zunahme von Siedlungsflächen). Deshalb erscheint eine Integration der Landnutzungsdynamik auf jährlicher Basis ratsam. Dies gilt insbesondere in Gebieten, die einem schnellen, nicht-linearen Wandel ausgesetzt sind. Sollte die Datenlage eine jährliche Abdeckung nicht zulassen, so belegt eine Analyse der Zeitschritte, mit denen der Landnutzungswandel abgebildet wird, dass, wenn Landnutzungsinformationen alle fünf bis neun Jahre integriert werden, bereits eine deutliche Verbesserung gegenüber einem statischen Ansatz erreicht wird (Verringerung des mittleren quadratischen Fehlers RMSE um 49% für Abflusspende und um 72% für Evapotranspiration). Eine dynamische Integration des Landnutzungswandels in hydrologische Modelle erscheint somit, trotz eines möglicherweise größeren Arbeitsaufwands, lohnend und empfehlenswert.

2.2 Veränderungen im hydrologischen Regime des Wairau River, Neuseeland

Thomas Wöhling, Moritz Gosses, Scott Wilson, Peter Davidson

Abstract

Der Wairau River in der Marlborough Region im Norden der Südinsel Neuseelands speist nahe seiner Mündung in den Pazifischen Ozean einen regional bedeutenden Aquifer der für die Trinkwasserversorgung der Region Blenheim und den Bewässerungslandbau genutzt wird. In den letzten Jahrzehnten wurde eine geringe aber stetige Abnahme der Grundwasserstände im Wairau Aquifer beobachtet. Diese Beobachtungen zogen eine Reihe hydrogeologischer Untersuchungen nach sich, bei denen auch die Fluss- Grundwasser Austauschmechanismen genauer untersucht wurden. Zuerst wurden ein hydrogeologisches und dann ein darauf beruhendes numerisches Modell (Modflow) für den entsprechenden Flussabschnitt erstellt und anhand verschiedener Datentypen kalibriert. Aus den Messungen und Modellsimulationen konnte ein starker Zusammenhang zwischen Grundwasserneubildung und dem hydrologischem Regime des Wairau River abgeleitet werden. Dabei sind vor allem die Häufigkeit und Dauer von Niedrigwasserperioden des Flusses bestimmend. In Folge wurde das hydrologische Regime des Wairau Einzugsgebiets (3430 km²) näher untersucht. Die Grundlage bildeten gemessene Abfluss und interpolierte Niederschlagsdaten (NIWA, Tait et al. 2006) für den Zeitraum 1960-2015. Eine mittels Ganglinienseparation (DIFGA, Schwarze et al. 1999) durchgeführte Analyse des Wasserhaushalts zeigte eine deutliche Veränderung der Wasserhaushaltskomponenten in den letzten 15 Jahren. Die Veränderungen scheinen deutlich mit langperiodischen Klimaschwankungen (IPO, Interdecadal Oscillation Index) zu korrelieren, wobei andere Einflüsse jedoch nicht auszuschließen sind. Die seit dem Jahr 2000 eingesetzte negative IPO-Phase geht mit Niederschlags- und Abflusssummen einher, die unter dem langjährigen Mittelwerten liegen. Zudem ist für diese Periode die Unterschreitungswahrscheinlichkeit der kritischen Durchflussmenge gestiegen, was auf ein deutlich verändertes hydrologisches Regime hindeutet.

2.3 Niedrigwasser – Beispiel einer graphischen Datenanalyse entlang des Rheins

Michael Stölzle, Irene Kohn, Markus Weiler, Kerstin Stahl

Abstract

Visualisierungen sind unerlässlich, um Datensätze hinsichtlich ihrer Verteilungen und Zusammensetzung darzustellen und Zusammenhänge und Relationen von Variablen innerhalb der Datensätzen zu bewerten. Graphische Datenanalysen sind sowohl für die Wasserwissenschaften als auch für angewandte wasserwirtschaftliche Fragestellungen ein starkes Instrument während der explorativen Phase einer Studie, um auf Basis von deskriptiver Statistik Zusammenhänge und Prozesse zu beleuchten, Vergleiche zwischen Datensätzen aus unterschiedlichen Blickwinkeln zu beleuchten und verschiedenartige Ideen zur Datenauswertung nebeneinander voranzutreiben und fortlaufend zu bewerten. Graphische Datenanalysen in der Hydrologie sind dabei als Lernprozess zur Beurteilung von Veränderung und Dynamik hydrologischer Variablen zu sehen; mit dem Ziel, Ursache und Wirkung zu verstehen und zu vermitteln. Dieser Beitrag illustriert dies am Beispiel einer graphischen Datenanalyse des Niedrigwasserabflusses entlang des Rheins. Hierfür wurden Daten einer Auswahl wichtiger Abflusspegel mit mehr als 70 Jahren Abflussdaten entlang des Rheins visualisiert. Ein angewandte Methodenkanon mit Fokus auf dem Konferenzschwerpunkt „Nichtstationäres Verhalten“ analysiert so das Abflussregime des Rheins an mehreren Pegeln hinsichtlich seiner Variabilität und Veränderungen in Bezug auf Niedrigwasserperioden. Der Beitrag kombiniert dabei verschiedene Ansätze aus hydrologischen und statistischen Methoden (z.B. Dauerlinie, Kennwerte, abgeleitete Indizes, gleitende Mittel) mit zahlreichen Visualisierungsformen, um Veränderungen zu detektieren, Variabilität zu beleuchten und Saisonalität und Trends im Niedrigwasserabfluss zu charakterisieren. Im Gesamtbild wird eine Sammlung von „best practices“ für eine zielgerichtete graphische Datenanalyse präsentiert und die resultierenden Erkenntnisse diskutiert. Wir regen mit diesem Posterbeitrag intensives Feedback seitens der Wasserwirtschaft zur Anwendbarkeit, Nützlichkeit und Effizienz der verwendeten Methoden und Analysen an, um verbesserte, anwendungsorientierte Visualisierungen und Forschungsprojekte im Bereich Niedrigwasseranalyse zu diskutieren. Das Poster fokussiert folglich zwei Schwerpunkte: aus wasserwirtschaftlicher und hydrologischer Sicht werden Niedrigwassercharakteristika des Abflussregimes des Rheins aufbereitet und hinsichtlich Variabilität und Veränderung diskutiert. Parallel dazu werden die statistischen und graphischen Hintergründe der Auswertung beleuchtet, um aufzuzeigen welche Vor- und Nachteile bestimmte Methoden in der graphischen Datenanalyse bieten.

2.4 Sensitivitätsstudie für ein dürregefährdetes Einzugsgebiet im Südosten Österreichs unter veränderten Umweltbedingungen

Clara Hohmann, Gottfried Kirchengast, Steffen Birk

Abstract

Das südöstliche Alpenvorland Österreichs, insbesondere der Südosten der Steiermark ($\approx 47^\circ$ N, $\approx 16^\circ$ E) zeichnet sich durch einen starken Temperaturanstieg in den letzten Dekaden aus. Vor allem die mittleren Lufttemperaturen im Sommer (Juni bis August) zeigen einen starken Anstieg von ungefähr $0,7^\circ\text{C}$ pro Dekade (Untersuchungszeitraum 1971 - 2015) (Kabas et al., Meteorol. Z. 20, 277-289, 2011; pers. Komm., 2015). Das steirische Raabtal, mit einer Einzugsgebietsgröße von 986 km^2 , hat bereits in der Vergangenheit mehrere Dürreperioden erlitten (z.B. die Sommer 1992, 2001 und 2003). Angesichts des zu erwartenden starken Temperaturanstieges ist es von außerordentlichem Interesse herauszufinden, zu welchen hydrologischen Auswirkungen verstärkt auftretende Trockenperioden in Zukunft führen werden. Zu diesem Zweck führen wir eine Sensitivitätsstudie in Hinblick auf Niedrigwasserereignisse durch und nutzen dafür das an der ETH Zürich entwickelte, physikalisch begründete hydrologische Wasserhaushalts- Simulations-Modell (WaSiM) (Schulla, Diss., ETH Zürich, CH, 1997). In dieser Arbeit wird eine vergleichsweise einfache Modellstruktur mit einer räumlichen Auflösung von 1 km und Tagesschritten sowie nur Niederschlag und Temperatur als meteorologische Eingangsgrößen verwendet. Da hydrologische Veränderungen in der Zukunft sich nicht auf rein klimatische Änderungen beschränken lassen, beziehen wir Änderungen der Landnutzung und der Wasserbewirtschaftung in unsere Studie mit ein. In der Sensitivitätsstudie simulieren wir Veränderungen des Wetters und Klimas auf Basis von Daten der letzten 20 Jahre, jedoch mit Blick auf die Zukunft mit $2\text{ K}/5\text{ K}$ höheren Temperaturen sowie $15\%/30\%$ weniger Niederschlag in den Sommermonaten (Mai bis September). Veränderungen der Landnutzung simulieren wir mittels einer Zunahme versiegelter Flächen sowie einer Verschiebung von intensiver zu extensiver Landwirtschaft. Die Veränderungen der Wasserbewirtschaftung werden mit Bewässerung aus Oberflächenwasser und Grundwassernutzung abgebildet. Ausgewertet werden die Auswirkungen der einzelnen Veränderungen und deren Wechselwirkungen auf den Abfluss. Die Ergebnisse zeigen einen starken Einfluss des Niederschlags, aber auch die Temperaturerhöhung führt zu einem stark verringerten Abfluss. Die veränderte Landnutzung und Wasserbewirtschaftung wirkt sich hingegen positiv aus, das heißt im Mittel kommt es zu mehr Abfluss im Gerinne. Besonders interessant sind die Kombinationen der einzelnen Veränderungen. Hier zeigt sich, dass im Besonderen die starken Veränderungen von Niederschlag und Temperatur keinen linearen Zusammenhang zeigen, sondern vom Niederschlag dominiert werden. Die Hinzunahme von veränderter Landnutzung und Wasserbewirtschaftung wirkt den meteorologischen Veränderungen entgegen und führt somit zu einer verringerten Dürregefährdung im Raabtal.

2.5 Physikalisch basierte Modellierung des partikelgebundenen Phosphoreintrages in das Mulde- Einzugsgebiet

Marcus Schindewolf, Jürgen Schmidt

Abstract

Die Verhinderung erosiver Nährstoffeinträge in Oberflächengewässer ist ein Hauptziel der EU-Wasser-rahmenrichtlinie. Unter Verwendung des Modells EROSION 3D zielt die Studie auf die prozessbasierte Simulation des Phosphortransportes für drei Landnutzungsszenarios und Einzelereignis mit 10jährlichem Wiederkehrintervall bzw. ein Referenzjahr. Die Simulation identifiziert den zentralen Bereich des Einzugsgebietes innerhalb des sächsischen Lössgürtels als hotspot von Bodenerosion, Sediment- und partikelgebundenem Phosphoreintrag. Die mittleren Bodenabträge bewegen sich zwischen auf 28 t/ha für ein worst-case Szenario und das 10jährliche Ereignis und 2,7t/ha für reale Nutzungsbedingungen 2010 und das Referenzjahr. Die damit verbundenen Phosphorausträge liegen zwischen 57 kg/ha für das Einzeler-ignis und 5,3 kg/ha für das Referenzjahr. Die erosiven P-Einträge in Oberflächengewässer können bei konsequenter und flächendeckender Umstellung auf Techniken der konservierenden Bodenbearbeitung um bis zu 92% gesenkt werden. Obwohl eine umfangreiche Validierung der Ergebnisse nicht Gegenstand der Studie war, konnte die Modellgüte auf Ebene eines Kleineinzugsgebietes und des mesoskaligen Muldein-zugsgebietes anhand gemessener Daten bestätigt werden. Die Ergebnisse dieser Studie legen nahe, dass bisherige empirisch erhobene Modellergebnisse die partikelgebundenen Phosphoreinträge unterschätzen. Ursächlich dafür ist ein unangemessenes Beprobungsregime, was hohe Einträge durch Starkregenereignis-se vernachlässigt. Demzufolge reflektieren verfügbare empirische Daten überwiegend eine P-Basisfracht und weniger eine P-Gesamtfracht, die Spritzenfrachten durch erosive Ereignisse integriert.

2.6 Untersuchung und Modellierung von Bodenerosionsprozessen im Naturraum „deutsches Mittelgebirge“

Angela Rebscher, Anne Schwob, Britta Schmalz

Abstract

Bodendegradation durch Wind und Wasser stellt ein zunehmend relevantes Umweltproblem dar. Während Abtrag und Neubildung von Oberboden natürliche Prozesse im exogenen Gesteinskreislauf sind, wird Bodenerosion in urban überprägten und so für erosive Prozesse anfälligeren Naturräumen als eine Bodendegradation angesehen, da die Abtragsraten die Bodenneubildungsraten um Größenordnungen übersteigen und somit als irreversibler Bodenverlust gelten. Dem Verlust von fruchtbarem Oberboden als On-Site-Schaden stehen auf der anderen Seite Off-Site-Schäden gegenüber, insbesondere der Eintrag von Phosphorverbindungen in Oberflächengewässern und Verlandungserscheinungen in Gewässern und Stauräumen. Da das Ausmaß erosiver Abtragsprozesse von Charakteristika des Klimas und der Strukturierung von Naturräumen signifikant beeinflusst wird, steht Bodendegradation in direkter Abhängigkeit zu Erscheinungen des globalen Wandels. Eine Modellierung der Erosionsprozesse zur Identifizierung vulnerabler Gebiete und potentieller Maßnahmen basiert dabei auf der Gegenüberstellung der erosiven Wirkung von Niederschlag und Oberflächenabfluss und einem definierten Erosionswiderstand der Oberfläche. Die Ermittlung dieser Kenngrößen erfolgt primär über die Geoinformation auf Basis empirischer Ansätze. Die Prozessketten, die Bodendegradation durch Wasser bedingen, sind jedoch hochgradig komplex, räumlich und zeitlich variabel und an Umwelt- und Bearbeitungsbedingungen gekoppelt. Bestehende physikalische Modellansätze zeigen sich aktuell noch als zu kleinskalig, schwierig zu parametrisieren und nicht immer aussagekräftig. Zur effektiven Modellierung und Vorhersage ist daher insbesondere ein hohes Maß an Prozessverständnis entscheidend. Es zeigen sich offene Fragen zu dominanten Erosionsformen und geeigneten modelltechnischen Abbildungen. Die Herausforderungen in der Modellierung werden dadurch verschärft, dass jeder Naturraum mit spezifischen Böden, Klima und Landnutzung andere Erscheinungen der Bodendegradation und dominierende Erosionseffekte aufweist. Im Poster wird der aktuelle Stand der Arbeit am Fachgebiet Ingenieurhydrologie und Wasserbewirtschaftung (ihwb) zur Erforschung erosiver Bodenprozesse im deutschen Mittelgebirgsraum gezeigt. In einer Kombination aus Feldaufnahmen und Hallenversuchen wird am ihwb untersucht, welche Erscheinungen der Bodendegradation in diesem Naturraum identifiziert werden können und welche strukturellen Veränderungen die ursächlichen Prozesse beeinflussen. Im Fokus stehen dabei Prozessketten zu Abflussstrukturen und Oberflächeneffekten und deren wesentliche Einflussgrößen im deutschen Mittelgebirge. Dies geschieht sowohl anhand gewonnener Ergebnisse im Feld als auch auf Basis physikalischer Prozessanalysen. Auf der anderen Seite werden die Ergebnisse aus theoretischen und projektbezogenen Modellanalysen ausgewertet und so vorgestellt, welche Modellansätze als valide zur Abbildung der dominierenden Prozesse identifiziert werden können.

2.7 Dynamik der initialen (öko-)hydrologischen Entwicklung – Modellierung von Anfangsbedingungen und Wasserflüssen in einem exemplarischen Einzugsgebiet

Thomas Maurer, Daniel Caviedes-Voullième, Christoph Hinz, Gerke

Abstract

Stark gestörte bzw. neugeschaffene oder natürlich neu entstandene Landschaften befinden sich in einem erheblichen Ungleichgewicht. Ihre initiale Entwicklung ist unter allen klimatischen Bedingungen von starker Dynamik geprägt. Die anfängliche Verteilung und Struktur der festen Phase (also von Mineralpartikeln bzw. Porenraum) ist einer der entscheidenden Faktoren für die Entwicklung des hydrologischen Verhaltens und damit (mit)bestimmend für den – mehr oder weniger – stabilen Endzustand eines ökohydrologischen Systems. Das künstlich geschaffene, 6 ha große 'Hühnerwasser'-Einzugsgebiet (Tagebau Welzow-Süd, Südbrandenburg) ist ein Freilandlaboratorium, in dem seit über 10 Jahren die Entwicklung von Hydrologie und Ökologie beobachtet wird. Die spezifischen Entstehungs- bzw. Konstruktionsprozesse (Abbau, Transport und Deposition des Substrats mit bergbaulicher Großtechnik) erzeugen charakteristische Strukturen und Sedimentverteilungen, was einem charakteristischen, räumlich heterogenen Anfangszustand des EZG resultiert. Wir haben einen Strukturgenerator entwickelt, der die charakteristischen Strukturen der verkippten Sedimente simuliert. Das Programm kann realitätsnahe Strukturen und Sedimentzusammensetzungen auf mehreren Skalenebenen erzeugen (≈ 1 cm bis 10 m). Die erzeugten Strukturen können an Bodenmesswerte (Textur, Lagerungsdichte) angepasst werden, stochastisch erzeugt werden oder deterministisch anhand der Geologie und den Abbauprozessen im Tagebauvorfeld berechnet werden. Die Ergebnisse werden in einem 3D Modell des EZG mit der Modellierungssoftware GoCAD bzw. der freien Software Paraview dargestellt. Die 3D räumlichen Sedimentverteilungen werden mittels Pedotransferfunktionen in effektive hydraulische Parameter umgewandelt. Fließvorgänge werden mit einem eigenen numerischen Modell innerhalb der erzeugten EZG-Modelle berechnet. Aus dem Monitoring des EZG stehen Eingangsdaten (Niederschlag), sowie Daten zur Validierung der Modellergebnisse (z.B. Grundwasser, Gebietsabfluss) zur Verfügung. Durch Analyse mehrere Szenarien von Sedimentverteilungen kann auf den Einfluss der Anfangsbedingungen auf die hydrologische Entwicklung zurückgeschlossen werden.

2.8 Modellierung geschichteter dezentraler Entwässerungssysteme in hydrologischen Modellen

Sandra Hellmers, Justus Patzke, Peter Fröhle

Abstract

In der Stadtentwässerung ist bereits seit mehreren Jahren ein Umdenken von einer zentralen Entwässerung hin zu einer dezentralen Bewirtschaftung festzustellen. Es werden Methoden entwickelt, die flexibel angepasst werden können, sodass das Regenwasser auf nachhaltige Weise bewirtschaftet werden kann. Die Implementierung dezentraler Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen (DRWBM) wird in zunehmendem Maße wegen ihrer Anpassungsfähigkeit und ihrer multifunktionalen Eigenschaften als geeignete Herangehensweise im städtischen Hochwassermanagement betrachtet. Dabei erfolgt die Entwässerung des Regenwassers auf natürlicher Weise über Versickerung, Retention und Speicherung in städtischen Gebieten. Zum Einsatz kommen hier zumeist bepflanzte Strukturen wie Mulden, unterirdische Speicher, durchlässige Beläge und begrünte Dächer. Diese Maßnahmen setzen sich aus unterschiedlichen Schichten zusammen, die jeweils Funktionen zur Speicherung, Retention und Entwässerung aufweisen. Die Funktionen solcher Schichten umfassen die folgenden Punkte: (1) Wasseraufnahme und Wasserabgabe, (2) Zwischenspeicherung, (3) Rückstau-Effekte innerhalb des vertikalen Schichtenaufbaus und (4) Umverteilung des Wassers bei gekoppelten Schichten. Zur Modellierung dieser Funktionen ist eine differenzierte Betrachtung der Schichten im hydrologischen Modellansatz erforderlich. Die hier vorgestellte Methodik basiert auf der Integration von lokalen Entwässerungssystemen in hydrologische Modelle mit Hilfe von Datenobjekten auf der lokalen und mikro-skaligen Modellebene. In den Datenobjekten wird nach unterschiedlichen Schichten (Layer) differenziert, wobei jeweils optional Funktionen zur Wasseraufnahme / -speicherung und -abgabe zugeordnet werden können. Die Berechnungsstruktur unterstützt die Parametrisierung und Simulation auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Skalen. Bei den Datenobjekten von DRWBM kommt es zu relativ hohen Zuflussmengen auf eine vergleichsweise kleine Fläche, Rückstauwirkungen und gekoppelten Überlaufabflüssen, die im Modell auf einer zeitlichen kleinskaligen Ebene berechnet werden. Die Implementierung des methodischen Ansatzes erfolgte in dem Niederschlag-Abfluss Modell KalypsoNA / KalypsoHydrology. Der Modellansatz wurde auf der Grundlage von Versuchsergebnissen aus Laborversuchen mit einem wasserbaulichen physikalischen Modell validiert. Die im hydrologischen Modell ermittelten Abflüsse wurden mit denen aus dem wasserbaulichen Versuch verglichen. Es konnten dabei gute Übereinstimmungen der Abflüsse aus den Schichten bezüglich der Abflussvolumen, der Abflussspitzen und des Retentionsverhaltens nachgewiesen werden. Das Gesamtsystem wird als Grundlage für eine räumlich und zeitlich verbesserte Abbildung der Auswirkungen dezentraler wasserwirtschaftlicher Anlagen in einem meso-skaligen semi-distributiven hydrologischen Modell (hier: KalypsoHydrology) implementiert.

2.9 Unsicherheitsbestimmung von Überflutungsszenarien mit Hilfe der GLUE-Methodik

Punit Bhola, Markus Disse, Benjamin Kammereck

Abstract

Dargestellt wird die Unsicherheitsquantifizierung des eindimensionalen hydraulischen Modells MIKE11 innerhalb der generalisierten Wahrscheinlichkeitsunsicherheitsschätzung „Generalized Likelihood Uncertainty Estimation“ (GLUE). GLUE ist eine sehr bekannte Methode, die verwendet wird, um Unsicherheiten in Modellvorhersagen durch Monte-Carlo-Analyse mit der Bayesschen Schätzung zu koppeln. Die Methode ist auf dem Gebiet der Hydrologie weit verbreitet und wird unter anderem in der hydraulischen Modellierung und der Kartierung von Hochwasserüberschwemmungen verwendet. Die Hauptziele der Studie sind: 1) Quantifizierung der Parameterunsicherheit im Hydraulikmodell MIKE 11 mit der GLUE-Methode. 2) Bestimmung der Unsicherheit, die durch Mehrfacheinträge Pegel entstehen. Die Studie beschreibt die Unsicherheit in der Kartierung von Flussüberschwemmungsgebieten durch folgende Fehlerquellen: Modellwahl, Topographie, Rauheit und Informationen zum Abfluss. Darüber hinaus ist der Bemessungsabfluss eine wesentliche unsichere Variable in der Hochwasserkartierung. Unsicherheiten bezüglich der Abflussdaten sind auf mathematische Methoden zurückzuführen, die zur Ableitung des statistischen Abflusses (in dieser Studie: Wiederkehrintervalle von 1000, 100 und 20 Jahren) für einen bestimmten Pegel verwendet wurden. Die Methodik wird auf die deutsche Stadt Kulmbach angewendet. Da keine Informationen über Wasserstand und Überschwemmungsflächen im Untersuchungsgebiet verfügbar waren, wurde als Referenzmodell ein detailliertes, zweidimensionales stationäres Hydraulikmodell verwendet (mit Unterstützung des WWA Hof). Alle Modellierungsergebnisse werden mit dem Referenzmodell verglichen, um Unsicherheitsbänder angeben zu können.

2.10 Interdisziplinäre Entwicklung gekoppelter Storylines von Klima und Landnutzung und ihre hydrologischen Auswirkungen in alpinen Einzugsgebieten

Kristian Förster, Herbert Formayer, Thomas Marke, Gertraud Meißl, Markus Schermer, Rike Stotten, Matthias Themeßl, Ulrich Strasser

Abstract

Im Rahmen des interdisziplinären Forschungsprojekts STELLA (STorylines of socio- Economic and climatic drivers for Land use and their hydrological impacts in Alpine catchments) wird ein interdisziplinärer Ansatz verfolgt, um die komplexen Wechselwirkungen von Klima, Gesellschaft und Landnutzungsänderung integrativ zu untersuchen und zu quantifizieren. Das Untersuchungsgebiet ist das 322km² große Brixental in Tirol (Österreich), welches zu einem großen Teil bewaldet ist und durch ein nivales bis nivo-pluviales Abflussregime gekennzeichnet ist. Daher wurde zur Ermittlung der Landnutzungsmodellierung der Fokus auf die Waldbewirtschaftung gelegt. Um der Instationarität der Landnutzung Rechnung zu tragen, wurden in Zusammenarbeit aller am Projekt beteiligten „Einzeldisziplinen“, welche Hydrologie, Meteorologie und Soziologie umfassen, Szenarien für die Klima- und Landnutzungsentwicklungen erarbeitet, die im Rahmen eines Stakeholder-Workshops von lokalen ExpertInnen auf ihre Plausibilität und Konsistenz geprüft wurden. Die Ergebnisse wurden in Form transienter Landnutzungskarten in hydrologisch „verwertbare“ Informationen umgesetzt. Darauf aufbauend werden hydrologische Modellierungen mit dem Wasserhaushaltsmodell WaSiM durchgeführt. Das Modell wurde dazu um ein neues Prozessmodell ergänzt, das die Interzeption von Schnee und die Sublimation des im Kronenraum abgelagerten Schnees berücksichtigt. Diese Erweiterung dient der modelltechnisch optimierten Beschreibung der Wechselwirkungen von Schnee und Vegetation. Im vorliegenden Beitrag werden die gekoppelten Simulationen vorgestellt und es wird aufgezeigt, welchen Einfluss die gekoppelten Storylines auf den Wasserhaushalt haben.

2.11 Rain, snow and floods – how the Rhine flow regime may change

Berry Boessenkool, Axel Bronstert

Abstract

The seasonality of large floods in the Rhine is changing. In the alpine nival regime, snow melt floods occur earlier in the year and in the pluvial middle-Rhine regime, rainfall induced flood magnitudes rise. Each flood type is currently separated in time, but may overlap in the future due to climate change. Such a concurrence would create a new type of hydrologic extreme with disastrous consequences. The aim of the research project is to quantify the probability for a future overlap of pluvial and nival floods. We are setting up the multiscale Hydrological Model (mHM) for the Rhine catchment and plan to run it with stochastically downscaled temperature and rainfall extremes from climate model weather projections. So far, we have visualized past changes in flood seasonality along gauges at the Rhine and large tributaries. The results indicate that it is indeed relevant to examine this topic in more detail.

2.12 Ergebnisse eines meteorologischen und hydrologischen Multi-Model-Ensembles zur Simulation der zukünftigen Abflüsse in den französischen Rhein-Zuflüssen auf Basis von CMIP5-Projektionen

Guillaume Thirel, Charles Perrin, Alban De Lavenne, Jean-Pierre Wagner, Kai Gerlinger

Abstract

Mehrere deutsche und französische Studien haben in den vergangenen Jahren den Einfluss der Klimaänderungen auf die Rhein-Abflüsse unter Verwendung der CMIP3-Projektionen untersucht (z.B. Explore2070, FLOW MS, RheinBlick2050 oder VULNAR). Diese Studien zeigten eine mögliche Verringerung der Niedrigwasserabflüsse und eine große Unsicherheit hinsichtlich der Hochwasserabflüsse. Eine direkte Vergleichbarkeit der Ergebnisse ist erschwert, da die Studien große Unterschiede in den verwendeten Projektionen, Modellen und betrachteten Zeiträumen aufweisen. Im Projekt MOSARH21 („MOselle-SARre-RHine discharge in the 21st century“) wurden Abflüsse für die französischen Rhein-Zuflüsse aus Mosel, Saar und dem Elsass unter Verwendung der zwei hydrologischen Modelle LARSIM und GRSD für die Ist-Zeit (1971-2000) und für Zukunftsszenarien (2021-2050; z.T. auch 2071-2100) berechnet. Das physikalisch-basierte LARSIM-Modell wird in Deutschland für die operationelle Vorhersage und die Klimafolgenforschung verbreitet eingesetzt. Das räumlich semi-explizite, konzeptionelle GRSD-Modell wird für vergleichbare Fragestellungen in Frankreich verwendet. Mit beiden Modellen wurden bereits Abflüsse in Rheinzufüssen auf Basis von CMIP3-Projektionen berechnet. Im MOSARH21-Projekt wurde zum einen der Einfluss unterschiedlicher Kalibrierperioden in der Ist-Zeit auf die Modellergebnisse der beiden Modelle analysiert. Dies dient der Abschätzung, in wie weit auf die Ist-Zeit kalibrierte Modelle bei fehlender Stationarität für Zukunftsszenarien anwendbar sind. Zum anderen wurden die Simulationsergebnisse der beiden Modelle untereinander verglichen. Damit wurde die Unsicherheit basierend auf der Kalibrierperiode und dem hydrologischen Modell erfasst. Zudem wurde ein Ensemble von herunterkalierten Klimaprojektionen unter Verwendung von CMIP3-Projektionen früherer Projekte sowie von CMIP5-Projektionen (mehrere RCP) für die Modellierung der französischen Rhein-Zuflüsse mit beiden hydrologischen Modellen eingesetzt. Dadurch wird der Einfluss der Unsicherheit aus den hydrologischen Modellen gegenüber den meteorologischen Modellen erfasst. Zudem werden die Unsicherheiten zwischen den Projektionen deutlich. Mit diesem Multi-Model-Ensemble des MOSARH21-Projekts werden die bisherigen, in Frankreich und Deutschland getrennt simulierten Ergebnisse früherer Projekte harmonisiert, neue abgestimmte Ergebnisse auf Basis von CMIP5-Projektionen bereitgestellt und die Unsicherheit innerhalb der Modellkette durch die Projektionen und die hydrologischen Modelle abschätzen. Diese Ergebnisse des MOSARH21-Projekts (Projektabschluss Februar 2017) werden vorgestellt.

2.13 Entwicklung einer Methodik zur Ermittlung der ereignisabhängigen Retentionseigenschaften von Biberdämmen

Jorge Leandro, Konrad Eder, Wolfgang Rieger, Otto Füller, Uwe Stilla, Markus Disse

Abstract

Im Rahmen des Projekts „ProNaHo“ soll die gebiets- und ereignisabhängige Wirksamkeit dezentraler und natürlicher Hochwasserschutzmaßnahmen untersucht werden. Hierbei spielen auch Biberdämme und deren Auswirkungen auf Wasserstand und Abfluss eine Rolle. Studien über biberdamminduzierte Gewässerentwicklungen gibt es in Deutschland erst wenige, obwohl beispielsweise in Bayern der Biber mit seinen Bauten nahezu flächendeckend vertreten ist und damit das Abflussgeschehen vor allem kleinerer Gewässer beeinflusst. Um diese Einflüsse besser zu verstehen und die hydrologischen und hydraulischen Auswirkungen der Biberdämme quantifizieren zu können, wurde eine vierstufige Methodik entwickelt, welche im vorliegenden Beitrag vorgestellt werden soll: (1) Zuerst wird die 3D-Rekonstruktion von Biberdämmen auf Grundlage photogrammetrischer Aufnahmen durchgeführt. Das so generierte Geländemodell wird anschließend durch ein terrestrisches Meßverfahren für das Flussbett optimiert. (2) Danach wird der Abfluss im Einflussbereich des Biberdamms durch indirekte Messverfahren für mindestens drei verschiedene Abflusswerte gemessen. (3) Im nächsten Schritt wird ein 2D-hydraulisches Modell aufgebaut und mittels der Daten der Messkampagnen kalibriert. (4) Zuletzt wird das kalibrierte 2D-hydraulische Modell für verschiedene Hochwasserszenarien (Wellenscheitel, Wellenform, Basisabfluss) angewendet, um die Beziehung zwischen Abfluss, Wasserstand und Rückhaltung zu ermitteln. Die Anwendung der entwickelten Methodik wird für die Biberdämme des Einzugsgebiets der Glonn im Raum Erdweg, Landkreis Dachau präsentiert.

2.14 Entwicklung eines hydrodynamischen Rechenkerns in ein Niederschlag-Abfluss-Modell zur integrierten Modellierung von Rückstau und Fließrichtungswechsel im Gewässer

Manfred Dorp, Michaela Kaiser, Eva Loch, Benedikt Rothe

Abstract

In Mündungsbereichen von Flachlandgewässern kommt es bei höheren Wasserständen häufig zu dynamischen Rückstau- und Fließeffekten, die den Abfluss maßgeblich beeinflussen. N-A-Modelle die auf einem hydrologischen Ansatz z. B. nach der Kalinin- Miljukov-Methode [1] basieren konnten dies aufgrund ihres Modellansatzes bisher nicht modellieren. Hydrotec hat im Auftrag mehrerer Wasserverbände in NRW für das N-A-Modell NASIM [2] einen hydrodynamischen Ansatz entwickelt und als auswählbare Berechnungsmethode in die Software integriert. Mathematisch basiert der hydrodynamische Rechenkern auf der diffusen Wellenapproximation. Sie wurde ergänzt, um Besonderheiten im Fließquerschnitt modellieren zu können. Die Transformation von Profildaten in für die Berechnung nötige eindimensionale Größen erfolgt nach dem DVWK Merkblatt 220 [3] und berücksichtigt den Einfluss von Bewuchs auf die mittlere Fließgeschwindigkeit im Gewässerquerschnitt. Der integrierte Rechenkern wurde pilotmäßig an einem komplexen Gewässer-System im Einzugsgebiet der Niers (Abbildung 1), in dem es im Hochwasserfall zu Rückstau und Fließrichtungswechsel kommt, erprobt und mit einer hydrologischen Berechnung nach Kalinin-Miljukov verglichen. In der Pilotstudie wurde das Einzugsgebiet eines ca. 12 km langen Abschnitt der Niers zwischen den Pegeln Bettrather Dyck und Oedt mit den Zuflüssen Alsbach / Hammer Bach, Cloer, Schwarzbach, Willicher Fleuth und Kanal III3b mit dem dynamischen Rechenkern simuliert. Der Simulationszeitraum betrug zwei Jahre (2010, 2011) mit einem Jahr Vorlaufsimulation. Die folgenden Aspekte wurden detailliert betrachtet:

- Ist-Zustand: Vergleich der Abflüsse an den Pegeln Holtzmühle und Oedt und Rückstau in die vermessenen Nebengewässer der Niers
- Prognose-Zustand: Rückstau in die vermessenen Nebengewässer der Niers
- Ist- und Prognose-Zustand: Vergleich der Ergebnisse mit und ohne HDR.

Folgende Ergebnisse lassen sich ableiten (s. Abbildung 2):

- Mit dem hydrodynamischen Rechenkern ist das N-A-Modell in der Lage, Rückstaueffekte zu modellieren.
- Fließumkehr im Gewässer wird mit dem neuen Modellansatz ebenfalls abgebildet.
- In Abflusssituationen ohne Fließdynamik kommt NASIM HDR zu ähnlichen Ergebnissen wie die hydrologische Berechnung nach Kalinin-Miljukov.

2.15 Unsicherheiten in der operationellen Hochwasservorhersage in kleinen Einzugsgebieten in Rheinland-Pfalz

Sven van der Heijden, Margret Johst, Norbert Demuth

Abstract

Die durch das „Tief Mitteleuropa“ verursachten Starkregenereignisse im Mai und Juni 2016 haben in Rheinland-Pfalz und anderen Bundesländern zu teils außergewöhnlichen Hochwasserereignissen in kleinen Einzugsgebieten geführt. Die meteorologische Situation und die damit verbundene Kleinräumigkeit und schnelle Entwicklung der Ereignisse stellte die operationelle Hochwasservorhersage vor große Herausforderungen. In einigen Gebieten wurden die Spitzenabflüsse von der modellbasierten Vorhersage stark unterschätzt. Der Hochwassermelddienst Rheinland-Pfalz berechnet im Rahmen seiner operationellen Hochwasserfrühwarnung flächendeckend für das gesamte Bundesland die Abflüsse in kleinen Einzugsgebieten. Das Wasserhaushaltsmodell LARSIM wird im Moseleinzugsgebiet auf einem 1km x 1km-Raster betrieben, im restlichen Bundesland auf Teilgebietsbasis mit einer mittleren Auflösung von ca. 3km². Beide Modelle rechnen im Stundenzeitschritt mehrmals täglich. Mit der Nachrechnung der Ereignisse vom Mai/Juni 2016 bot sich die Möglichkeit, verschiedene Unsicherheitsquellen in der kleinräumigen Hochwasservorhersage systematisch zu analysieren. Es zeigte sich, dass gerade bei kleinräumigen Ereignissen der Niederschlag als Eingangsgröße erwartungsgemäß mit großen Unsicherheiten behaftet ist, sowohl in den Messdaten wie auch insbesondere in der Vorhersage. Ebenso gibt es bei den selten auftretenden Hochwasserabflüssen mitunter erhebliche Unsicherheiten bei den gemessenen Abflüssen. Zudem sind für kleine Einzugsgebiete signifikante Modellunsicherheiten vorhanden, die sowohl durch die Kalibrierung des Modells als auch durch vereinfachte Modellansätze bedingt sind. Da man sich bei derartigen Ereignissen von meteorologischer Seite am Rande des Vorhersagbaren bewegt, wird eine große Unsicherheit in den Niederschlagsmessungen und -vorhersagen trotz der kontinuierlichen Weiterentwicklungen und Verbesserungen auch in Zukunft bestehen bleiben. Daher ist die Schlussfolgerung des Hochwassermelddienstes, dass einerseits eine Nachkalibrierung des Modells und eine Verbesserung der Berechnungsansätze in LARSIM für die Abbildung kleinräumiger Ereignisse notwendig sind. Andererseits müssen in vergleichbaren Situationen wie im Frühsommer 2016 bei der Warnung der Bevölkerung verstärkt die allgemeine Gefahrenlage und die hohe Unsicherheit kommuniziert werden. Beides befindet sich in der Umsetzung, zusätzlich ist eine Verbesserung der W-Q-Beziehungen einiger Pegel angestrebt.

2.16 Möglichkeiten der Niederschlagsprognosen für die Zukunft mit einem Disaggregationsmodell

Hannes Müller, Uwe Haberlandt

Abstract

In vielen Bereichen der Hydrologie und Wasserwirtschaft werden lange, hochaufgelöste Niederschlagszeitreihen benötigt. Für Aussagen über zukünftige Niederschlagsverhältnisse existieren Klimamodelle, die Niederschläge mit stündlicher Auflösung zur Verfügung stellen. Deren direkte Verwendung ist jedoch mit Unsicherheiten behaftet, welche sich z.B. beim Vergleich von Beobachtungsdaten und den C20-Kontrollläufen zeigen. Alternativ können Veränderungen des Niederschlagsverhaltens über die Zeit aus den Klimamodellläufen abgeleitet werden. Durch Aufprägung dieser Veränderungen auf Beobachtungsdaten können ebenfalls Aussagen über zukünftige Niederschläge getroffen werden.

In dieser Untersuchung wird ein mikrokanonisches Kaskadenmodell verwendet, mit welchem Tageswertzeitreihen zu Stundenwerten disaggregiert werden können (Müller und Haberlandt, 2015). Die Modellparameter können aus hochaufgelösten Zeitreihen geschätzt werden. Die Parameterschätzung erfolgt anhand der mittels REMO aus ECHAM5-Daten erzeugten Niederschlagszeitreihen (UBA-, BfG- und ENS- Realisation) für sowohl den C20-Zeitraum als für die nahe und ferne Zukunft (2021-2050 und 2071-2100). Mittels eines Parametervergleiches sollen Änderungsfaktoren für die nahe und ferne Zukunft abgeleitet und auf die Parameter aufgetragen werden, welche aus hochaufgelösten Beobachtungsdaten geschätzt wurden. Damit wäre es möglich, aus beobachteten Tageswerten Niederschläge mit stündlicher Auflösung zu generieren, wie sie in Zukunft auftreten könnten.

Die in dieser Untersuchung zu untersuchenden Fragestellungen sind:

- I) Inwieweit können Änderungen des Starkregenverhaltens in den REMO-Zeitreihen identifiziert werden?
- II) Inwieweit wirken sich die Änderungen auf die Parameter des Kaskadenmodells aus?
- III) Können mittels des Kaskadenmodells diese Änderungen auf Beobachtungszeitreihen übertragen werden?

Die Untersuchung findet für Niederschlagsstationen bzw. deren Standorte in Niedersachsen statt. Die generierten Zeitreihen werden hinsichtlich statistischer Eigenschaften wie Extremwerte, ereignisbezogener (z.B. Niederschlagsdauern und -mengen) und kontinuierlicher Charakteristika (z.B. mittlere Intensität und Anteil Trockenintervalle) analysiert.

Müller, H., Haberlandt, U. (2015): Temporal rainfall disaggregation with a cascade model: from single-station disaggregation to spatial rainfall, *Journal of Hydrologic Engineering*, 20 (11), 04015026

3 Innovative Messtechnik und Messnetze in Zeiten des globalen Wandels

3.1 Modifizierte Lichtsensoren zur Messung von elektrischer Leitfähigkeit in Fließgewässern – eine kostengünstige Variante zur mesoskaligen Instrumentierung von Flussnetzwerken

Ernestine Lieder, Markus Weiler, Theresa Blume

Abstract

Im Rahmen der DFG Forschergruppe CAOS Projektes sollen Wasser und Energieflüsse auf der Einzugsgebietsskala verstanden werden. Als Teil dieses Forschungsprojektes führen wir basierend auf Fließgewässertemperaturen eine Konnektivitätsanalyse eines mesoskaligen Einzugsgebietes durch. Um Wassertemperaturen von Fließgewässern zu messen, wurden kostengünstige Sensoren (Onset HOBO) an 92 Punkten im Einzugsgebiet der Attert (Luxemburg) installiert. Die Sensoren wurden modifiziert, um zusätzlich die elektrische Leitfähigkeit des Wassers zu messen. Die Anordnung der Sensoren, jeweils 3 an einem Zusammenfluss (die beiden Zuflüsse und nach dem Zusammenfluss), erlaubt es, auf Basis der gemessenen Daten Mischungsrechnungen aufzustellen und so ein Bild der Konnektivität der Teileinzugsgebiete zu erhalten. Durch Verwendung von räumlichen statistischen Modellen werden Punktmessungen innerhalb des Flussnetzwerks verlinkt. Unser Poster stellt neben der Methodik des Umbaus und der Kalibrierung der Sensoren, die bisher gemessenen Zeitreihen und gewonnenen Ergebnisse vor.

3.2 Wie hängen DOC- und Nitrataustrag mit Niederschlags-Abfluss Prozessen und der Saisonalität zusammen?

Michael Schwab, Julian Klaus, Laurent Pfister, Markus Weiler

Abstract

In den letzten Jahrzehnten waren die Messprotokolle von hydrologischen und geochemischen Parametern oft durch technische und logistische Grenzen eingeschränkt. Während eine langfristige Beprobung oft auf einem wöchentlichen Probennahmerhythmus basierte, waren hochfrequente Beprobungen typischerweise auf einzelne Niederschlags- Abflussereignisse beschränkt. Speziell im Hinblick auf Untersuchungen, die die Nichtstationarität und die damit einhergehende Zunahme von kurzen, dafür aber sehr intensiven, Niederschlag-Abflussereignissen im Fokus haben, sind neue messtechnische Lösungen dringend notwendig. In dieser Studie kombinierten wir hochfrequente und langfristige Messungen um die Dynamiken und Austragswege von DOC (gelöster organischer Kohlenstoff) und Nitrat in einem Kopfeinzugsgebiet bezüglich der Saisonalität und der verschiedenen Niederschlags-Abflussprozesse zu verstehen. Wir haben unsere Untersuchungen auf das Weierbacheinzugsgebiet (0.47 km²) in Luxemburg konzentriert. Dieses Einzugsgebiet ist vollständig bewaldet und von Braunerden überdeckt welche über Schiefergrundgestein liegen. Das Abflussverhalten des Weierbachs ist durch Doppelspitzen charakterisiert. Die erste Abflussspitze im Bach tritt während oder kurz nach einem Niederschlagsereignis auf und wird durch oberflächennahe Abflussprozesse gebildet. Die zweite Abflussspitze tritt verzögert ein, wird durch Zwischenabfluss gebildet und kann bis zu einigen Tagen dauern. Diese zweite Abflussspitze tritt nur ab einer bestimmten Vorfeuchte des Einzugsgebietes auf. Unsere Untersuchungen wurden mit einem UV-Vis Spektrometer durchgeführt, mit dem die DOC- und Nitratkonzentrationen über einen Zeitraum von zwei Jahren alle 15 Minuten in-situ gemessen wurden. Parallel dazu wurden über den ganzen Zeitraum Einzelproben genommen um die Messwerte des Spektrometers zu validieren. Die langfristigen, hochfrequenten Messungen erlaubten es uns eine komplette und detaillierte Bilanz des DOC- und Nitrataustrags über 2 Jahre zu berechnen. Beim Transportverhalten von DOC und Nitrat zeigten sich unterschiedliche Dynamiken zwischen der ersten und der zweiten Abflussspitze. Während die Konzentration von DOC und Nitrat während der ersten Abflussspitze parallel anstiegen, verzeichnete nur Nitrat einen Anstieg während der zweiten Abflussspitze. Langfristige, zweiwöchentliche Beprobungen von Grund- und Bodenwasser erlaubten uns den DOC- und Nitrataustrag mit den Herkunftsräumen des Wassers zu verbinden. Während die DOC-Konzentrationen im Oberboden am größten sind, liegen die höchsten Nitratkonzentrationen im oberflächennahen Grundwasser vor. Insgesamt ermöglichte uns die lange, hochaufgelöste Zeitreihe des Spektrometers die Prozesse des DOC- Nitrataustrags zu studieren, ohne auf einzelne Niederschlags-Abfluss Ereignisse oder lange Messintervalle beschränkt zu sein.

3.3 Entwicklung eines Sturzflut-Frühwarnsystems in agrarisch geprägten Landschaften – Eine Vorstudie

Phoebe Hänsel, Marcus Schindewolf, Arno Buchholz, Andreas Kaiser, Falk Böttcher, Felix Linde, Jürgen Schmidt

Abstract

Die extremen Starkniederschläge im Frühjahr 2016 führten in Deutschland vielerorts zu katastrophalen Verwüstungen infolge von Sturzfluten. Die Studie zielt darauf ab, ein übertragbares Frühwarnsystem zu entwickeln, was es ermöglicht, modellbasiert die Wirkungen vorhergesagter Extremniederschläge auf Infrastruktureinrichtungen, Siedlungen und Verkehrswege zu simulieren und auszuwerten. Seit einiger Zeit verfügbare, hochaufgelöste online angeeichte Radar-Niederschlagsdaten (RADOLAN) und deren bis zu 2stündigen Vorhersagen (RADVOR) des Deutschen Wetterdienstes (DWD) bieten die Möglichkeit das prozessbasierte Bodenabtragsmodell EROSION 3D zu speisen und damit punktgenaue Vorhersagen des Oberflächenabflusses und des Sedimentmassenstromes abzuleiten. Im Vorfeld wurde geprüft, inwieweit dokumentierte historische Erosionsereignisse mit den Ergebnissen der RADOLAN-Auswertung und bereits bestehenden gering aufgelösten Erosionsrisikokarten (20m Rastergröße) übereinstimmen. In einem zweiten Schritt wurde ein Sturzflutereignis im Frühjahr 2016 per Drohne genau dokumentiert und mit Hilfe von RADOLAN-Daten in hoher räumlicher Auflösung (2m Rastergröße) rekonstruiert. Beide Analysen sind vielversprechend. Die bestehenden modellbasierten Erosionskarten identifizieren Gefahrenbereiche in der Agrarlandschaft, die bei entsprechender Ereignisstärke schädliche Bodenabträge und Sedimentübertritte in andere Landnutzungen zur Folge haben. Die hoch aufgelöste Rekonstruktion eines Schadereignisses in der Sächsischen Schweiz ist dazu in der Lage sowohl die Sedimentliefergebiete, als auch die Sedimentübertritte in angrenzende Landnutzungen und Verkehrseinrichtung qualitativ und quantitativ zu genau reproduzieren. Sollte das RADVOR Produkt Ergebnisse ähnlicher Aussagekraft erzielen, werden im weiteren Verlauf des Projektes Lösungswege erarbeitet, um online Modellsimulationen mit diesem Produkt durchzuführen.

3.4 Verwendung von Thermal-Infrarot Bildern zur Analyse der Variabilität von Oberflächensättigung auf unterschiedlichen Raum- und Zeitskalen

Barbara Glaser, Marta Antonelli, Julian Klaus, Laurent Pfister

Abstract

Sättigungsflächen haben einen wichtigen Einfluss auf die Konnektivität zwischen Einzugsgebiet und Gewässer. Dies spiegelt sich in anerkannten Konzepten wie etwa der wechselnd wirksam aktiven oder kritisch aktiven Ursprungsgebiete („variable contributing areas“ bzw. „critical source areas“) wider. Trotzdem gibt es noch immer keine einheitliche Standardmethode zur flächigen Kartierung von Oberflächensättigung und zur Beobachtung ihrer raumzeitlichen Variabilität. Erste Versuche der letzten Jahre konnten zeigen, dass Thermal-Infrarot Bilder dazu geeignet sind die Oberflächensättigung und insbesondere ihre Dynamiken zur erfassen. Damit stellt die Thermalfotografie eine gute Alternative zu den bisher üblichen Methoden, wie etwa der Kartierung durch Ablaufen oder anhand der Vegetation, dar. Insbesondere da diese Methode eine Ortung der Oberflächensättigung auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen Skalen ermöglicht. In dieser Studie verwenden wir Thermal-Infrarot Bilder zur Untersuchung der Variabilität der Oberflächensättigung auf verschiedenen Raum- und Zeitskalen im kleinen, bewaldeten Weierbacheinzugsgebiet in Luxemburg. An neun über das Einzugsgebiet verteilten Stellen haben wir über eineinhalb Jahre hinweg in (zwei)wöchentlichen Abständen mit einer tragbaren Wärmebildkamera Thermal-Infrarot Bilder von der Uferzone aufgenommen. Zusätzlich wurden für einzelne Niederschlagsereignisse Bilder mit hoher zeitlicher Auflösung mit einer an einer Stelle fest installierten Wärmebildkamera aufgenommen. Nicht alle Bildaufnahmen eigneten sich zur Ableitung der Oberflächensättigung, da diverse Einflussfaktoren (z. B. Temperaturunterschiede, Schattenwurf, Nebel) die Verwendbarkeit der Thermalfotografie beeinflussen. Trotzdem erhielten wir eine hohe Zahl verwendbarer Bilder, die einen guten Einblick in das Verhalten der dynamischen Oberflächensättigung auf unterschiedlichen Skalen bieten. Basierend auf dieser Datengrundlage konnte zum Beispiel nachgewiesen werden wie unterschiedlich ausgeprägt die Variabilität der Oberflächensättigung in dem Anschein nach ähnlichen oder unterschiedlichen Gebieten über den Jahresverlauf sein kann oder welche Stellen mit einer Veränderung der Oberflächensättigung auf einzelne Regenereignisse reagieren und welche Stellen von Regenereignissen unbeeinflusst bleiben.

3.5 Bestimmung der Zusammenhänge zwischen Bestandsniederschlag, meteorologischen Variablen und Vegetationsstruktur in einem sich entwickelnden Einzugsgebiet

Thomas Maurer, Ina Pohle, Anne Oeser, André Sieber, Christoph Hinz

Abstract

Interzeption und Bestandsniederschlag bewirken, vor allem bei heterogener Vegetationsstruktur, eine erhöhte raum-zeitliche Variabilität der Bodenfeuchte. Insbesondere auf kleinräumiger Skala bis hin zur Einzugsgebietsskala (?) ist diese Variabilität von Bedeutung für ökohydrologische Prozesse. Die Menge des Bestandsniederschlags ist abhängig von der Vegetationsstruktur, wobei die Vegetationsentwicklung durch die raum-zeitliche Variabilität des Bestandsniederschlags mutmaßlich mitbestimmt wird. Neben der Vegetationsstruktur haben meteorologische Größen wie beispielsweise Windgeschwindigkeit und Niederschlagsintensität einen Einfluss auf den Bestandsniederschlag. Ziel der Untersuchung ist es, den Einfluss von Vegetationsstruktur und meteorologischen Variablen auf den Bestandsniederschlag zu quantifizieren. Dazu entwickelten wir einen Ansatz bestehend aus Feldmethoden, Bildanalyseverfahren und multivariater Statistik. Das künstlich geschaffene Einzugsgebiet Hühnerwasser (Südbrandenburg) bietet für die Erforschung der ökohydrologischen Rückkopplungen ideale Bedingungen. Die Vegetationsstruktur ist räumlich heterogen und verändert sich fortlaufend durch natürliche Sukzession. Weiterhin stehen für das 6 ha große Einzugsgebiet ergänzende meteorologische und hydrologische Monitoringdaten zur Verfügung. Der Bestandsniederschlag wurde anhand von 50 Niederschlagskipppwaagen bestimmt, die in 0,5 m bzw. 1 m Höhe entlang von zwei Transekten die dominierenden Vegetationstypen im Einzugsgebiet abdecken (Robinien, dichte Sanddornbüsche, Schilf, Reitgras, Kräuter, unbewachsener Boden). Die räumlichen Verteilung von Vegetationsstrukturen an jedem Standort wurde durch Hemisphärenaufnahmen erfasst und anschließend mit bildbearbeitenden Verfahren analysiert. Zwei Wetterstationen im Untersuchungsgebiet liefern den Referenzniederschlag und weitere meteorologische Variablen zu Windgeschwindigkeit und -richtung, Luftfeuchtigkeit, Temperatur und Strahlung. Die Niederschlagsmenge und -verteilung in den wenig bewachsenen Bereichen des EZG entsprechen weitgehend denen der Referenzwetterstationen. Hingegen wurden unter der Vegetation sehr heterogene Werte beobachtet, die einerseits auf Interzeption und andererseits auf Sammeleffekte (Fetching) zurückgeführt werden können. Die Ergebnisse der Studie können als Grundlage für Interzeptionsmodelle dienen, und auch in komplexe ökohydrologische Modelle einfließen. Weiterhin ist der Ansatz geeignet, die Fehlertoleranz von drahtlosen Sensornetzwerken zu testen.

3.6 Abfluss in intermittierenden Bächen und Sättigungsflächenausdehnung: Neue experimentelle Ansätze basierend auf photographischer Fernerkundung

Nils Kaplan, Theresa Blume, Markus Weiler

Abstract

Abflussmessungen sind ein essentieller Bestandteil für viele hydrologische Studien. Abfluss wird normalerweise über seine Beziehung zum gemessenen Wasserstand bestimmt. Diese Beziehung muss für verschiedenen Wasserstände bestimmt werden. Für die Bestimmung des Wasserstands sind Drucksonden, Schwimmerpegel und radarbasierte Messsysteme in der Praxis angewandte Methoden. Auch die Geschwindigkeitsbestimmung von Partikeln in Bildfrequenzen (PIV) wird durch verbesserte Sensorik und erhöhte Rechenleistung immer attraktiver. Dadurch müssen heute keine speziellen auf die Forschung zugeschnittene und teure Geräte mehr zum Einsatz kommen, sondern auch Standardkameras können als einfach anwendbares und günstiges System für das Monitoring eingesetzt werden. Die Kombination von Kamera und Lattenpegel hat sich sowohl als redundantes Backup für schon existierende Pegeleinrichtungen als auch als eigenständiges System in verschiedenen Studien als adäquates Messinstrument herausgestellt. Unser neu entwickeltes Kamerasystem ermöglicht neben Wasserstandsmessungen auch die Bestimmung der Fließgeschwindigkeit und sogar die Bestimmung der Sättigungsflächenausdehnung. Da unser System auf einer kommerziellen Wildtierkamera mit Aufnahmemöglichkeiten im RGB Farbspektrum und im Infrarot basiert, können sowohl tagsüber als auch nachts Bilder aufgenommen werden. Das System bietet drei Anwendungsmöglichkeiten. (1) Messung des Wasserstands über eine spezielle Pegelplatte. (2) Die Fließgeschwindigkeitsmessung wird über einen im Gerinne eingebauten Karbonfaserstab ermöglicht. Die Fließgeschwindigkeit kann über die Biegekurve des Karbonfaserstabs bei veränderlichen Druck des Wassers auf den Stab abgeleitet werden. Der Druck auf den Stab ist dabei abhängig von Fließgeschwindigkeit und Wasserstand. Somit können wir eine Beziehung der Fließgeschwindigkeit in Abhängigkeit vom Biegewinkel und Wasserstand erstellen. Folglich können wir die Fließgeschwindigkeit zu jeder Wasserstandsmessung bestimmen und lösen uns von der Abhängigkeit von der traditionellen, gemessenen Wasserstands-Abfluss-Beziehung. (3) Die Wassersättigung im Boden kann über im Boden installierte, perforierte PVC Flaschen erfasst werden, die Wasser aufnehmen und wieder abgeben können. Ein ansteigender Wasserstand in der PVC-Flasche führt zum Aufschwimmen und Hub eines Schwimmkörpers in der Flasche, der mit einem beweglichen Marker an der Oberfläche verbunden ist. Die Bewegung des Markers kann erfasst werden und ein maximaler Füllstand erfasst werden, bei dem der Sättigungsüberschuss zu Oberflächenabfluss führt. Das Messsystem wird im Attert Einzugsgebiet in Luxemburg getestet um dort die Dynamik von intermittierenden Fließgewässern und der Oberflächenkonnektivität im Einzugsgebiet zu untersuchen.

3.7 Integration von einem diebstahlgeschützten, hydrometeorologischen Messnetzwerk und Niederschlagssatellitenprodukten in das gemeindeorientierte Hochwasser-Frühwarnsystem des Limpopo-Einzugsgebietes (Süden Afrikas)

Jackson Roehrig, Paula Lorza

Abstract

Das ca. 414.000km² grenzüberschreitende Limpopo-Einzugsgebiet wird von verehrenden Hochwasserereignissen häufig getroffen. Mosambik ist auf Grund der geographischen Lage im Unterlauf und der Armut besonders anfällig. Verschiedene Partnerorganisationen, darunter die Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), unterstützen die mosambikanische Regierung beim Aufbau von strukturellen und nicht-strukturellen Hochwasserschutzmaßnahmen. In diesem Zusammenhang wird das ganzheitliche, gemeindeorientierte Frühwarnsystem beschrieben, dessen Anforderungen Zuverlässigkeit, Echtzeitübertragung, niedrige Kosten, einfaches Betreiben und Replizierbarkeit durch die lokalen Akteure sind. Das System besteht aus folgenden Komponenten:

- Diebstahlgeschützte Infrastruktur
- Redundante Datenübertragung per Mobiltelefonnetzwerk
- Geoprocessing und Zeitreihenanalyse von Niederschlagssatellitenprodukten
- Ensemble-Modellierung mit unterschiedlichen Niederschlagsprodukten und Modellen

Fertigbeton-Gehäuse mit besonderen Schutzvorrichtungen gegen Diebstahl (Panzerglas und Doppelstahltüren) wurden entwickelt und nach einem optimierten, kostengünstigen Bauverfahren aufgebaut. In den während der Trockenzeit weitgehend trockenliegenden Flussabschnitten des Limpopos wurden Drucksonden in einer speziellen Vorrichtung im Flussbett vergraben. Die Steuerung der Sensoren, Datenspeicherung und -übertragung erfolgt durch ein Industriemodem. Die dafür entwickelte Software erlaubt die Einstellung per SMS von Beobachtungs- und Übertragungsfrequenz, Namen, Schlüssel, FTPServeradresse, OTAP-Adresse, Update-Serveradresse und weiteren Parametern, sowie das Aufladen und Übertragen von Guthaben. Die Datensätze werden auf einem oder mehreren Servern gespeichert und beinhalten sowohl Beobachtungs- als auch Übertragungszeitstempel, damit Übertragungsverzögerungen analysiert werden können. Der Stationsstatus (Guthabenwert, Guthabengültigkeit, usw.) wird täglich übertragen. Die Kalibrierung der hydrometrischen Stationen erfolgt ebenfalls per SMS. Die für die Kalibrierung eines operationalen Hochwasservorhersagemodells erforderlichen Zeitreihen weisen in Mosambik gravierende Defizite auf und mussten daher einer gründlichen Plausibilitätsanalyse unterzogen werden. Niederschlagsdaten aus Messstationen wurden mit Satellitenprodukten (ARC2, RFE2, CMORPH, QMORPH und TRMM) verglichen und gegebenenfalls aussortiert. Mit diesen Satellitenprodukten wurden ebenfalls Niederschlagszeitreihen für die Untereinzugsgebiete des hydrologischen Modells generiert, die unterschiedliche Abflussganglinien resultieren und zusammen mit Stationsdaten für Ensembleprognose eingesetzt werden. Die Konsistenz von Pegel- bzw. Abflusszeitreihen wurde mittels linearer und multilinearer Regression, sowie künstlicher neuronaler Netzwerke überprüft. Daraus resultierten die für Kalibrierung ausgewählten Hochwasserereignisse. Diese Modelle wurden auch zwecks Vorhersage eingesetzt.

3.8 3-stufige Online-Bereitstellung von hochwertigen Niederschlagsdaten aus Radar und Regenschreiber

Thomas Einfalt, Uta Behnken, Inga Frerk

Abstract

Niederschlagsmessungen, die online erfasst werden, sind für verschiedene Auswertungen und Anwendungen wichtig, unter anderem:

- Hochwasserwarnung
- Starkregenwarnung
- landwirtschaftliche Anwendungen (Gewässerschutz)
- Analyse von Schadensereignissen
- Steuerung von Speicherräumen

Die Datenverarbeitung der Daten aus Wetterradar und Regenmessstationen gewinnt an Qualität, wenn möglichst viele Informationen vorliegen. Dieses ist ein Dilemma, wenn zum Beispiel für die Starkregenwarnung die Informationen möglichst schnell vorliegen sollen. Deshalb hat das LLUR Schleswig-Holstein den Weg beschritten, Daten in drei Qualitätsstufen zur Verfügung zu stellen: Q1 - korrigierte Radardaten, angeeicht mit Stundenwerten des DWD-Stations-messnetzes, verfügbar alle 5 Minuten Q2 - korrigierte Radardaten, angeeicht mit Stundenwerten des DWDStationsmessnetzes, verfügbar jeweils 2 Stunden nach dem aktuellen Termin Q3 - korrigierte Radardaten, angeeicht mit Tageswerten des DWD-Stationsmessnetzes, verfügbar jeweils 24 Stunden nach dem aktuellen Termin Auswertungen von Einzelereignissen haben gezeigt, dass Qualität Q1 einen ersten guten Überblick über die Situation gibt, und Messungen aus dem Stationsmessnetz des DWD deutlich zeitlich und räumlich verdichtet. Da zum Zeitpunkt der Aneicherung der Radardaten die stündlich erhobenen Stationsdaten bis zu 55 Minuten alt sein können, ist allerdings der gemeinsame Zeitraum des Vergleichs zwischen Radarmessung und Stationsmessung nicht vollständig verfügbar. Daten der Qualität Q2 basieren auf Radarmessungen und Stationsmessungen eines vollständig vorhandenen Zeitraums beider Messverfahren. Hierdurch wird die Datenqualität deutlich gesteigert. Daten der Qualität Q3 sind dann die beste verfügbare Qualität, wie aus den Untersuchungen hervorgeht, die im Tagungsbeitrag detailliert dargestellt werden. Als weitere Auswertungen werden direkte Vergleiche mit KOSTRA durchgeführt, Monatsauswertungen der Radarmessungen und Stationsmessungen an den Stationsstandorten erstellt und Auswertungen für Einzugsgebiete der Gewässer dritter Ordnung berechnet. Das Online-System ist seit 2016 operationell und basiert auf dem webbasierten System HydroNET-SCOUT.

3.9 Abschätzung der Evapotranspiration landwirtschaftlicher Kulturen auf Basis von UAV-Spektraldaten und deren Änderung am Beispiel unterschiedlicher Landnutzungssysteme

Philipp Rauneker, Johannes Hufnagel, Gunnar Lischeid

Abstract

Fernerkundungsdaten bilden seit langem die Grundlage für die räumliche Abschätzung der Evapotranspiration in meso- und makroskaligen Untersuchungsgebieten. Viele der dafür eingesetzten Sensoren bieten jedoch für kleinräumige Fragestellungen (0,01 – 10ha) meist eine zu geringe räumliche Auflösung. Die direkte Messung der Verdunstung mit herkömmlichen Methoden auf der anderen Seite liefert punktuelle Messwerte von vergleichsweise hoher Genauigkeit. Diese können durch Extrapolation und die Anwendung empirischer und statistischer Verfahren in Flächenwerte umgewandelt werden, sind jedoch nicht in der Lage die Heterogenität der Landschaft und den Einfluss räumlicher Strukturen abzubilden. UAVs stellen durch die zunehmende Verfügbarkeit hochwertiger Sensoren und Prozessierungs-Tools ein vielversprechendes Werkzeug für die wiederholte und automatisierte Erfassung hochauflösender Spektraldaten in mikroskaligen Untersuchungsgebieten dar. Für die Berechnung der aktuellen Verdunstung werden spektrale Daten im sichtbaren und nah-infraroten Wellenlängenbereich zusammen mit zeitgleich am Boden erfassten meteorologischen Parametern als Eingangsgrößen in ein physikalisches Energiebilanzmodell verwendet. Hierbei bilden die spektralen Eigenschaften der Vegetation, welche als Bindeglied zwischen Boden und Atmosphäre den größten Einfluss auf die Evapotranspiration von Landoberflächen hat, die Grundlage der Berechnungen. In dieser Arbeit wird die Anwendung von UAV-Spektraldaten zur flächenhaften Ermittlung der Evapotranspiration landwirtschaftlicher Nutzflächen gezeigt. Dies beinhaltet die Aufbereitung und Prozessierung der Rohdaten sowie die Anwendung des „Two source energy balance“ Modells (TSEB) zur Ermittlung des latenten Wärmestroms. Am Beispiel zweier unterschiedlicher Nutzungssysteme sollen die Auswirkungen mehrerer Kombinationen von Bodenbearbeitung, Bewässerung und Fruchtwechsel auf das Transpirationsverhalten von Maispflanzen untersucht werden. Erste Ergebnisse zur Veränderung der Verdunstungsmuster zwischen zwei verschiedenen Wachstumsstadien werden präsentiert.

3.10 Multi-Parameter-Analyse zur Charakterisierung von Landschaftsmerkmalen innerhalb eines experimentellen Messnetzes im Hochgebirge

Michael Engel, Daniele Penna, Werner Tirlir, Francesco Comiti

Abstract

Alpine Einzugsgebiete sind komplexe und sensible Systeme, die aufgrund des Rückgangs von Schneebedeckung, Gletschern und Permafrost durch Änderung des Klimas stark beeinflusst werden. Dieser Wandel zeigt sich am deutlichsten in der sich verändernden Landschaft, geprägt durch verschiedene Stadien des Gletscherrückzugs, Seenbildung oder Änderung des Gewässernetzes. Lassen sich solche Veränderungen in der Landschaft durch Abflussdynamik, Hydrochemie und Sedimenttransport bestimmen? Welche Parameter müsste ein Messprogramm enthalten und wie müsste ein entsprechendes Messnetz im Hochgebirge aussehen? Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, mit Hilfe eines „space-for-time“-Ansatzes, die hydrologischen, hydrochemischen und geomorphologischen Eigenschaften verschiedener Teileinzugsgebiete des Oberen Matschtals (Südtirol, Italien) im Zusammenhang mit Landschaftsmerkmalen zu analysieren. Das Untersuchungsgebiet wird vom Saldurbach und zahlreichen Nebenbächen durchflossen (Einzugsgebietsgröße: 27 km²). Aus dem Gewässernetz leiten sich verschiedene Teileinzugsgebiete mit unterschiedlichen Landschaftsmerkmalen ab, geologisch gesehen ist das Gebiet jedoch vollständig metamorphen Gesteinen des Ötztal-Stubai-Komplexes zuzuordnen. Die synoptischen Beprobungen wurden im Spätsommer und Herbst 2015 und 2016 an verschiedenen Abschnitten des Saldurbachs, ausgewählter Nebenbäche, ihrer Quellen und dem Unteren Saldursee durchgeführt. Es wurden in-situ-Messungen hydrochemischer Parameter (Wassertemperatur, elektrische Leitfähigkeit, Sauerstoff, pH sowie Redox-Potenzial) durchgeführt und Wasserproben zur Bestimmung der stabilen Wasserisotope $\delta^2\text{H}$ und $\delta^{18}\text{O}$ mittels Laserspektrometer (Picarro L 2130i) sowie des Feinsedimentgehalts mittels Vakuumfiltration genommen. Des weiteren erfolgte eine Konzentrationsbestimmung der Haupt-, Neben- und Spurenelemente (Li, B, Na, Mg, Al, K, Ca, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Rb, Sr, Mo, Ba, Pb und U) mittels ICP-MS. Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine hohe räumliche Auflösung der Beprobungstandorte bei konstanten Witterungsverhältnissen während der Beprobung wichtig ist. Die Herkunftswässer bestimmter Teileinzugsgebiete lassen sich aufgrund ihrer Abflussanteile (Isotopenzusammensetzung) und hydrochemischen Bestandteile (Elementenkonzentration) differenzieren, wobei eine Reduzierung der Elementenanalyse möglich scheint.

3.11 Radarkomposit und Hochwasserwarnungen mit Radarensembles und COSMO-DE-EPS im Projekt StucK

Alexander Strehz, Alrun Jasper-Tönnies, Thomas Einfalt, Sandra Hellmers

Abstract

Die hier vorgestellten Arbeiten zu Niederschlagsmessungen mit Radar, Radarnowcast und numerischer Wettervorhersage sind Teil des Verbundforschungsprojekts StucK „Sicherstellung der Entwässerung küstennaher, urbaner Räume unter Berücksichtigung des Klimawandels“. Ein wichtiges Ziel des Projektes ist es, die Stärken von Radarnowcasts für die Kurzfristvorhersage mit den Stärken der numerischen Wettervorhersage für den erweiterten Vorhersagehorizont zu kombinieren. So sollen möglichst gute Eingangsdaten für ein Frühwarnsystem vor Überflutungen und für hydrologische Simulationen erzeugt werden. Zu diesem Zweck werden folgende meteorologische Daten vom DWD verwendet:

- Stationsmessungen des Niederschlags (Hamburg/ Norddeutschland, dt 5 min – 1h)
- Radardaten von 4 Radarstandorten (DX-Produkt der Standorte Boostedt, Rostock, Hannover und Emden, dt 5 min)
- Numerische Wettervorhersagen der Modelle COSMO-DE und COSMO-DE-EPS

Die Radardaten zeigen systematische Fehlerquellen, z.B.

- Strahlabschattung ('beamblocking')
- Schiffsechos, die an unterschiedlichen Positionen aber auf festen Routen auftreten
- Windparks, die Radarechos an festen Standorten verursachen.

Diese werden im ersten Schritt mit einer Reihe von Filtern korrigiert, die in der Software SCOUT implementiert sind. Die Einstellungen der Korrekturfilter wurden für jedes Radar optimiert und können annähernd in Echtzeit auf die Daten angewendet werden. Anschließend werden die Radardaten auf ein gemeinsames 1km x 1km Gitter gemappt (kompositiert) und mit Daten von Niederschlagsstationen angeeicht. Auf Grundlage des angeeichten Radarkomposits werden Radarkurzfristvorhersagen gerechnet. Da die Vorhersagequalität eine entscheidende Rolle für die Erstellung richtiger Warnungen spielt, wurde das Verfahren zur Berechnung von Nowcasts in SCOUT verbessert. Darüber hinaus wurden die auf den Nowcasts basierenden Warnungen auf Ihre Verlässlichkeit für verschiedene räumliche Genauigkeiten und verschiedene Vorhersagehorizonte untersucht. Am Ende der Prozesskette stehen korrigierte, kompositierte und angeeichte Radardaten und Vorhersagen, sowie Warnungen mit einer zeitlichen Auflösung von 5 Minuten. Im weiteren Projektverlauf werden diese Kurzfristvorhersagen um Ensemblevorhersagen von COSMO-DE-EPS ergänzt, um für einen Vorhersagezeitraum von 27 Stunden möglichst gute Niederschlagsprognosen zu liefern. Im Übergangszeitraum sollen die beiden Vorhersagen kombiniert werden ('blending'), um die Vorhersagequalität weiter zu verbessern. Die so erzeugten Vorhersagezeitreihen und Ensembleprodukte gehen als Eingangsgrößen in das Hochwasserwarnsystem ein und werden den Projektpartnern bereits heute mit dem jeweiligen Arbeitsstand in Echtzeit für die hydrologische Modellierung zur Verfügung gestellt.

3.12 HEPEX Data Assimilation Inter-comparison Experiment

Dirk Schwanenberg, Rodolfo Alvarado Montero, Peter Krahe, Peer Helmke, Albrecht Weerts

Abstract

Es gibt aktuell eine wachsende Anzahl an Fernerkundungsprodukten mit einer potentiellen Anwendung in der operationellen Hydrologie. In Kombination mit Daten aus Bodenstationen können diese Produkte die Identifikation von hydrologischen Systemzuständen verbessern und liefern damit einen Baustein für bessere Vorhersagen sowie der Abschätzung der darin enthaltenen Unsicherheit. Obwohl bereits viele Assimilierungsverfahren für hydrologische Anwendungen beschrieben wurden, gibt es Lücken hinsichtlich des Vergleichs und der Bewertung der verschiedenen Verfahren^[1]. Die Motivation des „HEPEX Data Assimilation Inter-comparison Experiment (HEPEX-DA)“ ist es, einen Beitrag zur Schließung dieser Lücken zu liefern. Der Hauptzweck des HEPEX-DA ist es i) voneinander zu lernen, Techniken der Datenassimilation in hydrologischen Modellen zu teilen, zu testen, zu vergleichen und zu verbessern, ii) eine einfache und modulare Testplattform für Assimilierungsexperimente mit frei verfügbaren Daten und Werkzeugen zu implementieren und einzusetzen, iii) den Nutzen verschiedener Produkte aus Bodenstationen oder der Fernerkundung im Rahmen von Assimilierungsexperimenten zu evaluieren, iv) den Nutzen der Assimilation in Vorhersageexperimenten zu quantifizieren, v) die Reproduzierbarkeit von Ergebnissen zu fördern und vi) Ergebnisse in der wissenschaftlichen Gemeinschaft zu verbreiten sowie verbesserte Werkzeuge für praktische Anwendungen in Produktivsystemen bereitzustellen. Gegenstand des Vortrags ist der aktuelle Status der neu initiierten HEPEX-DA Testplattform, die Vorstellung der darin bereits ausgeführten Experimente zu verschiedenen Assimilierungsverfahren, eine Einladung an Forscher und Praktiker zur Mitarbeit am Experiment sowie ein Ausblick auf zukünftige Aktivitäten.

[1] Y. Liu, A.H. Weerts, M. Clark, H.J. Hendricks Franssen, S. Kumar, H. Moradkhani, D.J. Seo, D. Schwanenberg, P. Smith, A.I.J.M. Van Dijk, N. Van Velzen, M. He, H. Lee, S.J. Noh, O. Rakovec, P. Restrepo, Advancing data assimilation in operational hydrologic forecasting: progresses, challenges, and emerging opportunities, *Hydrology and Earth System Sciences*, 16 (10), 2012, <http://dx.doi.org/10.5194/hess-16-3863-2012>.

3.13 Moderne GIS-Infrastruktur und Services für die Wasserwirtschaft

Bernd Weißner

Abstract

Große Datenmengen mit einem konkreten Raumbezug in der Wasserwirtschaft werden seit vielen Jahren mit Geoinformationssystemen (GIS) erfolgreich gemanagt. Viele neue Technologien in den Bereichen Datenerfassung, Software, Hardware und Infrastrukturen bieten vielfältige neue Ansätze und Einsatzmöglichkeiten von GIS. Der Vortrag gibt einen Überblick, wie neue GIS-Technologien in der Wasserwirtschaft erfolgreich genutzt werden. Neben WebGIS und mobilem GIS wird Bezug auf Erdbeobachtungsprogramme, Crowdsourcing, Citizen Science sowie den Drohneneinsatz genommen. Live Demos und Anwendungsbeispiele runden den Überblick über die neuesten GIS-Entwicklungen der Branche ab.

3.14 Messprogramm zur Dynamik des Degree-Day Factor

Muhammed Fraz Ismail, Wolfgang Bogacki

Abstract

In vielen ariden Nachbarregionen kontinentaler Hochgebirge ist Wasser aus der Schneeeund Gletscherschmelze die hauptsächlich wasserwirtschaftliche Ressource. Aufgrund der hohen morphologischen Variabilität und der i. d. R. geringen Messnetzdichte in den meisten Hochgebirgsregionen haben sich relativ einfache Temperaturindex Modelle als adäquate Ansätze zur Beschreibung der schneedominierten Niederschlags-Abfluss Prozesse erwiesen. Der wesentliche Parameter dieser Modelle ist der sogenannte Degree- Day Factor, der den Zusammenhang zwischen der Indexgröße Tagesmitteltemperatur und der resultierenden Schneeschmelze beschreibt. Obwohl der Degree-Day Factor der wesentliche Modellparameter von Temperaturindex-modellen ist, gibt es nur wenig physikalische Messwerte für diesen Parameter (Hook, 2003). Insbesondere wird in der Literatur wenig auf die zeitliche Veränderung des Degree-Day Factors eingegangen. Demgegenüber zeigt die Arbeit von Ismail et al. (2015) durch diagnostische Kalibrierung mit gemessenen Abflüssen, dass sich der Degree-Day Factor zum einen in einer bestimmten Höhenzone zeitlich verändert, und dass zum anderen die Stärke der Veränderung stark von der geodätischen Höhe der Zone abhängig ist. Zu einer genaueren Untersuchung der zeitlichen Dynamik des Degree-Day Factors hat die Hochschule Koblenz ab dem Winter 2016/17 eine Schneemessstation an der Brunnenkopfhütte im Ammergebirge eingerichtet. Neben einer Erfassung der meteorologischen Daten wird insbesondere mit einer Schneewaage die Dichte bzw. das Schnee-Wasseräquivalent ermittelt, Weiterhin können mit einem installierten Snow Pack Analyser kontinuierlich die Schnee-, Eis- und Wasseranteile im Schneepaket gemessen werden. Aus den erhaltenen Messdaten sollen die wesentlichen meteorologischen Einflussfaktoren auf die zeitliche Dynamik des Degree- Day Factors identifiziert werden. Das Poster beschreibt die Konzeption des Forschungsvorhabens, die gewählte Messanordnung sowie die bis zum März 2017 gewonnenen Daten über die Einflussfaktoren auf den Degree-Day Factor.

[1] Eine gute Übersicht findet sich bei Hock, R. (2003): Temperature index melt modelling in mountain areas. *Journal of Hydrology* 282: 104-115

[2] Ismail, M.F., H. Rehman, W. Bogacki, M. Noor (2015): Degree Day Factor Models for Forecasting the Snowmelt Runoff for Naran Watershed. *Sci.Int. (Lahore)*,27(3),1961-1969

3.15 In-situ Bodenfeuchte und Matrixpotenzial – Was messen wir?

Conrad Jackisch, Wolfgang Durner und das Konsortium der Sensorenvergleichstudie^[1]

Abstract

Bodenfeuchte und Matrixpotenzial gelten als zentrale Zustandsvariablen von bodenhydrologischen Systemen, deren Messbarkeit nicht in Frage steht. Eine Vielzahl von Systemen und Technologien und ebenso viele ungeprüfte Annahmen über deren Kapazität und Zuverlässigkeit existieren dafür. Ein Konsortium von 10 Institutionen hat eine Vergleichsstudie auf einer speziell homogenisierten Testfläche eines sandigen Lehms durchgeführt. Die ca. 40 m² waren natürlichen meteorologischen Bedingungen ausgesetzt und wurden von Vegetation freigehalten. Mit einer Gitterweite von 0,5 m x 0,5 m wurden 57 Sensoren von 15 verschiedenen System zur Messung der Bodenfeuchte und 50 Sensoren von 14 verschiedenen Systemen zur Messung des Matrixpotenzials in 0,2 m Tiefe installiert. Die meisten Sensoren messen zudem die Temperatur.

Die Ergebnisse der Studie legen nahe, den Stand der hydrologischen Zustandsbeobachtung, das Problem der Heterogenität und die Übertragbarkeit von Laboranalysen der Bodenwasserretention in die Natur zu hinterfragen: (1) Die meisten Sensoren ergaben plausible Daten der Bodenfeuchtemessung. Jedoch zeigten sich bei Wassergehaltssensoren erhebliche Abweichungen in Hinblick auf die gemessenen Absolutwerte und bei Matrixpotenzialsensoren hinsichtlich der aufgezeichneten Reaktionszeiten. So konnte die schnelle Reaktion des Matrixpotenzials auf Niederschlagsereignisse nur von Tensiometern aufgezeichnet werden. Alle indirekten Verfahren reagierten langsamer, was unter stark dynamischen Verhältnissen zu systematischen Verzerrungen führen kann, die die Beobachtung der Zustandsdynamik des Bodenwassers verfälschen. (2) Eine größere Homogenität als in unserem Experiment ist unter Freilandbedingungen kaum realisierbar. Trotzdem konnte die Homogenitätsannahme nur für eine initiale Periode von wenigen Wochen aufrecht gehalten werden. Ein Starkregenereignis mit Infiltrationsüberschuss führte zur Bildung von Bodenkrusten und oberflächlichen Umverteilungsnetzwerken, und damit zu kleinskaliger Heterogenität der oberen Randbedingung. Wenn dies die Realität auf unserer homogenisierten Testfläche von 40 m² ist, welche Aussagekraft haben dann einzelne Punktbeobachtungen für den Zustand ganzer Einzugsgebiete? (3) Ein Vergleich der im Freiland beobachteten Relation zwischen Bodenwassergehalt und Matrixpotenzial mit Labormessungen an ungestörten Stechzylinderproben zeigte systematische Abweichungen. Dies wirft Fragen hinsichtlich der generellen Praxis zur Parameterisierung der Retentionsbeziehung in hydrologischen Modellen auf. Mit den Ergebnissen aus der Vergleichsstudie wollen wir zu einer kritischen Diskussion der intrinsischen Annahmen bodenhydrologischer Messungen und zur Entwicklung alternativer Techniken zur Beobachtung der Zustände und Prozesse im Boden beitragen.

[1] Das Konsortium der Sensorenvergleichstudie ist eine Kooperation von Wolfgang Durner(2), Ines Andrä(2), Kai Germer(2), Katrin Schulz(2), Marcus Schiedung(2), Jaqueline Haller-Jans(2), Jonas Schneider(2), Julia Jaquemotte(2), Philipp Helmer(2), Leander Lotz(2), Thomas Graeff(3), Andreas Bauer(3), Irene Hahn(3), Conrad Jackisch(1), Martin Sanda(4), Monika Kumpan(5), Johann Dörner(5), Gerrit de Rooij(6), Stephan Wessel-Bothe(7), Lorenz Kottmann(8), und Siegfried Schittenhelm(8).

Wir bedanken uns bei allen Partnern und für die Unterstützung durch das Thünen-Institut Braunschweig.

1 Karlsruher Institut für Technologie, 2 Technische Universität Braunschweig, 3 Universität Potsdam, 4 Technische Universität Prague, 5 Bundesamt für Wasserwirtschaft Petzenkirchen, 6 Helmholtz Zentrum für Umweltforschung Halle, 7 ecoTech GmbH Bonn, 8 Julius Kühn Institut Braunschweig

4 Nachhaltiges Wasserressourcenmanagement im Wandel

4.1 Assessing flood vulnerability: a participatory multicriteria approach

Mariana Madruga de Brito, Mariele Evers

Abstract

Despite the increasing number of flood vulnerability indexes, insufficient attention has been given to the participation of multiple stakeholders in their construction. Crucial aspects, such as the selection of the input criteria are usually constrained to researchers conducting the study. Furthermore, social and economic conditions that shape vulnerability are continuously changing, which increases the analysis complexity. Therefore, this study aims to develop a participatory multi-criteria approach to assess flood vulnerability, which can be easily updated to reflect changes. The applicability of this method is demonstrated in the Taquari river Valley, Brazil. The approach relies on constant stakeholders' engagement in the main stages of the index development, including the criteria selection, weighting and standardization, as well as the index structuration and validation. For this purpose, participatory methods such as the Delphi technique, focus groups, and workshops were used. A total of 117 stakeholders, identified through snowball sampling, were invited to participate in a Delphi survey to select input variables. Then, the actors with more experience worked together to structure the index into sub-indices. They were also invited to define weights for each criterion, by applying the AHP (Analytical Hierarchy Process) and ANP (Analytical Network Process) multi-criteria tools. Based on these weights, flood vulnerability scenarios will be created for each participant. The response rate of the Delphi survey was 86.3% and 79.2% in the first and second round, respectively. Although there was great heterogeneity among the participant's background, a consensus was achieved on 17 vulnerability indicators. A total of 22 stakeholders attended the workshops that aimed at defining criteria weights. First results showed that coping capacity criteria (e.g. health care services, disaster simulations and training) are the most relevant variables. In a next step, the stakeholder's judgments will be used to create flood vulnerability maps in a GIS environment. The final product will be a set of participatory and interdisciplinary flood vulnerability maps, deployed by the same stakeholders who helped to create it. In the proposed approach, the maps can be easily updated as new information is acquired (e.g. when new census data becomes available). The method has adjustable parameter values, which allow users to rectify model inputs for deriving future scenarios. Although resource intensive, the approach is based on a democratic process, which acknowledges multiple perspectives and encourages social learning. Thus, we believe that the index will achieve an enhanced credibility and deployment by decision makers.

4.2 Ein hochaufgelöstes Monitoring zur Identifizierung von Herbizid-Transportpfaden in Retentionsteichen

Sandra Willkommen, Uta Ulrich, Matthias Pfannerstill, Nicola Fohrer

Abstract

Retentionsteiche gelten als neue und innovative „end-of-pipe“ - Methode zur Verbesserung der Oberflächenwasserqualität in landwirtschaftlich genutzten Gebieten. Relevanz können Retentionsteiche besonders in Gebieten mit hoher Dränagedichte und landwirtschaftlichen Kleinstrukturen haben, wo Alternativen wie Pufferrandstreifen aus verschiedenen Gründen nicht möglich sind. Dem schnell abfließenden Dränagewasser soll so eine Verlängerung der hydrologischen Verweilzeit und damit eine Intensivierung der natürlichen Transfer- und Umbauprozesse ermöglicht werden. Im Rahmen einer Pilotstudie sollen folgende Forschungsfragen untersucht werden:

- Mit welcher zeitlichen Variabilität können, aus einem definierten Dränage-Einzugsgebiet einer Ackerfläche, ausgetragene Herbizide quantifiziert werden?
- Werden die Herbizidkonzentrationen/ - Frachten durch die Maßnahme aus 2 gekoppelten Teichen effektiv zurückgehalten?
- Lassen sich Erkenntnisse aus dem Untersuchungsgebiet für die Entwicklung eines praktikablen Konzeptes zum Aufbau von Retentionsteichen in landwirtschaftlichen Gebieten nutzen?

Das 1 km² große Untersuchungsgebiet, das 3 Retentionsteiche beinhaltet, befindet sich in der weichleiszeitlich geprägten Holsteinischen Schweiz des norddeutschen Tieflands. Das hügelige Relief begünstigt eine potentielle Nutzung der natürlich vorkommenden Senken als Retentionsbecken in landwirtschaftlichen Gebieten. Die zu untersuchenden Reinigungsteiche weisen eine Größe von 380 m², 1200 m² und 1700 m² auf. Die ausgewählten Herbizide Metazachlor (Raps) und Diflufencian, Flufenacet, Prosulfocarb, Pendimethalin (Wintergetreide) decken einen breiten Bereich hinsichtlich der Wirkstoffcharakteristika ab, da sie sich hinsichtlich Sorptionsvermögen (k_{oc}/k_{foc}) und Halbwertszeit (DT50) in der Boden- und Wasserphase stark unterscheiden. Um die an die Hydrologie gekoppelten Wirkstofffrachten im Kleineinzugsgebiet zu erfassen, wird über 3 Jahre jeweils im Herbstzeitraum ein 10-wöchiges detailliertes Monitoring durchgeführt:

- 5 vollautomatische Probesammler nehmen tägliche Oberflächenwassermischproben
- 6 intervallgesteuerte Drucksensoren werden zur Erfassung von Wasserstandsdaten eingesetzt
- 6 x 3 m Pegel wurden für die Probennahme von Schichtwasser (monatlich) installiert, zusätzlich wird die Teich-Grundwasserdynamik mit diesen Messstellen untersucht
- 2 Oberflächenwassersammler erfassen den Oberflächenabfluss einer Teilfläche bei Starkregenereignissen
- hochaufgelöste Klimadaten werden mit einer eigenen Wetterstation, die im Untersuchungsgebiet installiert ist, erfasst
- eine Multiparametersonde erfasst stündlich die physikochemischen Parameter in einem der Retentionsteiche
- zusätzlich werden wöchentlich die Vor-Ort-Parameter (elektrische Leitfähigkeit, Temperatur, O₂, pH) gemessen

Der Messaufbau im Kleineinzugsgebiet, erste Ergebnisse aus der Monitoring-Kampagne 2016 und eine Abschätzung der Herbizid-Reinigungsleistung eines Dränageteiches werden dargestellt.

4.3 Stand und Entwicklung des integrierten Flusseinzugsgebietsmodells BlueM

Michael Kissel, Tobias Roskopf, Michael Bach, Steffen Heusch, Britta Schmalz

Abstract

Mit der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) wird das Ziel definiert, einen guten ökologischen und chemischen Zustand der Oberflächengewässer sowie den guten chemischen und mengenmäßigen Zustand des Grundwassers zu erreichen. Die ganzheitliche Betrachtung der Gewässer entsprechend der WRRL richtet sich nicht nach Verwaltungsgrenzen, sondern orientiert sich am hydrologischen Einzugsgebiet des Gewässers. Diese Einzugsgebiete bestehen aus einem komplexen Gemisch aus unterschiedlichen Landnutzungen. Die ganzheitliche Betrachtung dieser komplexen Einzugsgebiete stellt die computergestützte Simulation vor eine Herausforderung, da neben dem Gewässer sowohl die Wasserflüsse natürlicher, ruraler als auch unterschiedlich stark urbanisierter Flächen berücksichtigt werden müssen. Die zunehmende Urbanisierung stellt ein zentrales Problem im Wandel der Charakteristik von Flusseinzugsgebieten dar. Integrierte Flusseinzugsgebietsmodelle, wie z.B. das Modell BlueM.Sim, streben danach, dieser Herausforderung gerecht zu werden. Neben der Herausforderung der Betrachtung der Wasserflüsse müssen diese Modelle jedoch auch den Stofftransport berücksichtigen können, um z.B. den Ansprüchen des hessischen Leitfadens zum Erkennen ökologisch kritischer Gewässerbelastungen durch Abwassereinleitungen (HMUELV, 2012) gerecht zu werden. BlueM ist ein Teil des hessischen Werkzeugpaketes zur Umsetzung des hessischen Leitfadens. Die zukünftigen Neuerungen im Regelwerk, nämlich das in Arbeit befindliche DWA-A 102 (DWA, 2016) und das BWK-A3 (BWK, 2016), werden mit einem neuen Leitparameter AFS63 (abfiltrierbare Stoffe $\leq 63 \mu m$) weitere und neuartige Ansprüche hinsichtlich emissions- und immissionsorientierter stofflicher Nachweise und an die genutzten Computermodelle zur Nachweiserbringung stellen. Zusammenfassend bedeutet dies, dass die computergestützte Simulation zur Unterstützung der nachhaltigen Bewirtschaftung eine Vielzahl an unterschiedlichen Wasser- und Stoffflüssen berücksichtigen und abbilden können muss. Im Posterbeitrag wird das Softwarepaket BlueM und die darin enthaltenen Komponenten (BlueM.Sim, BlueM.Wave, BlueM.GIS, BlueM.Analyzer, BlueM.Opt) vorgestellt. Dabei soll der aktuelle Stand des Leistungsumfangs und die aktuellen bzw. zukünftigen Entwicklungen dargestellt werden. Erste Ergebnisse der aktuellen Weiterentwicklung zur Implementierung von wesentlichen Elementen der Schmutzfrachtsimulation in BlueM.Sim werden für ein Einzugsgebiet in Hessen dargestellt und mit dem offiziellen Schmutzfrachtmodell SMUSI des Landes Hessen verglichen.

4.4 Veränderungen der Nitratkonzentration in schottischen Einzugsgebieten – Untersuchung durch Simulation mit dem Modell NIRAMS II

Ina Pohle, Miriam Glendell, Jonathan Gair, James Edward Sample

Abstract

Diffuse Stickstoffausträge aus der Landwirtschaft bewirken eine starke Verunreinigung der Wasserressourcen Schottlands. Um die jährlichen Nitratkonzentrationen im schottischen Grundwasser und Fließgewässern zu modellieren, entwickelten Dunn et al. (2004 a & b) das gridbasierte Nitrogen Risk Assessment Model for Scotland (NIRAMS, derzeit in der Version NIRAMS II). Das Modell besteht aus einem Wasserbilanz- und einem daran gekoppelten Nitrataustragsmodul. Im Wasserbilanzmodul werden auf Grundlage von Wetter-, Boden- und Landnutzungsdaten Oberflächen-, Zwischen- und Grundwasserabfluss simuliert. Die simulierten Abflüsse dienen zusammen mit detaillierten Angaben zur Landwirtschaft als Eingangsdaten für das Nitrataustragsmodul. Für die Planung nachhaltiger Maßnahmen zur Reduzierung der Nitratkonzentrationen ist es von essentieller Bedeutung abzuschätzen, wie sich potenzielle Klima- und Landnutzungsänderungen auf die Nitratkonzentrationen auswirken und inwieweit NIRAMS II diese Veränderungen abbildet. In einer Simulationsstudie mit NIRAMS II stellten Sample et al. (2013) einen Rückgang der mittleren jährlichen Nitratkonzentrationen in drei der vier als nitratgefährdet ausgewiesenen Gebiete Schottlands im Zeitraum 2007 bis 2010 fest. Dieser Rückgang konnte durch Variantensimulation hauptsächlich durch die Wetterbedingungen (d.h. vergleichsweise nasse Jahre zwischen 2007 und 2010 entweder aufgrund hohen Niederschlags oder geringer Verdunstung), und nur teilweise durch verringerte organische Stickstoffemissionen erklärt werden. Gegenwärtig wird NIRAMS II mit den meteorologischen Daten und Landnutzungsdaten bis 2016 aktualisiert. Wir untersuchen Änderungen der beobachteten und modellierten Nitratkonzentrationen und analysieren sie hinsichtlich der Einflüsse von Wetterbedingungen und Landnutzung. Eine Sensitivitätsanalyse bezüglich Modellparametrisierung und -input wird weiterhin dazu beitragen, die Anwendbarkeit und Flexibilität des Modells in Bezug auf Anwendungen in Klima- und Landnutzungswandelimpaktstudien zu beurteilen. Somit stellen die Untersuchungen eine Grundlage zum Verständnis der zwischenjährlichen Variabilität der Nitratkonzentrationen, aber auch zur Projektion möglicher zukünftiger Entwicklungen der Nitratkonzentrationen dar.

Referenzen:

Dunn, S.M., Vinten, A. J. A., Lilly, A., DeGroot, J., Sutton, M.A., and McGechan, M.: Nitrogen risk assessment model for Scotland: I. Nitrogen leaching, *Hydrology and Earth System Sciences*, 8, 2004a.

Dunn, S.M., Lilly, A., DeGroot, J., and Vinten, A.A.: Nitrogen risk assessment model for Scotland: II. Hydrological transport and model testing, *Hydrology and Earth System Sciences*, 8, 2004b.

Sample, J.E., Dunn, S.M. 2013. The effects of land use change and weather variability on surface water nitrate. Interdisciplinary conference on land use and water quality. The Hague, Netherlands, 10th to 13th June, 2013. http://www.luwq2013.nl/upload/031_Sample_Dunn_Weather_variability_land_use_and_diffuse_nitrate_pollution.pdf

4.5 Konzeptstudie zur Steuerung von wasserwirtschaftlichen Anlagen auf der Grundlage von Ensemble Kurzzeitvorhersagedaten

Sandra Hellmers, Dieter Ackermann, Thomas Einfalt, Peter Fröhle

Abstract

Insbesondere in städtischen Gebieten sind verbesserte Strategien zur Abschätzung von Auswirkungen kleinräumiger Niederschlagsmuster lokaler Starkregenereignisse als eine der Grundlagen für Hochwasserwarn- und Steuerungssysteme erforderlich. In dem eingereichten Beitrag wird eine Methodik vorgestellt, bei der Ensembles von Kurzfristvorhersagen („Nowcasting“) des örtlichen Niederschlags eingesetzt werden, um mit Hilfe von Ergebnissen eines Niederschlag-Abfluss-Modells wasserwirtschaftliche Anlagen zu steuern. Die Nowcasts werden auf der Grundlage räumlich hoch aufgelöster Radar- Messdaten mit einer Auflösung von 1 km x 1 km ermittelt. Durch die Verwendung von Nowcast-Ensembles wird eine Streubreite von möglichen Ereignissen erzeugt, die dann zusätzliche statistische Informationen für die Vorwarnsysteme, Steuerungssysteme und eine Risikoabschätzung liefern. Die hochaufgelösten Ensemble Niederschlagsdaten dienen als Grundlage zur Berechnung der Abflüsse unter Anwendung eines semi-distributiven Niederschlag-Abfluss-Modells. In dem Beitrag werden die Ergebnisse der Modellkette und der daraus abgeleiteten Steuerungskonzepte für ausgewählte wasserwirtschaftliche Anlagen vorgestellt. Die Untersuchungen und Ergebnisse basieren auf Arbeiten im Rahmen des Projekts StucK „Sicherstellung der Entwässerung küstennaher, urbaner Räume unter Berücksichtigung des Klimawandels“ (2015 – 2018) der Fördermaßnahme „Regionales Wasserressourcen-Management für den nachhaltigen Gewässerschutz in Deutschland“ (REWAM). Die Ensemble Daten des Niederschlagsgeschehens dienen als Eingangsdaten in das Niederschlags-Abfluss-Modell KalypsoHydrology als Teil des in der Freien und Hansestadt Hamburg eingesetzten Software Systems Kalypso. In der Fallstudie werden zwei hydrologisch sehr unterschiedliche Einzugsgebiete betrachtet, das der Kollau und das der Dove-Elbe. Das Einzugsgebiet der Kollau liegt im Nordwesten Hamburgs und ist charakterisiert durch stark urban geprägte Flächen mit zeitlich schnell reagierenden Teil – Einzugsgebieten und entsprechend schnell ansteigenden Zuflüssen in das Hauptgewässer – die Kollau. Das Einzugsgebiet umfasst etwa 34,3 km² und derzeit 22 Rückhaltebecken. Das zweite Einzugsgebiet der Dove Elbe ist geprägt durch wechselnde Außenwasserstände an der Mündung in die Elbe. Zudem existieren eine Vielzahl von Schöpfwerken und Sielen, die derzeit noch statisch gesteuert werden. Die Ergebnisse der Konzeptstudie dienen als Grundlage zur verbesserten Steuerung von wasserwirtschaftlichen Anlagen.

4.6 Stärkung der Resilienz von Küstengebieten gegenüber Hochwasser

Helge Bormann, Jenny Kebschull, Frank Ahlhorn

Abstract

Vor dem Hintergrund der Klimaprojektionen des IPCC ist zu erwarten, dass das Hochwasserrisiko in den Küstengebieten des Nordseeraums in Zukunft zunehmen wird. Sturmfluten werden höher auflaufen, und auch Flusshochwasser werden an Intensität und Häufigkeit zunehmen. Damit stellt sich die Frage, wie sich das Hochwasserrisikomanagement in Zukunft im Nordseeraum aufstellen muss, und in welchen Handlungsbereichen Schwerpunkte gesetzt werden sollten, da kein hundertprozentiger Schutz vor Hochwasser gewährleistet werden kann. Das EU-geförderte Projekt FRAMES (Flood Resilient Areas by Multi-layered Safety; Interreg Vb) greift für diese Fragestellung das in den Niederlanden entwickelte Multi-Layer-Safety-Prinzip (MLS) auf. Äquivalent zum Hochwasserrisikomanagementzyklus geht das MLS-Prinzip davon aus, dass der bauliche Hochwasserschutz um weitere Vorsorgemaßnahmen (z.B. Flächenvorsorge, Informationsvorsorge), um die Optimierung der Bewältigung von Hochwasserereignissen sowie um die Nachsorge ergänzt werden muss. Im Rahmen von 13 Pilotstudien werden in fünf Ländern des Nordseeraums beispielhafte Maßnahmen auf den verschiedenen Ebenen des MLS-Konzepts umgesetzt. Ziel ist es good-practice-Beispiele zu generieren und auf ihre Übertragbarkeit innerhalb des Nordseeraums zu prüfen. Dieser Beitrag stellt die Aktivitäten des FRAUMES-Projektes in der deutschen Pilotregion, dem Landkreis Wesermarsch vor. Die Wesermarsch liegt als Halbinsel zwischen Weser, Nordsee und Jadebusen und weist großräumig Geländehöhen unter dem Meeresspiegel auf. Aufgrund der besonderen Lage können im ungünstigen Fall Sturmflut und Flusshochwasser die Region gleichzeitig bedrohen. Auf ein solches worst-case-Szenario ist der Landkreis derzeit nur bedingt vorbereitet. Mithilfe des MLS-Prinzips wird das Hochwasserrisikomanagement in der Wesermarsch analysiert und optimiert. Die Schwerpunkte der Arbeiten liegen auf der Informationsvorsorge, der Flächenvorsorge, der Verhaltensvorsorge und auf der Vorbereitung der Gefahrenabwehr. In enger Kooperation mit dem Landkreis Wesermarsch werden Informationsgrundlagen für das Hochwasserrisikomanagement verbessert und Informationslücken im Katastrophenmanagement identifiziert und geschlossen. Darüber hinaus soll die Abstimmung der Regionalplanung mit den Anforderungen des Hochwasserrisikomanagements verbessert werden. Gemeinsam mit dem Oldenburg- Ostfriesischen Wasserverband wird der Generalentwässerungsplan der Stadt Elsfleth überarbeitet und aktualisiert. Ziel ist, die Entwässerung von urbanen und ländlichen Gebieten integrativ zu regeln. Durch die enge Kooperation mit regionalen Entscheidungsträgern werden praxisnahe Lösungen zur Erhöhung der Resilienz des Landkreises gegenüber Hochwasser erarbeitet.

4.7 Planung von Hochwasserschutzmaßnahmen unter Klimaunsicherheit

Maria Kaiser, Beatrice Dittes, Olga Špačková, Wolfgang Rieger, Markus Disse, Daniel Straub

Abstract

Die Unsicherheit in der Vorhersage künftiger Hochwasserabflüsse führt zu Unsicherheit in der Planung des Hochwasserschutzes. Es ist üblich, Hochwasserschutzmaßnahmen, die auf einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten ausgelegt sind, auf Basis des Status Quo zu planen. Die Nichtstationarität der hydrologischen Prozesse wird dabei auf vereinfachte Weise über einen Zuschlag auf den Bemessungsabfluss berücksichtigt (in Bayern z.B. standardmäßig 15% auf das HQ100). Dieser sogenannte Klimafaktor gibt lediglich eine grobe Schätzung bzw. ein „medium case“ oder „worst case“ wieder, anstatt das volle Spektrum möglicher zukünftiger Entwicklungen zu berücksichtigen. Im Projekt AdaptRisk entwickeln wir Entscheidungsmodelle, die unter Einbeziehung des kompletten Unsicherheitsspektrums und der lokalen Gegebenheiten – wie der Flexibilität der Hochwasserschutzmaßnahmen – die besten Planungsstrategien ausgeben. „Beste“ bedeutet je nach Anforderung entweder die kostengünstigste Strategie, die über die Lebenszeit der Maßnahme die Einhaltung des HQ100 garantiert, oder risikobasiert die Strategie, bei der die Summe aus Schutzkosten und Schaden minimiert wird. Für die Entscheidungsmodelle werden sowohl Realdaten als auch Projektionsensembles als Input verwendet und mittels Bayes'schem Lernen die zukünftige Entwicklung probabilistisch modelliert. Die resultierenden Planungsstrategien umfassen den schrittweisen Ausbau des Hochwasserschutzes, sowie flexible Hochwasserschutzmaßnahmen. Die entwickelten Entscheidungsmodelle werden auf die Stadt Rosenheim (Bayern) angewandt. Dort gab es in der Vergangenheit, zuletzt 2013, beträchtliche Hochwasserschäden. Die Ergebnisse der hydrodynamischen Modellierung der Hochwasserereignisse und die Schadensschätzungen für die ausgewählten Szenarien fließen direkt in den mathematischen Entscheidungsprozess ein. Dadurch können optimal angepasste Hochwasserschutzmaßnahmen geplant und realisiert werden

4.8 Physikalische Modellierung von Gründächern bei schichtweiser Erfassung der durch Blockregen erzeugten Abflüsse

Justus Patzke, Sandra Hellmers, Peter Fröhle

Abstract

Im Rahmen der Siedlungsentwässerung werden seit längerer Zeit dezentrale Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen (DRWBM) verwendet, um die besonders im städtischen Raum gewünschten Wirkungen der Speicherung, Retention und Infiltration in Bezug auf die Drainage von Regenwasser bestmöglich im Sinne einer naturnahen Behandlungsweise auszunutzen. Als DRWBM werden vorwiegend Mulden, unterirdische Speicher, durchlässige Beläge, multifunktionale Flächen und begrünte Dächer angesehen. Zur Implementierung solcher Maßnahmen im städtischen Bereich ist es notwendig, genaue Kenntnisse über das Verhalten der eingesetzten Maßnahmen zu erlangen. Durch die Simulation von DRWBM innerhalb eines numerischen Niederschlags-Abflussmodells (NA) kann neben der Wirkung von Maßnahmen auf Städteebene auch die Kopplung unterschiedlicher Maßnahmen untersucht werden. Hierzu bedarf es jedoch einer möglichst realistischen modelltechnischen Abbildung der einzelnen Maßnahmen im numerischen Modell. In Bezug auf begrünte Flachdächer wird hierbei meist ein Mehrschichtansatz gewählt. Das Verhalten eines Gründachs wird dabei durch das Zusammenwirken verschiedener Layer beschrieben, welche wiederum individuelle Eigenschaften in Bezug auf die Wasseraufnahme und -abgabe, die Zwischenspeicherung, Rückstau-Effekte innerhalb des vertikalen Schichtenaufbaus und Umverteilung des Wassers bei gekoppelten Schichten haben können. Hauptsächlich zur Bestimmung des Abflussbeiwerts eines Gründachaufbaus wurde in der Vergangenheit in Laborversuchen und auf Realdächern der Gesamtabfluss eines Dachs untersucht und in Bezug zum gefallenen Niederschlag gesetzt. Sowohl am realen Dachaufbau als auch bei durchgeführten Laborversuchen wurden jedoch lediglich die Gesamtabflüsse als Summe aus den abflusswirksamen Schichten betrachtet. Die Simulation von Gründächern innerhalb eines NA-Modells ist jedoch insofern detaillierter, als das hierbei nicht allein der Gesamtabfluss ausreicht um das System optimal zu beschreiben. Durch die modelltechnische Unterteilung eines Dachaufbaus in verschiedene Schichten ist es zur Beschreibung des Gesamtabflusses von steigender Bedeutung, auch deren Verhalten einzeln zu erfassen. Dies wird umso bedeutender, je mehr die Komplexität der verwendeten Dachaufbauten (z.B. abflussverzögernde Drainageschichten) zunimmt. Eine Umsetzung dessen ist jedoch auf Realdächern nicht praktikabel umsetzbar. Um diese neuen Fragestellung zu untersuchen sind die am Institut für Wasserbau der TUHH entwickelten physikalischen Gründachmodelle so erweitert worden, dass eine separierte Erfassung der Abflüsse aus verschiedenen Schichten erfolgen kann. Die vorgestellte Arbeit beschreibt die Eigenschaften des Versuchsaufbaus inklusive Regensimulator, Gründachmodell mit Schichtenseparierung sowie die messtechnische Erfassung der Abflüsse. Zusätzlich werden Versuchsergebnisse vorgestellt, welche u.a. nach den Versuchsbedingungen für die Bestimmung von Abflussbeiwerten nach den Richtlinien der FLL erzeugt wurden.

4.9 Application of Bayesian Decision Networks for sustainable groundwater resources management

Hadis Mohajerani, Markus Casper, Majid Kholghi, Abolfazl Mosaedi, Raziye Farmani, Amir Saadoddin

Abstract

This paper presents management of groundwater resource using a Bayesian Decision Network (BDN). The Kordkooy region in North East of Iran has been selected as study area. The region has been divided to three parts based on transmissivity (T) and electrical conductivity (EC) values. The BDN parameters (prior probabilities and Conditional Probability Tables (CPTs) have been identified for each of the three zones. Three groups of management scenarios have been developed based on the two decision variables including „Crop pattern“ and ”Domestic water demand“ across the three zones of the study area: 1) status quo management for all three zones representing current conditions. 2) the effect of change in cropping pattern on management endpoints and 3) the effect of increasing domestic water demand on management endpoints in the future. The outcomes arising from implementing each scenario have been predicted using the BDN for each of the zones. Results reveal that probability of drawdown in groundwater levels of southern areas is relatively high compared with other zones. Groundwater withdrawal from northern and northwestern areas of the study area should be limited due to the groundwater quality problems associated with shallow groundwater of these two zones. The ability of the Bayesian Decision Network to take into account key uncertainties in natural resources and performing a meaningful analysis in cases where there is not vast amount of information and observed data available -even based partly on expert opinion- emphasizes the advantage of this approach in groundwater resources management process, as limited data availability was a serious problem faced by groundwater resources of the study area.

Keywords: Bayesian decision network, Conditional probability tables, Groundwater resources, management scenario, Netica