



M³ - Messen, Modellieren, Managen in Hydrologie und Wasserressourcenbewirtschaftung

Beiträge zum Tag der Hydrologie am 22./23. März 2018 an der
Technischen Universität Dresden

Niels Schütze, Uwe Müller, Robert Schwarze, Thomas Wöhling,
Jens Grundmann (Herausgeber)

Niels Schütze, Uwe Müller, Robert Schwarze, Thomas Wöhling,
Jens Grundmann (Herausgeber)

M³ - Messen, Modellieren, Managen

in Hydrologie und Wasserressourcenbewirtschaftung

Beiträge zum Tag der Hydrologie am 22./23. März 2018 an der
Technischen Universität Dresden

© TU Dresden, Professur für Hydrologie, 2018 Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Publikation darf ohne schriftliche Genehmigung der Herausgeber in irgendeiner Form *durch Fotokopie, Mikrofilm oder irgendein anderes Verfahren* reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen werden.

Die wissenschaftliche Richtigkeit der Texte, Abbildungen und Tabellen unterliegt nicht der Verantwortung der Herausgeber.

VORWORT

Der 20. Tag der Hydrologie legte den Fokus auf die Schnittstellen und Wechselbeziehungen der drei Arbeitsbereiche Messen, Modellieren und Managen und richtete sich gleichermaßen an *ExperimentatorInnen*, *ModelliererInnen* und *WasserwirtschaftlerInnen*. Es wurden Methoden, Ergebnisse und Erfahrungen aus Forschung und Praxis, die zwei oder drei Tätigkeitsfelder integrieren, präsentiert. Besonders gefragt waren M²- und M³-Beiträge aus den Themenfeldern

- Messen und Modellieren
- Modellieren und Managen
- Messen und Managen sowie
- Messen, Modellieren und Managen,

die zeigten, wie Beobachtungsmethoden, Modelle und Entscheidungstechniken voneinander abhängen und in Wissenschaft und Praxis zusammenhängend entwickelt sowie aufeinander abgestimmt angewendet werden. Viele Beiträge dokumentierten den Transfer wissenschaftlicher Ergebnisse in die wasserwirtschaftliche Praxis, einschließlich der Nutzung webbasierter Lösungen und sozialer Medien zur Lösung von M³-Aufgaben durch Hydrologen und Wasserwirtschaftler als auch zur Information der breiten Öffentlichkeit.

Die 20. Auflage der Tagung in Dresden fiel mit dem 50-jährigen Jubiläum der Dresdner Schule der Hydrologie zusammen und wurde von der Technischen Universität Dresden (Prof. Niels Schütze) in Zusammenarbeit mit dem Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Dr. Uwe Müller) ausgerichtet. Die Tagung fand am 22. und 23. März 2018 an der TU Dresden mit über 350 TeilnehmerInnen aus Universitäten, Forschungseinrichtungen, Verwaltung sowie Planungs- und Ingenieurpraxis und 20 Ausstellern statt. Es konnte eine überwältigende Zahl von 196 Beiträgen (75 Vorträge und 121 Poster) ausgewählt und präsentiert werden. Die in diesem Heft veröffentlichten 196 Zusammenfassungen dokumentieren die Vielfalt und das hohe Niveau der aktuellen hydrologischen Forschung in Deutschland, Österreich und der Schweiz.

Wir danken der TU Dresden für die Bereitstellung der Räumlichkeiten zur Ausrichtung der Tagung sowie dem Freistaat Sachsen für die Unterstützung der Abendveranstaltung im Lipsiusbau. Unser Dank geht ebenso an die Fachgemeinschaft Hydrologische Wissenschaften und den Hauptausschuss *Hydrologie und Wasserbewirtschaftung* der DWA sowie die Deutsche Hydrologische Gesellschaft für ihre Unterstützung und das entgegengebrachte Vertrauen. Nicht zuletzt möchten wir allen Teilnehmern und Teilnehmerinnen für ihre interessanten Beiträge und Diskussionen sowie den Studierenden und Mitarbeiter/innen der Professur für Hydrologie an der TU Dresden für ihren großen Einsatz bei der Organisation und Durchführung der Veranstaltung danken.

Niels Schütze und Uwe Müller

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	i
Vorträge	1
Session 1: Messen und Modellieren – Wassergüte	3
1.1 Bootsgestützte, längskontinuierliche Durchflussbestimmung in kleinen und mittleren Fließgewässern und der Einfluss der räumlichen Datenauflösung auf die Modellierung der Wasserqualität. [8490]	3
1.2 Spektrale In Situ - Messungen als Basis für ein flächendeckendes Monitoring verockerter Gewässer. [8519]	4
1.3 Langzeitsimulation der Wassertemperatur zeitlich variabel beschatteter Fließgewässer für Klimafolgenabschätzung und Maßnahmeplanung: Bedeutung zeitlich hoch aufgelöster Wassertemperaturmessungen. [8407]	5
1.4 Entwicklung einer Methodik zur operativen Datenaufnahme und –verarbeitung unter Nutzung von UAV-Technologie zur optischen Bestimmung von Fließgeschwindigkeiten. [8432]	6
Session 2: Messen und Managen – Grundwasser	7
2.1 Grundwasserbewirtschaftung in Sambia: Von der Messung zum Management. [8460]	7
2.2 Statistische Klassifizierung von Grundwassermessstellen in Mecklenburg-Vorpommern zur Ausweisung von Referenzganglinien für die Bewertung nach Wasserrahmenrichtlinie. [8373]	8
2.3 Untersuchung von Auswirkungen unterschiedlicher Grundwasser-Steuerregime auf den Wasserhaushalt eines grundwassernahen Standorts mithilfe von Grundwasser-Lysimetern. [8413]	9
2.4 Multivariate Analyse langjähriger Grundwasserqualitätsdaten – Eine innovative Basis für die Anpassung modellbasierter Berechnungsstrategien. [8640]	10
Session 3: Modellieren und Managen – Hochwasser	11
3.1 Der Zürcher-Stollen: Modellzutaten als Grundlagen für zukünftiges Hochwassermanagement. [8483]	11
3.2 Hochwasservorsorge für das Elbedorf Brockwitz - ein unkonventioneller Ansatz. [8558]	12
3.3 Modelleinsatz zur Planung von Hochwasserrisikomanagement-Maßnahmen beim Em-scherumbau – von der modelltechnischen Annäherung bis zur Dimensionierung von Hochwasserschutzmaßnahmen. [8356]	13
3.4 Vergleich unterschiedlicher Methoden zur Modellierung von Renaturierungs- und Auen-gestaltungsmaßnahmen mit zweidimensionalen hydrodynamisch-numerischen Model-len. [8283]	14
Session 4: Messen, Modellieren und Managen – Wasserbewirtschaftung I	15
4.1 Risikomanagement von Dürren in Deutschland: von der Messung von Auswirkungen zur Modellierung. [8562]	15
4.2 ReArMo – Ein Modellverbund zur Abschätzung künftiger Entwicklungen des Grund-wassers hinsichtlich Menge und Beschaffenheit. [8502]	16
4.3 Die Retentionspotential-Studie am Inn – Herausfordernde hydraulische und morpholo-gische Fragestellungen. [8659]	17

4.4	Wie kann die hydrologische Komplexität von Städten hinreichend in einem Wasserhaushaltsmodell abgebildet werden? [8522]	18
Session 5: Messen und Modellieren – Urbane Hydrologie		19
5.1	Robuste Parametrisierung zur urban hydrologischen Modellierung Grüner Infrastruktur. [8532]	19
5.2	NA-Modelle als Grundlage modellgestützter Konzepte zur integrierten Bewirtschaftung von Kanalnetzen und Gewässern am Beispiel von Zülpich. [8450]	21
5.3	Untersuchung der Auswirkung multipler Einleitungen aus dem Entwässerungssystem auf ein Fließgewässer mit hochaufgelöster Messdaten in Verbindung mit einem hydrodynamischen Niederschlags-Abflussmodell. [8662]	22
5.4	Measuring 2D transient shallow water surfaces: raising the benchmark challenges for 2D shallow water solvers. [8531]	23
Session 6: Messen und Managen – Wassergüte		25
6.1	Tracer-basierte Analyse der Hydrochemie vergletschelter Einzugsgebiete zur Unterstützung des Wasserressourcenmanagements in alpinen Regionen. [8565]	25
6.2	Feinsedimenteinträge in Gewässer und deren Messung - Kolmation als bedeutsamer Faktor bei der Umsetzung der EG-WRRL. [8338]	26
6.3	Vorkommen, Verbreitung und gesundheitliche Risiken antibiotikaresistenter Bakterien in der aquatischen Umwelt - Der Abwasserpfad als Verbreitungsweg? [8507]	27
6.4	Eintrags-/Austragsdynamik von Metazachlor und seinen Transformationsprodukten in einem Retentionsteich. [8560]	28
Session 7: Modellieren und Managen – Klima und Wasserhaushalt		29
7.1	Untersuchung von Auswirkungen prognostizierter Klimaänderungen auf den Wasserhaushalt in Sachsen. [8486]	29
7.2	Kann Wasserressourcenbewirtschaftung die Unsicherheiten projizierter Klimafolgen auf den Abfluss vermindern? - Ein Vergleich in zwei hydrologisch ähnlichen Einzugsgebieten mit unterschiedlichem Ausmaß des Bewirtschaftungseinflusses. [8285]	30
7.3	Klimawandel verstärkt Bodenfeuchtedürren in Europa. [8602]	31
7.4	Beitrag von Waldflächen zur Sickerwasserbildung in Niedersachsen. [8608]	32
Session 8: Messen, Modellieren und Managen – Wasserbewirtschaftung II		33
8.1	Storylines von Klima- und Landnutzungsänderung und deren Einfluss auf den Wasserhaushalt im Gebirge – Eine Synthese aus Messkampagnen, Stakeholderworkshops und Modellierungen. [8316]	33
8.2	Wahrnehmung und Umgang mit Unsicherheiten in den M ³ Bereichen – Eine Meta-Studie über Strategien zur Integration von Unsicherheiten in Entscheidungsprozesse. [8428]	34
8.3	Datenbeschaffung sowie Aufbau und Integration eines hydro(geo)logischen Modellsystems in die alltäglichen wasserwirtschaftlichen Planungsaufgaben nationaler und regionaler Wasserbehörden in Brasilien. [8454]	35
8.4	An Application of the '3 Ms' in a Large River Basin with Mixed Land-Use in Portugal. [8493]	36

Session 9: Messen und Modellieren – Hochwasser	37
9.1 Die Nutzung hydrologischer Standarddaten für eine kausale Informationserweiterung in der Hochwasserregionalisierung. [8504]	37
9.2 Korrektur von Radarregendaten in Echtzeit als Belastungsgröße für Niederschlag-Abfluss-Modelle. [8575]	38
9.3 Nicht jedes hundertjährige Niederschlagsereignis generiert Abfluss – Erfahrungen aus großskaligen Starkregenversuchen in Baden-Württemberg. [8353]	39
9.4 Hybride physikalische und datengetriebene Grundwassermodelle zur Reduzierung der Modellunsicherheit in Echtzeitvorhersagesystemen. [8474]	40
Session 10: Messen, Modellieren und Managen – Wassergüte	41
10.1 Einfluss der Landnutzung auf langjährige Nitrattrends in einem Trinkwassertalsperreneinzugsgebiet (Thüringen). [8612]	41
10.2 Herausforderungen bei der Entwicklung eines modellbasierten Managementsystems für die Wasserqualität eines tidegeprägtes Einzugsgebietes in einem Schwellenland. [8518]	42
10.3 Abflussverhältnisse steuern die Retention von Pestiziden und hydrologischen Tracern in Feuchtflächen. [8485]	43
10.4 Einfluss von Klimaänderungen auf das simulierte Umweltverhalten der Fungizide Boscalid und Penconazol in einem typischen terrassierten Weineinzugsgebiet. [8384]	44
Session 11: Messen, Modellieren und Managen – Bodenwasserhaushalt	45
11.1 Raum-zeitkontinuierliche Modellierung des Bodenwasserhaushalts: Prognose der trockenstressbedingten Prädisposition von Fichtenbeständen für Borkenkäferbefall. [8423]	45
11.2 Zur Methodologie der Voruntersuchungen, Planungen und Umsetzung von Moorvernässungen – Erfahrungen und Vorschläge für einen optimaleren und hydrologisch fundierteren Planungsablauf. [8650]	46
11.3 Ermittlung des Multifunktionalitätspotenzials von technischen Feuchtgebieten weltweit. [8500]	47
11.4 Bemessung von dezentralen Versickerungselementen zur kombinierten Infiltration von Regen- und gereinigten Abwässern unter Zuhilfenahme von Laborversuchen und numerischen Simulationsmodellen. [8542]	48
Session 12: Messen, Modellieren und Managen – Wasserbewirtschaftung III	49
12.1 Ableitung natürlicher Abflüsse für die Kalibrierung eines Zuflussprognosemodells zur Speicherbewirtschaftung in einem hochalpinen Einzugsgebiet. [8643]	49
12.2 Optimierung der prognosebasierten Stauraumabsenkung an der österreichischen Drau. [8505]	50
12.3 Wasserwirtschaftliche Bewertung eines küstennahen Trinkwassergewinnungsgebiets mit Hilfe von Hydrosystemmodellen und einem Planungstool. [8548]	52
12.4 Echtzeitdaten und Modellierung für das Katastrophenmanagement. [8605]	53
Session 13: Messen und Modellieren – Niederschlag, Klima und Wasserhaushalt	55
13.1 Verdunstung als hydro-meteorologische Messgröße - Ergebnisse vom Landschaftsobservatorium Tharandt. [8329]	55
13.2 Kinetische Niederschlagsenergie in der Erosionsmodellierung – Schätzgröße mit Unsicherheiten. [8491]	56

13.3 Niederschlagsdisaggregation für hochaufgelöste Niederschlags-Abfluss-Simulationen. [8646]	57
13.4 Inverse hydrologische Modellierung von zeitabhängigen Niederschlagsfeldern. [8665]	58
13.5 Stakeholder-unterstützte Entwicklung eines web-basierten globalen Dürre-Informationssystems durch Kombination von Satellitendaten und Modellierung. [8360]	59
13.6 Zur Notwendigkeit der Berücksichtigung von Nebelniederschlag in Wasserhaushaltsberechnungen. [8529]	60
Session 14: Messen und Modellieren – Fließprozesse	61
14.1 Stabile Wasserisotope in der kritischen Zone: Chancen und Herausforderungen bei Methodenentwicklungen und Anwendungen. [8574]	61
14.2 Räumliche Muster in Verweilzeiten und Jungwasseranteilen im Bode-Gebiet. [8520]	62
14.3 Bewertung der Plausibilität der Zeitreihenanalyse von elektrischer Leitfähigkeit zur Bestimmung von Fließzeiten im ufernahen Aquifer durch numerische Grundwassermodellierung. [8495]	63
14.4 Experimentelle und modellgestützte Untersuchung der Abflussbildung und -konzentration in verschiedenen Landnutzungstypen am Beispiel eines Messhangs im Einzugsgebiet der Glonn (Odelzhausen). [8544]	64
14.5 Exploring the seasonality in transit times and subsurface mixing in a small agricultural catchment. [8369]	65
14.6 Fließwiderstände submerser Vegetation und ihre Behandlung in hydraulischen Modellen. [8503]	66
Session 15: Modellieren und Managen – Wasserbewirtschaftung	69
15.1 Methoden zur Projektion und Abschätzung der Zukünfte von Hydrosystemen: Herausforderungen, Stand der Forschung und Perspektiven. [8663]	69
15.2 Wie verbessern wir die Reproduzierbarkeit hydrologischer Simulationsrechnungen? Eine Diskussion der in das Modell-Framework HydPy implementierten Lösungsansätze. [8570]	71
15.3 Webbasierte Simulation und Management von künstlicher Grundwasseranreicherung. [8393]	72
15.4 Nutzung von Modellprojektionen für eine aktorsbasierte Anpassung des Entwässerungsmanagements entlang der Nordseeküste an den Klimawandel. [8462]	73
15.5 Zukünftige Entwicklung von Wasserhaushalt und Trockenstress an Waldstandorten in Deutschland – Szenariensimulationen an den Traktecken der Bundeswaldinventur. [8590]	74
15.6 Tropische Bergnebelwälder und ihre Funktion als Wasserspeicher in Südamerika. [8387]	75
Session 16: Messen, Modellieren und Managen – Hochwasser	77
16.1 Räumlich und zeitliche Variabilität von Bemessungsregen aus Radardaten und Schlussfolgerungen für die praktische Anwendung. [8514]	77
16.2 Hochwasserfrühwarnung für kleine Einzugsgebiete: Möglichkeiten und Grenzen im Lichte operationeller Anforderungen am Beispiel Sachsens. [7803]	78
16.3 Hochwasser messen, modellieren und managen unter Bürgerbeteiligung. [8525]	79

16.4	Vulnerabilität messen und modellieren - ein multikriterieller Ansatz im Hochwasserrisikomanagement. [8556]	80
16.5	Entwicklung eines Informationssystems zur Analyse und Prädiktion hydro-meteorologischer Extremereignisse in mittleren und kleinen Einzugsgebieten. [8508]	81
16.6	Hochwasserrisikomanagement mit INGE – interaktive Hochwasserabwehr. [8526]	82
Poster		83
Session 1: Messen und Modellieren		85
1.1	Abschätzung der Abflüsse von extremen Sturzfluten mittels Isochronen. [8361]	85
1.2	Defizite und Lösungsansätze bei der Messung und Modellvalidierung von Sturzfluten in Bayern. [8489]	86
1.3	Evaluierung operationeller ensemble-basierter Niederschlags- und Abflussvorhersagen für kleinräumige Flussgebiete in Rheinland-Pfalz. [8611]	87
1.4	Untersuchung von simultanen extremen Abflüssen und Niederschlagsereignissen. [8614]	88
1.5	Datengetriebene Hochwasservorhersage: von der regionalen Studie zur detaillierten Fehleranalyse. [8530]	89
1.6	Ein Modell mit doppeltem Nutzen – die Messung von Verkehrsflächenabflüssen am Münchner Mittleren Ring. [8496]	90
1.7	Effect of surface water redistribution on vegetation encroachment in the constructed Hühnerwasser catchment. [8536]	91
1.8	Smartstones: Sensortechnik zur In-situ-Erfassung von Steinbewegungen. [8654]	92
1.11	Ableitung wasserhaushaltsbezogener Eigenschaften der organischen Auflage von Waldböden anhand ungestörter Proben. [8604]	93
1.12	Einfluss der Eingangsdaten auf die Bodenfeuchtesimulation mit künstlichen neuronalen Netzen. [8347]	94
1.13	Bestimmung von Bodenerosionsparametern mit einem JET Erosion Test. [8385]	95
1.14	Vergleich von Niederschlagsdaten für die Starkregenmodellierung. [8357]	96
1.15	Generierung von synthetischen Niederschlagszeitreihen mit NiedSim3. [8433]	97
1.16	Non-linear estimation of short time precipitation using weather radar and surface observations. [8613]	98
1.17	Analyse von Starkregenereignissen am Beispiel des Ereignisses Juni 2016 in der Gemeinde Eppelborn. [8624]	99
1.18	The quantification of snow meltwater in a snow-dominated catchment based on a spatially distributed isotope sampling network. [8599]	100
1.19	Entwicklung eines meteorologischen Modells zur Bestimmung von Nebelniederschlag. [8451]	101
1.20	Welchen Einfluss hat die Probenahmefrequenz auf die Bewertung der Wasserqualität mittels Diatomeen? [8395]	102

1.21	Chemical Characterization and Spatio-temporal Distribution of Groundwater Quality of a Wastewater Irrigated System. [8632]	103
1.22	In-situ Vergleich potentiometrischer (ionenselektiver) und optischer Sensoren zur Aufnahme von Nährstoffgehalten im Oberflächenwasser – Statistische Betrachtung und Grenzen der Sensoren. [8404]	104
1.23	Untersuchung zum Austrag und Verbleib von Metazachlor und seiner Transformationsprodukte Metazachlor Oxalsäure und Sulfonsäure in einem landwirtschaftlich genutzten Kleineinzugsgebiet. [8511]	105
1.24	Drohneinsatz im Projekt MUTReWa als Grundlage für Dokumentation, Kartierung und Modellierung. [8543]	106
1.25	Mikrometeorologisches und hydrochemisches Monitoring des Stoff- und Energieaustausch zwischen Wasserflächen und Atmosphäre mit Hilfe eines schwimmenden Messsystems im Projekt „Treibhausgasemissionen aus Talsperren (TregaTa)“ [8545]	107
1.26	Einfluss von Photovoltaik Freiflächenanlagen auf Wasserhaushalt und Wasserbeschaffenheit. [8563]	108
1.27	Geochemische Modellierung des Aluminiumtransports im stark anthropogen beeinflussten Kemnader See. [8572]	109
1.28	Isotopic and geochemical patterns in the Adige river basin. [8576]	110
1.29	Closing the global sea level budget by combining multiple measurements with global-scale modeling of land water storage and glacier mass trends. [8342]	111
1.30	Sensitivität des Wasserhaushaltes sächsischer Pegeleinzugsgebiete im rezenten Klimawandel. [8535]	112
1.31	Ökohydrologische Systeme im Wandel: NDVI von Tagebaufolgelandschaften. [8645]	113
1.32	Trockenheit und andere Gefahren für den Wald. [8403]	114
1.33	Regionalisierung der Trends meteorologischer Trockenheit in Deutschland in Folge des Klimawandels. [8629]	115
1.34	Niederschlagsinterzeption: Verbesserung der Prozessbeschreibung auf Basis hochaufgelöster Vegetationsmessdaten in der Modellanwendung. [8566]	116
1.35	Saftflussmessungen an jungen Pappeln auf drei unterschiedlichen Standorten in Südbayern zur Validierung modellierter Transpirationsraten. [8594]	117
1.36	Integration von Fernerkundungsdaten und Grundwasserstandsmessungen zur Verbesserung der Parameterschätzung in hydrologischen Wirkungsmodellen. [8527]	118
1.37	Grundwasserneubildung und maximale Entnahmemengen für die Grundwasserfassung Lückendorf im Zittauer Gebirge. [8533]	119
1.38	Optimierung der Modellstruktur als Ansatz zur Analyse hydrologischer Strukturänderungen in einem großflächig gestörten Waldeinzugsgebiet. [8442]	120
1.39	Methoden zur Aufbau und Modellerstellung von Renaturierungs- und Auengestaltungsmaßnahmen mit zweidimensionalen hydrodynamisch-numerischen Modellen. [8446]	121

1.40	Entwicklung eines low-cost Kamerapegels und eines unbemannten Wasserfahrzeugs zur Erfassung hydromorphologischer Parameter. [8382]	122
1.41	Prozessabbildung in hydrologischen Modellen: Ergebnisse einer Online-Umfrage. [8506]	123
1.43	CrowdWater- M: können Menschen Messen was hydrologische Modelle brauchen? [8596]	124
	Session 2: Messen und Managen	125
2.1	Kritische N-Eintragsraten für N-sensitive Waldgesellschaften. [8656]	125
2.2	Mischfruchtanbau mit Leguminosen – Hydrologisch sinnvoll? [8352]	126
2.3	Nutrients dynamic during storm events in extensively man-made affected catchment areas. [8571]	127
2.4	Saisonale und langjährige Veränderungen der Nährstoffbelastung im landwirtschaftlich geprägten Tieflandeinzugsgebiet der Kielstau in Schleswig-Holstein. [8479]	128
2.5	Trainingsdaten aus dem physikalischen Laborversuch - Ein neuer Ansatz zur Validierung von Sedimenttransportmodellen. [8652]	129
2.6	Moderne Methoden zum Monitoring von Cyanobakterien-Populationen und deren Einsatz zur Entscheidungsunterstützung im Gewässermanagement. [8547]	130
2.7	Langfristig am Puls der Flüsse – Einblicke in die neugestaltete Informationsplattform Undine. [8319]	131
2.8	Erwartungen und Anforderungen an die bayernweite Hinweiskarte Oberflächenabfluss und Sturzflut: eine Untersuchung mittels Stakeholderanalyse und Umfragen. [8391]	132
2.9	Mobile ortsbasierte Messung von Wasserständen zur Verbesserung des Hochwassermanagements in kleinen Einzugsgebieten. [8528]	133
2.10	Crowdsourcing als zusätzliche Datenquelle für Wissenschaft und Management? Bürgergestützte Pegelstandserfassung zur Erweiterung des hydrologischen Messnetzes in Kenia. [8554]	134
2.11	Innovative Digitalisierungsstrategie der Wasserwirtschaft - Vorstellung des BMVI Förderprojekts mobileVIEW zur Verdichtung von Echtzeit Niederschlagsmessungen. [8456]	135
2.12	A new consistent sap flow baseline-correction approach for the stem heat balance method using nocturnal water vapour pressure deficits and its application in the measurements of urban climbing plant transpiration. [8383]	137
2.13	Räumlich verteilte Bestimmung des Wassergehalts im Boden mittels Dual-Probe- Heat-Pulse Distributed Temperature Sensing. [8651]	138
2.14	Hydrologische Diversität und Klimawandel – Folgerungen für das Grundwassermanagement. [8377]	139
2.15	Streamflow changes due to land use and land cover changes in global river basins. [8487]	140
2.16	Messen und Managen zwischen Hochgebirge und Steppe, Monarchie und Europäischer Union - 125 Jahre Hydrographischer Dienst in Österreich. [8497]	141

Session 3: Modellieren und Managen	143
3.1 Ableitung von Fließgewässertypen und ökologisch begründeter Mindestabflüsse aus Modellsimulationen zur Wassermengenbewirtschaftung in Trockenphasen. [8488]	143
3.3 Niedrigwasser und Unsicherheiten unter 1.5, 2 und 3 Grad Erwärmung in Europa und Deutschland. [8601]	144
3.4 Ein webbasiertes Informationswerkzeug zur saisonalen Dürrevorhersage im semiariden Nordosten Brasiliens. [8623]	145
3.5 Sächsisch-Tschechisches Hochwasserrisikomanagement – Projekt STRIMA II stellt sich vor. [8340]	146
3.6 Hydrologische Vorhersagen und Hochwasserwarnungen in der Schweiz. [8424]	147
3.7 Deriving rainfall thresholds and soil moisture conditions for flash flood warning using a physical process-based model. [8498]	148
3.8 Starkregenerisikomanagement - Anforderungen an Modellierung und Visualisierung von wild abfließendem Wasser durch Starkregen. [8592]	149
3.9 Spatially-explicit sensitivity analysis of criteria weights in GIS-based flood vulnerability assessment. [8633]	150
3.10 Wie gut sind 2D-hydrodynamische Modelle zur Simulation von Sturzfluten in urbanen Gebieten geeignet? [8546]	151
3.11 Analyse der Struktur eines Modells durch inkrementelle Dekonstruktion. [8376]	152
3.12 Inversion-based upscaling für das Wairau Aquifer Modell. [8513]	153
3.13 Multi-kriterielle Optimierung von HBV und WaSiM mittels High Performance Computing zur Beschreibung von Hochwasserrisiken durch eine Modellkette. [8517]	154
3.14 ResiBil – Bilanzierung der Grundwasserressourcen in kreidezeitlichen Sandsteinsedimenten für die sächsische und tschechische Trinkwasserversorgung vor dem Hintergrund des Klimawandels. [8435]	155
3.15 Dynamisierung der Information zum Bodenwasserhaushalt in der forstlichen Standortkartierung für wechselfeuchte Böden in Sachsen. [8441]	156
3.16 Ensemblebasierte Abschätzung der Auswirkungen des Klimawandels auf den Standortwasserhaushalt in Sachsen mit dem Modell SWAP. [8661]	157
3.17 Bestimmung des Referenzzustandes für den urbanen Wasserhaushalt. [8534]	158
3.18 Modellierung als Grundlage für Entscheidungsprozesse im Wassermanagement in einem agrarisch geprägten Einzugsgebiet. [8550]	159
3.19 Management von zwei Talsperren Systeme unter verschiedenen klimatischen Bedingungen. [8549]	160
3.21 Softwarelösung zur Auswertung von landesweiten Wasserhaushaltsergebnissen und Hilfen zur Entscheidungsfindung bei Wassermanagementfragen. [8411]	161
3.22 FRWaB-PLUS – Webmodell zur Simulation von Wassermengen und Stofffrachten für Regenversickerungsanlagen. [8417]	162

3.24 Spatio-temporal variability of groundwater recharge, actual evapotranspiration and surface runoff in the Lake Tana Basin, Ethiopia. [8455]	163
3.25 Der Einfluss der Feuchtdynamik tiefer Lössschichten auf die Simulationsgüte von Wassereinzugsgebietsmodellen – Eine Studie aus dem Loess-Plateau, China. [8481]	164
3.26 SWAT simulation of hydrological processes and effects of water harvesting in an Iranian Wadi System. [8561]	165
3.27 Gekoppelte Grundwasser-Oberflächenwasser-Modellierung zur Entscheidungsunterstützung im Rahmen des Projektes „Lebendige Lupe“ [8482]	166
3.28 Disaggregationstechniken für Daten von Niederschlagsradaren und Niederschlagsmessstationen für das Einzugsgebiet Wernersbach in Deutschland. [8615]	167
3.29 Verbesserung der Niederschlagsabschätzungen durch Wetterradar unter Verwendung von Qualitätskontroll- und Korrekturtechniken für Niederschlagsdaten. [8617]	168
3.30 Pegelneubau – Optimierung des Pegelstandortes Bienenmühle/ Freiburger Mulde durch hydraulische Modellierung. [10031]	169
3.31 Das SUSALPS Decision Support System – ein nutzerfreundliches Werkzeug zur Optimierung der Grünlandbewirtschaftung. [8539]	170
3.32 Kartierung von Studiengebieten für Sedimentmanagement in großen datenarmen Einzugsgebieten. [8664]	171
3.33 Einfluss von hydrologischen Bedingungen auf das Auftreten von pelagischen Algen. [8524]	172
3.34 Modellierung von technischen Feuchtgebieten. [8512]	173
3.36 Nexus Tools Platform: facilitating the selection of suitable integrated modelling tools. [8621]	174
Session 4: Messen, Modellieren und Managen	175
4.1 Sachsenweite Grundwasserstichtagsmessung zur Ermittlung der Grundwasserdynamik und Anwendung der Ergebnisse im Umwelt- und Datenportal „iDA“ des Freistaats Sachsen. [8318]	175
4.3 Modellierung und messtechnische Begleitung von Tiefbau- und Hochwasserschutzmaßnahmen in Regionen mit hohen Grundwasserständen. [8472]	176
4.4 M ³ von Fluss-Grundwasserinteraktionen im Wairau River, Neuseeland. [8343]	177
4.5 Ein vereinfachter Ansatz zur operationellen Vorhersage von Abflussspitzen mit dem Antecedent Precipitation Index (API). [8386]	179
4.6 Starkregen-Frühalarmsysteme - Interagierende Echtzeitmessungen und dynamische Simulationsmodelle im Starkregenmanagement. [8641]	181
4.7 Raumzeitliche Analyse von Heavy-Tail-Verhalten von Starkregen und Hochwasser in Deutschland und Österreich. [8501]	182
4.8 RAINMAN – Integriertes Starkregenrisikomanagement. [8510]	183
4.9 Soziale Medien als Informationsquelle für eine schnelle Hochwasserschadenschätzung. [8541]	184

4.10 Separation von Niederschlag-Abfluss-Ereignissen in Deutschland und sowie die raumzeitliche Analyse ihrer Ereignisseigenschaften. [8648]	185
4.11 Anforderung an Überwachungsnetzwerke in Community-basierten Hochwasserfrühwarnsystem. [8657]	186
4.12 Crowdsourcing im ländlichen Raum zur modellbasierten Rekonstruktion kleinräumiger, extremer Hochwasserereignisse. [8666]	187
4.13 Verfügbarkeit von regionalisierten Durchflusskenngrößen im Wasserhaushaltsportal Sachsen. [8521]	188
4.14 Dynamische Bilanzierung der Nährstoffeinträge in sächsische Gewässer zur Unterstützung der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. [8405]	189
4.15 Webbasierte Auswertung und Visualisierung von Nährstoffmonitoringdaten im Elbeeinzugsgebiet. [8409]	190
4.16 Wechselwirkung von Abfluss- und Stickstoffdynamik im mesoskaligen Flusseinzugsgebiet der Bode, Deutschland. [8449]	191
4.17 Sickerwasseruntersuchungen an langjährig betriebenen dezentralen Versickerungsmulden zur Ableitung nachhaltiger Nutzungskonzepte. [8555]	192
4.18 Vergleichende Modellierung des Wasserhaushaltes urbaner Räume für verschiedene Regenwasserbewirtschaftungsansätze. [8658]	193
4.19 Das Modell für den Wasserbedarf von Hamburg – Kooperation von Forschung und Praxis bei der Entwicklung und Anwendung für das Ressourcenmanagement. [8339]	194
4.20 Talsperren Anpassungsstrategie Klimawandel TASK. [8379]	195
4.21 Regional Climate projection using Statistical Downscaling Model and its application in hydrological modelling in East Africa. [8644]	196
4.22 Berücksichtigung von Unsicherheiten im Wassermanagement aus der Perspektive von Wissenschaft und Praxis – Präsentation der Ergebnisse der Umfrage im Rahmen des Tags der Hydrologie 2015 in Bonn. [8559]	197
4.23 Gefahren und Auswirkungen von Dürre messen – eine Kombination des Deutschen Dürremonitors und des European Drought Impact report Inventory. [8636]	198
4.24 Usefulness of questionnaires to elicit requirements for web-based data-platforms. [8492]	199
4.25 Wasserhaushalt einer Torfmooskultur in Niedersachsen. [8444]	200
4.26 Die Anwendung von Lysimetern in der forsthydrologischen Forschung: Messen, Modellieren und Managen. [8368]	201
4.27 Analysen langjähriger Mess- und Prognosereihen zur Entscheidungsunterstützung. [8653]	202

VORTRÄGE

SESSION 1: MESSEN UND MODELLIEREN – WASSERGÜTE

1.1 BOOTSGESTÜTZTE, LÄNGSKONTINUIERLICHE DURCHFLUSSBESTIMMUNG IN KLEINEN UND MITTLEREN FLIESSGEWÄSSERN UND DER EINFLUSS DER RÄUMLICHEN DATENAUFÖSUNG AUF DIE MODELLIERUNG DER WASSERQUALITÄT.

Stefanie Wiek*, Geovanni Teran Velasquez, Björn Helm, Achim Six, Karin Kuhn, Peter Krebs

Zusammenfassung

Durchflussmessungen in hydrologischen Messnetzen beschränken sich auf stationäre Messstellen, an denen kontinuierlich die Fließgeschwindigkeit und der Wasserstand bestimmt werden. Der Durchfluss wird in den meisten Fällen über die alleinige Erfassung des Wasserstandes und einer bekannten Abflusskurve ermittelt. Diese Messstellen befinden sich meist nur an ausgewählten Standorten, welche den Richtlinien der LAWA zur Möglichkeit der Regionalisierung entsprechen müssen. Mit den gewonnenen Daten ist es deshalb nur eingeschränkt möglich, Aussagen zum longitudinalen Verlauf der Hydrometrie innerhalb eines Einzugsgebietes zu treffen und es kann nur eine grobe räumliche und zeitliche Zustandsbeschreibung der Wasserqualität entlang eines Fließgewässers mittels numerischer Modelle erhalten werden. Im Rahmen des Projektes BOOT-Monitoring wird ein bootsgestütztes Messsystem zur räumlich-kontinuierlichen Erfassung der Hydrometrie, Morphometrie und Wasserqualität für kleine und mittlere Gewässer entwickelt. Zur Erfassung der Hydrometrie werden mehrere Sensoren an einem modular aufgebauten Messboot installiert und kombiniert ausgewertet. Unter anderem werden zwei Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) und ein schwenkbare Echolot verwendet. Die Befahrung erfolgt in Fließrichtung des Gewässers. Das schwenkbare Echolot erfasst während der Befahrung eine längskontinuierliche, sinoide Trajektorie des Abstands zwischen Messboot und Gewässersohle. Über geostatistische Interpolationsverfahren wird ein vollständiges Modell der Gerinnemorphologie erzeugt. Über die Kombination der Morphologie mit der aufgenommenen vertikalen Fließgeschwindigkeitsverteilung orthogonal zur Fahrtrichtung kann der Durchfluss bestimmt werden. In ersten Versuchen konnte durch die zusätzliche Einbindung eines Horizontal-ADCP ein zweidimensionales Fließgeschwindigkeitsfeld erzeugt werden, dass die Bestimmung des Durchflusses verbessert. Die Auswertungen für einen 18 km langen Gewässerabschnitt in der Freiburger Mulde zwischen Döbeln und Leisnig zeigen eine gute Quantifizierbarkeit von größeren und mittleren Zuflüssen. Mit parallel durchgeführten Konzentrationsmessungen (z.B. Nitrat) konnten die Frachten bestimmt werden. Ergänzend werden Wasser- und Stoffdynamik mit einem numerischen 1D-Modell simuliert, das hydraulische, chemische und biologische Modellbausteine verknüpft. Das Modell wird zunächst mit stationären Daten kalibriert. Im zweiten Schritt wird die Kalibrierung von hydraulischen Parametern und Stofftransportraten mit Daten des bootsgestützten Messsystems verfeinert. Dadurch wird der Einfluss lokaler Randbedingungen wie Gerinnequerschnitt, Bauwerke und Einleitungen quantifizierbar. Durch die räumlich explizite Simulation des Fließgewässers können kritische Belastungen verortet und Belastungssituationen bewertet werden.

*Vortragende(r)

1.2 SPEKTRALE IN SITU - MESSUNGEN ALS BASIS FÜR EIN FLÄCHENDECKENDES MONITORING VEROCKERTER GEWÄSSER.

Christoph Ulrich*, Martina Schulze, Lutz Bannehr

Zusammenfassung

Verockerte Gewässer sind vor allem durch eine gelbe bis rotbraune Färbung charakterisiert. Sie entsteht aufgrund des Einflusses der Oxidationsprodukte von Pyrit oder Markasit. Besonders in Tagebauregionen sind verockerte Gewässer weltweit infolge der großflächigen Absenkung des Grundwasserspiegels und der damit verbundenen Pyritverwitterung keine Seltenheit. Durch einen Grundwasseranstieg gelangen die Abbauprodukte von Pyrit, zweiwertiges Eisen und Sulfat, in die umliegenden Oberflächengewässer. Der zusätzliche Stoffeintrag hat Einfluss auf folgende Gewässerparameter: pH-Wert, Trübung, Chlorophyll-Gehalt, Eisen sowie Sulfat Konzentration, Leitfähigkeit und Sauerstoffsättigung. Mit den Methoden der Fernerkundung können mit Hilfe von Modellen die aufgeführten Gewässerparameter flächendeckend abgeleitet werden. Unterschieden werden in der Gewässerfernerkundung die Inhaltsstoffe Phytoplankton, Gelbstoffe und Tripton. Diese Stoffe besitzen über den Absorptions- sowie Rückstreuungskoeffizienten direkten Einfluss auf die Gewässerfärbung. Da das Fernerkundungssignal am Sensor den atmosphärischen Einflüssen unterliegt, müssen zur Ableitung der genannten Parameter stichpunktartige chemische sowie spektrale In Situ - Daten erfasst werden. Als erster Zwischenschritt soll daher zunächst der kausale Zusammenhang zwischen den chemischen sowie spektralen In Situ - Daten hergestellt werden. Dazu werden im Untersuchungsgebiet an der Spree bei Spremberg, Brandenburg, an verschiedenen Orten Gewässerproben erhoben sowie Spektralmessungen durchgeführt. Die Bestimmung des Gesamteisengehalts und die getrennte Konzentrationsbestimmung von zwei- und dreiwertigem Eisen erfolgt gemäß DIN: 38406-1:1983-05. Mit einem Feldspektrometer werden hierzu an verschiedenen Messstellen Spektralmessungen 10 cm unterhalb der Gewässeroberfläche durchgeführt. Aus dem Verhältnis der ab- und aufwärtsgerichteten Bestrahlungsstärke wird die irradiance reflectance berechnet. Diese ist unabhängig vom umgebenen Licht und ermöglicht direkte Rückschlüsse auf die Gewässerinhaltsstoffe. Im Vortrag werden die gemessenen Spektren der unterschiedlichen Gewässer gegenübergestellt und die Unterschiede verdeutlicht. Zudem wird der Zusammenhang zwischen Spektralmessungen und chemischen Analysen dargelegt. Abschließend wird der entwickelte Ansatz zur flächendeckenden Ableitung der Eisenkonzentrationen aufgezeigt.

*Vortragende(r)

1.3 LANGZEITSIMULATION DER WASSERTEMPERATUR ZEITLICH VARIABEL BESCHATTETER FLIESSGEWÄSSER FÜR KLIMAFOLGENABSCHÄTZUNG UND MASSNAHMEPLANUNG: BEDEUTUNG ZEITLICH HOCH AUFGELÖSTER WASSERTEMPERATURMESSUNGEN.

Karoline Stein*, Günter Meon

Zusammenfassung

Die Beschattung durch Ufergehölze beeinflusst maßgeblich den Strahlungshaushalt und die Wassertemperatur mittlerer und kleiner Fließgewässer. Die Wassertemperatur beeinflusst wiederum alle abiotischen und biotischen Stoffumbauprozesse im Gewässer. Durch die Erhöhung der Beschattung von bisher strahlungsexponierten Gewässerstrecken können die ökologisch bedeutsamen Tageshöchsttemperaturen herabgesetzt und die Entwicklung von strahlungslimitierten Phytoplankton- und Makrophytengesellschaften eingeschränkt werden. Der Ausbau von Gehölzstreifen wirkt sich also nicht nur positiv auf die Gewässerstruktur und den Nährstoffhaushalt aus, sondern stellt auch eine geeignete Managementmaßnahme zur Verbesserung des Temperaturregimes von Fließgewässern z.B. zur Klimafolgenreparatur dar. Da bei der Modellierung entsprechender Managementszenarien sowohl die Tagesdynamik der Wassertemperatur als auch Langzeiteffekte auf die Wasserqualität abgebildet werden sollten, entstehen hohe Ansprüche an die Modelltechnik. Für die Simulation der Fließgewässertemperatur und anderer Wasserqualitätsparameter in Abhängigkeit von der Beschattung eignen sich hydrodynamische Gewässergütemodelle mit einem vollständigen Wärmebilanzansatz. Die meisten verfügbaren Modelle berücksichtigen aber die Gewässerbeschattung nur als konstanten Parameter, sind nur für die stationäre Simulation kurzer Zeiträume vorgesehen oder auf Tageszeitschritte beschränkt. Im Tiefland der mittleren Breiten ist die Ufervegetation stark durch Laubgehölze geprägt, deren Beschattungspotential von der Jahreszeit abhängt. Die Simulation der Wassertemperatur von Fließgewässern über längere Zeiträume sollte deshalb unter Berücksichtigung der Vegetationsperiode erfolgen. Zu dieser Thematik wurden vergleichende Untersuchungen zur Abbildung einer jahreszeitlich variablen Beschattung und dynamischer, von den meteorologischen Bedingungen gesteuerten Vegetationsperioden bei der Langzeitsimulation der Fließgewässertemperatur mit einem eindimensionalen hydrodynamischen Gewässergütemodell durchgeführt. Für die detaillierte Berechnung der Beschattung wurden Parameter der Ufergehölze einer Teilstrecke der Böhme im Naturraum Lüneburger Heide kartiert und phänologische Beobachtungen ausgewertet. Weiterhin wurde der Einsatz phänologischer Modelle für die Berücksichtigung einer klimabedingten Verschiebung der Vegetationsperiode getestet. Da die verfügbaren behördlichen Routinemessungen die Tages- und Jahresdynamik der Wassertemperatur nicht abbilden, erfolgten kontinuierliche Messungen mit Datenloggern entlang der untersuchten Gewässerstrecke über den Zeitraum eines Jahres, um das Temperaturregime des Fließgewässers charakterisieren zu können und eine geeignete Datenbasis für die Modellvalidierung zu generieren. Neben dem Einfluss der Beschattungsparametrisierung auf die Modellgüte werden die Erfahrungen mit der Low-Cost-Messung der Wassertemperatur vorgestellt.

*Vortragende(r)

1.4 ENTWICKLUNG EINER METHODIK ZUR OPERATIVEN DATENAUFNAHME UND -VERARBEITUNG UNTER NUTZUNG VON UAV-TECHNOLOGIE ZUR OPTISCHEN BESTIMMUNG VON FLIESSGESCHWINDIGKEITEN.

Thomas Gattung* , Jens Brauneck, Robert Jüpner

Zusammenfassung

Während großer Hochwasserereignisse ist für die Einsatzkräfte und Krisenstäbe eine fundierte Informationsgrundlage zur Erarbeitung zielgerichteter Maßnahmen unabdingbar. Die Erfahrungen aus den großflächigen Elbhochwassern 2002/2013 haben eine primär zeitliche Diskrepanz zwischen dem aktuellen Geschehen und der kontinuierlichen Erfassung relevanter Daten aufgezeigt. Insbesondere im Falle eines Deichbruchs ist es schwierig, schnell ein genaues Schadensbild zu bekommen. Es mangelt an präzisen Informationen bzgl. der Breschengröße und der Wassermenge, die ins Hinterland strömt. Vor allem Messungen der Fließgeschwindigkeit über konventionelle Methoden sind kaum möglich oder zu gefährlich, da sie in direkter Umgebung der Bresche stattfinden müssten. Vorhergehende Arbeiten unserer Arbeitsgruppe zum Deichbruch bei Breitenhagen (2013) haben gezeigt, dass Aufnahmen von unbemannten Flugplattformen (engl. unmanned aerial vehicle, kurz UAV) grundsätzlich geeignet sind, um präzise Informationen zum Verlauf eines Deichbruchs zu generieren und auf dieser Grundlage hydrodynamische Modellierung betreiben zu können. Das Ziel des vorgestellten Projekts ist die Entwicklung eines einfach zu handhabenden Systems zur Unterstützung des Krisen- und Einsatzmanagements, mit dessen Hilfe ein möglicher Deichbruch in entsprechender Qualität erfasst wird, um eine Simulation des weiteren Verlaufs in (Nah-)Echtzeit zu ermöglichen. Die dazu benötigte Datengrundlage soll bereits durch die Verwendung einer handelsüblichen Drohne erstellt werden können, um einen breiten Einsatz zu gewährleisten. In einem ersten Versuch im Testgebiet Bretzenheim (Kreis Bad Kreuznach), an einem ausgebauten Seitenarm der Nahe, wurde die optische Bestimmung der Fließgeschwindigkeit mit Hilfe zweier UAVs unterschiedlicher Bauart untersucht. Vorrangig wurde analysiert, wo technische Grenzen liegen, inwieweit die Bewegungen durch Windeinfluss die Messungen beeinflussen und wie diese herausgerechnet werden können. Da die auf einer konventionellen Drohne eingesetzte Kamera nur in RGB aufnimmt, muss die Fließgeschwindigkeit über eine Ableitung aus der gemessenen Oberflächengeschwindigkeit erfolgen. Hierzu werden künstlich eingebrachte schwimmende Objekte benutzt und per Videoaufnahme verfolgt. Im Falle einer akuten Gefährdung müssen zeitnah qualitativ hochwertige und belastbare Informationen zur Schadenslage bereitgestellt werden. Der Fokus dieser Versuche liegt daher sowohl auf dem Verhältnis von Rechen- bzw. Auswertzeit zu Genauigkeit der Ergebnisse als auch in der Verwendung alternativer Aufnahmesysteme (z.B. thermales Infrarot) um auch unter schwierigen Beleuchtungsszenarien Ergebnisse erzielen zu können. Auf dieser Grundlage werden Empfehlungen zur UAV-basierten Datenaufnahme abgeleitet, die im Krisenfall eine verbesserte Beschreibung der aktuellen wasserwirtschaftlichen Lage sowie der Ableitung einer Prognose (in Kooperation mit geomer GmbH) in einem breiteren Anwendungsspektrum ermöglichen sollen.

*Vortragende(r)

SESSION 2: MESSEN UND MANAGEN – GRUNDWASSER

2.1 GRUNDWASSERBEWIRTSCHAFTUNG IN SAMBIA: VON DER MESSUNG ZUM MANAGEMENT.

Marcus Fahle*, Roland Bäumle, Max Karen, Tobias El-Fahem

Zusammenfassung

Das im südlichen Afrika gelegene Sambia ist reich an Niederschlägen, die hauptsächlich auf die viermonatige Regenzeit begrenzt sind. Während die größeren Flüsse ganzjährig aus dem Basisabfluss gespeist werden, fallen viele kleinere Bäche und Flüsse im Laufe des Jahres trocken. Der Großteil der Wassernutzer ist daher auf Grundwasser angewiesen. Mit der Verabschiedung des Water Resources Management Acts im Jahr 2011 wurde auch die Entnahme von Grundwasser reguliert und die Water Resources Management Authority (WARMA) gegründet, die für die Bewirtschaftung der Wasserressourcen verantwortlich ist. Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe unterstützt WARMA im Rahmen eines Projekts der technischen Zusammenarbeit durch den Aufbau eines Grundwassermonitoringsnetzwerks eine Datengrundlage zu erstellen, die eine Bewirtschaftung der Grundwasserressourcen auf Einzugsgebietsebene ermöglicht. Für die Umsetzung wurde ein Projektgebiet im Oberen Kafue Einzugsgebiet ausgewählt. Besonders im Oberlauf des Kafue, dem größten Zufluss zum Sambesi, ist der Wasserbedarf aufgrund der sozioökonomischen Bedeutung der Region (Bergbau, Landwirtschaft, wachsende Städte) sehr hoch. Zudem werden in dieser Region unterschiedliche Aquifertypen vorgefunden. Wie aber für weite Bereiche des Landes typisch herrscht ein Mangel an hydro(geo)logischen Daten, welche sich auf historische Wasserstands- und Durchflussdaten von Flüssen beschränken, während Messungen zur Wasserchemie oder von Grundwasserständen beinahe völlig fehlen. Im Rahmen der technischen Vorbereitungen wurden daher sowohl in der Trocken- als auch der Regenzeit hydrochemische Erkundungen durchgeführt, um die Grundwasserkörper voneinander abzugrenzen. Ferner wurde auf Grundlage von Stichtagsmessungen eine Grundwassergleichkarte zur Ausweisung von Grundwasserfließrichtungen und Neubildungsgebieten vorgenommen. Im Herbst 2016 wurde das Grundwassermonitoring, ein mit Datenloggern ausgestattetes Messnetz aus 9 Flusspegeln und 14 Grundwassermessstellen eingerichtet. Für die Grundwassermessstellen wurden vorrangig ungenutzte Bohrlöcher sowie mit Handpumpen versehene Brunnen verwendet, um die Installationskosten zu begrenzen. Die Standorte der Stationen wurden so ausgewählt, dass für (Teil-)Einzugsgebiete der größeren Flüsse des Projektgebiets Wasserbilanzen erstellt werden können. Zur Schätzung der Niederschläge und Verdunstung wird auf Fernerkundungsdaten zurückgegriffen. Für die Wasserbilanzierung sind zusätzlich die von den Nutzern extrahierten Wassermengen zu ermitteln. Da hierzu kaum Daten vorliegen, wurde eine Methode entwickelt, um anhand von Satellitenfotos in der Trockenzeit bewässerte Flächen zu identifizieren und die Wassernutzung großer kommerzieller Farmen, einer der wichtigsten Wassernutzer, abzuschätzen. Die Präsentation wird den Stand der Arbeiten darstellen und einen Ausblick auf den Bewirtschaftungsplan für das Kafue Einzugsgebiet geben.

*Vortragende(r)

2.2 STATISTISCHE KLASSIFIZIERUNG VON GRUNDWASSERMESSTELLEN IN MECKLENBURG-VORPOMMERN ZUR AUSWEISUNG VON REFERENZGANGLINIEN FÜR DIE BEWERTUNG NACH WASSERRAHMENRICHTLINIE.

Gunnar Lischeid*, Christian Lehr, Beate Schwerdtfeger, Heike Handke

Zusammenfassung

Das Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG) betreibt ein Messnetz aus ca. 600 Grundwassermessstellen. In diesem Datensatz sollten Messstellen ohne direkte anthropogene Beeinflussung identifiziert werden. Diese „Referenzganglinien“ sollten dann für die Bewertung der Grundwasserganglinien anderer Messstellen auf mögliche anthropogene Einflüsse genutzt werden sowie dazu, Ausreißer und Trends zu erkennen und Lücken in beobachteten Ganglinien zu vervollständigen. Der hier verfolgte Ansatz beruht auf der Annahme, dass eine einzelne Grundwasserganglinie als eine Überlagerung der Effekte verschiedener Ursachen dargestellt werden kann. So kann die beobachtete Ganglinie beispielsweise sowohl von der natürlichen Grundwasserneubildung als auch von einer zusätzlichen Grundwasserentnahme, Wechselwirkungen mit den Wasserspiegel-Schwankungen eines benachbarten Oberflächengewässers etc. beeinflusst werden. Mittels einer Hauptkomponentenanalyse eines Datensatzes, der aus zahlreichen Grundwasserganglinien besteht, können dann die Art und das Ausmaß dieser Effekte für jede einzelne Ganglinie separat bestimmt werden. Die Hauptkomponentenanalyse wurde mit 141 Ganglinien durchgeführt, für die im Zeitraum 1993 - 2013 lückenlose Zeitreihen vorlagen. Die ersten vier Hauptkomponenten erklärten zusammen mehr als 80% der Varianz. Diese vier Hauptkomponenten erwiesen sich als sehr robust hinsichtlich der Auswahl der Messstellen bzw. der Zeitpunkte der Messungen und können somit als repräsentativ für das Bundesland angesehen werden. Die Unterschiede zwischen verschiedenen Messstellen wurden zum größten Teil durch die entsprechend unterschiedliche Dynamik der Sickerwasserbewegung in der ungesättigten Zone erklärt. Daneben scheinen auch klimatische Gradienten eine Rolle zu spielen. Dagegen waren z.B. Effekte der Landnutzung oder des Substrats des Grundwasserleiters nicht nachzuweisen. Für jede Ganglinie mit mehr als 70% gemessener Werte im Zeitraum 1993 – 2013 wurde dann durch multiple Regression mit den ersten vier Hauptkomponenten jeweils eine Messstellen-spezifische Referenzganglinie erstellt. Die Abweichungen zwischen beobachteter und Referenzganglinie wurde anschließend auf markante Muster wie Trends, Sprungstellen etc. untersucht. Dabei erwies sich das verwendete Verfahren als ein sehr leistungsfähiges diagnostisches Werkzeug, mit dem nicht nur auffällige Ganglinien identifiziert werden konnten, sondern die Art der Abweichung von der jeweiligen Referenzganglinie auch Hinweise auf die jeweilige Ursache gab.

*Vortragende(r)

2.3 UNTERSUCHUNG VON AUSWIRKUNGEN UNTERSCHIEDLICHER GRUNDWASSER-STEUERREGIME AUF DEN WASSERHAUSHALT EINES GRUNDWASSERNAHEN STANDORTS MITHILFE VON GRUNDWASSER-LYSIMETERN.

Ottfried Dietrich*, Marcus Fahle, Thomas Kaiser, Jörg Steidl

Zusammenfassung

Große Bereiche im norddeutschen Tiefland sind durch grundwassernahe Standortbedingungen gekennzeichnet. Die Graben- und Grundwasserstände können in den heute größtenteils land- und forstwirtschaftlich genutzten Gebieten über die im Zeitraum der letzten 200 Jahre angelegten Grabensysteme durch Entwässerung aber auch Bewässerung reguliert werden. Die Festlegung der Zielwasserstände gestaltet sich aufgrund der konträren Ziele, die unterschiedliche Interessengruppen in den Gebieten damit verbinden, oftmals schwierig. Kleine Veränderungen im Grundwasser-Niveau grundwassernahe Standorte können große Auswirkungen auf hydrologische und ökologische Prozesse haben. Für die Bewertung von unterschiedlichen Zielvorgaben für Grundwasserstände ist daher die Kenntnis ihrer Auswirkungen auf die Verdunstung, den Zusatzwasserbedarf in trockenen Perioden und die Entwicklung der Grundwasserstände in Perioden mit unzureichendem Wasserdargebot von großer Bedeutung. Eine Modellierung dieser Auswirkungen ist oftmals schwierig, da geeignete Datengrundlagen für die Abbildung der komplexen Wechselwirkungen zwischen den beteiligten Prozessen fehlen. Die experimentelle Untersuchung aller hydrologisch relevanten Prozesse stellt ebenfalls hohe Anforderungen, insbesondere um die Wechselwirkungen zwischen unterschiedlichen Prozessen korrekt abzubilden, die ungestörte Entwicklung einzelner Parameter im Experiment nicht zu behindern und sie messtechnisch genau zu erfassen. Eine gute Möglichkeit hierfür bieten Grundwasser-Lysimeter. Bei den durchgeführten experimentellen Untersuchungen wurde eine Grundwasser-Lysimeter-Anlage im Spreewald genutzt, um die Wirkung unterschiedlicher Winter-Stauziele auf Wasserbilanzwerte und die Entwicklung der Grundwasserstände im weiteren Jahresverlauf zu erfassen. Da klassische Grundwasser-Lysimeter immer den Grundwasserstand als Regelgröße für die Einstellung der unteren Randbedingung verwenden, wurde das Steuerungssystem der Anlage weiterentwickelt. Anstelle des Grundwasserstandes kann der Zu- oder Abfluss als untere Randbedingung genutzt werden und damit kann sich auch der Grundwasserstand im Lysimeter als unabhängige Größe entsprechend dem Zusammenspiel aller anderen hydrologischen Größen entwickeln. Die Ergebnisse der Jahre 2012 bis 2016 zeigen, dass durch den verbesserten Wasserrückhalt in der Fläche die ansteigende Verdunstung nur einige Wochen kompensiert werden kann. Die unterschiedlichen meteorologischen Bedingungen während der Untersuchungsjahre wirken sich kurzfristig deutlich stärker aus als höhere Winter-Stauziele. Mittelfristig führen die höheren Wasserstände aber zu Veränderungen in der Vegetationszusammensetzung, die ihrerseits auf die hydrologischen Prozesse wirken. Dies unterstreicht die Notwendigkeit langfristiger Untersuchungen und Einbeziehung ökologischer Prozesse in hydrologische Betrachtungen auf grundwassernahen Standorten.

*Vortragende(r)

2.4 MULTIVARIATE ANALYSE LANGJÄHRIGER GRUNDWASSERQUALITÄTSDATEN – EINE INNOVATIVE BASIS FÜR DIE ANPASSUNG MODELLBASIERTER BEREGNUNGSSTRATEGIEN.

Christoph Merz, Gunnar Lischeid, Jörg Steidl*

Zusammenfassung

Aufgrund der Veränderung der klimatischen Situation ist in vielen Bereichen Deutschlands zukünftig mit einer Intensivierung der landwirtschaftlichen Bewässerung zu rechnen. Insbesondere die direkte Wasserentnahme aus dem Grundwasserleiter für Beregnungszwecke stellt für den Ressourcenschutz hinsichtlich Qualität und Quantität eine besondere Herausforderung dar. Eine qualitative Beeinflussung ist zum einen durch sickerbedingte Einträge von Nährstoffen zu erwarten. Zum anderen können entnahmebedingte Druckspiegelschwankungen geochemische Milieubedingungen nachhaltig verändern. Eine valide Beurteilung des Einflusses aktueller Bewässerungsmaßnahmen auf die Grundwasserqualität ist daher für die Entwicklung angepasster, nachhaltiger Bewässerungsstrategien von elementarer Bedeutung. Zielstellung des Projektes war die Entwicklung eines methodischen Ansatzes, der eine Identifizierung und qualitative Beurteilung relevanter geochemischer Prozesse unter Einfluss künstlicher Beregnung ermöglicht. Grundlage der Untersuchungen waren klassische geochemische Datensätze eines mehrjährigen Monitoringprogramms im Fläminggebiet Brandenburgs. Grundwassermonitoring beinhaltet lange Datenreihen mit komplexer Parameterstruktur, die üblicherweise mit etablierten geochemisch-graphischen als auch mit geochemisch-hydraulischen Modellansätzen ausgewertet werden. Erstere sind aber in vielen Fällen nicht ausreichend flexibel um eine räumliche und zeitliche Dynamik des Systems zu erfassen, für letztere fehlen häufig qualitativ hochwertige Parametersätze zur Abbildung komplexer hydraulisch-geochemischer Zusammenhänge. In dem vorgestellten Ansatz wurde daher eine alternative Methode verfolgt. Für die Interpretation langjähriger geochemisch-hydraulischer Datensätze wurde eine Hauptkomponentenanalyse (PCA) sowie der Isomap-Ansatz genutzt. Diese statistischen Verfahren ermöglichen eine Analyse großer multivariater Datensätze hinsichtlich linearer und nichtlinearer Prozesszusammenhänge und die Ableitung räumlich und zeitlich differenzierter Ursachen- und Wirkungszusammenhänge. Die Ergebnisse zeigen deutlich sowohl eine Zunahme der Kontamination der flachen Grundwasserbereiche durch Nährstoffe (NO₃, Cl, K, Na), eine hydraulische Beeinflussung tieferer, bisher unbeeinflusster Grundwasserstockwerke durch die Beregnungswasserentnahme als auch eine latente Veränderung des Redoxsystems. Auf Grundlage der Ergebnisse können aktuelle (z.T. verdeckte) negative Entwicklungen identifiziert sowie neue, angepasste Bewässerungskonzepte hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit abgeleitet werden. Darüber hinaus können diese Ergebnisse für eine verbesserte Parametrisierung numerischer geochemisch-hydrologischer Modellansätze genutzt werden, die als Entscheidungsunterstützungssysteme in Verbindung mit einer quantitativen Analyse in diesem Bereich Anwendung finden.

*Vortragende(r)

SESSION 3: MODELLIEREN UND MANAGEN – HOCHWASSER

3.1 DER ZÜRCHER-STOLLEN: MODELLZUTATEN ALS GRUNDLAGEN FÜR ZUKÜNFTIGES HOCHWASSERMANAGEMENT.

Massimiliano Zappa*, Norina Andres, Peter Kienzler, Jan Kleinn, Natacha Eisenhut, Christian Marti, Matthias Oplatka

Zusammenfassung

Zürich ist das Wirtschaftszentrum der Schweiz. Im Laufe der letzten Jahrzehnte ist die Stadt stark gewachsen, vor allem auch an Stellen wo früher wegen drohendem Hochwasser des Flusses Sihl nicht gebaut wurde. Ereignisse der letzten 20 Jahren haben offenbart, dass das Klumpenrisiko eines verehrenden Sihlhochwassers lange unterschätzt wurde, beziehungsweise die Schutzwirkung des Stausees im oberen Teil des 343 km² grossen Einzugsgebiets der Sihl überbewertet wurde. Modellrechnungen haben gezeigt, dass im August 2005 leicht unterschiedliche Vorbedingungen zu massivsten Schäden in der Stadt Zürich hätten führen können. Auf Grund des Schadenpotentials von rund 6.7 Milliarden Schweizer Franken wurden in den letzten Jahren mehrere Studien durchgeführt um Optionen für das zukünftige Hochwassermanagement zu evaluieren. Das für die Sihl seit 2008 operationell laufende Hochwasservorhersagesystem wurde im Rahmen dieser Studien mit extremen Regenszenarien angetrieben. Die dabei errechneten Hochwasserspitzen deckten akute Schutzdefizite auf. Nach und nach wurden unzählige betriebliche und bauliche Massnahmen im Modell integriert und überprüft. Die Ergebnisse der Variantenberechnungen ermöglichten eine umfassende Risikoabschätzung unter Einbezug von politischen, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten. Dieser Beitrag illustriert, wie aus der Variantenvielfalt nun ein Konzeptentscheid vom Kanton Zürich gefällt wurde, dessen Kernstück die Realisierung eines Entlastungsstollen sein wird, welcher bis 2023 in Betrieb genommen werden soll. Danach sollten Hochwasser, welche die Stadt Zürich in der heutigen Situation alle 30 Jahre erreichen, nur mehr alle 800 Jahre vorkommen.

*Vortragende(r)

3.2 HOCHWASSERVORSORGE FÜR DAS ELBEDORF BROCKWITZ - EIN UNKONVENTIONELLER ANSATZ.

Dirk Carstensen*, Robert Schwarze, Carla Ahlers, Christine Metzkes

Zusammenfassung

Bedingt durch den sich abzeichnenden Klimawandel treten extreme Hochwasser als Teil der natürlichen Umwelt immer häufiger auf. Auch im über tausend Jahre alten Dorf Brockwitz an der Elbe unweit Dresden, ist dies der Fall. Die dort lebenden Menschen erlebten in den letzten Jahren gleich dreimal ein Extremhochwasser der Elbe: 2002, 2006 und 2013. Deiche und Hochwasserschutzmauern an Flüssen werden seit Jahrhunderten als bewährte Schutzbauwerke vor hohen Wasserständen errichtet. Stationären Hochwasserschutzanlagen sind aber wegen der Baukosten und des stetigen Unterhaltungsaufwands, des Flächenbedarfs und der lokalen spezifischen Baugrund- und Grundwasserverhältnisse häufig umstritten. Sie schützen nur bis zum Bemessungswasserstand und stören im Ortsbild u.U. Blickbezüge und Wohnqualität. Unter Berücksichtigung dieser Tatsachen ist für Brockwitz zu beachten, dass nur ein Teil des Dorfes, die tiefer gelegene Niederseite, vom Hochwasser direkt betroffen ist. Aus diesem Grund ist ein klassischer Deich wirtschaftlich und ökologisch in Frage zu stellen. Deshalb entstand die Idee, die bestehende Wohnbebauung im hochwassergefährdeten Gebiet anzuheben. Eine Haushebung auf der Maßstabebene einer Ortslage greift erheblich in bestehende natürliche, bauliche und soziale Strukturen ein. Vorgestellt wird eine komplexe Untersuchung der hydrologischen und hydrodynamischen Situation der Elbe in Brockwitz sowie die Auswirkung der Haushebung auf Fluss, Ufer und Grundwasser sowie die Beeinflussung von Flora und Fauna mit ihren Habitaten und Schutzgütern. Untersucht werden ferner Auswirkungen auf den Gebäudebestand, die Kulturdenkmale, die historische Ortslage, die Bewohner und deren Lebensstandard. An der TH Nürnberg und der TU Dresden erfolgt die Bestimmung der erforderlichen hydrologischen und hydraulischen Bemessungsgrundlagen. Die Untersuchungen betrachten charakteristische Regimezustände (kleine / große Hochwasser, Sommer- / Winterereignisse, Eiseinfluss etc.) unter Berücksichtigung wesentlicher Einflussfaktoren, z.B. seitlicher Zuflüsse und Veränderungen in der Profilgeometrie. An der TU Dresden werden weiterhin die Aspekte Denkmalpflege und Baugeschichte inkl. einer denkmalfachlichen Bewertung untersucht. Anforderungen der Bau-, Orts- und Freiraumplanung, Architektur, Baukonstruktion bearbeitet die Hochschule Ostwestfalen- Lippe. Das Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung Dresden führt Gebäude- Natur- und Landschaftsanalysen durch und bewertet Umweltrisiken. Die Untersuchung für Brockwitz ist nicht als singuläre Planung, sondern methodisch als Modellvorhaben angelegt. Ziel ist die theoretische Untersuchung einer alternativen HW-Vorsorgemaßnahme im räumlichen Kontext, ausgehend von der Grundidee der Hebung und verbunden mit der Erstellung konkreter Handlungsempfehlungen. Ziel ist die Entwicklung eines Konzepts für eine verträgliche Umgestaltung und zukunftsfähige Wohnnutzung unter Berücksichtigung der Folgekosten.

*Vortragende(r)

3.3 MODELLEINSATZ ZUR PLANUNG VON HOCHWASSERRISIKOMANAGEMENT- MASSNAHMEN BEIM EMSCHERUMBAU – VON DER MODELLECHNISCHEN ANNÄHERUNG BIS ZUR DIMENSIONIERUNG VON HOCHWASSERSCHUTZMASSNAHMEN.

Georg Johann*, Angela Pfister, Burkhard Teichgräber, Emanuel Grün, Michael Becker

Zusammenfassung

Beim Umbau des Emschersystems kommt dem Hochwasserrisikomanagement eine grundlegende Rolle zu. Alle lebensbestimmenden Bestandteile der Region werden durch das Hochwasserrisikomanagement beeinflusst und oftmals erst möglich gemacht. Eine wesentliche Aufgabe des Hochwasserrisikomanagements ist die Dimensionierung von Hochwasserschutzmaßnahmen. Diese benötigen Flächen und beeinflussen somit Stadt- und Raumplanung. Die Art und Weise und nach welchen Kriterien Hochwasserschutzmaßnahmen geplant werden, haben also bedeutenden gesellschaftlichen Einfluss, da besonders im dicht bebauten Emschergebiet die Vielfalt der Ansprüche an die Gestaltung der Städte bei gleich-zeitig knapper werdenden Ressourcen und Flächen weiter steigen.

Für die Planung von Hochwasserschutzmaßnahmen wird eine Software-Familie benötigt, die sich je nach Fragestellung unterschiedlich zusammensetzt (u.a.: GIS, Kanalnetzmodelle, Niederschlag-Abfluss-Modelle, stationäre und instationäre, ein- bis zweidimensionale hydraulische Modelle, zwei- bis dreidimensionale Grundwassermodelle) und die auch gekoppelt werden können.

Die Kompatibilität der Datenströme zwischen diesen Softwareprodukten ist ein wichtiger Faktor aus der Sicht der Planungseffektivität und -effizienz. Für die Richtigkeit der Planung ist aber vor allem die Qualität und der Umfang der Eingangsdaten und der Kalibrierung der Simulationsmodelle ausschlaggebend. Dabei liegt es in der Natur der Sache, dass die angewendeten Verfahren lediglich eine Annäherung an die tatsächlich herrschenden hydrologischen und hydraulischen Prozesse sind. Bei der Planung von Hochwasserschutzmaßnahmen mit Simulationsmodellen, muss auf deren Eingangsgrößen (u.a.: Klima-, Niederschlags-, Boden-, Topografie-, Bewuchs-Daten – z.B. generalisierte Daten und deren zeitliche Veränderungen) und bei der Interpretation der Simulationsergebnisse auf eine Vielzahl von Einflussfaktoren eingegangen werden. Hinzu kommen noch die sich mit der Zeit verändernden hydrologischen Eingangsdaten durch den Klimawandel und deren Auswirkungen auf die Bemessung von Hochwasserschutzanlagen. Dabei spielt auch eine wesentliche Rolle, mit welchen Modellansätzen die Fragestellungen kosteneffizient beantwortet werden können.

Eine komplexe Aufgabe also, für die eine gute Kenntnis der Wirkungszusammenhänge benötigt wird. Zusammengefasst stehen die Fragen im Raum: Welche Unsicherheiten bei den Eingangsdaten und den modelltechnischen Annäherungen bestehen und wie können sie am besten kosteneffizient eingegrenzt werden und welche Auswirkungen haben diese auf die Realisierung von Hochwasserschutzanlagen und auf das Hochwasserrisikomanagement? Aus der praktischen Erfahrung heraus werden hier für die Modellierung sensitive Bereiche und Faktoren für die Dimensionierung von Hochwasserschutzmaßnahmen aufgezeigt, um dann mögliche Konsequenzen und Lösungswege darzustellen.

*Vortragende(r)

3.4 VERGLEICH UNTERSCHIEDLICHER METHODEN ZUR MODELLIERUNG VON RENATURIERUNGS- UND AUENGESTALTUNGSMASSNAHMEN MIT ZWEIDIMENSIONALEN HYDRODYNAMISCH-NUMERISCHEN MODELLEN.

Michael Neumayer*, René Heinrich, Wolfgang Rieger, Markus Disse

Zusammenfassung

Moderne Hochwasserschutzstrategien zeichnen sich durch integrierte Hochwasserrückhaltekonzepte (im Einklang mit der EU-WRRRL) aus. Hierbei spielen Renaturierungs- und Auengestaltungsmaßnahmen sowohl wegen ihrer positiven Synergieeffekte, als auch ihrer Auswirkungen auf den Verlauf von Hochwasserereignissen eine besondere Rolle. Allerdings wird die Wirksamkeit solcher Maßnahmen oft kontrovers diskutiert. Dies liegt unter anderem daran, dass in vielen bisherigen Untersuchungen nur einzelne oder durch örtliche Gegebenheiten stark beeinflusste Gebiete (z.B. Aufstau durch querende Straßendämme etc.) berücksichtigt wurden. Des Weiteren erschwert die Verwendung verschiedener Modelle sowie die Anwendung unterschiedlicher Methoden zur Implementierung der Renaturierungs- und Auengestaltungsmaßnahmen die Vergleichbarkeit diverser Studien. Deshalb stellt ein Ziel des Projektes ProNaHo (Prozessbasierte Modellierung Natürlicher sowie Dezentraler Hochwasserrückhaltemaßnahmen zur Analyse der ereignis- und gebietsabhängigen Wirksamkeit) eine gebietsübergreifende Wirksamkeitsbetrachtung von Renaturierungs- und Auengestaltungsmaßnahmen unter Nutzung einer weitgehend prozessbasierten Modellierung dar. In diesem Beitrag werden unterschiedliche Vorgehensweisen zur Umsetzung von Renaturierungs- und Auengestaltungsmaßnahmen in zweidimensionalen hydraulischen Modellen untersucht und anhand ausgewählter charakteristischer Untersuchungsgebiete verglichen. Die Methoden unterschieden sich vor allem im Detaillierungsgrad der Uferlinien und Querprofilmodellierung, dem Vorhandensein einer ausmodellierten Auenstruktur (z.B. Altarme) sowie der Berücksichtigung von Restriktionsbereichen (z.B. Siedlungsflächen), welche von einer potentiellen Renaturierung ausgeschlossen sind. Daraus geht hervor, dass der Datenbedarf, der Aufwand der Modellerstellung, die Parametrisierungsmöglichkeit und die Realitätsnähe der entwickelten Methoden deutlich voneinander abweichen. Erste Ergebnisse der laufenden Studie deuten darauf hin, dass die Wirksamkeit der Renaturierungs- und Auengestaltungsmaßnahmen sowohl von der angesetzten Modellierungsmethodik, als auch von charakteristischen Gebietseigenschaften abhängt. Hier spielt unter anderem der Umfang der in Abhängigkeit vom derzeitigen Zustand des Untersuchungsgebiets notwendigen Auenumgestaltungsmaßnahmen eine entscheidende Rolle. Zusammenfassend lässt sich durch den Vergleich von mehreren Untersuchungsgebieten in Kombination mit diversen Modellierungsmethoden von Auenumgestaltungs-konzepten der Einfluss unterschiedlicher Parameter auf die Wirksamkeit der untersuchten Renaturierungs- und Auengestaltungsmaßnahmen quantifizieren.

*Vortragende(r)

SESSION 4: MESSEN, MODELLIEREN UND MANAGEN – WASSERBEWIRTSCHAFTUNG I

4.1 RISIKOMANAGEMENT VON DÜRREN IN DEUTSCHLAND: VON DER MESSUNG VON AUSWIRKUNGEN ZUR MODELLIERUNG.

Veit Blauhut*, Kerstin Stahl

Zusammenfassung

Das Risiko von Naturgefahren hängt außer dem Eintreffen des Ereignisses selbst auch stark von der Vulnerabilität ab. Die Dürreereignisse der Jahre 2003 und 2015 zeigten erst kürzlich eine Vielfalt sozio-ökonomischer und sozio-ökologischer Auswirkungen und somit einen gewissen Grad der Vulnerabilität auch in Deutschland. Während durch Dürreindikatoren wie meteorologische Anomalien und hydrologische Kennwerte solche Ereignisse zumindest teilweise dokumentiert und analysiert werden, finden Daten über die vielfältigen Auswirkungen bisher eher wenig Berücksichtigung. Im „European Drought Impact report Inventory“ (EDII) werden seit einigen Jahren systematisch Wirkungsberichte zu Dürren gesammelt und systematisch kodiert. Für Deutschland befinden sich derzeit über 1800 berichtete Auswirkungen in der Datenbank. Als überwiegend von Dürre betroffene Sektoren stellen sich dabei Landwirtschaft, Forst, Energiegewinnung, Schifffahrt, Öffentliche Wasserversorgung, und die Ökosysteme heraus. Der Beitrag zeigt auf, wie solche 'Messungen der Vulnerabilität' analog zu Hochwasserschäden auch für die statistische Modellierung des Dürreerisikos verwendet werden können. Die klassische Formel: Risiko = Gefahr x Vulnerabilität wird dabei um die Komponente der Auswirkung erweitert. Zusätzlich bietet dieser statistische Ansatz die Möglichkeit, die Aussagekraft derzeit verwendeter Dürreindizes sowie Vulnerabilitätsfaktoren zu überprüfen. Insbesondere für die Sektoren der Landwirtschaft und der Wasserversorgung können auf der Skala der deutschen Bundesländer auf diese Weise Risikofunktionen parametrisiert werden. Die Unsicherheiten der statistischen Modelle für andere Sektoren verdeutlichen aber das Fehlen eines allgemein gültigen Dürreindex für alle Sektoren. Eine Lösungsmöglichkeit ist die sektorspezifische Kombination verschiedener Indizes zur optimalen Vorhersage von Dürreauswirkungen. Zur Beschreibung der Vulnerabilität stellen sich insbesondere Landnutzungscharakteristika sowie die Quantifizierung regionaler Wasserressourcen als bedeutende Faktoren heraus. Für weitere interessante Sektoren wie die Energiegewinnung, die Schifffahrt, oder den Tourismus zeigt sich anhand der Beispielstudien aus Baden-Württemberg jedoch zunächst die Notwendigkeit für eine gezielte lokale Erhebung von Auswirkungsinformationen. Trotz derzeitiger Limitierungen zeigen die Risikomodelle die Notwendigkeit zu einem in Deutschland noch wenig systematisierten, sektorübergreifenden Dürremanagement.

*Vortragende(r)

4.2 REARMO – EIN MODELLVERBUND ZUR ABSCHÄTZUNG KÜNFTIGER ENTWICKLUNGEN DES GRUNDWASSERS HINSICHTLICH MENGE UND BESCHAFFENHEIT.

Beate Klöcking*, Dieter Wenske, Gerd Knab, Bernd Pfützner, Frank Reinicke, Heiko Ihling, Andreas Rost, Ulrike Haferkorn

Zusammenfassung

Gemäß Europäischer Wasserrahmenrichtlinie sind in einigen Gebieten Deutschlands Maßnahmen zur Verbesserung des Nitratgehaltes im Grundwasser durchzuführen. Die Basis zur Ableitung kosteneffizienter Maßnahmen zur Verringerung von Stickstoffbelastungen stellt das Verständnis der Stickstoffausbreitung in der ungesättigten und gesättigten Zone dar. Dazu wurde vom LfULG ein Konzept für die gekoppelte Stofftransportmodellierung im Sicker- und Grundwasser besonders belasteter Gebiete erstellt (<http://www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/download/52971.pdf>). Der Modellverbund ReArMo hat die Abschätzung künftiger Entwicklungen des Grundwassers nach Menge und Beschaffenheit unter geänderten Randbedingungen (Klima, Landnutzung, Bewirtschaftung) zum Ziel. Er besteht aus den Komponenten • REPRO für die Auswertung der landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsdaten auf Betriebsebene und Bilanzierung der Stickstoffsalden auf Teilschlagebene, • ArcEGMO-PSCN für die deterministische Simulation der Sickerwasserbildung und des daran geknüpften Stoffaustrags aus der Bodenzone sowie der Abflusskonzentration in den Fließgewässern in Wechselbeziehung mit dem Grundwasser, • MODFLOW/MT3D für die Abbildung der zeitlichen Entwicklung und räumlichen Verteilung der Nitrat- und Ammoniumkonzentrationen im Grundwasser.

Zwischen 2011 und 2017 wurde dieser Modellverbund in zwei Sächsischen Wasserschutzgebieten, Jahnaue 2 und Diehsa, entwickelt und getestet. Ein wichtiger Bestandteil des Projektes war die Parametrisierung und Validierung des Bodenmodells anhand der Messdaten der von der BfUL betriebenen Großlysimeteranlage Brandis. Hier wird seit 1980 kontinuierlich der Wasser- und Stoffhaushalt acht regionstypischer Böden in 24 wägbaren Lysimetern beobachtet. Unterschiedliche Bewirtschaftungsszenarien wurden in Zusammenarbeit mit den Landwirten und Wasserversorgern für die beiden Pilotstudiengebiete entwickelt und hinsichtlich ihrer Wirksamkeit untersucht. Dabei wurde auch die mögliche Klimaentwicklung in der nahen Zukunft durch Nutzung des WETTREG-2010-Klimaszenarios berücksichtigt.

*Vortragende(r)

4.3 DIE RETENTIONSPOTENTIAL-STUDIE AM INN – HERAUSFORDERNDE HYDRAULISCHE UND MORPHOLOGISCHE FRAGESTELLUNGEN.

Stefan Giehl*, Peter Rutschmann

Zusammenfassung

Am Inn bedarf es eines verbesserten Hochwasserschutzes, um die Unterlieger vor extremen Hochwasserereignissen zu schützen. In einer großräumigen, grenzübergreifenden Studie sind entlang des Inns ab Oberaudorf und der Salzach ab der Saalachmündung unter anderem potentielle Standorte für ungesteuerte und gesteuerte Flutpolder und Rückhalteräume sowie Deichrückverlegungen zu untersuchen. Dabei sind aufgrund des alpinen Einzugsgebiets auch morphologische Fragestellungen zu bearbeiten, wie z.B. die Mobilisierung und Ablagerung von Sedimentfrachten unmittelbar im Flusslauf in ihrem örtlichen und zeitlichen Auftreten oder die Sedimentablagerung nach Hochwasserereignissen in den Rückhalteräumen und Überflutungsflächen. Von ganz speziellem Interesse am Inn ist zudem die Frage der Beeinflussung der Hochwasserwellengeschwindigkeit durch ein gezieltes Management der Rückhalte- und Stauräume, immer unter Berücksichtigung einer möglichen (un-) günstigen Überlagerung vor allem mit den Hochwasserwellen der Donau, aber auch der großen Zuflüsse stromab der potentiellen Maßnahmen. Zur Beantwortung der Fragestellungen kommen großräumige 2D-hydro- und morphodynamische Modelle zum Einsatz. Dabei wird zunächst der Ist-Zustand untersucht und einem historischen Zustand vor anthropogenen Eingriffen in das Flusssystem gegenübergestellt. Für die identifizierten, potentiell reaktivierbaren Rückhalteflächen ebenso wie für ein optimiertes Staustufenmanagement werden großräumige Wirkungsanalysen durchgeführt. Auch Erkenntnisse aus dem ebenfalls im Rahmen der Studie durchgeführten physikalischen Laborversuch über die Sohlveränderungen in Stauräumen während eines Hochwasserereignisses werden eingehen. Zur Absicherung der verwendeten hydrologischen Szenarien für die Wirkungsanalysen wurde die Hydrologie des gesamten Inn-Einzugsgebiets von Projektpartnern mit Hilfe einer Wellenstatistik und einer stochastischen Niederschlag-Abflussmodellierung untersucht. Dadurch steht eine realistische und repräsentative Auswahl möglicher Hochwasserereignisse unterschiedlicher Jährlichkeiten zur Verfügung. Insbesondere die Frage des dynamischen Verhaltens von Geschiebe, das Ablagern von Schweb, die zeitlichen und örtlichen Änderungen der Sohlenlage und die daraus resultierenden Gefährdungspotentiale sowie die potentielle Beeinflussung der Wellengeschwindigkeit durch Stauraumsteuerungen stellen komplexe wissenschaftliche Fragestellungen dar, die auch von hoher praktischer Relevanz sind. Im Lauf des Projektes werden Vorschläge für Hochwasserschutzmaßnahmen, Bewertungskriterien für deren Wirksamkeit und das Management aller potentiellen Maßnahmen erarbeitet. Auftraggeber des Projekts ist die Wasserwirtschaftsverwaltung von Bayern und Österreich (Landesamt für Umwelt Bayern, StMUV Bayern, BMLFUW Österreich, Wasserwirtschaftsverwaltungen der österreichischen Bundesländer Salzburg, Tirol und Oberösterreich).

*Vortragende(r)

4.4 WIE KANN DIE HYDROLOGISCHE KOMPLEXITÄT VON STÄDTEN HINREICHEND IN EINEM WASSERHAUSHALTSMODELL ABGEBILDET WERDEN?

Hannes Leistert*, Andreas Steinbrich, Tobias Schütz, Markus Weiler

Zusammenfassung

In Städten herrscht Chaos – auch hydrologisch. Die verschiedensten Oberflächen, Gebäude, Bäume, Versickerungsanlagen und Gründächer stellen ein sehr komplexes System dar, dessen interne Wechselwirkungen den urbanen Wasserhaushalt steuern. Für langfristige prozessnahe und räumlich verteilte Untersuchungen dieses Systems gibt es bisher nur wenige Modellansätze. Im BMBF geförderten Projekt WaSiG wurde das ereignisbasierte nicht kalibrierte Niederschlag-Abflussmodell RoGeR (Steinbrich et al. 2016) für die spezielle Fragestellung der Beschreibung des urbanen Wasserhaushaltes weiterentwickelt. Dazu wurden Prozesse die im ereignisbasierten Modell nicht berücksichtigt sind, wie etwa die Verdunstung, oder die Abgabe von Oberflächenabfluss in die Kanalisation in das Modell integriert. Damit das Modell über lange Zeitreihen (z.B. 30 Jahre) auch kurze Niederschlagsereignisse mit hohen Intensitäten adäquat abbilden kann, wechselt der Modellzeitschritt abhängig von der Intensität der Ereignisseigenschaften zwischen 10 Minuten, einer Stunde und einem Tag. Das Modell berücksichtigt besonders die Infiltrations- und Speichereigenschaften der verschiedenen urbanen Oberflächen, die Auswirkungen von Steuerungsmaßnahmen des urbanen Wasserhaushalts, wie z.B. Gründächer und Versickerungsanlagen und die laterale Umverteilung von Wasser von versiegelten Flächen auf unversiegelte Flächen. Es berücksichtigt außerdem die Wirkung der Beschattung durch Gebäude auf die räumliche Verteilung der Verdunstung sowie die Verdunstung und Interzeption von Stadtbäumen. Das entwickelte Modell Urban RoGeR wurde aufgrund von eigens initiierten Messkampagnen zu Speicher- und Versickerungsleistungen urbaner Oberflächen sowie der Beschattungswirkung von Gebäuden auf die Verdunstung und aufgrund von extern veröffentlichten Forschungsergebnissen parametrisiert, ist aber immer noch ein Modell das nicht kalibriert werden muss. Die Anwendung von Urban RoGeR für unterschiedliche Stadtteile in Freiburg, für die eine Reihe verschiedener Messdaten vorliegen, zeigen das hohe Potential des Modells den urbanen Wasserhaushalt ohne vorherige Kalibrierung abzubilden. Damit ist es auch möglich die Auswirkung von Maßnahmen zur Steuerung des urbanen Wasserhaushalts zu quantifizieren und Planungsvarianten gegenüberzustellen.

*Vortragende(r)

SESSION 5: MESSEN UND MODELLIEREN – URBANE HYDROLOGIE

5.1 ROBUSTE PARAMETRISIERUNG ZUR URBAN HYDROLOGISCHEN MODELLIERUNG GRÜNER INFRASTRUKTUR.

Isabel Scherer*, Malte Henrichs, Mathias Uhl

Zusammenfassung

Die Stadt als hydrologisches System befindet sich im Wandel. Bevölkerungsdynamik und Klimawandel erfordern ein Umdenken, welches sich bereits in internationalen und nationalen Regelwerken widerspiegelt (u.a. DWA A-102, 2016). Dieses führt den Wasserhaushalt als Nachweisgröße für Neubaugebiete und Konversionsflächen auf, mit dem Ziel den Wasserhaushalt der neuerschlossenen Fläche dem hydrologischen Kreislauf des unbebauten Gebietes bestmöglich anzunähern. Dies soll vor allem durch eine gezielte Umsetzung Grüner Infrastruktur im städtischen Raum erreicht werden, welche in ihrer hydrologischen Bedeutung Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung wie Gründächer, Versickerungsanlagen oder teildurchlässige Pflasterflächen vorsieht. Mit dem Ziel einer realitätsnahen Parametrisierung grüner Infrastruktur in SWMM (Storm Water Management Model), einer open-source Software der US EPA, wurde im Rahmen des vom BMBF geförderten Forschungsprojekt WaSiG ein umfangreiches Messprogramm an Gründächern, teildurchlässigen Pflasterflächen und Versickerungselementen durchgeführt. Die Messungen umfassten die Prozessgrößen Niederschlag, Abfluss, Infiltration sowie Klimadaten zu Verdunstungsberechnung (Scherer et al., 2017). Durch eine Sensitivitäts- und Unsicherheitsanalyse nach dem GLUE Verfahren erfolgte eine systematische Reduktion der Modellparameter mit einer Definition von Wertebereichen und Anwendungsgrenzen einzelner Modellparameter für das LID (Low Impact Development) Modul Bio-Retention Cell in SWMM (Version 5.1.012) (Rossman, 2010). Für die Simulation von Wasserbilanzen und Einzelereignissen wurden die Parameter des Bio-Retention Cell Moduls für Gründächer und teildurchlässige Flächen anschließend mittels multikriterieller Optimierungsverfahren anhand von Messdaten kalibriert und validiert (Scherer, Henrichs & Uhl, 2017). Als Abweichungsmaße wurden die Nash-Sutcliffe efficiency E2, Massenbilanzen und Extremwerte verwendet. Die Ergebnisse ermöglichen die Bestimmung allgemein verfügbarer und physikalisch begründeter Parameterwerte.

Literatur

DWA-A 102, 2016. Niederschlagsbedingte Siedlungsabflüsse - Grundsätze und Anforderungen zum Umgang mit Regenwasser (Entwurf). DWA-Arbeitsblatt 102.

Rossman, L.A., 2010. Storm water management model user's manual version 5.0, EPA/600/R-05/040. US EPA National Risk Management Research Laboratory.

Scherer, I., Henrichs, M. und M. Uhl, 2017. Monitoring and modelling of green roof water balances. In: International Water Association (Hrsg.), 14th International Conference on Urban Drainage, Prague (Czech Republic).

Vorträge

Scherer, I., Henrichs, M., Uhl M., Schuetz, T., Weiler, M., Hackenbroch, K., König, F. und T. Freytag 2017. Planungsinstrumente und Bewirtschaftungskonzepte für den Wasserhaushalt in Siedlungen, Korrespondenz Wasserwirtschaft, 4 (17).

*Vortragende(r)

5.2 NA-MODELLE ALS GRUNDLAGE MODELLGESTÜTZTER KONZEPTE ZUR INTEGRIERTEN BEWIRTSCHAFTUNG VON KANALNETZEN UND GEWÄSSERN AM BEISPIEL VON ZÜLPICH.

Svetlana Cartus*, Horst Werner, Elke Bsirske, Christian Gattke

Zusammenfassung

In der integrierten Flussgebietsbewirtschaftung im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie sind Planungen zur Strukturverbesserung der Gewässer eng verknüpft mit den Anforderungen und Planungen der Siedlungswasserwirtschaft. Die Schnittstelle zwischen den Fachbereichen bilden Einleitungen aus Regenwasserbehandlungsanlagen der Kanalnetze in die Gewässer. Aus Emissionssicht gelten Grenzwerte für Entlastungsraten und ein Mindestmischungsverhältnis der eingeleiteten Abwässer, aus Immissionssicht dürfen Grenzwerte für hydraulische Stoßbelastungen der Gewässer und stoffliche Grenzwerte nicht überschritten werden. Wie schadhaft die Stoßbelastung einer Einleitung für das Gewässer ist, hängt neben der Abschlagshöhe und der Wasserführung des Gewässers vor allem vom Zustand bzw. dem Wiederbesiedlungspotential des Gewässers ab. So kann eine optimierte Bewirtschaftung des Kanalnetzes einen positiven Effekt auf die gegenwärtige stoffliche und hydraulische Situation der Gewässer haben. Auf der anderen Seite kann die gezielte Umsetzung von Gewässermaßnahmen wie beispielsweise die Beseitigung von Wanderungshindernissen die Verträglichkeit einer Einleitung erhöhen und dadurch teilweise Siedlungsmaßnahmen vermeiden helfen. Wesentliche Grundlage für Planungen in der Kanalnetz- und Gewässerbewirtschaftung bilden Niederschlags-Abfluss-Modelle, die sowohl das natürliche Einzugsgebiet als auch die Stadtentwässerung abbilden können. Am Beispiel des Kanalnetzes in Zülpich wird gezeigt, welche Stadtentwässerungsdaten als Eingangsdaten für die Modellierung des Kanalnetzes dienen und wie diese anhand von Gewässer-Pegelzeitreihen und Messdaten aus der Siedlungswasserwirtschaft plausibilisiert und Drosselkurven von Regenüberlauf- und Regenrückhaltebecken in einem iterativen Prozess optimiert werden konnten. Unter Berücksichtigung der Anforderungen aus den Merkblättern BWK-M3/M7, dem Arbeitsblatt ATV-A128, der EU-Wasserrahmenrichtlinie und des Hochwasserschutzes konnten für Zülpich aufeinander abgestimmte Maßnahmenkonzepte für den Neffelbach und das Kanalnetz der Kläranlage Bessenich erarbeitet werden. Diese berücksichtigen bereits die zukünftig geplante Stadtentwicklung und zielen auf eine deutliche Verbesserung der stofflichen und hydraulischen Situation sowie der Erhöhung des Wiederbesiedlungspotentials und damit Verbesserung des ökologischen Zustands des Neffelbachs ab.

*Vortragende(r)

5.3 UNTERSUCHUNG DER AUSWIRKUNG MULTIPLER EINLEITUNGEN AUS DEM ENTWÄSSERUNGSSYSTEM AUF EIN FLIESSGEWÄSSER MIT HOCHAUFGELÖSTER MESSDATEN IN VERBINDUNG MIT EINEM HYDRODYNAMISCHEN NIEDERSCHLAGS-ABFLUSSMODEL.

Benjamin Wagner*, Jakob Benisch, Björn Helm

Zusammenfassung

Auf Grund hochdynamischer Niederschlags-Abflussprozesse in Siedlungen können kritische Abflussspitzen im Vorfluter nur mit hohem Aufwand detektiert werden. Dabei stellen maschinell getriebene Untersuchungen zur Überlagerung von Abflussganglinien und stofflicher Einträge mehrerer Einleitstellen entlang eines urbanen Fließgewässers einen bisher kaum behandelten Untersuchungsaspekt dar. In Dresden wurde im Einzugsgebiet des Lockwitzbachs, sowie des angeschlossenen Kanalnetzes ein hochauflösendes Online-Messsystem installiert. Durch die Erfassung von physikalisch-chemischen Parametern oberstrom und im urbanen Einzugsgebiet sollen Auswirkungen der städtischen Einflüsse weitergehend untersucht werden. Die zusätzliche Messung an bis zu 4 der 17 Einleitpunkte ermöglichte die Zuordnung der Veränderung zu einzelnen urbanen Teilgebieten. Abflussganglinien werden durch zeitversetzte Kreuzkorrelation aufbereitet, um die Fließzeit von Einleitungen an unterschiedlichen Punkten des Gewässers zu kompensieren. Die daraus abgeleiteten Differenzganglinien beschreiben den superpositionierten Verlauf einzelner Zuflusskompartimente und lassen eine teilweise Bilanzierung und Quantifizierung der Zugehörigkeit zu. Basierend auf 15 Niederschlag-Abflussereignissen im Zeitraum von Mai 2016 bis August 2017 konnte die Abflusserhöhung mit dem Messsystem erfasst und zugeordnet werden. Der Beitrag der Abflussereignisse aus dem urbanen Gebiet erhöhte dabei den Durchfluss im Ereignismittel um einen Faktor von 3.96 und mit einem Maximalfaktor von 16.21 (starker konvektiver Niederschlag nur innerhalb des Stadtgebietes). Für vier Niederschlagsereignisse wurde der Durchfluss der einzeln erfassten Einleitpunkte ausgewertet, er liegt zwischen 2 und 17 % des urbanen Abflussanteils. Die Anteile und zeitliche Überlagerung der Durchflussverläufe aus den einzelnen Einleitungen schwankt dabei stark zwischen den Ereignissen. Der Beitrag einzelner Einleitungen und die Identifikation der zugehörigen Stoffströme sollen durch die Nutzung eines Niederschlag-Abflussmodells sicherer differenziert zugeordnet werden. Ein Modell des Einzugsgebiets wurde für den Messzeitraum mit der Software SWMM aufgesetzt. Die Kalibrierung erfolgte in zwei Versionen univariat a) auf Basis der Messung im Gewässer unterhalb der Einleitstellen und b) an der größten erfassten Mischwasserentlastung. Für beide Versionen wurden befriedigende Anpassungsgüten des Modells von $R^2 = 0.51$ erreicht. Eine multivariate Kalibrierung auf Basis aller erfassten Einleitpunkte führt zu einer schlechteren mittleren Anpassungsgüte und teilgebietspezifisch stark variablen Parametern für den Abflussbildungsprozess und die hydraulischen Strukturen. Dabei konnte aber die Identifizierbarkeit der Parameter deutlich verbessert werden. Die Untersuchung hebt die Bedeutung räumlich differenzierter Eingangsdaten für die Modellierung urbaner Niederschlag-Abflussereignisse und die Notwendigkeit Kompartiment übergreifender Referenzmessungen hervor.

*Vortragende(r)

5.4 MEASURING 2D TRANSIENT SHALLOW WATER SURFACES: RAISING THE BENCHMARK CHALLENGES FOR 2D SHALLOW WATER SOLVERS.

Daniel Caviedes-Voullieme*, Sergio Martínez-Aranda, Javier Fernández-Pato, Ignacio García-Palacín, Pilar García-Navarro

Zusammenfassung

In the past decade, shallow water (SW) solvers have been dramatically improved both in terms of accuracy and computational power. The mathematical, numerical and computational improvements available in state-of-the-art solvers now allow for large scale, long term, high resolution simulations of river flooding, flash floods, dam-break phenomena, rainfall-runoff simulation and extensions into pollutants, substance and sediment transport, etc.

SW solvers have been benchmarked against a set of test cases, ubiquitous in the literature. The solvers have been systematically verified against 1D and some 2D analytical solutions and validated further against 1D and 2D laboratory experiments, as well as some well-documented real-scale field cases. However, despite the 2D nature of many of these benchmark tests, none of them report 2D water surface elevation. Typically a few profiles are measured and reported, and more often, only a few points are available. Moreover, in field cases, often not even fully transient data is available. The reason for the inavailability of 2D transient water surface data is due to the technical difficulty of measuring a (fast) moving water surface. In most of the reported experiments, pressure gauges are often used to register water depth evolution, and sometimes PIV techniques have been used to obtain velocity fields. In experimental fluid mechanics, measuring the evolution of a free surface has received little attention, as it has been mainly understood as a problem for SW flows, and more recently for free surface granular flows.

In consequence, this work aims to generate a new benchmarking dataset in which 2D transient water surfaces are available for SW model developers and users to further test and challenge these models. We argue that the availability of this new data can help identify limitations in the current generation of solvers, thus laying the ground for improvements in the near future.

We present laboratory-scale experimental results on steady and unsteady 2D water surfaces performed in a laboratory flume, ranging from steady transcritical flow to dam-break flows around obstacles. The transient water surface was captured using a commercial-grade RGB-D sensing device which allows to capture a high-frequency succession of 3D color-coded point clouds. The channel bed can also be registered in the same manner, thus also allowing to compute the 2D transient water-depth field. Color coding also allows to easily differentiate the channel bed, sidewalls and obstacles. The result of the experimental study is a novel collection of 2D benchmark SW cases, with transient water depth and water elevation data for the entire visible flow field. Furthermore, we compare the experimental measurements to 2D shallow water simulations performed with an extensively tested state-of-the-art solver to assess the suitability of this dataset to perform as benchmark test cases and identify some potential limitations of current models.

*Vortragende(r)

SESSION 6: MESSEN UND MANAGEN – WASSERGÜTE

6.1 TRACER-BASIERTE ANALYSE DER HYDROCHEMIE VERGLETSCHERTER EINZUGSGEBIETE ZUR UNTERSTÜTZUNG DES WASSERRESSOURCENMANAGEMENTS IN ALPINEN REGIONEN.

Michael Engel*, Daniele Penna, Werner Tirler, Giacomo Bertoldi, Francesco Comiti

Zusammenfassung

Der Klimawandel zeigt sich in alpinen Einzugsgebieten besonders deutlich durch den Rückgang von Schneebedeckung, Gletschern und Permafrost. Dies beeinflusst die Schmelzprozesse und Abflussdynamik der Gebirgsbäche und damit die Verfügbarkeit von Frischwasser in der Region und folglich auch im gesamten Flusseinzugsgebiet. Auf Tracern basierte hydrochemische Untersuchungen von Gewässern sind innerhalb der letzten Jahre zu einem wichtigen Bestandteil hydrologischer Forschung geworden und können daher einen wichtigen Beitrag zum Wasserressourcenmanagement liefern. Der vorliegende Beitrag fasst die Arbeiten über Schmelzprozesse und Abflussdynamik aus zwei vergletscherten Einzugsgebieten in Südtirol, Italien zusammen: das Obere Matschtal (Einzugsgebietsgröße: 62 km²), Teil des Ötztal-Stubai-Komplexes und das benachbarte Suldental (Einzugsgebietsgröße: 131 km²), Teil der Ortler-Cevedale-Gruppe. Um die Variabilität der Gewässerhydrochemie zu erfassen, wurde die Beprobung auf unterschiedlicher räumlich-zeitlicher Skala durchgeführt (stündliche und tägliche Beprobung an wenigen Standorten und monatliche Beprobung an mehreren Standorten). In beiden Untersuchungsgebieten wurden Gewässer, Nebenbäche sowie potentielle Abflusskomponenten wie Schmelzwässer, Niederschlag und Grundwasser beprobt und stabile Wasserisotope (d²H und d¹⁸O) sowie elektrische Leitfähigkeit bestimmt. Für ausgewählte Proben wurde auch eine Konzentrationsbestimmung der Haupt-, Neben- und Spurenelemente durchgeführt. Im Matschtal betrug der Anteil an Schneeschmelze während sieben analysierter Schmelzwasser-Tagesganglinien des Saldurbachs von 2011-2013 bis zu 33% im Juni und Juli. Die Gletscherschmelze war mit bis zu 65% im August am höchsten. Der Grundwasseranteil belief sich bei einigen Ereignissen auf ca. 62% und der Anteil von Niederschlagswasser auf ca. 11%. Auf der Monatsskala war Schneeschmelzwasser die dominierende Abflusskomponente im Frühsommer, gefolgt von Gletscherschmelzwasser im Hochsommer. Weitere Ergebnisse heben die große Bedeutung der Schneeschmelze für die Grundwasserneubildung hervor und zeigen komplexe Fließwege mit unterschiedlichen Verweilzeiten des infiltrierenden Schmelzwassers in den Untergrund auf. Im Suldental lag ein Teil der Datenauswertungen auf der Charakterisierung von Schmelzwässern von Blockgletschern, die eine spezielle Form des Permafrosts darstellen. Diese Schmelzwässer wiesen eine für Eisschmelze typische Isotopensignatur auf und unterschieden sich deutlich von anderen Wassertypen durch erhöhte Leitfähigkeiten und Konzentrationen an Sr, As und K. Insbesondere die AL-, Sr-, und Cu-Werte überstiegen im Sommer die Grenzwerte für Trinkwasser. Diese Beobachtungen verdeutlichen die Bedeutung von auftauendem Permafrost für die Wasserqualität alpiner Gewässer und regelmäßigen Wasserqualitätskontrollen.

*Vortragende(r)

6.2 FEINSEDIMENTEINTRÄGE IN GEWÄSSER UND DEREN MESSUNG - KOLMATION ALS BEDEUTSAMER FAKTOR BEI DER UMSETZUNG DER EG- WRRL.

Thomas Zumbroich*, Hans Jürgen Hahn

Zusammenfassung

Kolmation, die Verstopfung der Lückensysteme von Fließgewässersedimenten, ist ein flächendeckendes Problem. Kolmation hat ihre Ursachen meist im Eintrag von Feinsedimenten aus dem Einzugsgebiet, vor allem aus Bodenerosion und Siedlungsentwässerung.

Folge der Kolmation ist die Verstopfung der Bachsohle „Hyporheische Zone“ (HZ) und damit der Verlust der ökologischen Funktionsfähigkeit (z.B. Selbstreinigung“) der Fließgewässer. Alle Daten weisen darauf hin, dass durch die Kolmation die Lebensgemeinschaften der Fließgewässer massiv degenerieren.

Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) zielt darauf ab, bis spätestens zum Jahre 2027 bei der Mehrzahl der Fließgewässer den sog. guten ökologischen Zustand zu erreichen. Dafür sind Maßnahmen in zweistelliger Milliardenhöhe vorgesehen. Ihr Erfolg wird evaluiert. Da die aktuellen Maßnahmenprogramme die Kolmation und ihre Ursachen nicht berücksichtigen bzw. beseitigen, ist davon auszugehen, dass ein erheblicher Teil dieser Maßnahmen die gesetzten Ziele verfehlen wird. Bisherige Monitoringergebnisse vor und nach Renaturierungen bestätigen diese Vermutung.

Das Management der WRRL-Umsetzung steht damit vor einem bisher kaum beachteten Problem, dass vielerorts die kostenintensiven Bemühungen zur Schaffung des „guten ökologischen Zustandes“ zunichte macht. Die Kolmationsprozesse haben also grundlegende Bedeutung für die Zielerreichung der EU – WRRL.

Die zur Erfassung der Kolmation verfügbaren Messgeräte sind oft aufwändig und teuer in der Handhabung. Meist liefern sie keine quantitativen Ergebnisse, und kleinräumige Heterogenitäten lassen sich kaum erfassen.

Ein neues Verfahren ist das Kolmameter, bei dem es sich um ein Messgerät handelt, mit dessen Hilfe über das Injizieren von Wasser in poröse Medien deren Durchströmbarkeit ermittelt werden kann. Die Untersuchung von Kolmationserscheinungen mit Hilfe des Kolmameters soll eine mobile, minimalinvasive, reproduzierbare, quantitative und leicht anwendbare Messung von Kolmationserscheinungen bzw. Durchströmbarkeitseigenschaften poröser Medien ermöglichen.

Derzeit erproben die Autoren das Kolmameter im Rahmen eines von der DBU geförderten Forschungsprojektes an verschiedenen Gewässertypen. Ein Abgleich der Messungen mit den Ergebnissen des WRRL-Monitorings zeigen für die entsprechenden Beprobungsstellen bestätigen die Bedeutung der Kolmation für die Besiedlung der Gewässer.

Die Autoren stellen die bisherigen Ergebnisse vor und diskutieren diese im Spannungsfeld quantitativer Kolmationsmessungen und Maßnahmen in der Fläche.

*Vortragende(r)

6.3 VORKOMMEN, VERBREITUNG UND GESUNDHEITLICHE RISIKEN ANTIBIOTIKARESISTENTER BAKTERIEN IN DER AQUATISCHEN UMWELT - DER ABWASSERPFAD ALS VERBREITUNGSWEG?

**Christiane Schreiber, Christian Timm*, Nicole Zacharias*, Heike Müller, Ricarda Schmit-
hausen, Alexander Ahring, Thomas Kistemann, Martin Exner**

Zusammenfassung

Problem Der weltweite Anstieg des Vorkommens antibiotikaresistenter Bakterien wird seit 2015 von der WHO als eine Bedrohung für die Weltbevölkerung definiert. Antibiotika-resistente Bakterien werden durch Mensch und Tier ausgeschieden und können so über das Abwasser, dessen Entsorgung und Aufbereitung in die aquatische Umwelt gelangen. In Deutschland werden jährlich bis zu 800 Tonnen Antibiotika im humanmedizinischen Bereich eingesetzt. Im Veterinärbereich geht man von Einsatzmengen von ca. 1.700 Tonnen aus, so dass resistente Bakterien besonders in den Abwässern von Krankenhäusern und Tiermastbetrieben vermutet werden können. Aber auch kommunale Abwässer ohne Klinik- und Industrie-Beeinflussung könnten bei der Verbreitung Antibiotika-resistenter Bakterien in der aquatischen Umwelt von Bedeutung sein, da in Deutschland rund 80% der Antibiotika ambulant eingesetzt werden.

Messen Im Rahmen des BMBF geförderten Verbundforschungsprojektes „HyReKa“ (Biologische bzw. hygienisch-medizinische Relevanz und Kontrolle Antibiotika-resistenter Krankheitserreger in klinischen, landwirtschaftlichen und kommunalen Abwässern und deren Bedeutung in Rohwässern, FKZ 02WRS1377) werden diverse Verbreitungspfade über das Abwasser untersucht und bewertet. Hierfür wird das Vorkommen antibiotikaresistenter Bakterien anhand verschiedener Abwasserpfade (Krankenhaus, Tiermastbetriebe und Flughafenabwässer und kommunale Abwässer) in einem intensiven zweijährigen Messprogramm untersucht. An verschiedenen Punkten des Abwasserpfades von der Quelle (Krankenhaus, Tiermastbetrieb etc.) über die Kläranlage bis zum Vorfluter werden Wasserproben genommen und in den Laboren der Verbundpartner analysiert. Beispielhaft wird der Pfad des Krankenhausabwassers von der Klinik über das Kanalnetz und die Kläranlage bis in den Vorfluter vorgestellt. Dieser wird in den Vergleich zu kommunalen Abwässern ohne klinischen Einfluss gesetzt.

Modellieren Ziel des Projekts ist u.a. die Identifizierung möglicher Hotspots zur Minimierung des Risikos für die menschliche Gesundheit. Hierfür werden u.a. geographische Informationssysteme (GIS) eingesetzt, die es ermöglichen unterschiedliche Flächennutzungen sowie Abwasserzusammensetzungen in die quantitativen Frachtberechnungen einzubeziehen. Die Ergebnisse der verschiedenen Fallbeispiele sollen am Ende in einem fiktiven Modelleinzugsgebiet hinsichtlich ihrer Bedeutung zusammengefasst bewertet werden.

Maßnahmen Die Untersuchungen am Modelleinzugsgebiet ermöglicht es, nicht nur individuelle Handlungsoptionen zur Risikoreduktion an den verschiedenen Eintragspfaden abzuleiten, sondern bietet zudem als „Decision Support Tool“ die Option eine Prioritätenreihenfolge für konkrete Maßnahmenpläne in der Wasserwirtschaft aufzustellen.

*Vortragende(r)

6.4 EINTRAGS-/AUSTRAGSDYNAMIK VON METAZACHLOR UND SEINEN TRANSFORMATIONSPRODUKTEN IN EINEM RETENTIONSTEICH.

Uta Ulrich*, Jens Lange, Matthias Pfannerstill, Frank Steinmann, Nicola Fohrer

Zusammenfassung

Insbesondere in Tieflandregionen sind zahlreiche landwirtschaftliche Flächen drainiert, um den Bodenwasserhaushalt zu verbessern. Damit geht eine Verbesserung der Standortbedingungen für die Kulturpflanzen sowie eine bessere Bearbeitbarkeit der Flächen einher. Jedoch führen Drainagen auch zu einer Verkürzung der Bodenpassage von Pestiziden, die mit dem Sickerwasser transportiert werden. Dadurch wird grundsätzlich die Wahrscheinlichkeit eines Abbaus oder einer Sorption stark herabgesetzt. Zudem erfolgt der weitere Transport im Drainagerohr dann sehr schnell und oftmals direkt in den nächsten Vorfluter. Retentionsteiche gelten als mögliche Gewässerbewirtschaftungsmaßnahme, um Pestizide aus gedrainten Flächen durch eine erhöhte Verweilzeit zurückzuhalten. Hierdurch werden Möglichkeiten zum biologischen und physikalischen Abbau sowie zur Sorption am Sediment oder Pflanzenmaterial im Retentionsteich geschaffen. Durch die Vorreinigung des Drainagewassers in Reinigungsteichen kann somit die Wasserqualität von Oberflächengewässern verbessert werden, weil diese nicht mehr unmittelbar in die Vorflut entwässern. Im Rahmen des Projektes „Maßnahmen für einen nachhaltigeren Umgang mit Pestiziden/Bioziden und deren Transformationsprodukten im Regionalen Wassermanagement“ (MUTReWa) wurde im Herbst 2016 ein bereits vorhandener Retentionsteich über drei Monate nach Applikation beprobt und das Pestizid Metazachlor (Herbizid, Anwendung vor allem im Winterraps) sowie dessen Transformationsprodukte Metazachloroxalsäure und Metazachlorsulfonsäure quantifiziert. Ziele der Untersuchung waren neben der Aufklärung der Eintrags- und Austragsdynamik der Zielsubstanzen, die Beschreibung der möglichen Interaktion zwischen dem Wasser des Retentionsteiches mit dem oberflächennahen Grundwasser und dem Interflow vor dem Hintergrund, das Retentionsvermögen des Teiches zu bewerten. Die Ergebnisse aus den Analysen der Zielsubstanzen und Tracereinspeisungen zeigen, dass unter den hydrologischen Bedingungen im Herbst ein Teil der Zielsubstanzen bereits in wenigen Minuten den Retentionsteich durchströmt hat und erst zu einem späteren Zeitpunkt das gesamte Teichvolumen an der Retention beteiligt ist. Daraus resultieren Situationen, in denen der Zufluss aus der Drainage bereits geringe Konzentrationen der Zielsubstanzen enthält, im Retentionsteich selbst aber noch höhere Konzentrationen aufgrund vorangegangener Konzentrationspeaks zu finden sind. Weiterhin zeigen qualitative Tracerversuche, dass neben der Drainage auch über den Interflow ein Eintrag des Herbizids möglich ist. Dieser Interflow reagiert sehr schnell auf Niederschlagsereignisse und ist auch in trockenen Phasen wie in den Sommermonaten aktiv. Über den Untersuchungszeitraum ließ sich ein Rückhalt der Transformationsprodukte ermitteln, für die Muttersubstanz jedoch nicht.

*Vortragende(r)

SESSION 7: MODELLIEREN UND MANAGEN – KLIMA UND WASSERHAUSHALT

7.1 UNTERSUCHUNG VON AUSWIRKUNGEN PROGNOSTIZIERTER KLIMAÄNDERUNGEN AUF DEN WASSERHAUSHALT IN SACHSEN.

Robert Schwarze*, Corina Hauffe, Patric Röhm, Michael Wagner, Niels Schütze, Karin Kuhn

Zusammenfassung

Der Klimawandel erfordert die Entwicklung von Anpassungsstrategien zur Bewältigung zu erwartender Veränderungen im regionalen Wasser- und Stoffhaushalt. Daraus resultieren erhöhte Anforderungen an Forschung und Wasserwirtschaftsbehörden, erforderliche Daten, Informationen und Prognosen zur Entwicklung des Wasserdargebots zur Verfügung zu stellen. Im Forschungsprojekt KliWES „Auswirkungen prognostizierter Klimaänderungen auf den Wasser- und Stoffhaushalt in Einzugsgebieten sächsischer Gewässer“ werden wesentliche hydrologische Grundlagen zur Bewältigung dieser Aufgabe erarbeitet. Ziel sind sachsenweite Aussagen für Niederschlag, Verdunstung, Gesamtabfluss, Direktabfluss, schneller und langsamer Grundwasserabfluss im Ist-Zustand sowie für Klima- und Landnutzungsszenarien in einer räumlichen Auflösung von 500x500m. Die zeitliche Auflösung überdeckt die Spanne von täglichen Werten bis langjähriges Mittel. Der erste Schritt beinhaltet eine sachsenweite Analyse geeigneter meteorologischer und hydrologischer Beobachtungsdaten (1951–2010) inkl. einer Ableitung der genannten Wasserhaushaltsdaten für den Ist-Zustand. Als Verfahren kommen die DIFGA-Abflusskomponentenanalyse, Geostatistik und eine komplexe Sensitivitätsanalyse zur Anwendung. Es lassen sich bereits für den Ist-Zustand signifikante Bruchpunkte im Niederschlags-Abfluss-Regime infolge sich ändernder meteorologischer Antriebe aufzeigen. Im zweiten Schritt erfolgt eine sachsenweite Modellierung des Wasserhaushalts mit ArcEGMO und dem Grundwasserabflussmodell SLOWCOMP für Ist-Zustand (1951–2010) und 13 Klima- und 3 Landnutzungsszenarien (2011–2100). Die getroffene Modellauswahl fußt auf einem Vergleich von BROOK90, SWAT, HYDRUS, ArcEGMO, WaSiM-ETH, AKWA-M und MIKE SHE mit einer quantifizierbaren Methode zur Ermittlung von Bewertungszahlen unter Nutzung objektiver Testkriterien in drei Maßstabsebenen (Lysimeter, Kleinstzugsgebiet, Einzugsgebiet). Unter Nutzung der Datenanalysen des ersten Schrittes wird ein physikalisch begründetes Parametermodell für das Grundwasserabflussmodell formuliert. Untersuchungen zur Parametersensitivität zeigen 4 maßgebliche Parameter in ArcEGMO/SLOWCOMP auf, die mit einer zweistufigen, multikriteriellen Parameteroptimierung anhand mehrerer im ersten Schritt erstellter Zielfunktionen optimiert werden. Die vorab berechneten Ergebnisse beider Arbeitsschritte können über die interaktive Web-GIS-Applikation www.wasserhaushaltsportal.sachsen.de genutzt werden. Als dritte Komponente umfasst das Wasserhaushaltsportal ein webbasiertes Expertensystem zur interaktiven Simulation und Bewertung von Managemententscheidungen (z.B. Landnutzungsänderungen). Dieses ermöglicht es Nutzern, Wasserhaushaltsberechnungen mit selbst gewählten Parametern und Eingangsdaten über eine Web-Anwendung durchzuführen. Über das Portal sind Ergebnisse sowohl Fachleuten als auch der breiten Öffentlichkeit zugänglich. Es wird regelmäßig aktualisiert und erweitert (z.B. Ergebnisse für neue Klimaszenarien).

*Vortragende(r)

7.2 KANN WASSERRESSOURCENBEWIRTSCHAFTUNG DIE UNSICHERHEITEN PROJIZIERTER KLIMAFOLGEN AUF DEN ABFLUSS VERMINDERN? - EIN VERGLEICH IN ZWEI HYDROLOGISCH ÄHNLICHEN EINZUGSGEBIETEN MIT UNTERSCHIEDLICHEM AUSMASS DES BEWIRTSCHAFTUNGSEINFLUSSES.

Ina Pohle*, Anne Gädeke, Hagen Koch, Sabine Schümborg, Christoph Hinz

Zusammenfassung

Studien zum Einfluss des zukünftigen Klimawandels auf das Abflussgeschehen fokussieren oft auf die Fortpflanzung von Unsicherheiten in Modellkaskaden, berücksichtigen meist jedoch die Wasserressourcenbewirtschaftung nur ungenügend. Wir untersuchten den Einfluss der Wasserressourcenbewirtschaftung auf die Abflussvariabilität und die Fortpflanzung von Unsicherheiten von Klimaprojektionen auf Abflusssimulationen in den Einzugsgebieten von Spree (bis Pegel Große Tränke: 6200 km²) und Schwarzer Elster (5700 km²). Die Einzugsgebiete ähneln sich hinsichtlich Klima, Topographie, Boden und Landnutzung, jedoch ist das Spreeeinzugsgebiet stärker durch den Braunkohletagebau und die damit verbundenen Bewirtschaftung geprägt und durch einen höheren Speicherausbaugrad gekennzeichnet. Um zwischen Bewirtschaftungseinflüssen und meteorologischen Einflüssen zu separieren, wurden für den Zeitraum 1961-2005 beobachtete Abflüsse mit durch das Modell SWIM rekonstruierten natürlichen (d.h. ohne Bewirtschaftungseinfluss) Abflüssen der Vergangenheit verglichen. Mögliche Einflüsse des Klimawandels wurden für den Zeitraum 2018-2052 auf Grundlage von 3 Szenarien des statistischen Regionalmodells STAR (je 100 Realisierungen) mit SWIM (natürliche Abflüsse) und dem Langfristbewirtschaftungsmodell WBalMo (bewirtschaftete Abflüsse) modelliert. Die Analyse erfolgte mit Fokus auf Saisonalität, Oszillation, Verteilung und räumliche Variabilität der Abflüsse. Der Vergleich zwischen beobachteten und natürlichen Abflüssen der vergangenen Jahrzehnte zeigt, dass die zwischenjährliche Abflussvariabilität im Spreeeinzugsgebiet stärker durch Grubenwassereinleitungen als durch natürliche hydrologische Prozesse bestimmt wurde. Zusätzlich führt der höhere Speicherausbaugrad dazu, dass die kurzzeitliche und saisonale Variabilität im Spreeeinzugsgebiet geringer als im Einzugsgebiet der Schwarzen Elster ist. Simulationen mit Klimaszenarien, welche steigende Jahresmitteltemperaturen und einen Rückgang der Niederschlagsjahressummen enthalten, führen zu deutlichen Abflussrückgängen. Die Unterschiede der natürlichen Abflüsse beider Einzugsgebiete sind gering, die Unsicherheiten der Klimaprojektionen werden durch die hydrologische Modellierung verstärkt. Die natürlichen und bewirtschafteten Abflüsse der Schwarzen Elster unter Klimawandel unterscheiden sich kaum. Im Spreeeinzugsgebiet zeigt sich eine deutliche Verringerung der Variabilität und Unsicherheiten unter Klimawandel von den natürlichen zu den bewirtschafteten Abflüssen. Die Analysen zeigen, dass effektive Wasserressourcenbewirtschaftung die Abflussvariabilität verringern kann und damit auch dazu beitragen kann, die sich aus Klimawandelprojektionen ergebenden Unsicherheiten zu vermindern. Einzugsgebiete mit einem hohen Ausbaugrad weisen weniger Vulnerabilität bezüglich klimatischer Änderungen auf. Dies unterstreicht die Bedeutung von Wasserressourcenbewirtschaftung für die Anpassung an den Klimawandel.

*Vortragende(r)

7.3 KLIMAWANDEL VERSTÄRKT BODENFEUCHTEDÜRREN IN EUROPA.

Stephan Thober*, Luis Samaniego, Rohini Kumar, Oldrich Rakovec, Andreas Marx

Zusammenfassung

Die globale Erwärmung trägt zur Intensivierung von Bodenfeuchtedürren bei, welche substantielle ökonomische und ökologische Schäden verursachen. Bisher ist wenig über die Auswirkungen unterschiedlicher Erwärmungsgrade (d. h. 1.5, 2 und 3 K) und ihre jeweiligen Unsicherheiten bekannt. Schlüsselcharakteristiken von Dürren sind die Andauer, absolute Trockenheit und räumliche Ausbreitung. In dieser Studie untersuchen wir die Auswirkungen der Erderwärmung von 1-3K auf Bodenfeuchtedürren in Europa. Dies erlaubt es, die Auswirkungen einer Begrenzung der Erderwärmung auf 1.5 Grad, welche in dem Pariser Klimaabkommen von 2015 als Ziel formuliert wurde, zu verstehen. Hochauflösende, hydrologische Simulationen mit vier hydrologischen Modellen wurden erstellt, um die erste gesamteuropäische Quantifizierung zukünftiger Dürreereignisse in einer räumlichen Auflösung von 5 km vorzunehmen. Die vier hydrologischen Modellen sind mHM, Noah-MP, PCRGLOBWB, VIC, welche mit täglichen meteorologischen Daten von fünf CMIP5 Klimamodellen (GFDL-ESM2M, HadGEM2-ES, IPSL-CM5A-LR, MIROC-ESM-CHEM, NorESM1-M) unter drei repräsentativen Konzentrationsverläufen (RCPs: 2.6, 6.0, und 8.5) angetrieben wurden. Das Multimodellensemble enthält somit 60 Simulationsläufe. Diese Studie ist im Rahmen des EDgE-Projekts (edge.climate.copernicus.eu, gefördert durch Copernicus-Klimaservice gefördert) und des HOKLIM-Projekt (www.ufz.de/hoklim, gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung) durchgeführt wurden. Die Ergebnisse zeigen, dass ohne eine Anpassung an den Klimawandel die räumliche Ausbreitung der größten Dürren bei einer globalen Erwärmung von 3 K um 40% ($\pm 24\%$) höher ist als bei 1.5 K, wodurch 42% mehr Menschen betroffen wären. Die Ausbreitung der Dürren ist regional sehr unterschiedlich mit den stärksten Anstiegen im mediterranen Raum, wo bei einer Erderwärmung von 3 K im Mittel 7 Monate pro Jahr eine Dürre auftritt. Die Andauer von Dürren verdreifacht sich bei einer Erderwärmung von 3 K im Vergleich zu 1.5 K. Ein Ereignis wie die Dürre von 2003 wird bei einer Erderwärmung von 3 K doppelt so häufig auftreten. Die Anpassung an den Klimawandel wurde durch die Neuberechnung der Schwellenwerte unter zukünftigen Erderwärmungen simuliert. Trotzdem nimmt die Bodenfeuchte bei einer Dürre unter 3 K um bis zu 8% ab, was einer Reduktion der Bodenfeuchte von bis zu 35 lm^{-2} entspricht. Dieser Rückgang ist vergleichbar mit dem Bodenwasserdefizit während der Dürre von 2003. Folglich ist jedes Ereignis dieser Größenordnung in Europa zu klein, um in einer 3 K Zukunft als Dürre eingestuft zu werden. Unsere Ergebnisse zeigen, dass Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel nötig sind, um zukünftige Trockenheit in Europa bewältigen zu können.

*Vortragende(r)

7.4 BEITRAG VON WALDFLÄCHEN ZUR SICKERWASSERBILDUNG IN NIEDERSACHSEN.

Bernd Ahrends, Johannes Sutmöller, Paul Schmidt-Walter, Henning Meesenburg*

Zusammenfassung

Wälder üben einen ausgleichenden Einfluss auf den Gebietswasserhaushalt aus und tragen mehr als die meisten anderen Landnutzungsformen zu einer guten Qualität von Gewässern bei. Gleichzeitig sind Sickerwasserrate und Grundwasserneubildung unter Wald in der Regel aufgrund der höheren Verdunstung von Wäldern geringer als unter anderen Landnutzungen. Für die Planung von wasserwirtschaftlichen Maßnahmen (z.B. Wassergewinnung, Gewässerunterhaltung) ist daher eine möglichst präzise Schätzung des Beitrags von Waldflächen zur Sickerwasser- und Grundwasserneubildung wünschenswert. Mittels des TUB-BGR-Verfahrens wurden für die flächenhaft wichtigsten Landnutzungen Ackerland, Grünland und Wald die jährlichen Sickerwasserraten im Zeitraum 1981 bis 2010 für Niedersachsen geschätzt. Die forstliche Nutzung wird nach Laubwald, Mischwald und Nadelwald unterschieden. Der empirische TUB-BGR-Ansatz wurde für die Waldflächen mit dem prozessorientierten hydrologischen Modell LWF-Brook90 überprüft. Die markantesten Differenzen resultieren aus der fehlenden Parametrisierung für unterschiedliche Nadelwaldtypen (Kiefer vs. Fichte) in TUB-BGR. Unter aktuellen klimatischen Bedingungen ergibt sich für Wald gegenüber Grünland eine um ca. 60 mm, gegenüber Ackerland um ca. 120 mm geringere Sickerwasserrate. Inwieweit sich diese Unterschiede unter zukünftigen klimatischen Bedingungen verschieben werden, wird mittels Klimaprojektionen für verschiedene Emissionsszenarien geprüft. Die Ergebnisse können beispielsweise genutzt werden, um die zukünftige Verfügbarkeit von Wasserressourcen und die hydrologische Wirksamkeit von Landnutzungsänderungen (z.B. Aufforstung von landwirtschaftlich genutzten Flächen, Waldumbau) abzuschätzen.

*Vortragende(r)

SESSION 8: MESSEN, MODELLIEREN UND MANAGEN – WASSERBEWIRTSCHAFTUNG II

8.1 STORYLINES VON KLIMA- UND LANDNUTZUNGSÄNDERUNG UND DEREN EINFLUSS AUF DEN WASSERHAUSHALT IM GEBIRGE – EINE SYNTHESE AUS MESSKAMPAGNEN, STAKEHOLDERWORKSHOPS UND MODELLIERUNGEN.

Kristian Förster*, Herbert Formayer, Florentin Hofmeister, Thomas Marke, Gertraud Meißl, Imran Nadeem, Markus Schermer, Marcel Siegmann, Rike Stotten, Ulrich Stras-ser

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag fasst die Ergebnisse eines interdisziplinären Forschungsprojekts zusammen, welches die komplexen Wechselwirkungen von Klima, Gesellschaft und Landnutzung integrativ untersucht und quantifiziert. Das Untersuchungsgebiet ist das 322 km² große Brixental in Tirol (Österreich). Auf Grundlage von qualitativen ExpertInneninterviews und einer quantitativen Befragung der WaldbesitzerInnen wurden mögliche zukünftige Entwicklungen der Landnutzung unter bestimmten gesellschaftlichen und klimatischen Rahmenbedingungen erarbeitet. Die daraus entwickelten Storylines wurden in einem ersten Stakeholderworkshop mit lokalen Akteurinnen und Akteuren diskutiert und adaptiert. Diese kombinierten Storylines von Klima- und Landnutzungsänderung wurden in Serien von Landnutzungskarten für das Wasserhaushaltsmodell WaSiM „übersetzt“. Das Modell wurde zugleich noch um eine Schnee-Interzeptionskomponente erweitert, um den Wechselwirkungen zwischen Schneebedeckung und Vegetation modelltechnisch besser Rechnung tragen zu können. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund unterschiedlicher möglicher Waldbewirtschaftungsformen und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt von zentraler Bedeutung im Projekt. Um die Modellentwicklungen mit Beobachtungen vergleichen und validieren zu können, wurde zu Beginn des Projekts ein Messnetz von Low-Cost-Sensoren eingerichtet, welches die landnutzungsbedingte Variabilität der Schneebedeckung räumlich und zeitlich erfasst. Langzeitsimulationen des Wasserhaushalts mit dem erweiterten Modell zeigen, dass verschiedene Waldbewirtschaftungsformen bei gleichen Klimarandbedingungen Differenzen der mittleren Abflussspende von bis zu 25% gegen Ende des 21. Jahrhunderts bewirken können. Durch das Auflassen landwirtschaftlich genutzter Flächen, insbesondere von Almen, und der damit einhergehenden Zunahme von Waldflächen kann die klimabedingte Zunahme der Trockenheit aufgrund der erhöhten landnutzungsbedingten Verdunstung im Sommer und Sublimation im Winter verstärkt werden. Diese Ergebnisse wurden im Zuge eines weiteren Stakeholderworkshops den Akteurinnen und Akteuren vorgestellt, um Grundlagen für Entscheidungsunterstützungen vor dem Hintergrund möglicher zukünftiger Entwicklungen aufzeigen zu können.

*Vortragende(r)

8.2 WAHRNEHMUNG UND UMGANG MIT UNSICHERHEITEN IN DEN M³ BEREICHEN – EINE META-STUDIE ÜBER STRATEGIEN ZUR INTEGRATION VON UNSICHERHEITEN IN ENTSCHEIDUNGSPROZESSE.

Britta Höllermann*, Mariele Evers

Zusammenfassung

Klimawandel und -variabilität, sozio-ökonomischer Wandel mit seiner Dynamik und Interaktion sind eine große Herausforderung für das vorrausschauende und nachhaltige Wassermanagement. Der sozio-hydrologische Wandel erfordert oftmals Entscheidungen unter großer Unsicherheit zu treffen. Diese Unsicherheiten betreffen die Bereiche Messen, Modellieren und Managen. Aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen der drei Arbeitsbereiche gehen wir jedoch davon aus, dass die Wahrnehmung und der Umgang mit Unsicherheiten in diesen M³ Bereichen variieren.

Grundlage der Analyse bildet eine Expertenerhebung mit 20 PraxisakteurInnen aus der deutschen Wassermanagement Community. Die semi-strukturierten Experteninterviews wurden innerhalb der letzten 3 Jahre geführt und fokussieren sich auf die Erfahrung und Expertise der AkteurInnen im Bereich Wassermanagement und auf ihre Strategien zum Umgang mit Unsicherheiten in Planungs- und Entscheidungsprozessen. Befragt wurden ExpertInnen aus Ministerien, Landesämtern, Wasserverbänden und Privatwirtschaft. Hierbei wurde auch zwischen AkteurInnen unterschieden, die entweder mit wasserwirtschaftlichen Grundlagen, operativem oder strategischem Management beschäftigt sind und somit unterschiedliche Entscheidungskompetenzen und Rahmenbedingungen erfahren. Basierend auf diesen Interviews wurden Unsicherheitskriterien entwickelt, die Strategien von PraxisakteurInnen im Umgang mit Unsicherheit widerspiegeln. Mit Hilfe eines Ansatzes aus der qualitativen Systemanalyse wurde ein Influence und Causal Loop Diagram zur Visualisierung dieser diversen Strategien am Fallbeispiel Talsperrenmanagement entwickelt. Weiterer Fokus liegt auf der Variabilität der Akteure und ihrer Strategien in den M³ Bereichen sowie auf der Abhängigkeit der Unsicherheitskriterien vom zu betrachtenden Management Zeitraum.

Die Implikationen für den Transfer von Unsicherheitsinformationen sowie die Integration von Unsicherheiten in finale Entscheidungsprozesse werden aufgezeigt. Anhand der Analyse und Entwicklung von Unsicherheitskriterien, die die diversen Strategien von Praxisakteuren im Umgang und der Integration von Unsicherheiten abbilden, trägt diese Meta-Studie zu einer transparenten und strukturierten Kommunikation zwischen den Akteuren der M³ bei und bildet die Basis für eine nachhaltige Integration von Unsicherheiten in Entscheidungsprozesse.

*Vortragende(r)

8.3 DATENBESCHAFFUNG SOWIE AUFBAU UND INTEGRATION EINES HYDRO(GEO)LOGISCHEN MODELLSYSTEMS IN DIE ALLTÄGLICHEN WASSERWIRTSCHAFTLICHEN PLANUNGSAUFGABEN NATIONALER UND REGIONALER WASSERBEHÖRDEN IN BRASILIEN.

Saskia Schimmelpfennig* , Günter Meon, Hans Matthias Schöniger, Florian Walter, Gerhard Gerold, Bernd Rusteberg, Cristiano Almeida

Zusammenfassung

Das in deutsch-brasilianischer Kooperation durchgeführte multi-disziplinäre Forschungsvorhaben BRAMAR des BMBF ist auf die Beispielregion Paraíba fokussiert. Ziel ist es durch die Integration regionaler hydro(geo)logischer Modellsysteme wasserwirtschaftliche Strategieentwicklung zu erleichtern, Wasserressourcen effizient zu nutzen und die Region nachhaltig zu entwickeln. Der Einsatz hydro(geo)logischer Modellsysteme als interdisziplinäres Planungsinstrumentarium für Dürre- und Hochwassermanagement sowie zur Sicherung von Bewässerungs- und Trinkwasserversorgung soll konkret am Beispiel des Flusssystems Paraíba - Gramame diskutiert werden. Das Flusssystem steht hierbei als Beispiel für eine typische semiaride Region im Nordosten Brasiliens, die zunehmend von Wasserknappheit durch Übernutzung der Wasserressourcen und unzureichender Abwasserbehandlung betroffen ist. Das regionale hydrologische Modell wurde auf Planungsebene für ein ca. 20.500 km² großes Flusseinzugsgebiet entwickelt und validiert. Für einen ca. 1.000 km² großen Küstenstreifen besteht zudem eine lose Kopplung mit einem dreidimensionalen Grundwasserströmungsmodell. Die Modelle verdeutlichen die Schwierigkeiten bei der Quantifizierung des Abflussregimes des stark anthropogen überprägten Einzugsgebietes sowie die strukturellen Defizite der hydrometeorologischen Messnetze. Für die Entwicklung und den Betrieb eines modellgestützten, nachhaltigen wasserwirtschaftlichen Managementsystems werden zuverlässige hydrometeorologische Daten benötigt. In diesem Beitrag wird zunächst der Weg von der Bestandsaufnahme der vorhandenen Messnetze, der Analyse der verfügbaren Daten und ihrer Qualität, der Planung und Umsetzung der Rehabilitation und Erweiterung der Messnetze bis hin zur hydro(geo)logischen Modellierung beschrieben. Durch die Überführung des Modellsystems in die alltägliche Praxis der nationalen und regionalen Wasserbehörden soll die wissenschaftliche Kooperation langfristig gesichert und die Wasserbehörden nach Projektabschluss weiterhin unterstützt werden. Nach erfolgreicher Implementierung für die Beispielregion wäre eine Übertragung auf weitere Bundesstaaten sowie eine Anpassung an den regionalen Bedarf möglich. Der Schritt der Implementierung ist aktuell in der Umsetzung, wobei technische Möglichkeiten der hydro(geo)logischen Modellsysteme mit dem regionalen wasserwirtschaftlichen Bedarf abgestimmt werden müssen sowie Vernetzungsmöglichkeiten und Kopplungen zwischen Modellsystem und existierenden Datenbanken analysiert werden müssen.

*Vortragende(r)

8.4 AN APPLICATION OF THE '3 MS' IN A LARGE RIVER BASIN WITH MIXED LAND-USE IN PORTUGAL.

Daniel Hawtree* , Stefan Julich, Karl-Heinz Feger

Zusammenfassung

The Vouga River basin covers a large portion of the region of north-central Portugal, and is an important source of a number of hydrologic ecosystem services (HES), including the provision of water for municipal supplies, aquifer recharge, and several important aquatic ecosystems. The provision of these HES is affected both positively and negatively by different land-cover types and land-use decisions made in this basin. Understanding both the current driver affecting HES provision and how this could change under various alternative scenarios is critical for river basin management. However, this representation is challenged by a lack of available measurement data, and by the complexities inherent in modeling any large, complex river basin. This presentation presents how these challenges were addressed within the context of the '3 Ms' (Messen, Modellieren, Managen). First, new methods were tested and applied to try to maximize the utility of the relatively scarce available measured data (Messen). These methods were applied to historical streamflow records, which are assessed in the context of large-scale land-cover change; and to current water quality data, which are assessed in the context of intensive agricultural activities. The application of these methods indicate that even with limited data, useful informational content and process understanding could be derived. This information is then applied to an eco-hydrologic modeling application (Modellieren), through a multi-criteria model calibration of the 'Soil and Water Assessment Tool' (SWAT). SWAT is used to generate projections from a range of alternative land-use and management options, both in agricultural and forest dominated portions of the Vouga basin. An examination of these alternative model projections provide useful information in the context of river basin management, by indicating the relative trade-offs between different land-cover / land-use options (Managen). This analysis highlights the benefits, negative impacts, and points of inefficiency in both the status quo and potential alternative scenarios.

*Vortragende(r)

SESSION 9: MESSEN UND MODELLIEREN – HOCHWASSER

9.1 DIE NUTZUNG HYDROLOGISCHER STANDARD DATEN FÜR EINE KAUSALE INFORMATIONSERWEITERUNG IN DER HOCHWASSERREGIONALISIERUNG.

Andreas Schumann*, Svenja Fischer

Zusammenfassung

Obwohl Hochwasserereignisse durch eine Vielzahl von Prozessen und Interaktionen zwischen dem Niederschlag, dem Einzugsgebiet, dem Gewässernetz und anthropogenen Einflussfaktoren geprägt werden, beschränkt sich die Hochwasserstatistik in der Regel auf die Verwendung von Jahreshöchstabflüssen. Eine Grundvoraussetzung der Statistik, eine homogene Stichprobe, wird damit nicht erfüllt. Da in der Regel lange Zeitreihen ausgewertet werden, stellt sich die Frage, inwieweit Standardinformationen über Abflüsse im Zusammenhang mit der saisonalen Statistik zur kausalen Informationserweiterung genutzt werden können. Das Ziel besteht dabei darin, die Aussagefähigkeit hochwasserstatistischer Analysen im regionalen Kontext zu verbessern und hydrologische Kenntnisse in die statistisch dominierte Regionalisierung einzubringen. Dabei wird berücksichtigt, dass insbesondere Daten aus der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts nicht mit der gleichen zeitlichen Auflösung bereitstehen, wie dies heute mit modernen Messnetzen möglich ist. In diesem Beitrag werden deshalb allgemein verfügbare Abflusswerte (Tageswerte und Monatshöchstabflüsse) genutzt, um am Beispiel der Harzregion in Sachsen-Anhalt die Aussagefähigkeit regionaler statistischer Analysen zu erhöhen. Diskutiert werden dabei insbesondere die Möglichkeiten zur Berücksichtigung folgender Einflussfaktoren und Randbedingungen: Saisonalität der Hochwasser, Unterschiede in den Hochwassertypen, zeitlich veränderliche Datenunsicherheiten und Unterschiede zwischen extremen und „normalen“ Hochwasserereignissen. Ein Bezug zu den Zielsetzungen und Ansätzen der DFG-Forschergruppe „SPATE- Space-Time-Dynamics of Extreme Floods“ wird hergestellt.

*Vortragende(r)

9.2 KORREKTUR VON RADARREGENDATEN IN ECHTZEIT ALS BELASTUNGSGRÖSSE FÜR NIEDERSCHLAG-ABFLUSS-MODELLE.

Stefan Krämer*, Daniel Fitzner

Zusammenfassung

In der Hydrologie werden raum-zeitlich hochaufgelöste Niederschlagsinformationen in Echtzeit benötigt. C-Band-Radardaten des DWD sind geeignet, diese Information bereitzustellen. Radar abgeleitete Niederschlagsdaten unterschätzen das Regengeschehen jedoch systematisch aufgrund physikalischer Einflüsse, u. a. Radom- und Radarsignaldämpfung sowie Umrechnung der Radarreflektivität in die Regenintensität. Diese Einflüsse wirken sich hochgradig nicht linear auf die räumliche Radarmessung aus, so dass eine Korrektur der Daten für die Verwendung in Niederschlag-Abfluss-Modellen notwendig ist. Die Vorgehensweise der Anpassung der Radardaten mit Bodenmessungen ist unzureichend: • Die verfügbare Bodenmessnetzdicke reicht für eine Anpassung nicht aus, da Regenstrukturen, hervorgerufen durch lokale Konvektion, kleinräumige Ausdehnungen von 8-16 km² aufweisen. • Niederschlagsprozesse sind auf der Mikroskala (< 2 km) räumlich und zeitlich hochvariabel; Bodenmessungen auf dieser Skala zeigen mittlere Abweichungen von 20% und sind nicht repräsentativ für die Radarmessung in der Atmosphäre. • Die Ableitung von Anpassungsfaktoren zwischen Radar- und Regenschreiberbeobachtung erfordert Integrationszeiträume von 30 – 60 Minuten, u.a. zur Berücksichtigung des Zeitversatzes zwischen der Radar- und Bodenmessung. Hinzu kommen räumliche Drifteffekte infolge von Wind. Die Alternative ist eine systematische Korrektur der genannten physikalischen Einflüsse auf die Radarmessungen wie folgt: 1. Behandlung von Störechos 2. Korrektur der Radomdämpfung für Zeitschritte, in denen der Radarstandort überregnet wird. 3. Korrektur der Radarsignaldämpfung entlang der Strahlausbreitung infolge Regen. 4. Umrechnung der Radarreflektivität (Z) in die Zielgröße Regenintensität (R) durch standardisierte, ereignischarakteristische R-Z –Beziehungen und deren räumliche Zuweisung. 5. Raum- zeitliche Interpolation der 5-minütlichen Radardaten auf 1-minütliche Radarmatrizen mittels Methoden des optischen Flusses. Die skizzierte Vorgehensweise ermöglicht eine Korrektur der Radarregendaten in Echtzeit. In Verbindung mit einer Anpassung an Bodenmessdaten (BIAS-Korrektur) weisen die korrigierten Radarregendaten eine hohen Güte auf, d.h. die Abweichungen zwischen Radar- und Regenschreibermessungen sind geringer als die Unsicherheit der Regenschreiberbeobachtung auf der Mikroskala (< 20 %). Eine über die Korrektur hinausgehende, räumlich differenzierte Anpassung der Radardaten an Bodenmessdaten mit geostatistischen Verfahren (Regression-Kriging) zeigt nur dann wesentliche Verbesserungen, wenn die Radarmessung durch besondere Einflüsse (vollständige Signalsättigung, Bright-Band, Hagel) beeinflusst ist. Das skizzierte Korrekturverfahren und die erzielten Ergebnisse werden auf der Grundlage von charakteristischen Regenereignissen dargestellt und Unterschiede zu Anpassungsverfahren, hier RADOLAN-RW Produkt des DWD, aufgezeigt. Es resultieren Hinweise für die Anwendung von Radardaten in Niederschlag-Abfluss-Modellen.

*Vortragende(r)

9.3 NICHT JEDES HUNDERTJÄHRLICHE NIEDERSCHLAGSEREIGNIS GENERIERT ABFLUSS – ERFAHRUNGEN AUS GROSSSKALIGEN STARKREGENVERSUCHEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG.

Fabian Ries*, Lara Kim, Andreas Steinbrich, Markus Weiler

Zusammenfassung

Angesichts der Serie extremer Starkregenereignissen 2016 in Süddeutschland ist die Gefahr durch räumlich begrenzte Sturzfluten infolge von extremen Niederschlagsereignissen verstärkt in den Fokus der öffentlichen Wahrnehmung gerückt. Durch den voranschreitenden Klimawandel und den steigenden Siedlungsdruck in einigen Gebieten ist mit einer Häufung vergleichbarer Ereignisse und damit einem erhöhten Schadenspotential in der Zukunft zu rechnen. Starkregen führt als kleinräumiges meteorologisches Ereignis zu hydrologischen Phänomenen, die mit der Hochwasserentstehung auf der Skala größerer Einzugsgebiete nicht unmittelbar zu vergleichen ist. Gleichzeitig liegen nur sehr wenige detaillierte Beobachtungen zur Abflussbildung bei extremen Starkregen vor und durch das meist sehr lokale Auftreten der Ereignisse ist eine Einschätzung oder gar Vorhersage der zu erwartenden Abflussreaktionen und der damit verbundenen Gefahren in kleinen Einzugsgebieten nur begrenzt möglich. In dieser Studie wurde unter Verwendung einer mobilen Großberegnungsanlage über 130 Starkregenversuche an 23 Wiesen- und Ackerstandorten auf allen relevanten Bodenarten in Baden-Württemberg realisiert. Dabei wurden standortspezifische 100-jährliche Niederschlagsereignisse mit einer Dauer von 15 Minuten bis zu einer Stunde, als auch konstante in Baden-Württemberg maximal beobachtete Niederschlagsmengen während einer und drei Stunden simuliert. Das Hauptziel der Studie lag in der Untersuchung der zeitlichen Abflusssdynamik und der Identifizierung dominanter Abflussprozesse in Abhängigkeit lokaler Standortparameter. Neben der Niederschlagsverteilung wurden daher der Oberflächen- und Zwischenabfluss, die Bodenfeuchte, die Bildung temporärer Sättigungsflächen als auch die Sedimentfracht in zeitlich hoher Auflösung gemessen. An den meisten Standorten konnte ein einstündiger Versuch zunächst unter trockenen und darauf folgend unter feuchten Vorbedingungen realisiert werden. Ungeachtet der hohen Niederschlagsintensität der simulierten 100-jährlichen Ereignisse (40 bis 70 mm/h) konnte unter trockenen Vorbedingungen bei weniger als der Hälfte der Versuchsfelder eine Abflussreaktion festgestellt werden. Die Versuchsergebnisse zeigen aber andererseits auch eine große Variation der Abflussreaktion hinsichtlich zeitlicher Dynamik, Spitzenabfluss und Abflussbeiwert in Abhängigkeit unterschiedlicher Standorteigenschaften. Neben dieser Analyse fanden die Experimente schließlich Eingang in das prozessbasierte Abflussmodell RoGeR. Finales Ziel ist die Validierung des Modells und eine flächenhafte Quantifizierung von Oberflächenabflüssen und Abflussbeiwerten bei seltenen Starkregenereignissen für ganz Baden-Württemberg.

*Vortragende(r)

9.4 HYBRIDE PHYSIKALISCHE UND DATENGETRIEBENE GRUNDWASSERMODELLE ZUR REDUZIERUNG DER MODELLUNSICHERHEIT IN ECHTZEITVORHERSAGESYSTEMEN.

Alexander Renz*, Patrick Keilholz, Giovanni Firmani, Robin Marc Dufour, Johanna Zwinger

Zusammenfassung

Datenbasierte Modelle haben in der jüngeren Vergangenheit zunehmende Verbreitung gefunden. Nicht zuletzt ist dies auf die Erfolge mit neuronalen Netzwerken zurückzuführen, welche sich in nur kurzer Zeit zu einer Standardanwendung im Ingenieurwesen entwickelt haben. Anwendungen in der Umweltströmungsmechanik konnten bereits zeigen, dass Datenmodelle regelmäßig eine im Vergleich zu physikalischen Modellen höhere Genauigkeit erreichen. Gleichzeitig ermöglichen diese Methoden aufgrund ihres deutlich kleineren Rechenaufwandes Anwendungen für Steuerungs- und Überwachungssysteme, welche eine Modellierung in Echtzeit erfordern. Kritik an der Methode wird von Seiten der klassischen Umweltströmungsmechanik geübt. Die Zuverlässigkeit von Datenmodellen hängt nicht nur vom Umfang, sondern auch von der Repräsentativität und Güte des eingesetzten Trainingsdatensatzes ab. Defizite sind hier oft nicht sofort erkennbar, was zu einem unvorhergesehenen Versagen des Modells führen kann. Dies lässt den Schluss zu, dass physikalische Modelle zwar insgesamt weniger genau, dafür aber verlässlicher sind. Insbesondere bei sicherheitsrelevanten Anwendungen wie Hangsicherheitsberechnungen im Bergbau sind Datenmodelle daher problematisch. Als Konsequenz dieser Diskussion werden datengetriebene und physikalische Modelle meist als alternative, konkurrierende Ansätze wahrgenommen. Bei einer direkten Gegenüberstellung beider Methoden kann dabei gezeigt werden, dass sie sich weitestgehend komplementär Verhalten, die Schwächen des einen Ansatz also den Stärken des anderen entspricht, und umgekehrt. Dieser Beitrag soll hingegen Wege aufzeigen, wie beide Ansätze zusammengeführt werden können, wobei die die Schwächen der jeweils anderen Methode kompensiert werden. Gezeigt wird dies am Anwendungsbeispiel eines für den Bergbau und das Grundwassermanagement entwickelten Grundwasserüberwachungssystems. Dieses verwendet Telemetrie- und SCADA-Systeme zur kontinuierlichen Erfassung von Messdaten. Mittels dieser Daten werden Datenmodelle trainiert, welche die Messwerte plausibilisieren, Messlücken schließen und kurzfristige Vorhersagen treffen. Die so erhaltenen Ergebnisse werden im Anschluss mit denen eines physikalischen (hier numerischen) Grundwassermodells verschmolzen. Auf diese Weise wird basierend auf beiden Datenquellen auf einen Systemzustand (z.B. Wasserspiegellage, Wasserqualität, Porenwasserdruck) geschlossen, welcher unter Berücksichtigung aller zur Verfügung stehenden Datenquellen dem besten Wissen entspricht. Dieser zeichnet sich durch eine exakte Wiedergabe der gemessenen Pegeln, als auch durch eine physikalisch plausible Verteilung aus. Da diese Berechnung in Echtzeit erfolgt, informiert die Software angeschlossene Nutzer kontinuierlich über verschiedene Schnittstellen (Web-portal, mobile Endgeräte) über relevante Änderungen.

*Vortragende(r)

SESSION 10: MESSEN, MODELLIEREN UND MANAGEN – WASSERGÜTE

10.1 EINFLUSS DER LANDNUTZUNG AUF LANGJÄHRIGE NITRATTRENDS IN EINEM TRINKWASSERTALSPERRENEINZUGSGEBIET (THÜRINGEN).

Michael Rode*, Remi Dupas, Andreas Musolff, Seiffedine Jomaa, Dietrich Borchardt

Zusammenfassung

Der Einfluss der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung auf die Nitratfrachten der Fließgewässer ist noch nicht völlig verstanden. Trotz erheblicher Anstrengungen zur Reduzierung der Nitratbelastungen zeigen sich häufig nur geringfügige Änderungen in den Nitratkonzentrationen von Fließgewässern. Um diese eingeschränkte Reaktion zu untersuchen, wurde die Nitratdynamik in einem 100km² großen Einzugsgebiet der Trinkwassertalsperre Zeulenroda in Thüringen analysiert. Hierzu wurden sowohl langjährige als auch zeitlich sehr hoch aufgelöste Daten (10 Minuten-Werte) der Jahre 2005-2006 ausgewertet, um Perioden mit hohem Auswaschungspotential zu identifizieren und diese mit der landwirtschaftlichen Landnutzung zu verbinden. Dynamisch-Harmonische-Regressions-Zeitreihenanalysen über 32-Jahre (1982 – 2014) zeigen dass a) der langjährige Trend der Nitratkonzentration eng mit dem des Abflusses verbunden war, was einen starken Einfluss der Hydrologie auf die Nitratkonzentration nahelegt, sodass Klima- und Witterungseinflüsse den Einfluss von Bewirtschaftungsmaßnahmen überlagern können; 2) ein deutlicher saisonaler Einfluss mit hohen Nitratkonzentrationen im Winter und niedrigen Konzentrationen im Sommer besteht, was mit dynamischen Konzentrationsverläufen im Boden und der vadosen Zone erklärt werden kann und 3) ein deutlicher Übergang von chemodynamischem zu chemostatischem Verhalten im Einzugsgebietes in den vergangenen Jahrzehnten besteht, was eine langfristige Homogenisierung von Nitratkonzentrationen im Untergrund anzeigt. Die Studie zeigt, dass ein verbessertes kausales Verständnis der Nitratdynamik über Zeitskalen nur dann erzielt werden kann, wenn langjährige Zeitreihen mit zeitlich hochaufgelösten Messreihen zusammen analysiert werden. Die Ergebnisse legen gemeinsame Anstrengungen von Behörden, welche oft über langjährige Zeitreihen verfügen, und kurzzeitige wissenschaftliche Untersuchungsprogrammen zur Aufklärung von Nitratbelastungen in Flusseinzugsgebieten nahe.

*Vortragende(r)

10.2 HERAUSFORDERUNGEN BEI DER ENTWICKLUNG EINES MODELLBASIERTEN MANAGEMENTSYSTEMS FÜR DIE WASSERQUALITÄT EINES TIDEGEPRÄGTES EINZUGSGEBIETES IN EINEM SCHWELLENLAND.

Stephanie Zeunert*, Huyen Le, Malte Lorenz, Günter Meon

Zusammenfassung

Seit der wirtschaftlichen Öffnung ab ca. 1990 haben sich die Umweltbedingungen in Vietnam durch die fortlaufende Ansiedlung von Industrie- und Gewerbebetrieben entlang vieler Flüsse und in Küstenzonen erheblich verschlechtert. Auch im Thi-Vai-Ästuar, gelegen in einer der Hauptentwicklungszonen in Südvietnam, haben zahlreiche anthropogene Einflüsse, insbesondere die Einleitung von ungenügend gereinigtem Abwasser, in der Vergangenheit zu einer starken Degradierung der Wasserqualität geführt. Die zunehmende Industrialisierung, die rasche Bevölkerungsentwicklung und damit einhergehende Landnutzungsveränderungen im Einzugsgebiet werden zu einer Verstärkung des Problems führen. Nachhaltige Umwelttechnologien, zum Beispiel für die integrierte Oberflächen- und Grundwasserbewirtschaftung und für die kommunale und industrielle Abwasserreinigung stehen oft nicht zur Verfügung. Entscheidungsträgern fehlen häufig Planungsinstrumentarien zum Betreiben einer integrierten und nachhaltigen Wasserwirtschaft. Im Rahmen des BMBF-Verbundprojektes EWATEC-COAST, koordiniert durch die TU Braunschweig, wurde für das Einzugsgebiet des Thi-Vai-Ästuars daher ein modellbasiertes Wassermanagementsystem (WAMS) entwickelt, das den lokalen Behörden die Möglichkeit gibt, Quellen und Belastungsschwerpunkte zu lokalisieren, zukünftige Entwicklungen der Wasserqualität abzuschätzen und darauf aufbauend das Management des Einzugsgebietes und der Industriezonen zu verbessern. Hierzu wurde aufgrund kaum vorhandener hydrologischer Daten und Wasserqualitätsdaten zunächst ein Monitoringprogramm für das Thi-Vai-Einzugsgebiet entwickelt und durchgeführt. Die aufgenommenen Daten dienen zur Kalibrierung des gekoppelten Modellsystems, welches Bestandteil des Wassermanagementsystems ist. Das gekoppelte Modellsystem besteht aus dem institutseigenen ökohydrologischen Modell PANTA RHEI-WQ, das zur Berechnung des Wasserhaushaltes und der Stofffrachten des Einzugsgebietes verwendet wird, sowie dem hydrodynamischen Wasserqualitätsmodell Delft3D, welches die Hydrodynamik und Wasserqualität im tidebeeinflussten Thi-Vai-Ästuar abbildet. Mit dem Wassermanagementsystem wurden anschließend mögliche Entwicklungsszenarien durchgeführt, die die Entwicklung der Wasserqualität und der Wassermenge des Ästuars in der Zukunft abschätzen. In diesem Beitrag wird im Rahmen der Projektvorstellung vor allem auf die Herausforderungen, die bei der Entwicklung eines solchen modellbasierten Managementsystems für die Wasserqualität und Wasserquantität in einem Schwellenland auftreten, eingegangen. Im Vergleich zu Industrieländern wird die Projektbearbeitung häufig durch zahlreiche Probleme erschwert, deren Lösung oft auch unkonventionelles Agieren erfordert. Anhand des Verbundvorhabens EWATEC-COAST wird beispielhaft gezeigt, welche Herausforderungen und Probleme sowohl während des Monitorings als auch während der anschließenden Entwicklung der Modelle und des Managementsystems auftreten und wie diese gelöst werden können.

*Vortragende(r)

10.3 ABFLUSSVERHÄLTNISS STEuern DIE RETENTION VON PESTIZIDEN UND HYDROLOGISCHEN TRACERN IN FEUCHTFLÄCHEN.

Jens Lange* , Jan Greiwe, Birgit Müller, Birte Hensen, Klaus Kümmerer, Oliver Olsson

Zusammenfassung

Bei verschiedenen Abflussverhältnissen untersucht das Projekt MUTReWa die Effizienz von Feuchtflächen hinsichtlich der Retention von Pestiziden und deren Transformationsprodukten (TP). Dabei wurden zwei Fungizide (Boscalid und Penconazol) und zwei Herbizide (Metazachlor und Flufenacet) als Zielsubstanzen ausgewählt. Als Untersuchungsobjekt diente ein Feuchtflächensystem, das aus drei unterschiedlichen Typen - ein geradliniger Gerinnelauf, eine Schilffläche und ein kleiner Teich – bestand. In Multitracerversuchen stellte Bromid die Hydraulik des Systems dar, während die Fluoreszenztracer Uranin und Resazurin als Proxies für den Abbau durch Licht und biochemische Prozesse dienten. Sämtliche Tracerdurchgänge wurden mit dem Stofftransportmodell OTIS simuliert und umfangreiche Monte-Carlo-Simulationen zur Parameterfindung eingesetzt. Zeitgleich wurde im Zeitraum 2016/2017 eine Input-Output-Beprobungen auf Pestizide und TP bei Basisabfluss und Ereignisabfluss durchgeführt. Unter Basisabflussbedingungen unterschied sich die Retention von Tracern in der Schilffläche nur geringfügig vom geradlinigen Gerinnelauf, wohingegen der Teich durch deutlich höhere Abbauraten charakterisiert war. Dort wurden vor allem im Sommer höhere Tracerverluste gemessen. Die Ergebnisse aus dem Monitoring der Pestizide ergaben durchweg geringe Konzentrationen und keine signifikante Retentionswirkung des Feuchtflächensystems. Ähnliches galt auch für die TP, deren Konzentration nur bei einer Stichtagsbeprobung am Output merklich zurückging. Bei Abflussereignissen lagen die Maximalkonzentrationen aller Pestizide um eine Größenordnung höher und zeitlich variable Abflüsse und Stoffkonzentrationen führten zu einer unterschiedlichen aber größtenteils wirksamen Retentionsleistung des Feuchtflächensystems. Bei 6 von 11 Ereignissen fand bei allen Substanzen eine Reduktion der Frachten statt, bei weiteren 4 von 11 zumindest für eine Einzelsubstanz. Bei den Maximalkonzentrationen fiel die Retentionsleistung noch günstiger aus (8 von 11, bzw. 3 von 11). Auch bei den eingespeisten Tracern stellte sich ein 10- bis 25-prozentiger Massenverlust ein. Allerdings wurde auch Remobilisierung von Pestiziden und TP gemessen, besonders deutlich war sie bei einem Starkregenereignis im feuchten Frühsommer 2016. Zu Basisabflussbedingungen war somit die Retentionswirkung gering, was vor allem auf eine konstante Belastung mit geringen Pestizidkonzentrationen zurückgeführt wurde. Bei Stoßbelastungen im Ereignisfall konnten Stoffe wirksamer zurückgehalten werden, allerdings war dann auch deren Remobilisierung möglich. Grundsätzlich bewegten sich die Verweilzeiten im untersuchten System in Bereichen von Minuten bis hin zu wenigen Stunden. So sind die Ergebnisse nicht mit denjenigen vieler künstlicher Feuchtflächen vergleichbar, die von ihrem Design her eher Pflanzenkläranlagen gleichen. Vielmehr lassen sich die Erkenntnisse auf natürliche Flussauen mit permanent oder periodisch überfluteten Bereichen anwenden.

*Vortragende(r)

10.4 EINFLUSS VON KLIMAÄNDERUNGEN AUF DAS SIMULIERTE UMWELTVERHALTEN DER FUNGIZIDE BOSCALID UND PENCONAZOL IN EINEM TYPISCHEN TERRASSIERTEN WEINEINZUGSGEBIET.

Dieter Vollert*, Maraike Denien, Klaus Kümmerer, Oliver Olsson

Zusammenfassung

Während Niederschlags-Abfluss Ereignissen im außergewöhnlich feuchtem Jahr 2016 wurden durch das Projekt MUTReWa die Fungizide Penconazol (max: 0,6 µg/L) und Boscalid (max: 8,4 µg/L) regelmäßig mit hohen Konzentrationen im Löchernbach (180 ha großes Weinanbau Einzugsgebiet im SW von Baden-Württemberg) gemessen. Durch den Klimawandel wird erwartet dass die Temperatur (+ 1.2 – 2.1 °C) und Niederschlagsmengen (+ 1 – 4 %) im Jahresmittel in der Region zunehmen. Ziel dieser Studie ist es daher den Einfluss des Klimawandels durch eine sich vorrausichtlich ändernde Wasserbilanz auf das Abflussverhalten und den damit verbunden Fungizid Austrag zu untersuchen und zu analysieren.

Dazu wurde im ersten Schritt der Fungizid-Export für Penconazol und Boscalid mithilfe des prozessbasierten, reaktivem Transports-, Einzugsgebietsmodells ZIN-AgriTra erfolgreich für den Spritzzeitraum 2016 simuliert (NSE von 0.8 für die Hydrologie und R² von 0.8 für den Stofftransport). Zur Charakterisierung der Klimaänderungen wurden die Emissions Szenarien A1B und B1 des Klimamodells ECHAM5-REMO ausgewählt. Die Modelleingangszeitreihen für Temperatur und Niederschlag wurden entsprechend der prognostizierten Klimaänderungen angepasst und sechs Simulationsszenarien (A1B und B1 jeweils nur mit einem Klimaparameter und in Kombination) entwickelt. Basierend auf den Ergebnissen der Szenario Simulationen wird der Einfluss der einzelnen Klimaparameter auf das Abflussverhalten, die Stoffkonzentrationen und -frachten der Fungizide ermittelt.

Die Simulationsergebnisse für die Kombination der Klimaparameter zeigen eine maximale Zunahme des Gesamtabflusses um 10% für das Szenario B1 und um 5% für das Szenario A1B im Vergleich zum Referenzzustand vom Jahr 2016. Durch erhöhte Niederschläge im Herbst bis Frühjahr steigt der Basisabfluss für das ganze Jahr, während im Sommer durch reduzierte Niederschlagsmengen die Abflussspitzen von einzelnen Ereignissen und der Oberflächenabfluss abnehmen. Die simulierten Konzentrationen von Boscalid zeigen einen Rückgang im Jahresmittel von 15% für das Szenario B1 und einen Rückgang um 20% für das Szenario A1B. Bei dem Konzentrationsverlauf über das Jahr ist keine Verschiebung erkennbar. Die Maximalkonzentration bei Einzelereignissen zeigt bei dem Szenario B1 dagegen einen Zuwachs um 20% und bei dem Szenario A1B keine Änderung. Die simulierte Stofffracht des Fungizid Austrages sinkt bei dem Szenario B1 um bis zu 5% und bei dem Szenario A1B um 15%.

Es konnte gezeigt werden, dass unter Verwendung eines EZG-modells und von Szenario Simulationen Informationen zu möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf die Abflussbildung wie auch auf den Pestizidaustrag bereitgestellt werden können. Diese Szenario Analyse liefert die Erkenntnis, dass mit einer Abnahme der Stofffracht für Penconazol und Boscalid mit einhergehender Zunahme der Maximalkonzentrationen zu erwarten ist. Maßnahmen zur Retention und Reduktion von Konzentrationsspitzen sind dabei weiterhin zu empfehlen.

*Vortragende(r)

SESSION 11: MESSEN, MODELLIEREN UND MANAGEN – BODENWASSERHAUSHALT

11.1 RAUM-ZEITKONTINUIERLICHE MODELLIERUNG DES BODENWASSERHAUSHALTS: PROGNOSE DER TROCKENSTRESSBEDINGTEN PRÄDISPOSITION VON FICHTENBESTÄNDEN FÜR BORKENKÄFERBEFALL.

Till Hallas*, Heike Puhmann, Horst Delb, Reinhold John

Zusammenfassung

Die Fichte (*Picea abies*) ist die anteilmäßig präsenteste sowie wirtschaftlich bedeutendste Baumart in deutschen Mittelgebirgen und wird diese Stellung noch über Jahrzehnte hinweg einnehmen. Infolge des Klimawandels werden sich jedoch durch prognostizierte steigende Temperaturen und in Häufigkeit und Intensität zunehmende Trockenperioden und Sturmereignisse ihre Wuchsbedingungen maßgeblich verschlechtern. Gleichzeitig werden ihre bedeutendsten biotischen Schädlinge, die rindenbrütenden Borkenkäfer, begünstigt. Der Buchdrucker (*Ips typographus*) neigt beispielsweise unter günstigen Bedingungen (d.h. warm-trockene Perioden und großes Brutraumangebot) zu Massenvermehrungen, infolgedessen er auch gesunde Fichten befallen und so Fichtenwälder großflächig zum Absterben bringen kann. Durch das von der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe geförderte Projekt „Verbesserte Abschätzung des Risikos für Buchdruckerbefall – Grundlagen für ein Prognosewerkzeug als Bestandteil des integrierten Waldschutzes (IPSPRO)“ soll das Management dieser gefährdeten Fichtenwälder verbessert und so Massenvermehrungen von Fichtenborkenkäfern effizient verhindert werden. Gesamtziel ist es, die aktuelle Gefährdungssituation durch Borkenkäfer in potenziell gefährdeten Fichtenbeständen mit hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung einzuschätzen, wobei das Gesamtrisiko als kombinierte Wahrscheinlichkeit von (a) Brutraumangebot, (b) Trockenstressprädisposition und (c) Borkenkäferabundanz ermittelt wird. Im bodenhydrologischen Teilprojekt (b) Trockenstressprädisposition werden repräsentative bodenhydrologische Messflächen im Nationalpark Schwarzwald eingerichtet. Anhand der im Wald gemessenen Daten werden durch ein bereits bestehendes Wasserhaushaltsmodell (LWF-Brook90) modellierte bodenhydrologische Größen auf Plausibilität hin überprüft und Risikoschwellen der Wasserverfügbarkeit definiert, bei deren Unterschreitung mit einer erhöhten Gefahr für Borkenkäferbefall zu rechnen ist. Auf Basis der Ergebnisse wird anschließend ein auf LWF-Brook90 aufbauendes, vereinfachtes Bodenwassermodell entwickelt, das mit geringeren Rechenzeiten tagesaktuell und standortsgenau die Wasserverfügbarkeit berechnet und die Unterschreitung von Risikoschwellen detektiert. Das entwickelte Modell wird in mehreren Testregionen (Nationalpark Sächsische Schweiz, Nationalpark Hunsrück, Thüringer Wald), die sich bezüglich ihrer Bedingungen und Datenverfügbarkeit (z.B. Boden, Hydrologie, Borkenkäferbefall) unterscheiden, überprüft und gegebenenfalls weiterentwickelt. Das validierte Bodenwassermodell wird abschließend mit den Teilmodellen für (a) und (c) in ein webbasiertes Prognosetool integriert, das eine tagesaktuelle und standortsgenaue Abschätzung des Befallsrisikos ermöglicht. Das Webtool erlaubt die dynamische Fokussierung des Borkenkäfermonitorings auf besonders gefährdete Fichtenwälder und hilft somit das Risiko einer unkontrollierten Massenvermehrung von Fichtenborkenkäfern auf ein Minimum zu reduzieren.

*Vortragende(r)

11.2 ZUR METHODOLOGIE DER VORUNTERSUCHUNGEN, PLANUNGEN UND UMSETZUNG VON MOORVERNÄSSUNGEN – ERFAHRUNGEN UND VORSCHLÄGE FÜR EINEN OPTIMALEREN UND HYDROLOGISCH FUNDIERTEREN PLANUNGSABLAUF.

Frank Edom*, Dmitrij Igorevi Isaev, Aleksej Aleksandrovi Vasil'evskij, Andrej Shunko, Oleg Zadorskij, Heike Stegmann, Ivan Adamovi Kornevi

Zusammenfassung

Vernässungen entwässerter Moore finden meist aus Gründen der Sicherung bzw. Wiederherstellung der Biodiversität sowie der Verringerung der Stoffausträge in Gewässer und die Atmosphäre (klimarelevante Gase) statt. Insbesondere für die Russische Föderation kommen als wesentliches Element noch die Vermeidung von klima- und gesundheitsschädlichen Torfbränden sowie die Vernässung der durch Torfbrände vergifteten Böden hinzu. Dabei wird durch die Art und Weise der Planungspraxis sowie die Akteure der (gut gemeinten) Moorvernässungen die Zielerreichung nicht immer gewährleistet bzw. ist naturwissenschaftlich oft gar nicht erreichbar. Oft werden zu wenig Planungszeit oder Finanzausstattung eingeräumt und oft auch nicht die zielführenden Untersuchungen und Planungsschritte beauftragt, so dass es jenseits der publizierten Literatur und positiv gefärbten Projektdarstellungen eine Reihe von Pannen, unbefriedigenden oder nur kurzfristigen Ergebnissen gibt. Hauptsächlich am Beispiel eines Flusstalmoores in der nördlichen Ukraina und vergleichend zu anderen Gebieten in Russland und Deutschland werden verschiedene Untersuchungs- und Planungsschritte sowie auch Negativerfahrungen dargestellt. Im Krjukova-Talmoor erfolgten die Auswertung von Meliorationsplanungen, mehrtägige Ortsbegehungen mit Bewertung aller wasserbaulichen Einrichtungen, geodätische Vermessung eines Talabschnittes einschließlich von Grabenlängs- und Querprofilen mit aktuellen Wasserstandslagen, Durchflussmessungen, Untersuchungen zum Sedimenttrieb, Berechnung von HW- und NW-Werten sowie Durchflussjahrgängen durch das sovjetische Analogie-Fluss-Verfahren, die Projektierung von Erddämmen durch die Methode nach VASIL'EVSKIJ, die Anwendung eines eindimensionalen Flussbett- und Auenmodells sowie eine expertenbasierte Ausweisung zukünftig gefluteter und landwirtschaftlich nutzbarer Bereiche. Obwohl das Ergebnis praktisch brauchbar ist, wirft es eine Reihe ungelöster Fragen auf. In anderen Gebieten erfolgen, je nach Erfahrungen regionaler Akteure und der einbezogenen Spezialisten, weitere oder gänzlich andere Planungsschritte, wie z.B. eine hydrogeologische und Torferkundung, ein Vorfeldmonitoring von Grundwasserständen, die Anwendung von Grundwasser- oder Wasserhaushaltsmodellen, hydromorphologischer Moormodelle, von Vegetations- oder Ökotopprognosen, die Abschätzung der Emission klimarelevanter Gase oder wassergetragener Stoffausträge. In Gesamtschau verschiedener Untersuchungs- und Planungsmethoden sowie Misserfolgen werden Anforderungen an einen optimalen räumlichen Betrachtungsraum, die hydrologisch relevante Raumstruktur formuliert. Es wird eine folgerichtige Abfolge von Untersuchungs-, Planungs- und Umsetzungsschritten, gegliedert in separat zu finanzierende Etappen, vorgeschlagen. Neben den organisatorischen Projektkoordinatoren wird der Einsatz von hydrologisch-moorkundlich erfahrenen Fachkoordinatoren empfohlen und ein Anforderungsprofil formuliert.

*Vortragende(r)

11.3 ERMITTLUNG DES MULTIFUNKTIONALITÄTSPOTENZIALS VON TECHNISCHEN FEUCHTGEBIETEN WELTWEIT.

Tamara Avellán, Kurt Brüggemann*, Néstor De la Paz Ruíz, Leon Zimmermann*

Zusammenfassung

80% des weltweiten Abwassers gelangt unbehandelt in die Umwelt und führt zur Abnahme der Wasserqualität. Die Vereinten Nationen streben einen universellen Zugang zur Sanitärversorgung an und möchten den Anteil unbehandelten Abwassers halbieren sowie seine sichere Wiederverwendung erhöhen. Technische Feuchtgebiete sind naturbasierte Lösungen, die zur Erreichung der Agenda 2030 beitragen können. Gegenwärtig gibt es wegen großer Datenlücken wenig Wissen über den Beitrag technischer Feuchtgebiete zur globalen Menge behandelten Abwassers. UNU-FLORES entwickelt derzeit eine globale Plattform über technische Feuchtgebiete. Sie besteht aus einer umfassenden Datenbank, einschließlich Systemeigenschaften und Leistungsparametern technischer Feuchtgebiete, und einer visuellen Schnittstelle, die die geografische Verteilung der Daten über ein WebGIS darstellt. Zusätzliche Funktionen umfassen (eventuell) Datenmanipulations-, Upload- und Download-Funktionen. Primäres Ziel ist es, die Abwassermenge zu ermitteln, die weltweit mit technischen Feuchtgebieten behandelt wird (Messen). Es ergeben sich folgende Managementmöglichkeiten: - Ermittlung generell gültiger, klima-/pflanzen-spezifischer Design-Kriterien durch Metaanalysen kombiniert mit Modellierungen - Finden des optimalen Gleichgewichts zwischen der Biomassenutzung für die Bioenergieproduktion und der Abwassernutzung für die landwirtschaftliche Bewässerung durch die verbesserte Abschätzung der Biomasseproduktion im Vergleich zur Verdunstungsrate - Verbesserung des Anlagenbetriebs durch Ermittlung des Optimalbereichs betrieblicher Kriterien, z.B. bezüglich hydraulischer Belastung und Nährstoffelimination

Um diese Ziele zu erreichen, führte das Team eine Nutzeranforderungsanalyse durch, die aus einer Vorstudie mit Experten und einer umfangreicheren globalen Online-Umfrage bestand. Die Ergebnisse der Vorstudie wurden verwendet, um eine auf Geonode basierende Plattform zu entwerfen und eine vorläufige Datenstruktur zu bestimmen, die aus etwa 40 Parametern bestand. Die Ergebnisse der globalen Umfrage wurden zur Verfeinerung der Datenstruktur und zur Anpassung der Plattformfunktionen verwendet. Daten für die Plattform wurden in erster Linie aus wissenschaftlicher Literatur gewonnen. Die Informationen wurden mithilfe eines halbautomatischen Ansatzes mit unterschiedlicher Suchsoftware extrahiert und manuell überprüft. Die extrahierten Informationen wurden dann in die Datenstruktur eingefügt, auf der Plattform hochgeladen und visualisiert. Die gesammelten Daten sollen mit den Möglichkeiten und Voraussetzungen verschiedener Computermodelle verglichen werden. Daraus soll sich eine Abschätzung des Potenzials der Simulation von technischen Feuchtgebieten im Hinblick auf den Aufwand und die Anforderungen an vorhandene Daten und Messprogramme ergeben. Schlussendlich wollen wir mit dieser Plattform alle Aspekte der Messung, Modellierung und Bewirtschaftung von Feuchtgebieten in einem multifunktionalen Kontext vorantreiben.

*Vortragende(r)

11.4 BEMESSUNG VON DEZENTRALEN VERSICKERUNGSELEMENTEN ZUR KOMBINIERTEN INFILTRATION VON REGEN- UND GEREINIGTEN ABWÄSSERN UNTER ZUHILFENAHME VON LABORVERSUCHEN UND NUMERISCHEN SIMULATIONSMODELLEN.

Falk Händel, Christian Engelmann, Thomas Fichtner, Peter-Wolfgang Gräber*, René Blankenburg, Claudia Kuke, Rudolf Liedl, Bernd Märtner

Zusammenfassung

Die dezentrale Reinigung von Abwässern ist in ländlichen Regionen oftmals gegenüber einer zentralen Variante im wirtschaftlichen Vorteil. In Gebieten ohne geeignete Vorflut wird die Entsorgung der dezentral gereinigten Abwässer zumeist über eine direkte Infiltration in den Untergrund mittels Versickerungselementen realisiert. Um einen effektiven Abbau von organischen und anorganischen Stoffen zu garantieren, muss der Standortwasserhaushalt in der oberen Bodenzone bereits bei der Planung berücksichtigt werden. Im Hinblick auf den beobachteten und prognostizierten Klimawandel einerseits und einer angestrebten Reduktion von Baukosten und Platzbedarf andererseits ist es außerdem notwendig nach technischen Lösungen für eine kombinierte Infiltration von sowohl Regen- als auch Abwässern zu suchen. Hierbei müssen jedoch einige Aspekte Berücksichtigung finden, wie beispielsweise der die Einhaltung von geeigneten Aufenthaltszeiten der gereinigten Abwässer, der notwendige Retentionsraum für Bemessungsniederschlagsereignisse, sowie der möglichst störungsarme Betrieb der Abwasserversickerung während auftretender Niederschläge. Im Rahmen eines von der Sächsischen Aufbaubank geförderten Forschungsprojektes unter Beteiligung von drei Wirtschaftspartnern werden Untersuchungen im Labormaßstab in Kombination mit der Anwendung numerischer Simulationswerkzeuge zur Beantwortung obiger Fragestellungen durchgeführt. Die laborativen Säulenversuche (1,5 m Länge; 0,12 m Durchmesser) dienen zur Reproduktion der Abbauprozesse entlang einer vertikalen Versickerungstrecke und werden folgend zur Unterstützung der modellhaften Annahmen hinsichtlich der Abbauprozesse genutzt. Die Säulen sind jeweils mit für Versickerungsstandorte repräsentativen Sedimenten gefüllt. Der Wassergehalt der ungesättigten Bodenzone wird kontinuierlich mittels Sensoren in zwei unterschiedlichen Tiefen erfasst. Der Abbau von relevanten organischen und anorganischen Stoffen wird mittels Beprobung entlang der vertikalen Versickerungstrecke überwacht. Es erfolgten zudem modelltechnische Berechnungen zur kombinierten Versickerung von Niederschlags- und gereinigten Abwässern in Anlehnung an die Bemessungsrichtlinie DWA A-138. Erste konzeptionelle Simulationsszenarien für kombinierte Versickerungselemente auf Feldskala zeigen das komplexe Zusammenspiel von atmosphärischen Randbedingungen und hydrogeologischen Eigenschaften. Die u.a. zur Simulation genutzt wissenschaftliche Software PCSiwaPro wurde um eine verbesserte Zeitschrittsteuerung zur Optimierung der Rechenperformance erweitert. Unter anderem wurde der existierende Rechenkern um zwei Zeitintegratoren, SIMVAL 2 und 3, ergänzt. Eine signifikante Beschleunigung der Rechendauer um bis zu 42 % konnte damit realisiert werden.

*Vortragende(r)

SESSION 12: MESSEN, MODELLIEREN UND MANAGEN – WASSERBEWIRTSCHAFTUNG III

12.1 ABLEITUNG NATÜRLICHER ABFLÜSSE FÜR DIE KALIBRIERUNG EINES ZUFLUSSPROGNOSEMODELLS ZUR SPEICHERBEWIRTSCHAFTUNG IN EINEM HOCHALPINEN EINZUGSGEBIET.

Johannes Wesemann*, Karsten Schulz, Mathew Herrnegger

Zusammenfassung

Große Höhengradienten in Kombination mit hohen Niederschlagssummen begünstigen den alpinen Raum für die Energieerzeugung mittels Wasserkraft. Alpine Speicherseen spielen dabei eine wesentliche Rolle, da durch diese die zeitlichen Unterschiede zwischen Wasserverfügbarkeit und Energiebedarf kompensiert werden können. Für ein nachhaltiges und effizientes Management der Energieproduktion, aber auch zur Hochwasserretention, können Zuflussprognosesysteme in diesem Zusammenhang wichtige Informationen bereitstellen. Das Ziel der in diesen Systemen integrierten hydrologischen Modelle ist dabei die Prognose der in die Speicherseen zu erwartenden, lokalen, Zuflüsse auf Basis von meteorologischen Vorhersagen. Direkte Abflussmessungen des natürlichen Zuflusses, welche für eine Kalibrierung dieser Modelle notwendig sind, stehen in diesen Einzugsgebieten jedoch selten zur Verfügung. In diesem Beitrag wird daher ein Verfahren vorgestellt, wie der lokale Abfluss aus Sekundärinformationen wie Wasserstands- und Druckleitungsmessungen abgeschätzt und zur Kalibrierung des Niederschlags-Abfluss-Modells COSERO verwendet werden kann. Die Methode wurde in einem Forschungsprojekt für die Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB Infrastruktur AG) im Einzugsgebiet der Stubache (141 km²) im Bundesland Salzburg entwickelt. In diesem betreibt die ÖBB die „Kraftwerksgruppe Stubachtal“ mit insgesamt sieben Speicherseen und vier Kraftwerken. Das hydrologische Modell muss hierbei nicht nur diese starke anthropogene Beeinflussung, z.B. durch Überleitungen, sondern auch die hohe Heterogenität in der Topographie (Höhenerstreckung 790 – 3450 m) und der Landnutzung, welche auch vergletscherte Gebiete beinhaltet, berücksichtigen. Größtenteils werden die beobachteten und abgeleiteten Abflüsse vom Modell sehr gut simuliert. Der maximale NSE-Wert liegt hierbei für die Kalibrierung bei 0.79 und für die Validierung bei 0.74. Zusätzlich wurde die Plausibilität der ermittelten lokalen Abflüsse und der Modellsimulationen über die Wasserbilanz und deren Komponenten überprüft. Des Weiteren zeigte ein Vergleich der simulierten Schneebedeckung mit Satellitendaten ebenfalls zufriedenstellende Ergebnisse. Somit konnte mit diesem, für ein kleinräumiges, alpines Einzugsgebiet, einzigartigen Abflussdatensatz ein hydrologisches Modell zur Zuflussvorhersage erstellt werden, welches in weiterer Folge zur operationellen Optimierung der Speicherbewirtschaftung eingesetzt wird.

*Vortragende(r)

12.2 OPTIMIERUNG DER PROGNOSEBASIERTEN STAURAUMLABSENKUNG AN DER ÖSTERREICHISCHEN DRAU.

Oliver Buchholz*, Simone Patzke, Ulrich Haberl, Simon Frey, Maarten Smoorenburg, Bernd Becker

Zusammenfassung

Die Drau ist ein Gebirgsfluss mit steilem Einzugsgebiet. Die Reaktionszeiten sind sehr gering und der Durchfluss steigt sehr schnell an. Die VERBUND Hydro Power GmbH (VHP) betreibt an der Drau, von Paternion bis zur Grenze zu Slowenien, eine Staustufenkette mit zehn Kraftwerken. Wesentliches Element des Hochwasserschutzes an der Drau ist die Vorabsenkung des Wasserspiegels in den Staustufen, um eine Hochwasserwelle aufzunehmen.

Ziele sind: • Eine Beurteilung der zu setzenden Aktionen entsprechend der Wehrbetriebsordnung auf Basis der aktuell prognostizierten hydrologischen Situation. • Gemäß Wehrbetriebsordnung sollen sich der Abstau der Stauräume und die natürliche Abflusswelle nicht überlagern. • Aus hydrobiologischen Aspekten ist ein Abstau und somit ein Trockenfallen von Flachwasserzonen möglichst kurz zu halten. • Der maximal erlaubte Abfluss bei Lavamünd ist einzuhalten.

Prognosezuflüsse auf Basis numerischer Wettervorhersagemodelle (INCA, ECMWF, ALARO, AROME und GFS) werden mit dem hydrologischen Modell COSERO kontinuierlich berechnet. Veränderliche Größen (Wasserstand W , Abfluss Q) und Betriebszustände in den Staustufen, an den Wehranlagen und Turbinen werden kontinuierlich gemessen. Als Datenintegrations- und Simulationsschale dient die Vorhersageplattform Delft-FEWS, die alle operationellen Prozesse automatisiert durchführt. Zur Erweiterung der Entscheidungsunterstützung wird das System um das Optimierungsmodul RTC-Tools 2 (Real Time Control Tools 2) erweitert.

RTC-Tools 2 ist eine Open Source Toolbox zur vorhersagebasierten Steuerung und Optimierung von hydraulischen Systemen unter konkurrierenden Zielgrößen. Die mathematische Implementierung führt unter Berücksichtigung der Nichtlinearitäten des Systems zu stabilen, konsistenten und konvergierenden Lösungen. Die Modellstruktur des hydraulischen Systems wird in Modelica abgebildet.

Bei der vorhersagebasierten Optimierung wird die Steuergröße (hier: Abfluss aus den Speichern) über den Vorhersagehorizont so optimiert, dass die vorgegebenen Ziele unter den betrieblichen Nebenbedingungen (z. B. maximale Wasserstandsänderung im Speicher pro Stunde) erreicht werden. Die so ermittelte Wehrfeldsteuerung wird dann für den ersten Zeitschritt implementiert. Für den nächsten Zeitschritt wird das Prozedere mit aktualisierten Vorhersagen wiederholt.

An der Drau liefert die vorhersagebasierte Optimierung unter RTCTools 2 simulierte Wasserstands- und Abflusswerte für alle sieben optimierten Speicher passend zum gewählten Abstauszenario.

Der Vortrag stellt die wasserwirtschaftlichen, modelltechnischen und mathematischen Grundlagen und Randbedingungen des Optimierungsansatzes vor und erörtert diese. Er bietet

Anwendungsbeispiele und Simulationsergebnisse im Vergleich zu einem händischen, qualitativ optimierten Fall und zeigt den Anschlussnutzen auf.

12.3 WASSERWIRTSCHAFTLICHE BEWERTUNG EINES KÜSTENNAHEN TRINKWASSERGEWINNUNGSGEBIETS MIT HILFE VON HYDROSYSTEMMODELLEN UND EINEM PLANUNGSTOOL.

Malte Eley, Marlene Gelleszun, Hans Matthias Schöniger*

Zusammenfassung

Eine möglichst exakte, flächendeckende messtechnische Erfassung von Modelleingangsdaten ist eine der wichtigsten Grundlagen für eine robuste Modellerstellung, die aber häufig nicht in ausreichender Form bezogen auf die Anforderungen vorhanden ist. Das Management von wasserwirtschaftlich anspruchsvollen Gebieten, wie z.B. küstennahe Aquifere, ist dagegen kaum ohne die Anwendung von leistungsstarken Modellen möglich, da eine Vielzahl von Einflussgrößen wie z.B. Klima, Wasserwirtschaft, Landwirtschaft und Hydrologie integriert betrachtet werden müssen. Für die Abschätzung des verfügbaren Grundwasserdargebots in einem küstennahen Trinkwassergewinnungsgebiet wurden im BMBF-Projekt NAWAK (Entwicklung nachhaltiger Anpassungsstrategien für die Infrastrukturen der Wasserwirtschaft unter den Bedingungen des klimatischen und demographischen Wandels, FKZ: 033W007D) deshalb ein regionales Monitoring, leistungsstarke Modelltechnik und ein indikatorbasiertes Managementtool entwickelt und angewendet. Ziel war es zum einen, ausreichend Informationen über die Anfangsbedingungen der Hydrosystemmodelle zu erhalten, insbesondere die Lage und Dynamik der Salz-Süßwassergrenze, zum anderen die Modellberechnungen der komplexen Hydrologie in geeigneter Form auszuwerten und zu visualisieren, um sie den Akteuren der Wasserwirtschaft für Planungszwecke zur Verfügung zu stellen. Dabei stand die Abschätzung des Grundwasserdargebots im Zusammenhang mit der überregionalen Wasserversorgung im Vordergrund sowie dessen Entwicklung bei sich ändernden klimatischen und demografischen Randbedingungen. Indikatoren für die Wasserversorgungsbilanz, die Lage der Salz-Süßwassergrenze, Flurabstandskarten und die Grundwassererneuerung wurden definiert und aus den durchgeführten Berechnungsszenarien generiert. Das Betrachtungsgebiet an der norddeutschen Küste umfasst ca. 1000 Km², von denen etwa 40 % des komplex aufgebauten Aquifers versalzt sind (Chlorid >250 mg/l). Es beinhaltet drei Grundwasserfördergebiete der öffentlichen Trinkwasserversorgung sowie weitere Förderanlagen der Industrie und Landwirtschaft. Da weite Teile des Gebietes unterhalb des mittleren Meeresspiegels liegen, müssen sie künstlich über Drainagen entwässert werden, wobei das jährliche Entwässerungsvolumen das Rohwasserfördervolumen um ein vielfaches überschreitet. Mit Hilfe des konzeptionellen Wasserhaushaltsmodells PANTA RHEI wurden die Abflusskomponenten, die Evapotranspiration sowie die Grundwasserneubildung berechnet. Die Grundwasserneubildung bildete die Schnittstelle zum dichteabhängigen numerischen Grundwassertransportmodell, in dem auch Daten des Monitorings im Bereich der Süß-Salzwassergrenze, Hubschrauberelektromagnetik-Daten (HEM), ein hydrogeologisches Untergrundmodell und Daten der Grundwasserbewirtschaftung berücksichtigt wurden. Die Modellergebnisse zur Küstenhydrologie wurden in einem Planungsinstrumentarium (PIT) anhand von Indikatoren zusammengefasst, visualisiert und als Bewertungsgrundlage genutzt.

*Vortragende(r)

12.4 ECHTZEITDATEN UND MODELLIERUNG FÜR DAS KATASTROPHENMANAGEMENT.

André Assmann*, Stefan Jäger, Kathrina Fritsch

Zusammenfassung

Erfahrungsberichte während des Einsatzes im Katastrophenmanagement zeigen immer wieder auf, wie wichtig für Krisenstäbe eine rasche und fundierte Informationsgrundlage zur Entscheidungsunterstützung ist. Eine zeitnahe Datenerfassung und Modellierung z.B. während eines Deichbruches oder des Versagens einer Schutzwand liefert durch ein umfassendes Lagebild eine deutliche Verbesserung zur Unterstützung der verantwortlichen Katastrophenschutzkräfte. Aus zwei Projekten werden aktuelle Entwicklungen bezüglich Erfassungsmethoden von Echtzeitdaten und deren Weiterverarbeitung dargestellt. Auf der im Projekt sd-kama (Smart-Data Katastrophenmanagement <https://www.sd-kama.de>) entwickelten Risikomanagementplattform werden Fernerkundungstechniken durch Bild- und Video-Daten aus in situ Sensing von Wearables und Crowdsourcing-Quellen ergänzt und mit Modellierungstechniken ausgewertet. Eine Grundlage sind Satellitendaten im Rahmen von Copernicus (Erdbeobachtungsprogramm der EU) die über Rapid-Mapping-Methoden ausgewertet und in der Serverstruktur operativ bereitgestellt werden. Zudem werden in den digitalen Lagekarten parallel auch hydraulische Modellierungsergebnisse dargestellt. Diese entstammen entweder vorgerechneten Szenarien oder werden operativ modelliert. Hier liegen die Anknüpfungspunkte zum Projekt zur operativen Deichbruchmodellierung, wie sie für Sachsen-Anhalt entwickelt wurde und weiter optimiert wird. In diesem Projekt werden sowohl die Datenerfassung, z.B. durch Drohnen, wie auch der Modellierungsprozess auf die Erfordernisse des Katastrophenmanagements angepasst. Dies bedeutet zum einen, dass zu definierten Zeitpunkten die bestmögliche Entscheidungsgrundlage zur Verfügung steht. So werden Berechnungsergebnisse je nach Qualität und Verfügbarkeit der Eingangsdaten und dem jeweiligen Zeitraum einsetzbaren Modelntechniken in unterschiedlichen Qualitätsstufen entsprechend klassifiziert bereitgestellt. Parallel werden verschiedene Analysemethoden entwickelt um die neu erfassten Daten rasch auszuwerten und diese für weitere Simulationsberechnungen oder zu Koordinations- und Vorhersagezwecken für die Entscheidungsträger aufzubereiten. Die Entwicklung von Methoden zur Erfassung von Fließgeschwindigkeiten aus Sensordaten dient der Optimierung der Modellparameter und damit einer operativen Validierung der Modellergebnisse. Neben den eigentlichen hydraulischen Fachdaten sind auch die Situationsdokumentation anhand von Bildinformationen aus Crowdsourcing-Quellen eine weitere wichtige Informationsquelle zur Lagebeurteilung. Ergänzt werden diese Informationen durch Sensordaten zu Stressmessung bei Einsatzkräften, die dazu dienen sollen, schnell auf Problempunkte vor Ort hinzuweisen und entsprechend in der Einsatzplanung reagieren zu können. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Visualisierung der unterschiedlichen Ergebnisse in einer intuitiven und benutzerfreundlichen Form.

*Vortragende(r)

SESSION 13: MESSEN UND MODELLIEREN – NIEDERSCHLAG, KLIMA UND WASSERHAUSHALT

13.1 VERDUNSTUNG ALS HYDRO-METEOROLOGISCHE MESSGRÖSSE - ERGEBNISSE VOM LANDSCHAFTSOBSERVATORIUM THARANDT.

Christian Bernhofer*, Uwe Eichelmann, Valeri Goldberg, Thomas Grünwald, Barbara Köstner, Rico Kronenberg, Uta Moderow, Heiko Prasse, Uwe Spank, Ronald Queck

Zusammenfassung

Die Verdunstung (ETI) als Bindeglied zwischen Energie- und Wasserhaushalt ist eine zentrale Größe sowohl in Klima- als auch in Wasserhaushaltsmodellen. Ihre adäquate Quantifizierung durch Messungen ist eine Voraussetzung für eine prozessgerechte Modellierung der Komponenten Evaporation E, Transpiration T und Interzeption I. Hydro-meteorologische Messverfahren von ETI haben völlig unterschiedliche räumlich-zeitliche Auflösung. Hier seien einige typische genannt (Verdunstungskomponenten, zeitliche Auflösung, räumliche Auflösung): Einzugsgebietsverdunstung aus Niederschlag minus Abfluss (ETI, mehrere Jahre, Einzugsgebiet), Eddykovarianz (EC; ETI, 30 min, Tower-Footprint), Xylem-Saftfluss (T, 1 h, Bestand) und wägende Lysimeter (ETI, 1 h, Bodenmonolith). Wägende Lysimeter sind jedoch nur für niedrige Vegetation geeignet, während sich die Interzeption einfach nur für Wälder aus dem Vergleich von Bestandes- und Freilandniederschlag bestimmen lässt. Wir haben es daher in Messung und Modellierung mit schwierigen Skalierungsproblemen zu tun, die den Vergleich von Mess- und Modelldaten komplex gestalten. Erschwerend kommt hinzu, dass lange konsistente Datenreihen meist fehlen, die sich für Modellentwicklung, -kalibrierung und -validierung eignen. Langjährige Messungen der TU Dresden (Fakultät Umweltwissenschaften) werden in diesem Beitrag genutzt, um Ansätze zur Verdunstungsbestimmung in Anhängigkeit ihrer räumlichen Systemgrenzen zu analysieren. Dabei können meteorologische, hydrologische, ökologische und photogrammetrische Messungen an Stationen genutzt werden, die kürzlich zum „Landschaftsobservatorium Tharandt“ zusammengeführt wurden. Wobei hier nur der Beitrag der Professur Meteorologie beleuchtet wird. Zum „Landschaftsobservatorium Tharandt“ gehören Klimamessungen (seit dem 19. Jh.), das Einzugsgebiet Wernersbach (4,6 km², Messbeginn Ende 1967; meist Fichte), die Ankerstation Tharandt (42m Messturm über Fichte, seit 1991, Freifläche „Wildacker“ seit 1958) mit der längsten CO₂-Flussreihe Deutschlands. Die Ankerstation ist gleichzeitig Teil des TU Dresden Clusters im EU-Verbund ICOS (Integrated Carbon Observation System) zu Quellen und Senken von Treibhausgasen. Das Cluster besteht neben der Ankerstation (Fichte), aus Grillenburg (Gras), Hetzdorf (Eichenjungwuchs) und Klingenberg (Mehrfelderwirtschaft). An allen Messstationen des Clusters erfolgt neben der Messung der Energiebilanzkomponenten und des CO₂-Flusses ein kontinuierliches Monitoring der Gesamtverdunstung. Ergänzend wird an allen Standorten die Bodenfeuchte, sowie an meist die Interzeption und Transpiration (Xylem-Saftfluss) gemessen. Diese unterschiedlichen hydro-meteorologischen Messverfahren erlauben Aussagen zur Dynamik der Verdunstung in Abhängigkeit von Atmosphäre, Vegetation und Boden, sowie zur prozessgerechten Modellierung. Dabei zeigt sich z.B. die Notwendigkeit, EC-Flüsse systematisch zu korrigieren, damit sie zur Validierung von SVAT-Modellen geeignet sind.

*Vortragende(r)

13.2 KINETISCHE NIEDERSCHLAGSENERGIE IN DER EROSIONSMODELLIERUNG – SCHÄTZGRÖSSE MIT UNSICHERHEITEN.

Florian Wilken*, Martin Baur, Michael Sommer, Detlef Deumlich, Oliver Bens, Peter Fiener

Zusammenfassung

Bei unbedecktem Boden ist der wichtigste Initialprozess der flächenhaften Erosion das Ablösen von Bodenpartikeln durch den Regentropfenaufschlag. Die kinetische Niederschlagsenergie (KE), welche als direkte oder indirekte Größe in zahlreiche Erosionsmodelle eingeht, ist von der Verteilung der Tropfengröße und Fallgeschwindigkeit bestimmt. Da die KE jedoch meist nicht als Direktmessung verfügbar ist, wurden zahlreiche empirische Beziehungen zwischen der kinetischen Niederschlagsenergie und der Intensität (KE-I) entwickelt, welche unterschiedliche Standortgegebenheiten repräsentieren sollen. Eine Direktmessung der KE ist durch moderne optische Niederschlagsdistrometer möglich, da sowohl die individuelle Tropfenfallgeschwindigkeit als auch die Tropfengröße gemessen wird. Das Ziel der Studie ist es, die Unsicherheiten für die Bodenerosionsmodellierung zu analysieren, welche aus der Ableitung zwischen der Niederschlagsintensität und der Niederschlagsenergie resultieren. Im Rahmen dieser Studie wurden 32 publizierte empirische Ansätze mit Direktmessungen der KE aus optischen Niederschlagsdistrometern verglichen. Hierfür wurden 13 Messjahre aus fünf Stationen zweier meteorologisch unterschiedlicher Regionen verwendet. Das Erosions- und Sedimenttransportmodell WaTEM/SEDEM wurde mit den unterschiedlichen KE-Daten angetrieben, um Unsicherheiten für die Erosionsmodellierung quantifizieren zu können. Die Ergebnisse zeigen, dass die gemessenen Tropfengrößen- und Fallgeschwindigkeitsverteilungen deutliche Abweichungen von traditionellen Modellen aufweisen. Aus diesen Abweichungen ergibt sich, dass für annähernd alle Niederschlagsereignisse die empirischen Niederschlagsenergien höher sind als die direkt gemessenen. Zudem verhält sich die Abweichung zwischen empirisch ermitteltem und direkt gemessenem KE über verschiedene Niederschlagsintensitätsniveaus nicht linear. Die exemplarische Erosionsmodellierung zeigt deutliche Abweichungen des Sedimentexports (bis zu 300%). Die Studie zeigt, dass die Unsicherheiten, welche sich aus der empirischen Ableitung von KE ergeben, kritischen Einfluss auf die Ergebnisse von Erosionsmodellierungen nehmen können.

*Vortragende(r)

13.3 NIEDERSCHLAGSDISAGGREGATION FÜR HOCHAUFGELÖSTE NIEDERSCHLAGS-ABFLUSS-SIMULATIONEN.

Hannes Müller*, Markus Wallner, Kristian Förster

Zusammenfassung

In vielen Bereichen der Hydrologie und Wasserwirtschaft werden lange, hochaufgelöste Niederschlagszeitreihen benötigt. Derartige Beobachtungszeitreihen sind in den meisten Fällen sehr kurz, sodass sie für einen Großteil dieser Aufgaben nicht genutzt werden können. Beobachtete Tageswerte existieren jedoch für wesentlich längere Zeiträume und für ein dichteres Messnetz. Mittels einer Disaggregation dieser Tageswertzeitreihen kann ein dichtes Stationsnetzwerk mit langen Zeitreihen in der benötigten zeitlichen Auflösung geschaffen werden.

Für die Disaggregation zu Stundenwerten wird ein mikrokanonisches, multiplikatives Kaskadenmodell verwendet. Eine besondere Herausforderung stellt die Implementierung räumlicher Konsistenz dar, da die Zeitreihen zunächst unabhängig voneinander disaggregiert werden. Räumliche Konsistenz wird durch ein nachträgliches Resampling-Verfahren erzeugt, bei welchem relative Tagesgänge mit dem Ziel ausgetauscht werden, räumlich bivariate beobachtete Niederschlagskriterien nachzubilden. Die mit Hilfe dieses Verfahrens generierten, hochaufgelösten Zeitreihen dienen als Eingangsdaten für die kontinuierliche Niederschlags-Abfluss-Modellierung (N-A) mittels HBV-IWW und WaSiM mehrerer mesoskaliger Einzugsgebiete in Niedersachsen.

Die Ergebnisse zeigen, dass die räumlichen bivariaten Kriterien durch das Resampling verbessert werden. Damit ist erstmals eine Implementierung räumlicher Konsistenz bei den disaggregierten Zeitreihen möglich. Bei der Verwendung dieser Zeitreihen als Eingangsdaten für die N-A-Modellierung können die betrachteten Abflussstatistiken (Saisonale Extremwerte, Monatsmittel, Dauerlinien) gut nachgebildet werden.

*Vortragende(r)

13.4 INVERSE HYDROLOGISCHE MODELLIERUNG VON ZEITABHÄNGIGEN NIEDERSCHLAGSFELDERN.

Jens Grundmann*, Sebastian Hörning, András Bárdossy

Zusammenfassung

Flächendifferenzierte hydrologische Modelle werden bevorzugt in der Hydrologie eingesetzt, um die nichtlineare Reaktion eines Einzugsgebietes auf ein Niederschlagsereignis für räumlich variierende, hydrologische Landschaftseigenschaften abzubilden. Derartige Modelle werden durch Niederschlagsfelder für aufeinanderfolgende Zeitschritte angetrieben. Diese Felder werden üblicherweise mit Hilfe räumlicher Interpolationstechniken oder geostatistischen Verfahren aus Punktmessungen des Niederschlags erzeugt. Allerdings versagen die Verfahren häufig bei der Rekonstruktion der Niederschlagsfelder in Regionen mit knapper Datenlage und geringer Messnetzdichte sowie für hochdynamische, kleinräumige Starkregenereignisse, die vom vorhandenen Messnetz nicht ausreichend erfasst werden. Hieraus resultieren Unsicherheiten für die hydrologische Modellierung, da sowohl die Niederschlagsmenge, die auf ein Einzugsgebiet trifft, als auch die Prozessdynamik der Abflussbildung und Konzentration fehlerhaft bestimmt werden. Zur Lösung des skizzierten Problems wird eine neuartige, inverse Methodik vorgeschlagen. Sie kombiniert das Verfahren des Random mixing, einem Zufallsfeldsimulator, mit einem rasterbasierten, flächendifferenzierten hydrologischen Modell in einem Monte-Carlo-Verfahren. Dabei werden potentielle Kandidaten zeitabhängiger Niederschlagsfelder erzeugt, aus denen diejenigen ausgewählt werden, die den beobachteten Gebietsabfluss bestmöglich unter Annahme der vorgegebenen Transferfunktion abbilden können. Das konditionierte Zielfeld wird dabei durch eine Linearkombination unkonditionierter zufälliger Felder erhalten. Die zugehörigen Gewichte der Linearkombination werden derart gewählt, dass die räumliche Variabilität der Niederschlagsmesswerte, als auch die gemessenen Niederschläge an den Beobachtungspunkten reproduziert werden. Insofern werden die zeitabhängigen Niederschlagsfelder an den Punktmessungen des Niederschlags als auch an der integralen Gebietsantwort, dem Abfluss, konditioniert. Die Funktionalität der Methodik wird an einem synthetischen Beispiel demonstriert. Es zeigt, wie die bekannte raum-zeitliche Verteilung des Niederschlags für ein teilweise überregnetes synthetisches Einzugsgebiet reproduziert wird, wenn eine Anzahl von Punktbeobachtungen des Niederschlags und der Gebietsabfluss vorgegeben werden. Da bei dem Verfahren von einer integralen Größe auf eine 3 dimensionale Eingangsgröße geschlossen wird, entsteht ein Set möglicher Kandidaten zeitabhängiger Niederschlagsfelder mit ähnlicher Performance, das zur Charakterisierung der Unsicherheit der raum-zeitlichen Niederschlagsverteilung dienen kann. Weiterhin werden Ergebnisse für die reale Fallstudie einer Flash flood Simulation in der ariden Gebirgsregion im Oman präsentiert. Sie unterstreicht die Funktionalität der Methodik unter realen Daten als auch die besondere Bedeutung der Bestimmung zeitabhängiger Niederschlagsfelder in kleinen Einzugsgebieten sowie ariden und semiariden Regionen.

*Vortragende(r)

13.5 STAKEHOLDER-UNTERSTÜTZTE ENTWICKLUNG EINES WEB-BASIERTEN GLOBALEN DÜRRE-INFORMATIONSSYSTEMS DURCH KOMBINATION VON SATELLITENDATEN UND MODELLIERUNG.

Claudia Herbert*, Petra Döll, Stefan Siebert, Jürgen Kusche

Zusammenfassung

Ziel des BMBF-Projektes GlobeDrought ist die stakeholder-unterstützte Entwicklung eines web-basierten Informationssystems zur umfassenden Charakterisierung von Dürreereignissen von 2003 bis 2015 und ihrer Auswirkungen auf Wasserressourcen, die Produktivität im Pflanzenbau, den Handel mit Nahrungsmitteln, und den Bedarf an internationaler Nahrungsmittelhilfe. Zudem wird ein experimentelles Dürrefrühwarnsystem erstellt, das als Prototyp ein Monitoring von Dürregefahren und -risiken bis near-real time ermöglicht und eine probabilistische Dürrevorhersage simuliert. Das Dürre-Informationssystem soll politische Entscheidungsträger und Praktiker wie die Welthungerhilfe, die auch Projektpartner ist, unterstützen. Es werden erste Ergebnisse des Teilprojektes zur Quantifizierung von hydrologischen Dürren vorgestellt. Hierbei werden verschiedene hydrologische Dürreindikatoren basierend auf dem Output des globalen hydrologischen Modells WaterGAP 2.2b für den Zeitraum 2003 bis 2015 berechnet. Mit einer räumlichen Auflösung von 0.5°-Zellen werden tägliche Zeitreihen von Durchfluss, Bodenwassergehalt, Wasserspeicherung im Grundwasser, Wasserspeicherung in Oberflächengewässern und Gesamtwasserspeicherung (TWS) ermittelt. Alle fünf Variablen werden für die Berechnungen von konsistenten Dürreindikatoren verwendet, wobei unterschiedliche Methoden angewendet und bezüglich ihrer Aussagefähigkeit überprüft werden. Berücksichtigt wird zudem die räumliche Ausdehnung der Dürren. Die auf Gesamtwasserspeicheranomalien (TWSA) basierten Indikatoren werden auch alternativ mithilfe von GRACE-Schwerefelddaten berechnet und dann mit WaterGAP-Ergebnissen verglichen. Im weiteren Projektverlauf soll die Unsicherheit der WaterGAP-Zeitserien durch Assimilation von GRACE-TWSA reduziert werden.

*Vortragende(r)

13.6 ZUR NOTWENDIGKEIT DER BERÜCKSICHTIGUNG VON NEBELNIEDERSCHLAG IN WASSERHAUSHALTSBERECHNUNGEN.

Corina Hauffe* , Robert Schwarze, Michael Wagner, Philipp Körner

Zusammenfassung

Im Rahmen der Untersuchungen zum Klimawandel und seinen möglichen Auswirkungen auf den Wasserhaushalt in sächsischen Einzugsgebieten (Projekt KliWES) zeigt sich, dass die Wasserhaushaltsbilanzen (WHH-Bilanz) oberhalb 400m ü. NHN nicht ausgeglichen sind. Der aus Messwerten berechnete Gebietsniederschlag P ist zu gering, um die Gebietsverdunstung ETR und den gemessenen Abfluss R zu generieren. Insbesondere im Winterhalbjahr ist die Differenz $P-R$ häufig > 0 . Nach Ausschluss von Messfehlern und Fehlern bei der geostatistischen Berechnung von P wird als Ursache für die bestehenden Bilanzdefizite der Nebelniederschlag ausgemacht. Bei der P -Messung gibt es i.d.R. keine Erfassung des Nebels, welcher aber in Sachsen vor allem im Erzgebirge eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt. Um Unstimmigkeit in der WHH-Bilanz aufzuheben, erfolgt für Regionen $> 400m$ auf Basis der langjährigen Gebietswasserhaushaltsbilanz $P - R = ETR$ Null mittels DIFGA die Ermittlung eines Restglieds, was dem Nebelniederschlag entspricht (Schwarze et al., 2013). Damit wird die WHH-Bilanz ausgeglichen. Ob die inverse Berechnung der Nebelniederschlagsmenge eine realistische Höhe hat, ist bedingt durch die Methode nicht sicher. Tendenziell ist eher eine Unterschätzung zu erwarten, da nur für den Fall $R > P$ Nebel berechnet wird. Die Nebelniederschlagsuntersuchung wird deshalb durch ein empirisches Verfahren unter Berücksichtigung von pflanzenmorphologischen und meteorologischen Faktoren (Bernhofer et al., 2016) erweitert. Da nunmehr nicht nur das Defizit der WHH-Bilanz ausgeglichen, sondern Nebel ggf. auch für Zeiträume ohne Bilanzdefizit berechnet wird, ergeben sich auch höhere Mengen des abgesetzten Niederschlags. Dies führt gegenüber dem Richterkorrigierten P im langjährigen Mittel zu einer teils erheblichen Zunahme von bis zu 37% in den Kammlagen. Die Nebelkorrektur mittels Restgliedermittlung erhöht P nur um ca. 6%. Ausgehend von der langjährigen WHH-Bilanz muss der nebelkorrigierte P zu einem Anstieg von ETR führen, wenn der beobachtete Durchfluss als korrekt und unveränderlich angesehen wird. Dies bestätigen die durchgeführten WHH-Simulationen mit dem Modell ArcEGMO. Der darin verwendete Ansatz nach Penman-Monteith, welcher die reale Verdunstung für einen normierten Grasbestand errechnet, nutzt den sogenannten kc -Faktor zur Anpassung der ermittelten Verdunstung auf andere Landnutzungsarten. Um die nötigen Verdunstungsmengen im Modell zu erreichen, ist gegenüber der auf beobachteten P basierenden Parametrisierung eine erhebliche Veränderung des kc -Faktors notwendig. Im Ergebnis kommt es aufgrund der Berücksichtigung des Nebelniederschlags nun mit zunehmender Höhe nicht mehr zu einer Abnahme bzw. Stagnation der realen Verdunstung, wie dies bei nicht nebelkorrigierten P -Werten üblich ist, sondern zu einem weiteren Anstieg der Verdunstungsmengen bis in die Kammlagen (1200m ü. NHN). Die Berücksichtigung von Nebelniederschlag in WHH-Berechnungen ist daher notwendig.

*Vortragende(r)

SESSION 14: MESSEN UND MODELLIEREN – FLIESSPROZESSE

14.1 STABILE WASSERISOTOPE IN DER KRITISCHEN ZONE: CHANCEN UND HERAUSFORDERUNGEN BEI METHODENENTWICKLUNGEN UND ANWENDUNGEN.

Natalie Orlowski* , Markus Weiler

Zusammenfassung

Wasser im Boden durchläuft Evaporations-, Aufnahme-, Mischungs- und Perkolationsprozesse. Stabile Wasser-Isotopenmessungen stellen ein leistungsfähiges und kosteneffektives Werkzeug dar, um Wasserfließwege und -muster in der „kritischen Zone“ zu untersuchen. Während neue Techniken Messungen in den meisten Bereichen des hydrologischen Systems mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung ermöglichen, stellen sich Studien, die Isotopen-tracer-Methoden anwenden, der Herausforderung komplexe Wechselwirkungen zwischen Bodenprozessen, Pflanzenphysiologie und Ökologie aufzudecken. In diesem Zusammenhang sind noch immer einige zentrale Fragen offen, etwa ob der Untergrund tatsächlich gut durchmischt ist und welches Wasser von der Vegetation genutzt wird. In unserem Beitrag betrachten wir die neuesten Ergebnisse aus diesem Forschungsbereich und möchten aufzeigen, dass die „kritische Zonenforschung“ vor großen Herausforderung steht, die die Untersuchungen der komplexen Boden-Pflanze-Atmosphärische Wechselwirkungen zwischen dem Ausgangsgestein und der Grenzschicht beinhalten.

*Vortragende(r)

14.2 RÄUMLICHE MUSTER IN VERWEILZEITEN UND JUNGWASSERANTEILEN IM BODE-GEBIET.

Stefanie Lutz*, Ronald Krieg, Christin Müller, Matthias Zink, Kay Knöller, Ralf Merz

Zusammenfassung

Verweilzeiten sind wichtige Größen in der Beschreibung von Fluss- und Transportprozessen in Flusseinzugsgebieten und geben Aufschluss über die Anfälligkeit von Einzugsgebieten gegenüber hydrologischen Extremen und Verschmutzung. Verweilzeiten sind definiert als die Zeitspanne, die Wasser im Untergrund zwischen der Infiltration in den Boden und dem Austritt ins Gewässer verbringt. Die Wahrscheinlichkeitsverteilung von Verweilzeiten kann mit Hilfe von natürlichen Tracern wie den stabilen Wasserisotopen bestimmt werden. In dieser Studie im Einzugsgebiet der Bode analysierten wir monatliche Zeitreihen von stabilen Wasserisotopen in Niederschlag und Abfluss aus 24 Teileinzugsgebieten aus den Jahren 2013 bis 2015. Das Studiengebiet (3300 km²) reicht vom Oberharz bis ins Magdeburger Tiefland und zeichnet sich daher durch starke Kontraste in Klima, Landnutzung und anderen Gebieteigenschaften aus. Über die Modellierung der Isotopenzeitreihen bestimmten wir mittlere Verweilzeiten zwischen 9.6 Monaten und 5.6 Jahren, abhängig von Gebieteigenschaften wie Klima und Bodentyp. Der Anteil jungen Wassers mit einem Alter von weniger als zwei bis drei Monaten betrug dabei zwischen einem und 27 Prozent und war in den höher gelegenen Gebieten meist niedriger als im Flachland. Dies lässt darauf schließen, dass die Einzugsgebiete trotz ihrer räumlichen Nähe unterschiedlich auf Schadstoffimpulse reagieren dürften. Die Information über den Jungwasseranteil wurde in der Modellkalibrierung genutzt, um die Unsicherheit in der Bestimmung der Verweilzeitverteilungen zu verringern. Diese Methodik kann auch in zukünftigen Studien eingesetzt werden, die mit Hilfe von natürlichen Tracern und Isotopen- oder hydrologischen Modellen Verweilzeiten in Einzugsgebieten bestimmen.

*Vortragende(r)

14.3 BEWERTUNG DER PLAUSIBILITÄT DER ZEITREIHENANALYSE VON ELEKTRISCHER LEITFÄHIGKEIT ZUR BESTIMMUNG VON FLIESSZEITEN IM UFFERNAHEN AQUIFER DURCH NUMERISCHE GRUNDWASSERMODELLIERUNG.

Erik Nixdorf*, Nico Trauth

Zusammenfassung

Die Übergangszone zwischen Fließgewässern und den angeschlossenen ufernahen Grundwasserleitern in der Flussaue ist eine Zone mit erhöhter biogeochemischer Aktivität und damit von wichtiger Bedeutung für den Abbau von potentiell gefährlichen Stoffen aus den angrenzenden aquatischen Systemen. Die Effektivität der biogeochemischen Stoffumwandlungsprozesse hängt neben den physiko-chemischen Eigenschaften von Wasser und Untergrund auch von der Verweilzeit des infiltrierenden Flusswassers im Untergrund ab. Eine gängige Methode die Fließzeiten im Grundwasser zu berechnen basiert auf der Ausbreitung der zeitlichen Variationen der elektrischen Leitfähigkeit (EC) ausgehend vom Fluss in den Aquifer. Obwohl diese Methode in mehreren Studien, vor allem für die Untersuchung der Flusswasserinfiltration im Umfeld von Grundwasserfassungen erfolgreich angewendet wurde, können wir zeigen, dass das Verfahren nicht uneingeschränkt zur Verweilzeitenbestimmung einsetzbar ist. Unsere Ergebnisse basieren auf Variationen im Flusswasser EC Signal die sowohl auf kleinere natürliche Hochwasserereignisse als auch auf künstlich generierte kleinere Abflussereignisse durch eine Mühle im Oberlauf zurückgehen und sich zu vier Grundwassermessstellen im Abstand zwischen 10 m und 50 m vom Fluss ausbreiten. Die aus den EC Zeitreihen im Fluss und den Messstellen mit Hilfe der Kreuzkorrelationsmethode abgeleiteten Verweilzeiten wurden mit Verweilzeiten verglichen, die mit Hilfe der numerischen Partikelrückverfolgung innerhalb eines kalibrierten transienten numerischen Grundwasserströmungsmodells berechnet wurden. Mit Hilfe der EC-Zeitreihenanalyse konnten nur für die durch den Mühlenbetrieb verursachten Signalvariationen plausible Verweilzeiten im Untergrund berechnet werden. Im Gegensatz dazu ergab die Kreuzkorrelationsanalyse der EC-Zeitreihen während der Hochwasserereignisse für den Großteil der Datensätze unplausible negative oder unrealistisch niedrige Verweilzeiten zu den Messstellen. Als eine der Ursachen für dieses Verhalten konnte der geringe EC-Kontrast zwischen Fluss und Grundwasser in Verbindung mit einer starken Dämpfung des infiltrierenden EG-Signals des Flusses in den Untergrund während der Hochwasserereignisse identifiziert werden. Des Weiteren führt der ereignisbedingte Transport von weniger mineralisiertem Grundwasser zwischen dem Fluss und der Messstelle zur Messung von unvollständigen scheinbaren EC-Durchbruchskurven, die die Bestimmung von unrealistisch kurzen oder sogar negativen Verweilzeiten zur Folge haben kann.

*Vortragende(r)

14.4 EXPERIMENTELLE UND MODELLGESTÜTZTE UNTERSUCHUNG DER ABFLUSSBILDUNG UND -KONZENTRATION IN VERSCHIEDENEN LANDNUTZUNGSTYPEN AM BEISPIEL EINES MESSHANGS IM EINZUGSGEBIET DER GLONN (ODELZHAUSEN).

Sonja Teschemacher*, Markus Disse, Wolfgang Rieger

Zusammenfassung

In modernen Hochwasserschutzstrategien werden Maßnahmen zur Erhöhung der Retention in der Einzugsgebietsfläche berücksichtigt, die unter anderem Landnutzungs- und Bewirtschaftungsänderungen beinhalten. Diese beeinflussen die Bodenstruktur und daraus resultierend die bodenhydraulischen Eigenschaften. Um die ereignisabhängige Wirksamkeit solcher Maßnahmen zur Hochwasserscheitelreduzierung quantifizieren und sie in Maßnahmenkonzepten berücksichtigen zu können, wird eine physikalisch basierte Modellierung der Abflussbildung und -konzentration in der Fläche benötigt. Grundlage hierfür ist ein vertieftes Prozessverständnis hinsichtlich vertikaler und lateraler Fließprozesse sowie eine Berücksichtigung der Einflussfaktoren. Ziel des entwickelten Messkonzepts ist daher die Untersuchung der landnutzungsabhängigen Unterschiede von Bodenaufbau und bodenhydraulischen Parametern sowie deren Einfluss auf die Prozesse der Abflussbildung und -konzentration. Dazu werden die Direktabflusskomponenten landnutzungs- und ereignisabhängig quantifiziert, wobei in drei parallel angeordneten Hangflächen mit Grünland-, Acker- und forstwirtschaftlicher Nutzung die Abflussmengen von Oberflächen- und Zwischenabfluss in einem entsprechend ausgestatteten Grabensystem erfasst werden. Mithilfe einer Kombination aus kontinuierlichen und manuellen Messungen von Bodenfeuchte und Matrixpotential an verschiedenen Standorten sowie von Abflussmessungen am angrenzenden Gewässer werden die Rahmenbedingungen und die Einflussfaktoren auf den Zwischenabfluss bestimmt. Die Messungen zeigen unter anderem den Zusammenhang zwischen oberirdischen und unterirdischen Fließpfaden sowie den Einfluss der Vorfeuchte und der Vegetationsperiode auf die Verteilung der Abflusskomponenten. Im zweiten Schritt werden mithilfe der in den Feldversuchen erfassten Daten die Möglichkeiten und Grenzen der Modellierung des Messhangs mit dem physikalisch basierten Wasserhaushaltsmodells WaSiM analysiert. Die Messdaten dienen dabei einerseits der Optimierung der landnutzungsabhängigen Bodenparametrisierung. Andererseits werden sie zur Kalibrierung und Validierung des Modells herangezogen. Aufgrund der zeitlich und räumlich hoch aufgelösten Daten und der Wahl der gemessenen Parameter kann die Abbildung verschiedener hydrologischer Prozesse im Modell betrachtet werden.

*Vortragende(r)

14.5 EXPLORING THE SEASONALITY IN TRANSIT TIMES AND SUBSURFACE MIXING IN A SMALL AGRICULTURAL CATCHMENT.

Jie Yang* , Ingo Heidbüchel, Andreas Musolff, Frido Reinstorf, Jan H. Fleckenstein

Zusammenfassung

In mountainous central German catchments, there is strong evidence for a systematic seasonal shift in the dominant flow paths delivering water to the stream, which is reflected in distinct export patterns of nitrate. In this work, we explore the seasonality in transit times and subsurface mixing in the small agricultural catchment Schäfertal, Central Germany. We make use of a 3D fully coupled surface-subsurface hydrological model to simulate water flow, and particle tracking to track flow paths and calculate the transit times of water parcels. The catchment-scale transit time distributions (TTDs) of discharge, residence time distributions (RTDs) of storage and fractional StorAge Selection (fSAS) functions are computed and evaluated in terms of the transient, seasonal nature of median transit/residence times and discharge selection preferences, over a time period of 10 years from 1997 to 2007.

Results show strong seasonal fluctuations of the median transit time of discharge and median residence time, with the former being strongly related to wetness of the catchment while the latter is not. Computed fSAS functions suggest systematic seasonal shifts of the selection preference over four periods during discharge production: In the wet period, the youngest water in storage is preferentially selected, and the preference shifts gradually to older water in storage when the catchment transitions into periods of drying, dry and wetting. Those changes are driven by distinct shifts in the dominant flow paths between deeper flow paths and fast shallow flow paths, along with the spatio-temporal shifts in discharge producing zones when the catchment wets or dries. The results improve our understanding of the dynamics of TTDs and fSAS functions for a complex real-world catchment and are important for an improved mechanistic interpretation of observed nutrient and pollutant exports to streams.

*Vortragende(r)

14.6 FLIESSWIDERSTÄNDE SUBMERSER VEGETATION UND IHRE BEHANDLUNG IN HYDRAULISCHEN MODELLEN.

Michael Leismann, Christian Klein*, Holger Kulik

Zusammenfassung

Für die Planung und Beurteilung von Renaturierungen an Fließgewässern werden in der Regel numerische Strömungsmodelle eingesetzt. Für Hochwasserabflüsse liefern diese Modelle typischerweise gute Ergebnisse, für niedrige Abflüsse werden die beobachteten Wasserstände bei der Berechnung aber häufig deutlich unterschätzt. Die Ursache dafür liegt oft in der unrealistischen Abbildung der Fließwiderstände der submersen Vegetation, der Wasserpflanzen oder der Verkrautung.

Wasserpflanzen stellen dem fließenden Wasser einen Widerstand, eine Kraft entgegen. Deshalb liegt es nahe, sie nicht als eine Oberflächenrauheit nach Darcy-Weisbach oder Strickler anzusetzen, sondern als angeströmte Körper, die in der Gerinnehydraulik mit C_w -Werten und angeströmten Flächen beschrieben werden können.

Die Beobachtungen zeigen, dass sich Pflanzen sowohl terrestrisch als auch submers mit steigender Strömungsgeschwindigkeit in die Strömung schmiegen, sich ihre hydraulischen Parameter also mit der Strömungsgeschwindigkeit ändern.

Für terrestrische Pflanzen haben das z.B. Determination of flow resistance caused by non-submerged woody vegetation (Järvelä 2004) und, Formwiderstand flexibler Pflanzenelemente in durchströmten Bewuchsfeldern (Aberle, Dittrich, Schoneboom 2010), Leichtweiss-Institut Braunschweig, im Labor untersucht. Den Fließwiderstand beschreiben sie mit Hilfe der Lauboberfläche, dargestellt durch den LAI, und eines sich mit der Strömung exponentiell verändernden C_w -wertes. Der LAI kann im Gelände erhoben werden, der Exponent wird im Labor bestimmt.

Erste Ansätze für submerse Vegetation beschreiben Biologen, z.B., "Life in moving fluids" (Vogel 1994), , die aber von den Wasserbauern kaum aufgegriffen wurden. Auch hier gibt es einen Parameter für die Pflanzenmenge im Gewässer und für die Formänderung mit der Strömungsgeschwindigkeit.

Bei den hydrologischen Diensten der Länder liegen viele Daten über Wasserstände und Abflüsse an Pegeln vor, die deutlich die Abhängigkeit des Wasserstandes nicht nur vom Abfluss, sondern auch von der submersen Vegetation (Verkrautung) zeigen. Dort wird diese Variabilität mit dem Parameter ETA beschrieben.

Es liegt nahe, diese Datenbestände zur Quantifizierung der Fließwiderstände heranzuziehen. Dazu werden die Hüllkurven der W - Q Beziehungen mit einem einfachen hydraulischen Modell nachgerechnet und die erforderlichen Parameter mit Hilfe der Kleinste-Quadrate-Anpassung angefitet.

Als Ergebnis zeigt sich, dass der Exponent der Änderung des Formwiderstandes recht konstant ist, der Parameter für die Pflanzenmenge aber natürlich je nach Verkrautung variiert. Und es zeigt sich ein eingegrenzter Parameterraum. Die Verwendung der Hüllkurven zeigt die Variabilität der Parameter.

Die Verwendung dieses Widerstandsgesetzes in einem zweidimensionalen Strömungsmodell einer Pegelstrecke, mit einer Datenreihe von über 60 Jahren, zeigte eine gute Übereinstimmung zwischen Messung und Rechnung, die ohne Berücksichtigung der Wasserpflanzen nicht zu erzielen war.

SESSION 15: MODELLIEREN UND MANAGEN – WASSERBEWIRTSCHAFTUNG

15.1 METHODEN ZUR PROJEKTION UND ABSCHÄTZUNG DER ZUKÜNFTEN VON HYDROSYSTEMEN: HERAUSFORDERUNGEN, STAND DER FORSCHUNG UND PERSPEKTIVEN.

Jochen Schanze*, Axel Sauer, Christian Bernhofer, Niels Schütze, Peter Winkler, Uwe Müller, Bernd Pfützner

Zusammenfassung

Der Wasserhaushalt mit seinen anthropogenen Interdependenzen unterliegt kurz- bis langfristigen Dynamiken, die sich je nach Gebiet und raumzeitlicher Skala unterscheiden. Während die durch natürliche Variabilität verursachten kurzfristigen Dynamiken mit meteorologischen, hydrologischen, hydrodynamischen und hydrobiologischen Modellen zunehmend abgebildet werden können, stellen die durch den Klimawandel und den gesellschaftlichen Wandel getriebenen mittel- bis langfristigen Dynamiken nach wie vor besondere methodische Herausforderungen dar. Eine mittel- bis langfristige Betrachtung spielt für Wissenschaft und Praxis jedoch eine wichtige Rolle, vor allem auch wenn es um die Abschätzung der Folgen des Wandels auf die Gewässer und die Performanz der Wasserinfrastruktur geht.

Die Bedeutung dieses Wandels belegt nicht zuletzt eine systematische Recherche der internationalen Literatur, wonach im Zeitraum von 2000 bis 2015 mindestens 1.439 Publikationen mit Bezug zu Hydrosystemen und Zukunftsmethoden entstanden sind. Zugleich gelangen mehrere Autoren zu der Einschätzung, dass Zukunftsmethoden auch für den Umweltbereich weder ausreichend qualifiziert seien und teilweise ein methodologisches Chaos existiere.

Im Zuge der Abschätzung der Folgen des Klimawandels, vereinzelt aber auch des Landnutzungswandels sind für Hydrosysteme in den zurückliegenden zwei Jahrzehnten in Wissenschaft und Praxis allem voran Szenario-Ansätze zum Einsatz gekommen, die beispielsweise alternativ mögliche Zukünfte thematisieren. Wesentliche Komponenten und Merkmale dieser Ansätze sowie Beispiele ihrer Anwendung werden beschrieben. Danach wird auf die in den letzten Jahren in der Klimaforschung entwickelten Ensemble-Ansätze eingegangen.

Zunächst werden Gemeinsamkeiten mit und Unterschiede zu den Szenario-Ansätzen aufgezeigt. Anhand einer laufenden Untersuchung im Rahmen des vom BMBF geförderten „Competence Center for Scalable Data Services and Solutions Dresden/Leipzig“ (ScaDS Dresden/Leipzig) wird dann beispielhaft eine Modellkette für die Abschätzung der Folgen des Klimawandels auf den Landschaftswasserhaushalt unter Verwendung von Klima-Ensembles (u. a. WEREX V) und hydrologischen Impact-Modellen (u. a. ArcEGMO) vorgestellt. Im Mittelpunkt der Operationalisierung der Modellkette für eine HPC-Anwendung stehen emergente methodische Fragen wie die Automatisierung von Parametrisierung und Kalibrierung, die Harmonisierung heterogener Daten, die Verbesserung modellübergreifender Workflows sowie die Auswertung und Visualisierung der Ergebnisse.

Auf der Grundlage methodischer Zwischenergebnisse und ausgewählter empirischer Befunde werden Perspektiven für eine Weiterentwicklung von Zukunftsmethoden für die Un-

tersuchung von Hydrosystemen aufgespannt. Abschließend erfolgt eine Einordnung dieser Perspektiven für die wasserwirtschaftliche Praxis.

15.2 WIE VERBESSERN WIR DIE REPRODUZIERBARKEIT HYDROLOGISCHER SIMULATIONSRECHNUNGEN? EINE DISKUSSION DER IN DAS MODELL-FRAMEWORK HYDPY IMPLEMENTIERTEN LÖSUNGSANSÄTZE.

Christoph Tyralla*, Gordon Horn, Gernot Belger, Peter Krahe

Zusammenfassung

Viele hydrologische Simulationsstudien sind kaum reproduzierbar. Der heutige Stand der Technik ermöglicht, sich dem Ziel der „offenen Wissenschaft“ stärker zu nähern. Im Bereich des Daten- und Modellaustauschs werden (z.B. in Form der HEPEX-Testbeds) seit Längerem entsprechende Anstrengungen unternommen. In der Softwarepflege und -dokumentation intensivieren sich die Bemühungen seit Kurzem. Als Beispiel hierfür sei die von Hutton et al. (2016) angestoßene Debatte zur Erzielung höherer wissenschaftlicher Standards in der computergestützten hydrologischen Modellierung genannt.

Höhere Qualitäts- und Transparenz-Standards sind nicht nur von wissenschaftlichem Wert. Nur transparente Modellsysteme sind für einen größeren Anwenderkreis in all ihren hydrologisch-fachlichen Komponenten überprüfbar. Es ist zu erwarten, dass ein verbreitetes Feedback zu einer verbesserten Pflege und Neuentwicklung praxisrelevanter Modelle führt.

Wir unterscheiden drei Programm-Ebenen: die Framework-, die Modell- und die Workflow-Ebene. Auf der Framework-Ebene werden Konventionen zum Implementieren, Testen und Anwenden von Modellen getroffen (von der hydrologischen Community) und die zur Einhaltung dieser Konventionen erforderlichen technischen Voraussetzungen geschaffen (vom Programmierer). Auf der Modell-Ebene werden z.B. verschiedene Prozessgleichungen programmiert und zu kritisierbaren Modulen zusammengefügt (vom Modellentwickler). Mit Workflow-Ebene meinen wir die Durchführung einer Studie als Kombination verschiedener Modelle und sonstiger Verfahren – eventuell in qualitativer Form, besser aber als ausführbarer Quelltext (vom Modellanwender).

Eine hydrologische Simulationsrechnung ist reproduzierbar, wenn die interne Funktionsweise der verwendeten Modelle und die Art, wie diese betrieben wurden, für jedermann einsehbar und zielgruppengerecht verständlich ist. Deshalb ist auf der Workflow-Ebene Allgemeinverständlichkeit anzustreben, wohingegen auf der Framework-Ebene ein höherer Abstraktionsgrad zugunsten der Standardisierung der Modell-Implementierung und der Vereinfachung der Workflow-Formulierung erlaubt ist. Die Modell-Ebene nimmt eine Zwischenstellung ein.

Das Framework HydPy wurde im Rahmen einer Kooperation der Bundesanstalt für Gewässerkunde und der Ruhr-Universität Bochum entwickelt. Wir stellen verschiedene in HydPy implementierte Konventionen zur Verbesserung der Reproduzierbarkeit hydrologischer Simulationsstudien zur Diskussion. Als Anwendungskontext dient die Große Röder, an der HydPy unter Verwendung einer Variante des LARSIM-Modellkonzeptes in einer Pilotstudie für die sächsische Hochwasservorhersage in Kooperation mit der Technischen Universität Dresden eingesetzt wird.

*Vortragende(r)

15.3 WEBBASIERTE SIMULATION UND MANAGEMENT VON KÜNSTLICHER GRUNDWASSERANREICHERUNG.

Jana Sallwey*, Jana Glass, Aybulat Fatkhutdinov, Thomas Fichtner, Ralf Junghanns, Catalin Stefan

Zusammenfassung

Künstliche Grundwasseranreicherung hat sich zu einem hilfreichen Instrument für die nachhaltige Bewirtschaftung von Wasserressourcen entwickelt. Wasser wird dabei in Aquifere infiltriert, um es zu einem späteren Zeitpunkt rückzugewinnen oder um es für ökologische Zwecke zu nutzen. Die Anwendungsbereiche für künstliche Grundwasseranreicherung sind vielfältig – weltweit wird sie zur vorrübergehenden oder strategischen Speicherung von Wasser, zur Anhebung gesunkener Grundwasserspiegel, zur Eindämmung von Salzwasserintrusion oder zur Brauchwassergewinnung eingesetzt. Die INOWAS DSS Simulationsplattform bietet verschiedene webbasierten Open-Source-Tools zur Planung, zum Management und zur Optimierung von künstlichen Grundwasseranreicherungsanlagen. Die Tools verschiedener Komplexität basieren auf empirischen, analytischen und numerischen Modellen und können über einen Standard-Webbrowser aufgerufen werden. Zusätzlich sind sie mit einem Szenarien-Manager verknüpft, welcher es dem Nutzer auf einfache und schnelle Weise ermöglicht neue Managementoptionen und zukünftige Entwicklungen zu simulieren. Die Tools ermöglichen eine umfassende Analyse von Fragestellungen zur künstlichen Grundwasseranreicherung und reichen von Methoden- und Standortauswahl, über Dimensionierung der Anlagenkapazität bis hin zur technischen Planung der Anlagen. Sie sind in ein Entscheidungsunterstützungssystem eingebettet und können entweder individuell oder in vorgegebenen Anwendungsspezifischen Zusammenstellungen genutzt werden. Die Anwender können die Nutzung der Plattform so an ihre Vorkenntnisse und Anforderungen anpassen. Die INOWAS DSS Simulationsplattform ist die erste ihrer Art für den Bereich der künstlichen Grundwasseranreicherung. Sie ermöglicht die Kooperation von Stakeholdern verschiedenster Art auf einer gemeinsamen Plattform in Form von Datenmanagement, gemeinsamer Modellierung und Ergebnisdarstellung. Insbesondere die weltweite Zugänglichkeit durch die webbasierte Implementierung ermöglicht eine institutsübergreifende Kooperation. Anhand einer Beispielstudie werden die Funktionalität und die Anwendbarkeit der webbasierten Modellierungsplattform verdeutlicht.

*Vortragende(r)

15.4 NUTZUNG VON MODELLPROJEKTIONEN FÜR EINE AKTEURSBASIERTE ANPASSUNG DES ENTWÄSSERUNGSMANAGEMENTS ENTLANG DER NORDSEEKÜSTE AN DEN KLIMAWANDEL.

Helge Bormann*, Jenny Kebschull, Jan Spiekermann, Frank Ahlhorn, Peter Schaal

Zusammenfassung

Seit Jahrhunderten ist die Entwässerung des Deichhinterlandes an der Nordseeküste die zentrale Voraussetzung für die Besiedlung und landwirtschaftliche Nutzung der Marschgebiete. Im Laufe der Zeit ist eine komplexe Entwässerungsinfrastruktur entstanden, die von Entwässerungsverbänden betrieben und unterhalten wird. Trotz des kontinuierlichen Ausbaus dieser Systeme gerät die Binnenentwässerung bereits heutzutage bei extremen Wettersituationen wie Sturmfluten, Starkregenereignissen und langanhaltende Regenperioden an ihre Belastungsgrenzen. Klimaszenarien lassen erwarten, dass die zukünftigen Anforderungen an die Binnenentwässerung signifikant steigen werden. Während bisher während des Tideniedrigwassers ein Großteil der Abflussbildung noch über Sielbauwerke entwässert werden kann, ist zukünftig damit zu rechnen, dass diese Zeit des Sielzugs immer kürzer wird. Im Gegenzug werden die zu entwässernden Wassermengen – zumindest saisonal – erheblich steigen. Es müssen also Alternativen zu den herkömmlichen Entwässerungsstrategien erarbeitet werden. Vor dem Hintergrund der turnusgemäß anstehenden Überarbeitung der Entwässerungsplanung für das Verbandsgebiet des I. Entwässerungsverbandes Emden wird im vom BMBU geförderten Forschungsprojekt KLEVER (Klimaoptimiertes Entwässerungsmanagement im Verbandsgebiet Emden) untersucht, welche Auswirkungen durch den Klimawandel und die Veränderung der Flächennutzung auf das Entwässerungssystem zu erwarten sind. Im Rahmen von Szenario-basierten Modellstudien werden die zukünftig potenziell zu entwässernde Wassermengen quantifiziert und den aufgrund des Meeresspiegelanstiegs abnehmenden Sielkapazitäten gegenübergestellt. Parallel dazu werden in enger Kooperation mit regionalen Akteuren alternative Konzepte erarbeitet, um frühzeitig auf die zu erwartenden Änderungen reagieren zu können. Diese Konzepte beinhalten neben zunehmenden Schöpfwerkskapazitäten v.a. Maßnahmen für eine zusätzliche Wasserspeicherung im Verbandsgebiet, um die Flexibilität der Binnentwässerung steigern zu können. Die Priorisierung der vorgeschlagenen Maßnahmenoptionen beruht dabei auf einem integrativen Bewertungsverfahren, mit dem regionale Experten auch die Synergien und Konflikte bewertet haben. Das wasserwirtschaftliche Potenzial dieser Maßnahmenoptionen wird schließlich den klimawandelbedingten Veränderungen der Wasserbilanz gegenübergestellt, um deren Maßnahmeneffizienz abschätzen zu können.

*Vortragende(r)

15.5 ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNG VON WASSERHAUSHALT UND TROCKENSTRESS AN WALDSTANDORTEN IN DEUTSCHLAND – SZENARIENSIMULATIONEN AN DEN TRAKTECKEN DER BUNDESWALDINVENTUR.

Paul Schmidt-Walter*, Bernd Ahrends, Henning Meesenburg

Zusammenfassung

Die Bundeswaldinventur (BWI) liefert repräsentative Daten zu Wachstum, Baumartenverteilung, Waldstruktur und Bodenvegetation der Wälder in Deutschland. Auf Basis dieser Daten wird unter anderem die Kohlenstoffspeicherung der Wälder in Deutschland abgeschätzt. Im Rahmen des Projekts „Waldproduktivität und Kohlenstoffspeicherung im Klimawandel“ wurden die Traktecken der BWI um umfangreiche Informationen zu Boden und Klima ergänzt, mithilfe derer erstmals der Wasserhaushalt mit einem prozessorientierten Modell für alle 24610 BWI-Punkte deutschlandweit einheitlich und repräsentativ für die Wälder Deutschlands abgeschätzt werden konnte. Der Wasserhaushalt ist neben der Nährstoffversorgung der wichtigste Standortfaktor und bildet die Wechselwirkungen zwischen Boden, Klima und Bestandeseigenschaften ab. Da die Wasserverfügbarkeit eine zentrale Steuergröße für das Wachstum und die Vitalität von Wäldern ist, sind Erkenntnisse über ihre Entwicklung im Klimawandel essentiell für die Entwicklung von forstlichen Anpassungsstrategien an den Klimawandel, aber auch für die Beurteilung der zukünftigen Klimaschutzleistung und von Wasserdienstleistungen der Wälder. Die Ergebnisse der Wasserhaushaltssimulationen zeigen, dass sich bereits in der Vergangenheit das durchschnittliche Trockenstressniveau erhöht hat, so dass Waldstandorte im Zeitraum 1981-2010 im Mittel eine Wasserhaushaltsstufe (nach Forstlicher Standortskartierung) trockener als im Zeitraum 1961-1990 eingestuft werden müssen. Gleichzeitig zeichnet sich ein Trend zu verringerten Grundwasserneubildungsraten ab. Wie sich dieser Trend im Klimawandel bis 2100 fortsetzen könnte, wird anhand der Simulationsergebnisse für die Klimaszenarien der repräsentativen Konzentrationspfade RCP26, RCP45 und RCP85 vergleichend dargestellt und mögliche Konsequenzen für die künftige Bedeutung von Wasserdienstleistungen der Wälder werden erörtert.

*Vortragende(r)

15.6 TROPISCHE BERGNEBELWÄLDER UND IHRE FUNKTION ALS WASSERSPEICHER IN SÜDAMERIKA.

Christof Schneider* , Martina Flörke

Zusammenfassung

Millionen von Menschen in Südamerika sind abhängig von Wasser, welches in tropischen Bergnebelwäldern erzeugt wird. Es zeichnet sich durch eine hohe Qualität aus und ist essentiell für die flussabwärts gelegene Trinkwasserversorgung, Feldfrucht-Bewässerung, Industrie und Wasserkrafterzeugung. Die Abflussregime von Bergnebelwäldern sind oft stabiler, was insbesondere für die Herstellung von Wassersicherheit in Zeiten ausgeprägter Trockenheit von Bedeutung sein kann. Aufgrund von Klimawandel, Landnutzungsänderungen und Bevölkerungswachstum sind Bergnebelwälder und ihre wichtigen sozioökonomischen Funktionen aber zunehmend bedroht. Dennoch sind die hydrologischen Konsequenzen immer noch nicht ausreichend quantifiziert. Zuletzt wurden in Südamerika viele ‚Investment in Watershed Services (IWS)‘ Projekte initiiert, die die Bevölkerung in den flussaufwärts gelegenen Bergregionen dafür bezahlt, dass sie ihr Land in vorteilhafter Art und Weise bewirtschaftet. Der Erfolg dieser Projekte wird jedoch von der Fähigkeit abhängen, die Auswirkungen auf die Wasserressourcen zu prognostizieren.

Innerhalb des ClimateWlse Projektes quantifizieren und bewerten wir die hydrologischen Konsequenzen von Klimawandel, Landnutzungsänderungen und zunehmendem Wasserverbrauch in Südamerika und insbesondere für Flusseinzugsgebiete mit Bergnebelwäldern. Wir verwenden das ‚state-of-the-art‘ hydrologische Modell WaterGAP3, welches seine Berechnungen mit einer räumlichen Auflösung von 5x5 Bogenminuten durchführt. Wolkenwasser-einträge sind üblicherweise nicht in gewöhnlichen Niederschlagsdatensätzen berücksichtigt, können aber in trockeneren Regionen/ Jahreszeiten signifikant sein. Aufgrund der globalen Erwärmung und der Abholzung tropischer Regenwälder wird sich die Wolkenwasserinterzeption zukünftig wahrscheinlich stark verringern. Deswegen berechnet unser Modell Wolkenwasser-einträge mit einer höheren räumlichen Auflösung (sub-grid), die validiert werden gegenüber Messungen aus verschiedenen regionalen Fallstudien des Projektes. Zusammenfassend dient unser großskaliger Ansatz dazu, die Signifikanz von Bergnebelwäldern als Wasserspeicher in Südamerika zu bewerten und die Änderungen in der Zukunft unter verschiedenen Klimaprojektionen und sozioökonomischen Szenarien zu beschreiben. Dabei werden die Konsequenzen für das Wassermanagement in verschiedenen Sektoren sowie die Anzahl der betroffenen Menschen für die kommenden Jahrzehnte ermittelt.

*Vortragende(r)

SESSION 16: MESSEN, MODELLIEREN UND MANAGEN – HOCHWASSER

16.1 RÄUMLICH UND ZEITLICHE VARIABILITÄT VON BEMESSUNGSREGEN AUS RADARDATEN UND SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DIE PRAKTISCHE ANWENDUNG.

Uwe Haberlandt* , Christian Berndt

Zusammenfassung

Intensitäts-Dauer-Häufigkeits (IDF) - Linien bilden oft die Grundlage zur Ableitung von Bemessungs-niederschlägen, die für die Dimensionierung wasserwirtschaftlicher Anlagen Verwendung finden. Die IDF – Kurven werden gewöhnlich auf Basis von Extremwertstatistik anhand von Punktniederschlags-messungen bestimmt und sind nur lokal gültig. Dies führt zu zwei Problemen. Erstens, es ist eine Regionalisierung für unbeobachtete Orte erforderlich und zweites ist eine Korrektur der Extremniederschläge für größere Flächen notwendig, welche häufig mit Abminderungsfaktoren (ARFs) durchgeführt wird. Durch die Nutzung von Wetterradar-daten zur Niederschlagsschätzung, die flächendeckend in hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung zur Verfügung stehen, könnten diese beiden Probleme umgangen werden. Jedoch ist die Ableitung von Niederschlägen aus Wetterradar-daten mit einigen Unsicherheiten behaftet und die Länge der Beobachtungsreihen ist oft noch zu kurz für eine robuste Extremwertstatistik. Diese Untersuchung beschäftigt sich speziell mit dem letzteren Problem, der zeitlichen Repräsentanz der Radarniederschläge. Es werden die zeitliche und räumliche Variabilität von statistischen Regen aus Radardaten analysiert. Speziell ist die Frage zu beantworten, ob zeitlich zu kurze Beobachtungen an einem Punkt durch viele Messungen im Raum ausgeglichen werden können. Zuerst werden die Radardaten korrigiert und an tägliche Niederschlagsmessungen angepasst. Dann erfolgt eine Berechnung von Flächen-Intensitäts-Dauer-Häufigkeits (AIDF) - Kurven und ARFs für unterschiedliche räumliche und zeitliche Stichprobenumfänge. Die AIDF-Kurven und ARFs werden hinsichtlich ihrer zeitlichen und räumlichen Variabilität untersucht. Um die räumliche Variabilität zu reduzieren werden Skalierungen des Niederschlages durchgeführt sowie eine Gruppierung der Stationen nach klimatologischen und physiographischen Gesichtspunkten vorgenommen. In dieser Untersuchung werden Radarbeobachtungen der Station Hannover mit einer Länge von 16 Jahren, tägliche Niederschlagsdaten und ausgewählte registrierende Stationen verwendet. AIDF-Kurven und ARFs werden für Dauerstufen von 5 Minuten bis 24 Stunden, Flächengrößen von 2 km² bis 1200 km² und Wiederkehrintervalle von 1 bis 30 Jahren analysiert. Die Untersuchung geht von der Hypothese aus, dass die räumliche Variabilität mit Stichprobenumfang, Gruppierung und Skalierung abnimmt und sich schließlich der lokalen zeitlichen Variabilität annähert.

*Vortragende(r)

16.2 HOCHWASSERFRÜHWARNUNG FÜR KLEINE EINZUGSGEBIETE: MÖGLICHKEITEN UND GRENZEN IM LICHTE OPERATIONELLER ANFORDERUNGEN AM BEISPIEL SACHSENS.

Andy Philipp* , Florian Kerl

Zusammenfassung

In den letzten Jahren war der Freistaat Sachsen wiederholt sowohl von großen Flusshochwassern, als auch von kleinräumigen, extremen Abflussereignissen in Folge von Starkregen betroffen. Eine Frühwarnung vor potentiell gefahrträchtigen hydrologischen Situationen in kleinen Einzugsgebieten muss dabei nicht nur hydrologische, sondern auch meteorologische Aspekte sowie Fragen der Kommunikation von Warnungen berücksichtigen. Zur Identifikation der Möglichkeiten und Grenzen einer Hochwasserfrühwarnung für schnell reagierende, kleine Einzugsgebiete wurden daher untersucht: (1) die Ansprüche potentieller Nutzer von Hochwasserfrühwarnprodukten, (2) quantitative Niederschlagsschätzungen und -vorhersageprodukte und (3) verschiedene hydrologische Modellansätze. Ausgehend von diesen Erkenntnissen werden die Möglichkeiten und Grenzen einer Hochwasserfrühwarnung für kleine Einzugsgebiete aufgezeigt und schließlich ein geeigneter Ansatz konzipiert, implementiert und in ein operationelles Hochwasserfrühwarnsystem überführt. Das Frühwarnsystem wird vorgestellt und sein Nutzen anhand von Fallbeispielen demonstriert.

*Vortragende(r)

16.3 HOCHWASSER MESSEN, MODELLIEREN UND MANAGEN UNTER BÜRGERBETEILIGUNG.

Ruben Müller*, Bernd Pfützner, Simon Burkard, Frank Fuchs-Kittowski

Zusammenfassung

In urbanen Gebieten ist das Schadenspotential durch Hochwasserereignisse hoch. Daher kommt hier dem Hochwassermanagement (HWM) eine besondere Bedeutung zu. Ausreichende Vorwarnzeiten sind für das Einleiten von aktiven Hochwasserschutzmaßnahmen notwendig. Speziell für die Unterstützung von Kommunen und Städte mit kleinen hochwassergefährdeten Gewässern, wird im Projekt VGI4HWM eine Hochwassermanagement-Plattform entwickelt. Als Alternative zu fehlenden Pegelanlagen messen Bürger und städtische Mitarbeiter mit Smartphones den Wasserstand auf freiwilliger Basis (Volunteered Geographic Information, VGI). Weitere bereitstellbare VGI-Daten umfassen z.B. Fotos. Ein integriertes automatisiertes Vorhersagesystem generiert Warnhinweise über Extremereignisse. Hierzu erfolgt operativ eine Klassifizierung der vom DWD frei verfügbaren Niederschlagsvorhersagen in Warnlevel. Diese lassen sich zusätzlich mit Warnleveln zu vorhergesagten Durchflüssen und Wasserständen aus operationellen N-A-Modellen untersetzen. Eine hieraus zusammengestellte, ortsbezogene Meldung erlaubt den Einsatzkräften durch längere Vorwarnzeiten frühzeitig, für den Hochwasserschutz aktiv zu werden. Ein Dashboard gibt den Einsatzkräften jederzeit einen Überblick aller verfügbaren VGI-Daten und Vorhersagen zur Lagebeurteilung oder Ereignisnachbereitung. In diesem Beitrag wird die Hochwassermanagement-Plattform im Detail vorgestellt und die Bedeutung von VGI-Daten für operationelle Vorhersage in kleinen Einzugsgebieten diskutiert. Mit dem Start des Probetriebs gegen Ende 2017 besteht außerdem die Möglichkeit, erste Ergebnisse präsentieren zu können.

*Vortragende(r)

16.4 VULNERABILITÄT MESSEN UND MODELLIEREN - EIN MULTIKRITERIELLER ANSATZ IM HOCHWASSERRISIKOMANAGEMENT.

Mariele Evers* , Mariana Madruga de Brito

Zusammenfassung

Hochwasserrisiken werden im Hochwasserrisikomanagement üblicherweise – wie auch in der EU-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie gefordert - in Gefahren- und Risikokarten dargestellt. Sie dienen einerseits zur Planung von Schutzmaßnahmen und dem Hochwasserrisikomanagement aber auch zur Information der Bevölkerung. Nicht oder nur zum Teil berücksichtigt werden hierbei die physikalische und soziale Vulnerabilität, bzw. Verwundbarkeit. Nach UNISDR (2017) wird Vulnerabilität als „... the conditions determined by physical, social, economic and environmental factors or processes which increase the susceptibility of an individual, a community, assets or systems to the impacts of hazards“ definiert. Die Vulnerabilität bestimmt zusammen mit der Exposition das Ausmaß des Risikos. Damit beeinflusst die Einschätzung der Vulnerabilität die Bewertung und Entwicklung von Maßnahmen zur Reduzierung von Hochwasserrisiko und kann somit eine entscheidende Rolle im Risikomanagement einnehmen. Es existieren verschiedene Methoden zur Erfassung und Modellierung von Vulnerabilität, jedoch wurde in einer Literaturstudie von de Brito und Evers (2016) deutlich, dass im Hochwasserrisikomanagement nur selten eine systematische Identifikation und lokale Anpassung von Vulnerabilitätskriterien erfolgt. In diesem Beitrag wird ein multikriterieller Ansatz vorgestellt, der in einer Fallstudie in Brasilien entwickelt und angewendet sowie am Beispiel der Stadt Köln getestet wurde. Dabei werden allgemeine Indikatoren für ein häufig von Hochwasser betroffenes Gebiet ermittelt und über einen partizipatorischen Ansatz von nationalen und regionalen Expertinnen und Experten reflektiert, in einem iterativen Prozess bewertet und gewichtet. Deutlich werden hierbei die möglichen Unterschiede der Betroffenheit bzw. Vulnerabilität je nach Auswahl und Gewichtung der einzelnen Indikatoren. Die Methodik und die Ergebnisse werden im Beitrag vorgestellt. Es zeigt sich, wie unterschiedlich Vulnerabilität je nach Kriterien und Gewichtung eingeschätzt wird, was deutliche Konsequenzen für das Hochwasserrisikomanagement hat.

Literatur De Brito, M.M., M. Evers, 2016. Multi-criteria decision-making for flood risk management: a survey of the current state of the art, Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 16, 1019–1033. doi:10.5194/nhess-16-1019-2016 UNISDR, 2017. Terminology on disaster risk reduction. <https://www.unisdr.org/we/inform/terminology#letter-v>

*Vortragende(r)

16.5 ENTWICKLUNG EINES INFORMATIONSSYSTEMS ZUR ANALYSE UND PRÄDIKTION HYDRO-METEOROLOGISCHER EXTREMEREIGNISSE IN MITTLEREN UND KLEINEN EINZUGSGEBIETEN.

Stefan Wiemann*, Firas Al Janabi, Anette Eltner, Robert Krüger, Thi Thanh Luong, Hannes Sardemann, Thomas Singer, Diana Spieler, Rico Kronenberg

Zusammenfassung

Hydro-meteorologische Extremereignisse wie Starkregen und Sturzfluten stellen ein beständiges Risiko für Bevölkerung und Wirtschaft dar. Die Beschreibung, Analyse und Prognose solcher Ereignisse umfasst zahlreiche Teilprozesse, von der kontinuierlichen Messung hydro-meteorologischer Variablen über die historische und prädiktive Modellierung relevanter Prozesse bis hin zur Entscheidungsunterstützung im Ernstfall. Im Vergleich zu großräumigen Wetterereignisse, die durch bestehende Informationssysteme häufig gut erfasst werden können, ist die raumzeitliche Ausdehnung von lokal auftretenden Extremereignisse und deren Auswirkungen immer noch schwierig vorherzusagen. Im Rahmen des EXTRUSO-Projektes werden Konzepte und Komponenten für ein webbasiertes Informationssystem entwickelt, welche die Analyse und Prädiktion von hydro-meteorologischen Extremereignissen in kleinen und mittleren Einzugsgebieten unterstützen können. Die Schwerpunkte liegen dabei auf folgenden Aspekten:

1) Datenintegration: verfügbare historische und aktuelle Daten werden nicht nur nebeneinander bzw. übereinander visualisiert, sondern direkt miteinander verknüpft, um die Exploration und Analyse der Daten zu vereinfachen. Neben offiziellen Daten, z.B. dem Flusspegelmessnetz oder Radardaten des DWD, werden auch Daten aus low-cost Messsystemen integriert, um eine raumzeitliche Verdichtung des Gesamtdatenbestandes zu erreichen.

2) Modellintegration: Neben der Visualisierung und Analyse von Modellergebnissen besteht die Möglichkeit hydro-meteorologische Modelle direkt an das Informationssystem anzubinden. Dies kann über eine web-basierte Implementierung (z.B. in JavaScript), über eine Web-Schnittstelle der Modellsprache (z.B. OpenCPU für R) sowie über die Kapselung der Modellimplementierung (z.B. über die Web Processing Service Schnittstelle) erfolgen. Dieser modulare Ansatz ermöglicht neben der Verkettung vorhandener auch die Erweiterung durch externe, durch Dritte bereitgestellte Prozesse.

3) Anwendungsszenarien: um die unterschiedlichen Möglichkeiten zur Nutzung des Informationssystems aufzuzeigen, werden eine Reihe von Szenarien entwickelt, die verschiedener Stakeholder und Anwendungsfälle adressieren. Diese reichen von der einfachen Exploration relevanter Informationen über die Charakterisierung von hydro-meteorologischen Gebietszuständen bis hin zur Ausführung individuell parametrisierter Modellläufe.

Die Komponenten des geplanten Informationssystems befinden sich derzeit in der Entwicklungsphase. Dazu zählen unter anderem der Aufbau von low-cost Messsystemen zur Erfassung hydro-meteorologischer und hydro-morphologischer Variablen, die Entwicklung von Modellen zur Analyse und Prädiktion von Gebietszuständen und Abflussverhalten sowie die Integration verschiedener Laufzeitumgebungen zur online Datenprozessierung im Informationssystem.

*Vortragende(r)

16.6 HOCHWASSERRISIKOMANAGEMENT MIT INGE – INTERAKTIVE HOCHWASSERABWEHR.

Katrin Hänsel*, Susann Thieme, Michael Reichert, Uwe Müller

Zusammenfassung

Das seit 2006 vom Landeshochwasserzentrum entwickelte Hochwasserrisikomanagementsystem „INGE“ (Interaktive Gefahrenkarte für den Hochwasserschutz; www.inge-web.de) ist ein auf kommunale Ziele ausgerichtetes Managementsystem zur Hochwasserabwehr. Die kostenlose Software visualisiert den Katastrophenabwehrplan örtlicher Behörden und Einsatzleitungen und ist ein hilfreiches Instrument für die Entscheidungen bei der Planung, Durchführung und Nachbereitung der Katastrophenabwehr. Die Software bündelt die Unterlagen des jeweiligen Nutzers, Erfahrungen und Aktionspläne zum Hochwasserschutz und gibt mit Hilfe von GIS-Werkzeugen einen Überblick über die gefährdeten Objekte in Abhängigkeit von der Höhe der aktuellen bzw. prognostizierten Wasserstände. In den letzten Jahren wurden stetig Weiterentwicklungen und Anpassungen der Software durchgeführt und im Rahmen des EU- Projektes STRIMA II sind weitere Entwicklungsziele angestrebt. So soll die Verwendung von Cloud-Technologien zur mobilen oder nachbarschaftlichen Zusammenarbeit ebenso vorangetrieben werden wie die Verwendung der Software für mobile Geräte (INGE.mobil). Durch die Einbindung des bundesweiten Online-Pegeldatenabrufs kann der Nutzerkreis der Software weiter ausgebaut werden und mithilfe von Wasserstands-Schadensfunktionen eine Abschätzung von zu erwartenden Schäden erfolgen. Die Software INGE wird vorgestellt und ihr Nutzen anhand von Simulationen demonstriert, auch auf Innovationen innerhalb der Software wird eingegangen.

*Vortragende(r)

POSTER

SESSION 1: MESSEN UND MODELLIEREN

1.1 ABSCHÄTZUNG DER ABFLÜSSE VON EXTREMEN STURZFLUTEN MITTELS ISOCHRONEN.

Christian Reinhardt-Imjela*, Achim Schulte, Axel Bronstert, Daniel Rasche

Zusammenfassung

Trotz ihres häufig lokalen Charakters gehören Sturzfluten zu den hydrologischen Ereignissen, die in Summe ebenso hohe Schäden verursachen können, wie großräumige Flussüberschwemmungen. Ursache für Sturzflutereignisse sind in der Regel kleinräumige, konvektive Extremniederschläge, die in den betroffenen Einzugsgebieten äußerst schnelle und intensive Abflussreaktionen bewirken. Betroffen sind dabei zumeist kleine Einzugsgebiete ohne eigene Pegelmessstellen. Am 26. Mai 2016 lösten Niederschlagsmengen von 140 mm, die zwischen 18 und 22 Uhr u.a. über dem Einzugsgebiet des Orlacher Bachs (AEZG: 5,9 km²) fielen (Bronstert et al. 2017), eine kurze aber sehr intensive Sturzflut mit hohen Sachschäden in der Ortschaft Braunsbach aus. Offen bleibt dabei mangels Pegeldaten die exakte Höhe des Scheitelabflusses in Braunsbach sowie das Abflussvolumen. Da die Abflussbildung bei solchen Ereignissen aufgrund der hohen Niederschlagsintensitäten von Oberflächenabflüssen dominiert wird, ist anzunehmen, dass die Abflussganglinie unter Berücksichtigung eines definierten Abflussbeiwerts über die Berechnung der Abflusskonzentration modelliert werden kann. Diese Hypothese soll am Beispiel des Ereignisses von Braunsbach getestet werden. Dazu werden mit Hilfe der ArcGIS Erweiterung „Zeitflächenfunktion“ (Hydrotec GmbH Aachen) aus einem DGM10, Gewässernetz und Bodenbedeckung (Oberflächenrauheit) die Entwässerungszeiten für alle Rasterzellen des Einzugsgebiets ermittelt (Isochronen). Der Direktabfluss wird unter Annahme eines konstanten Abflussbeiwerts für jeden Zeitschritt aus dem flächengewichteten Gebietsmittel dämpfungskorrigierter 5-minütiger Radarniederschläge (Bronstert et al. 2017) berechnet. Im Anschluss werden die Direktabflusswerte für jeden Zeitschritt mit den Entwässerungszeiten verrechnet. Für den Orlacher Bach ergibt sich mit dieser Methode eine sehr steile Ganglinie mit einem Scheitelabfluss zwischen 101 und 123 m³/s und einer Ereignisdauer von etwa 3 bis 4 Stunden. Der Scheitel tritt in allen Varianten zwischen 20:15 und 20:20 Uhr Ortszeit ein, was sich mit Aussagen von Anwohnern in Braunsbach (Scheitel gegen 20:15 Uhr) sehr gut deckt. Auch das Ende des Ereignisses zwischen 22 und 23 Uhr deckt sich mit den Angaben der Anwohner vor Ort. Um die Methode einer weiteren Validierung zu unterziehen, ist jedoch ein Sturzflutereignis in einem vergleichbaren, jedoch mit Pegel ausgestatteten Einzugsgebiet notwendig. Da entsprechende Abflusszeitreihen selten verfügbar sind, erfolgt eine erste Validierung am 11 km² großen Einzugsgebiet des Kleinen Regens in Bayern (Pegel Hirschbach) mit dem Hochwasser vom 27.05.2006 (HQ100). Das Hochwasser wurde ebenfalls durch Starkniederschläge ausgelöst, allerdings mit geringerer Intensität und längerer Dauer als in Braunsbach.

*Vortragende(r)

1.2 DEFIZITE UND LÖSUNGSANSÄTZE BEI DER MESSUNG UND MODELLVALIDIERUNG VON STURZFLUTEN IN BAYERN.

Johannes Mitterer*, Markus Disse

Zusammenfassung

Seit den jüngst in Deutschland zahlreich aufgetretenen Sturzflutereignissen im Jahr 2016 steht diese Art des Hochwassers im Fokus verschiedener Forschungsarbeiten. Im Projekt HiOS (Hinweiskarte Oberflächenabfluss und Sturzflut) wird dieses Phänomen unter anderem mithilfe der hydrologischen Modellierung (LARSIM, WaSiM) anhand zahlreicher bayerischer Ereignisse untersucht. Im Mittelpunkt der hydrologischen Betrachtungen steht die Frage, ob und wie eine Sturzflut mit flächenverteilten hydrologischen Modellen realitätsnah abgebildet werden kann. Dabei werden Fragen zur Skalierbarkeit der Prozesse, zur Kalibrierung bei Sturzfluten, der Regionalisierung von Parametern, sowie der Bereitstellung notwendiger Input-Daten durch die messtechnische Ausstattung der Einzugsgebiete beantwortet.

Generell sind die Input- und Validierungs-Daten zur hydrologischen Sturzflutmodellierung oft unzureichend. Dazu gehören trotz des in Bayern vergleichsweise engmaschigen meteorologischen und hydrologischen Messnetzes die Bodenfeuchte- und Niederschlagsverteilung, sowie die Abflusszeitreihen. Sturzfluten bilden sich in Mitteleuropa in kleinen Einzugsgebieten von unter 100 km², deren Wasserbilanz nur selten durch vorhandene Niederschlags- und Pegelstationen ermittelt werden kann. Darüber hinaus wird die Anzahl verlässlicher quantitativer Abflussmessungen von Sturzfluten und damit eine verlässliche Validierungsmöglichkeit der hydrologischen Modelle durch Zerstörung, Ausfall oder große Messungenauigkeiten der Pegel bei extremen Abflüssen weiter verringert.

In diesem Beitrag zeigen wir die räumlich unterschiedliche Datenverfügbarkeit von Niederschlag und Abfluss an kleinen Einzugsgebieten (< 100 km²) in Bayern, sowie eine Abschätzung der resultierenden Unsicherheiten in der hydrologischen Modellierung. Zusätzlich untersuchen wir die in minütiger Auflösung verfügbaren Niederschlags- und Abflussdaten im Zeitraum von 2002 bis 2017, um die Datenbasis für prozesshafte hydrologische Untersuchungen von Sturzfluten zu ermitteln. Messtechnisch dokumentierte Ereignisse stellen wir im Abgleich mit KOSTRA und den DWD-Starkregen-Warnstufen vor. Es wird weiterhin untersucht, inwieweit die hydrologischen Prozesse von Sturzfluten auf der EZG-Skala mit dem vorhandenen Messnetz überhaupt bewertet werden können und wo ein gezielter Einsatz zusätzlicher Messgeräte zu einer signifikanten Verbesserung der Abbildung von Sturzfluten führen könnte. Konkret zeigen wir, wo und inwiefern kamerabasierte low-cost-Pegel zu einer Verdichtung des Pegelmessnetzes und damit zu einer verbesserten Datenlage bei Sturzflutereignissen beitragen können.

*Vortragende(r)

1.3 EVALUIERUNG OPERATIONELLER ENSEMBLE-BASIERTER NIEDERSCHLAGS- UND ABFLUSSVORHERSAGEN FÜR KLEINRÄUMIGE FLUSSGEBIETE IN RHEINLAND-PFALZ.

Janna Bartels*, Jan Bliedernicht, Jochen Seidel*, Hannah Auer, Norbert Demuth, Margret Johst, András Bárdossy, Harald Kunstmann

Zusammenfassung

Hochwasserwarnungen basieren in Deutschland seit einigen Jahren vermehrt auf Ensemblevorhersagen, damit auch Unsicherheiten in der Abflussvorhersage quantifiziert werden können. Im Rahmen einer Studie von Bartels et al. (2017) erfolgte eine erste Evaluierung der ensemble-basierten Abflussvorhersagen des Hochwasservorhersagesystems des Landesamtes für Umwelt in Rheinland-Pfalz (LfU). Das System verwendet die Niederschlagsvorhersagen von COSMO-DE-EPS, um mit dem hydrologischen Modell LARSIM ein Abflussensemble in stündlicher Auflösung für einen Vorhersagezeitraum von 27 Stunden zu erzeugen. Zusätzlich werden deterministische Abflussvorhersagen mit LARSIM auf Basis von COSMO-DE für die nächsten 72 Stunden erstellt.

Die Untersuchungen (Dezember 2010 bis Februar 2015) deuten für die ausgewählten kleinräumigen Flussgebiete (176 km² bis 1469 km²) und Vorhersagelängen (1-3 h, 4-6 h, ..., 19-21 h) auf eine Verbesserung durch das ensemble-basierte System hin, wenn Warnungen auf Basis probabilistischer Abflussvorhersagen erfolgen. Unter anderem nimmt der Genauigkeitsgewinn auf Grundlage des Brier Skill Scores im Vergleich zur deterministischen Abflussvorhersage über die Vorhersagelänge allmählich zu und beträgt bei der maximalen Vorhersagenlänge zwischen 15 und 30 %. Allerdings ist die Spannbreite der Ensemble-Abflussvorhersagen häufig zu gering, so dass die Beobachtungen bei vielen Ereignissen nicht vom Ensemble eingehüllt werden. Desweiteren waren im oben genannten Untersuchungszeitraum kaum Hochwasserereignisse über einem HQ10 zu verzeichnen. Daher wird derzeit auch eine Analyse für die Starkregenereignisse in Rheinland-Pfalz im Frühsommer 2016 durchgeführt und erste Ergebnisse von der Qualität der COSMO-DE-EPS Niederschlagsvorhersagen für diese Extremereignisse präsentiert.

Bartels, J., Bliedernicht, J., Seidel, J., Bárdossy, A., Kunstmann, H., Johst, M., Demuth, N. (2017): Bewertung von Ensemble-Abflussvorhersagen für die operationelle Hochwasserwarnung – Hydrologie & Wasserbewirtschaftung, 61, (5), 297-310; DOI: 10.5675/Hy-Wa_2017,5_1

*Vortragende(r)

1.4 UNTERSUCHUNG VON SIMULTANEN EXTREMEN ABFLÜSSEN UND NIEDERSCHLAGSEREIGNISSEN.

András Bárdossy* , Faizan Anwar* , Jochen Seidel

Zusammenfassung

Die Menge des maximalen Durchflusses an einem bestimmten Abfluss-Querschnitt hängt von dem Zeitpunkt des Niederschlags und der Niederschlagsmenge im oberstromigen Einzugsgebiet ab. Die anfängliche Bodenfeuchtigkeit und das in der Form von Wetterlagen (circulation patterns, CPs) beschriebene Wetter sind wichtige Faktoren. Wir untersuchen mithilfe von Copulas die räumliche und die zeitliche Abhängigkeit von extremen Abflüssen und Niederschlägen in den Teileinzugsgebieten der Flüsse Neckar, Mulde und Rhein. Auch werden die Gründe für die Abweichungen des Umfangs der Abhängigkeiten von Extremabflüssen und Niederschlag in den verschiedenen Teileinzugsgebieten untersucht. Zu diesem Zweck werden zeitlich hoch aufgelöste Abfluss- und Niederschlagsdaten benutzt. Zur Untersuchung von Zirkulationsmustern, die zu extremen Niederschlägen und Abflüssen führen, werden vorangegangene Studien benutzt. Die Beständigkeit der Zirkulationsmuster vor und zum Zeitpunkt der extremen Ereignisse wird auch untersucht. Zur Klassifizierung der Zirkulationsmuster werden tägliche Luftdruckdaten des National Center for Atmospheric Research (NCAR) von 1900 bis heute verwendet. Diese Untersuchung soll die Frage beantworten, ob die Niederschlagsmenge in verschiedenen Teileinzugsgebieten alleine für Extremfluten verantwortlich ist oder ob auch die Ereignisse von vorangehenden Zeitschritten und ihre räumlich-zeitliche Verteilung eine signifikante Rolle spielen. Die Ergebnisse dieses Projekts werden als Teil der von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Forschergruppe „Space-Time-Dynamics of Extreme Floods (SPATE)“ vorgestellt.

*Vortragende(r)

1.5 DATENGETRIEBENE HOCHWASSERVORHERSAGE: VON DER REGIONALEN STUDIE ZUR DETAILLIERTEN FEHLERANALYSE.

Thomas Singer* , Christine Metzkes

Zusammenfassung

Datengetriebene Ansätze, insbesondere künstliche neuronale Netze, gewinnen seit einigen Jahren in der Hydrologie immer mehr an Bedeutung. Eine weit verbreitete Anwendung liegt dabei in der Hochwasservorhersage, wobei sich viele Untersuchungen auf wenige Einzugsgebiete konzentrieren. Dieser Beitrag beabsichtigt eine differenzierte Einschätzung der Potentiale neuronaler Netze in der Hochwasservorhersage, in dem er (i) sich auf eine große Anzahl von Einzugsgebieten stützt und (ii) eine detaillierte, einzugsgebietsübergreifende Fehleranalyse vornimmt. Der Fokus liegt dabei auf mittleren Hochwasserereignissen in kleinen und mittleren Einzugsgebieten mit schneller Gebietsreaktion. Für 50 Einzugsgebiete in Sachsen mit Gebietsgrößen zwischen 5 und 1000 km² werden neuronale Netze bezogen auf bestimmte Vorhersagezeiträume trainiert und angewendet. Anhand von statistischen Gütekriterien wird die Vorhersagegüte der Modelle bewertet. Die Ergebnisse werden mit denen eines analog aufgebauten konzeptionellen Modells zur Hochwasservorhersage verglichen. Gemessen an den verwendeten Gütekriterien erzielt der datengetriebene Ansatz im Vergleich zum konzeptionellen Ansatz sehr gute Ergebnisse. Die detaillierte Ergebnisanalyse der datengetriebenen Modelle zeigt jedoch Defizite auf, welche durch die verwendeten Gütekriterien nicht ausreichend beschrieben werden. Es wurden drei dominierende Fehlerarten identifiziert: (a) Phasenfehler, (b) Oszillationen und (c) Informationsverlust. Die Fehlerwirkungen werden ereignisbasiert auf Grundlage eines (a) zeitlich verschobenen RMSE (root-mean-square error), (b) korrigierten RMS (root mean square) und (c) der KGE (Kling-Gupta-efficiency) quantifiziert. Erste Untersuchungen der Fehlerursachen lassen vermuten, dass diese nicht allein durch globale Zeitreiheneigenschaften wie die Autokorrelation des Durchflusses ausreichend beschrieben werden können. Die zu betrachtende Analyseskala ist unterhalb der Ereignisskala anzusetzen.

*Vortragende(r)

1.6 EIN MODELL MIT DOPPELTEM NUTZEN – DIE MESSUNG VON VERKEHRSFLÄCHENABFLÜSSEN AM MÜNCHNER MITTLEREN RING.

Karl Broich*, Steffen Rommel, Peter Wasmeier, Markus Disse, Brigitte Helmreich

Zusammenfassung

Die Stadtentwässerung München betreibt am Münchner Mittleren Ring das Kanalnetz zur Ableitung der Verkehrsflächenabflüsse. Da die Verkehrsflächenabflüsse stofflich belastet sind, wird es vor Ort in dezentralen Regenwasserbehandlungsanlagen gereinigt, um eine Kontamination des Grundwassers zu verhindern. Im Rahmen eines vom Bayerischen Landesamt für Umwelt beauftragten Projektes führt der Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft der Technische Universität München (TUM) Untersuchungen mit dezentralen Behandlungsanlagen für Verkehrsflächenabflüsse vor Ort durch. Zur Bewertung der Standzeiten und des Kolmationsrisikos der eingesetzten Filter sind umfassende Daten zur Zulaufcharakteristik der Anlagen erforderlich. Es bestehen Unsicherheiten inwieweit Straßenrauheit, Straßenebenenheiten, Autoverkehr und Zulauf aus angrenzenden Flächen den Zufluss zur Filteranlage beeinflussen. Um diese Einflüsse quantifizieren zu können, wurde ein Straßenabschnitt an der B304 (Ausfahrt des Mittleren Rings) mit einer Niederschlagsmessstation und einem induktiven Abflussmessgerät instrumentiert. Weiterhin wurde die Straßenoberfläche mit terrestrischem Laserscanning hochgenau vermessen. Auf der Grundlage des resultierenden Oberflächenmodells werden 2d-hydrodynamische Berechnungen mit dem Programm Hydro_AS-2d ausgeführt, um die genannten Einflüsse näher zu analysieren.

Die Sichtung der Messdaten zeigte, dass auch das Starkregenereignis vom 18.8.2017 enthalten ist. Dadurch bietet sich die Möglichkeit, die installierte Messeinrichtung zur Untersuchung des Abflussverhaltens bei Starkregen zu nutzen. Mit dem hydraulischen Modell lassen sich die Abflüsse und Fließwege, die sich bei Niederschlägen bilden, mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung berechnen. Durch Vergleich zwischen den gemessenen und berechneten Abflüssen sind Rückschlüsse auf die Einflussgrößen Rauheit und effektiver Niederschlag möglich. Diese Einflussgrößen müssen bei der Berechnung urbaner Sturzfluten abgeschätzt werden, da in der Regel Messwerte nicht vorhanden sind. Mit der beschriebenen Versuchsanordnung ist es nun möglich, die bekannten Verfahren zur Bestimmung des effektiven Niederschlags und die üblicherweise angesetzte Rauheit zu überprüfen. Weiterhin ermöglicht die Betrachtung von Niederschlagsereignissen verschiedener Intensitäten eine Einschätzung darüber, ab welchem Niederschlag mit Oberflächenabfluss zu rechnen ist.

*Vortragende(r)

1.7 EFFECT OF SURFACE WATER REDISTRIBUTION ON VEGETATION ENCROACHMENT IN THE CONSTRUCTED HÜHNERWASSER CATCHMENT.

Daniel Caviedes-Voullieme*, Anju Andezhath Mohanan, Yasemine Brück, Markus Zaplata, Christoph Hinz

Zusammenfassung

The artificial Hühnerwasser catchment has experienced a significant and monitored evolution since 2005, changing from a post-mining landscape to an almost fully vegetated ecosystem. The early stages showed a fast rate of ecohydrological evolution with changing dominating processes and feedbacks. The evolution of rill vegetation encroachment is one of such complex co-evolving processes.

We hypothesise that rill vegetation encroachment is driven by the evolution of the hydrologic/hydraulic regime of the rill network, which in turn affects the regime, potentially creating a stabilising positive feedback. We further hypothesise that rill vegetation occurs later than hillslope vegetation, and follows a particular establishment and encroachment timeline in response to the changing hydrological/hydraulic regimes. That is, the early runoff-dominated regime results in higher flows, velocities, transport and erosion capacity, thus favouring seed flushing and seedling uprooting. On the other hand, as the system transitions from a runoff-dominated into an infiltration- and ET-dominated system, flow, velocity, transport and erosion capacity in the rill network are reduced, making seed establishment in the rills more likely.

We explore these hypothesis with two complementary approaches: an analysis of the spatiotemporal distribution of vegetation and a process-based numerical modelling study. Firstly, we assess aerial photography of rill vegetation encroachment between 2007 and 2012 in terms of several vegetation types to derive temporal indicators of encroachment. The analysis reveals that in the initial stages, a rill network developed in the hillslope. Shortly after vegetation first established on hillslopes, the rill network became progressively vegetated. Different pioneering species established heterogeneously, at different times and encroached into the rills at different rates. However, despite the volume of data, it is difficult to assess which are the governing and limiting processes which respectively drive and constrain how and at which rate vegetation encroaches into the rills. In consequence, a pilot modelling study to identify the relative relevance of rill network geometry, bare soil infiltration, hillslope vegetation heterogeneity and intra-storm variability on the hydraulic response of the rill network and its possible impact on encroachment. The overall results suggest that vegetation encroachment may be controlled by the rill network hydraulic regime, but such regime is the result of a complex superposition of responses of all the aforementioned factors, of which rill geometry appears to be a dominant one. Furthermore, the simulations showed that vegetation spatial heterogeneity has an impact on the hydraulic regime coupled to the presence of temporal rainfall variability. Altogether, these results show that the governing co-evolving ecohydrological processes are interacting and are strongly affected by spatial and temporal heterogeneities.

*Vortragende(r)

1.8 SMARTSTONES: SENSORTECHNIK ZUR IN-SITU-ERFASSUNG VON STEINBEWEGUNGEN.

Markus Casper*, Oliver Gronz, Jochen Aberle, Bastian Dost, Andreas Krein, Julius Weimper

Zusammenfassung

Smartstones: Sensortechnik zur In-situ-Erfassung von Steinbewegungen

Vorgestellt wird ein Sensor, der in Steine eingebaut werden kann zur in-situ-Messung der Bewegung. Dabei können aktuell bis zu 20 Minuten mit 100 Hz Messfrequenz gemessen werden. Der Sensor ist in der Lage Bewegung selbstständig zu erkennen und erst dann seine Messreihe zu beginnen. Der Sensor kann über eine RDID-Schnittstelle auch über eine gewisse Entfernung ausgelesen bzw. geortet werden. Aktuell ist der dritte Prototyp-Generation im Test. Danach soll ein erstes Serienmodell entstehen. Vorgestellt werden verschiedene Beispielanwendungen: (1) Geschiebetransport in einer Rinne; (2) Bewegung einer Rutschung und (3) Zerstörung einer Steinarmierung durch Wellenaufwurf. Dabei lassen sich neben dem Bewegungsvektor vor allem die Beschleunigungen messen und statistisch auswerten, die auf den Stein einwirken. Die Sensordaten stellen wertvolles Datenmaterial für die Kalibrierung und Validierung von numerischen Modellen zum Steintransport in Gewässern oder in Rutschungen. Die Daten können auch wertvolle Hinweise zum Gewässersohlenmanagement liefern. Entsprechende Anwendungen sind bereits in Planung.

*Vortragende(r)

1.11 ABLEITUNG WASSERHAUSHALTSBEZOGENER EIGENSCHAFTEN DER ORGANISCHEN AUFLAGE VON WALDBÖDEN ANHAND UNGESTÖRTER PROBEN.

Karl-Heinz Feger, Stefan Julich, Richard Neumann*

Zusammenfassung

Die Wasserbilanz von Waldstandorten wird erheblich von der Interzeption beeinflusst. Die Berücksichtigung der Kronenrauminterzeption ist daher fester Bestandteil vieler Boden-Pflanzen-Atmosphäre-Transfer-Modelle. Jedoch findet die Quantifizierung der Interzeption in der Humusaufgabe in Simulationen des Wasserhaushaltes kaum Berücksichtigung. Mit dieser Arbeit wird eine Methode zur Quantifizierung der Interzeptionsleistung des Auflagehumus eines typischen Nadelwaldstandortes vorgestellt, anhand derer Parameter zur Prozessbeschreibung in hydrologischen Modellen abgeleitet werden können. Für die Modellierung der vertikalen Bodenwasserbewegung durch organische Auflagehorizonte hindurch wird je ein Verfahren zur Probenahme und zur Laboranalyse eingeführt. Das vorgestellte Probenahmeverfahren führt zu ungestörten Proben der Streu- und Humusschichten variierender Mächtigkeit in Form eines zusammenhängenden Pakets. Es basiert auf Kernbohrungen aus wassergesättigtem und gefrorenem Ausgangsmaterial. In den Laborexperimenten wird durch mikroskalige Regensimulationen mit variierenden Intensitäten und Niederschlagsmengen der Rückhalt in der Auflage und somit der effektive Niederschlag, der in den Mineralboden infiltriert, bestimmt. Die Regressionsanalysen zu den Beziehungen zwischen effektivem Niederschlag und leicht identifizierbaren physikalischen Eigenschaften der organischen Auflage von Waldböden können zur Modellierung des Retentionsverhaltens in weiterer Abhängigkeit von Niederschlagsintensität und Vorgeuchte des Substrates genutzt werden. Als bedeutsame Steuergrößen wurden der volumetrische Anteil der Streulage sowie die Mächtigkeit und die Porosität der Auflage identifiziert.

*Vortragende(r)

1.12 EINFLUSS DER EINGANGSDATEN AUF DIE BODENFEUCHTESIMULATION MIT KÜNSTLICHEN NEURONALEN NETZEN.

Michael Kissel* , Britta Schmalz*

Zusammenfassung

Seit den 1990er Jahren sind künstliche neuronale Netze (KNN) ein zunehmend beliebtes Tool um diverse Simulationsaufgaben in der Hydrologie, u.A. die Niederschlags-Abfluss-Modellierung, zu bearbeiten. Die klassische deterministische hydrologische Modellierung basiert auf physikalischen bzw. konzeptionellen Prozessverständnis. Entsprechend der mathematischen Formulierung dieses Prozessverständnisses wird z.B. der resultierende Abfluss aufgrund eines Niederschlagsereignisses simuliert. KNN hingegen sind datenbasiert. Das KNN lernt aus den zur Verfügung stehenden Daten die Beziehung zwischen Input- und Outputgrößen abzubilden. Ein KNN besteht i.d.R. aus einer Input-, Versteckten- und Outputebene. Jede Ebene besteht aus künstlichen Neuronen, die mit den Neuronen der nachfolgenden Ebene verbunden sind. Vereinfacht formuliert, werden in Abhängigkeit einer Fehlerfunktion diese Verbindungen in ihrer Gewichtung angepasst, um den resultierenden Fehler zwischen dem Output des KNN und der beobachteten Zielgröße zu minimieren. Hierdurch lernt das KNN die Beziehung zwischen Input und Output abzubilden. Beispielsweise sind KNN eine mögliche Alternative zu deterministischen Modellen, wenn das Prozessverständnis für eine Fragestellung nicht ausreicht, die Parametrisierung der mathematischen Ansätze nicht praxistauglich ist und ausreichend Datengrundlage vorhanden ist um ein KNN anzulernen. Zentralen Einfluss auf die Simulation mittels KNN haben diverse Faktoren, wie beispielsweise die Struktur des KNN, die Anzahl der Neuronen, die Anzahl der Verbindungen zwischen den Neuronen und die Aktivierungsfunktion. Insbesondere beeinflusst die Auswahl der Eingangsdaten und deren Einteilung das Ergebnis der Simulation. In diesem Posterbeitrag wird die Bodenfeuchte- und Sickerwassersimulation an einer Lysimeteranlage mittels KNN dargestellt. Inhalte des Beitrages sind die Datenaufbereitung, -auswahl und die Untersuchung der Auswirkung unterschiedlicher Inputkombinationen auf das Ergebnis der Simulation. Es stehen Daten über einen Zeitraum von 20 Jahren mit einer täglichen Auflösung für vier Lysimeter mit unterschiedlichen Böden zur Verfügung. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass hydrologische Zeitreihen für viele gängige statistische Verfahren nicht geeignet sind, da wichtige Annahmen wie z.B. die Normalverteilung oder Unabhängigkeit der Elemente nicht erfüllt sind. Ferner wird der Einfluss der Netzstruktur bzw. der Anzahl der Neuronen untersucht. Als Benchmark dienen die Ergebnisse der Simulation mittels des Bodenfeuchtemoduls des hydrologischen Modells BlueM und ein KNN, das ohne vorherige Datenanalyse zur Bodenfeuchtesimulation aufgesetzt wird. Die notwendigen Parameter für das Bodenfeuchtemodell werden aus der Bodenbeschreibung der Lysimeter abgeleitet. Gegenstand des Vergleichs sind sowohl die Güte der tagesbasierten Simulation als auch die Summenwerte auf der Monats- und Jahresskala.

*Vortragende(r)

1.13 BESTIMMUNG VON BODENEROSIONSPARAMETERN MIT EINEM JET EROSION TEST.

Angela Rebscher*, Matthias Hinderer, Britta Schmalz

Zusammenfassung

Der niederschlagsbedingte Bodenabtrag von Agrarflächen ist in Europa einer der wesentlichen Ursachen für Bodendegradation, da die Abtragsraten die Bodenneubildungsraten um Größenordnungen übersteigen können. Dem Verlust von fruchtbarem Oberboden als On-Site-Schaden stehen auf der anderen Seite Off-Site-Schäden gegenüber z.B. Eintrag von Phosphorverbindungen und Verlandungserscheinungen in Oberflächengewässern. Um das Ausmaß erosiver Prozesse abschätzen und die Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen beurteilen zu können, wird versucht Bodenabtrag über Modelle abbilden und vorhersagen zu können.

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. Eine gängige Methode in der physikalisch basierten Modellierung sind Abtragsansätze vom Typ „linear excess shear stress equation“, die auf den Bodenerosionsparametern „kritische Scherspannung“ und „Erodibilität“ beruhen. Diese Parameter des anstehenden Bodens können jedoch meist nur großräumig auf der Basis empirischer Pedotransferfunktionen bestimmt werden. Dabei zeigen sie sich in der Modellierung ausgesprochen sensitiv und sind räumlich und zeitlich sehr variabel mit Wertebereichen über mehrere Zehnerpotenzen. Eine Alternative stellen Messapparaturen zur messtechnischen Bestimmung der relevanten Widerstandsparameter des Bodenkörpers dar. Im Themenfeld Erosion kohäsiver Böden durch Oberflächenabfluss scheint besonders der JET Erosion Test (JET) nach G.J. Hanson sowohl in situ als auch im Laborexperiment geeignet, der ursprünglich für die Bestimmung von Flusserosion und Dammsstabilität entwickelt wurde. Mit dem JET kann eine klar definierte Scherspannung auf eine Bodenprobe aufgebracht und der resultierende Abtrag gemessen werden.

Am Fachgebiet Ingenieurhydrologie und Wasserbewirtschaftung (ihwb) der TU Darmstadt wird die Eignung der Messungen mit dem JET als Eingangsgröße zur Modellierung von Erosionsprozessen in der Szenarioanalyse und Modellierung von Extremereignissen untersucht. Im Fokus steht dabei, wie stark Bodenerosionsparameter räumlich und zeitlich variieren, welche Bedeutung dies im Erosionsgeschehen einnimmt und wie diese als Eingangsgrößen für die Modellierung gemessen und parametrisiert werden können. Im Poster wird hierzu der aktuelle Stand gezeigt. Dies umfasst Aufbau und Betrieb des JET-Messgeräts am ihwb, sowie verwendete Methoden zur Auswertung der Messungen. Weiter wurden Nachweise zur Qualität der Messungen durchgeführt. Im Detail werden Studien zu 2 Testhängen im deutschen Mittelgebirge vorgestellt, in welchen detaillierte Untersuchungen zur Bodenstruktur und räumlichen Verteilung der Widerstandsparameter der anstehenden Böden erfolgt sind.

*Vortragende(r)

1.14 VERGLEICH VON NIEDERSCHLAGSDATEN FÜR DIE STARKREGENMODELLIERUNG.

Amrei David*, Britta Schmalz

Zusammenfassung

In Deutschland gibt es ein umfassendes Messnetz für die Erfassung von Niederschlägen. Mit dem 2017 verkündeten Gesetz „Zur Änderung des Gesetzes über den Deutschen Wetterdienst“ werden ab sofort sämtliche meteorologische und Geo-Daten vom DWD frei zur Verfügung gestellt. Die dadurch entstandene Datenmenge gilt es aufzubereiten und auch für hydrologische Anwendungen nutzbar zu machen. In Bezug auf die Auswertung von Starkregenereignissen, stehen nicht mehr nur die Messungen des Bodenmessnetzes, sondern auch die flächenhafte Starkregenauswertung in der aktuellen Version (KOSTRA 2010) sowie die Radarniederschlagsdaten (RADOLAN) mit einer Auflösung von bis zu 5 Minuten zur Verfügung. Das sind drei verschiedene Datengrundlagen, die alle die gleiche Messgröße „Niederschlag“ beinhalten. Verwenden viele hydrologische Modelle klassische Zeitreihen als Eingangsdaten, ist das für die Starkregenmodellierung keine sinnvolle Option. Es würden viele Ereignisse durch das punktuelle Messverfahren nicht erfasst werden. Der Beitrag stellt eine Übersicht über die vorhandene Datengrundlage für Niederschläge im nördlichen Odenwald (Einzugsgebiet der Gersprenz, 515 km²) dar. Die Niederschlagsdaten aus dem Bodenmessnetz, dem KOSTRA-Starkregenatlas und Radarniederschlagsmessungen werden in Bezug auf ihren Messzeitraum, ihre zeitliche und räumliche Auflösung und auf Starkregenereignisse untersucht. Ziel der Untersuchung ist, eine Aussage über geeignete Eingangsdaten für die (Starkregen-) Modellierung zu treffen. Es zeigt sich, dass das Bodenmessnetz besonders für Betrachtungen über einen langen Zeitraum, somit für die Analyse von (Langzeit-) Trends, keine Alternative besitzt. Die Beobachtungen im Untersuchungsgebiet beginnen im Jahr 1936 und werden bis heute durchgeführt. Es handelt sich jedoch um Messungen der Tageswerte, was diese Daten für die Auswertung von Starkregen ungeeignet macht. Die räumliche Auflösung liegt mit 12 DWD-Stationen im Einzugsgebiet (EZG) von 515 km bei ca. 43 km², welche für Starkregenzellen mit einer deutlich geringeren Ausdehnung zu grob ist. Die zeitliche Auflösung der Daten wird in den Jahren 2002-2004 teilweise (2 Stationen im EZG, 6 Stationen bis ca. 8 km entfernt) mit Stundenmessungen ergänzt, was jedoch das Problem der räumlichen Auflösung nicht löst. Radarniederschläge sind am besten für die Erfassung von Starkregen geeignet. Die Aufzeichnungen liegen zwar erst seit Juni 2005 vor, jedoch mit einer räumlichen Auflösung von 1 km² und einer zeitlichen Auflösung von 5 Minuten. Gab es im Zeitraum von 2005-2016 im Gebiet zwei durch das Bodenmessnetz aufgenommene „Extrem heftige Starkregenereignisse“, werden durch die Radaraufzeichnungen erheblich mehr erfasst. Eine noch grobe Filterung der stündlichen Radardaten im Umkreis von 20 km des EZG lieferte für den Zeitraum ca. 90 Tage mit Überschreitungen von 40 mm. Diese erhebliche Abweichung gilt es in einem nächsten Schritt durch Analyse der 5-Minuten-Aufzeichnungen zu verifizieren.

*Vortragende(r)

1.15 GENERIERUNG VON SYNTHETISCHEN NIEDERSCHLAGSZEITREIHEN MIT NIEDSIM3.

Thomas Müller* , Tobias Mosthaf, András Bárdossy

Zusammenfassung

Für stadthydrologische Fragestellungen werden langjährige Niederschlagszeitreihen in hoher zeitlicher Auflösung benötigt. Gemessene Zeitreihen stehen jedoch nur an wenigen Orten in Deutschland in entsprechender Qualität zur Verfügung. Eine Möglichkeit besteht darin, synthetische Niederschlagsreihen zu erzeugen, die als Ersatz für fehlende Messungen verwendet werden können. An der Universität Stuttgart wurde ein nicht-parametrischer, stochastischer Niederschlags-Simulator (NiedSim) entwickelt, der bereits in vier Bundesländern operationell im Einsatz ist. Im Rahmen der BMBF-Projekte SYNOPSE und SAMUWA wurde sowohl die Datengrundlage aktualisiert als auch der Generierungsalgorithmus von NiedSim weiterentwickelt.

In NiedSim werden mit Hilfe von gemessenen und auf ein Raster interpolierte Statistiken Punktzeitreihen generiert. Die mit NiedSim generierten Zeitreihen sollen einerseits das langfristige Niederschlagsverhalten vor Ort mit einem realistischen kontinuierlichen zeitlichen Verlauf widerspiegeln. Andererseits sollen die Zeitreihen seltene Starkregenereignisse korrekt repräsentieren. Für die erste Zielsetzung wurden NiedSim-Zeitreihen indirekt mit Hilfe einer Schmutzfrachtsimulation eines fiktiven Kanalnetzes validiert. Für die korrekte Wiedergabe der Starkregen wurde ein neuer Ansatz verfolgt. Hierbei werden einzelne Niederschlagswerte der synthetischen Zeitreihen nachträglich durch Skalieren an eine Starkregenauswertung angepasst. Da dabei nur wenige Werte verändert werden, werden die kontinuierlichen Eigenschaften der synthetischen Zeitreihe kaum beeinflusst. Es zeigt sich, dass hierdurch neben einer korrekten Wiedergabe der Starkregenereignisse auch die langjährigen, kontinuierlichen Eigenschaften deutlich robuster simuliert werden können.

Die Niederschlagszeitreihen der aktualisierte Version NiedSim3 sind sowohl für die Schmutzfrachtsimulation als auch für die Dimensionierung der meisten Kanalnetze geeignet und stehen den Bundesländern Bayern, Baden-Württemberg, Hessen und Rheinland-Pfalz seit August 2017 zur Verfügung. Bei der Datenaktualisierung für NiedSim3 zeigte sich, dass unterschiedliche Messgeräte die Niederschlagsstatistiken systematisch beeinflussen können. Solche Inkonsistenzen innerhalb der Messdaten müssen bei der Generierung von hochaufgelösten Zeitreihen berücksichtigt werden, um einen systematischen Einfluss von Messgeräten auf die synthetische Niederschlagszeitreihe auszuschließen.

*Vortragende(r)

1.16 NON-LINEAR ESTIMATION OF SHORT TIME PRECIPITATION USING WEATHER RADAR AND SURFACE OBSERVATIONS.

András Bárdossy* , Jieru Yan

Zusammenfassung

Rain gauges are the foundation in hydrology to collect rainfall data. However, gauge observations alone are limited at representing the complete rainfall distribution. On the other hand, the reliability of radar data is often limited because of the errors in the radar signal. Thus, merging radar measurements and gauge rainfall observations is in an area of active research. Among all the uncertainties of radar data, the conversion from radar reflectivity factor Z to rainfall rate R , i.e. Z - R relation, is regarded as a massive source of uncertainty. There is a whole branch of studies on delivering an accurate Z - R relation based on different raindrop size distributions (DSD), rainfall regimes and geographical locations. To circumvent the uncertainties associated with the conversion, we propose to use radar data in its rank format, i.e. scaled radar data between zero and unity, denoted as radar p -values. In this way, radar data is useful in providing the spatial pattern of the rainfall intensity rather than the magnitude, and the actual precipitation magnitudes come from the gauge observations. The spatial pattern expressed by radar p -value field is transformed to precipitation by the cumulative distribution function, which is built up on basis of the gauge observations and the radar p -values at the gauge locations. It happens very frequently that there is a disagreement between gauge data and radar p -values at the gauge locations. In order to quantify this deviation, the Spearman's rank correlation is used as a measure of the magnitude of the contradiction. A likely contributing factor explaining these contradictions are vertical processes aloft, such as wind drift. The impact of wind drift between the radar measurement and gauges is more problematic if the measurements are being conducted over very small areas. Therefore, a method to quantify the resulting effect of the wind drift is proposed. The purpose of the study is to generate a 2D rainfall field that combines these two types of information and reduces the contradiction between the radar and gauge measurements. The study domain is a small urbanized area with the size 19×19 km, located in Reutlingen, Baden-Württemberg (Germany), where two DWD radars provide data at different measurement heights. The gauge observations are provided by 12 rain gauges with 1 min temporal resolution.

*Vortragende(r)

1.17 ANALYSE VON STARKREGENEREIGNISSEN AM BEISPIEL DES EREIGNISSES JUNI 2016 IN DER GEMEINDE EPELBOERN.

Alpaslan Yörük*, Volker Mißler

Zusammenfassung

Urbane Sturzfluten stellen eine zunehmende Gefahr für den öffentlichen Bereich dar. Kommunen und Anwohner sind erst dann in der Lage, gezielt Vorsorge zu treffen, wenn sie die Überflutungsrisiken kennen. Diese werden auf Grundlage von vereinfachten Ansätzen bis hin zu vollständigen 2D-Modellen ermittelt. Die Genauigkeit aller Ansätze ist bisher nicht quantifizierbar. Der Beitrag zeigt die Aufarbeitung des Starkregenereignisses vom Juni 2016 in der Gemeinde Eppelborn (Saarland) sowie die Simulation mithilfe zweier gängiger Methoden (2D-Modell und ein vereinfachtes GIS-Modell). Zur Aufarbeitung des Starkregenereignisses wird in Zusammenarbeit mit den zuständigen Behörden eine Datenrecherche durchgeführt, die um eine gezielte Anwohnerbefragung ergänzt wird. Auf Grundlage der daraus gewonnenen Erkenntnisse können punktuelle Wasserstände abgeschätzt, Hauptfließwege identifiziert und Flächenausbreitungen nachvollzogen werden. Außerdem liefern vermessene Hochwassermarken wertvolle Informationen. Diese Daten werden zusammen mit den aufgezeichneten Niederschlagswerten ausgewertet. Das historische Ereignis soll im Anschluss durch Simulationsprogramme hydraulisch berechnet werden, um die recherchierten Auswirkungen den Modellergebnissen der entsprechenden Software gegenüberzustellen. Die Simulation des Abflusskonzentrationsprozesses soll mit den Programmen HYDRO_AS-2D der Firma Hydrotec, Aachen und dem Programm FloodArea der Firma geomer, Heidelberg erfolgen. Neben dem Vergleich der Modellergebnisse untereinander ist insbesondere die Bewertung der Modellergebnisse im Vergleich zu recherchierten Auswirkungen des historischen Ereignisses vom Juni 2016 von großem Interesse, um Aussagen über die Genauigkeit der Modellansätze treffen zu können.

*Vortragende(r)

1.18 THE QUANTIFICATION OF SNOW MELTWATER IN A SNOW-DOMINATED CATCHMENT BASED ON A SPATIALLY DISTRIBUTED ISOTOPE SAMPLING NETWORK.

Andrea Rücker*, Massimiliano Zappa, Jana von Freyberg

Zusammenfassung

Snow cover is an important fresh water resource as its meltwater contributes significant volumes to mountainous streams and their valleys downstream. However, the predicted effects of the temperature rise will likely change the water storage volumes and the runoff behaviour in snow-dominated catchments. Therefore, in order to assure water availability, improved predictions are needed to adapt the water management in the future. Hence, a detailed understanding of the hydrological processes is crucial to obtain robust predictions of river streamflow. This in turn requires fingerprinting source areas of streamflow, tracing water flow pathways, and measuring timescales of catchment storage, using tracers such as stable water isotopes (^{18}O , ^2H). For reducing the uncertainties of runoff predictions, we aim to use stable water isotopes to optimize the parameter calibration of the hydrological model PREVAH (Precipitation Runoff and Evapotranspiration HRU- Hydrological Response Unit). For this, we have established an isotope sampling network in the Alptal, a snowmelt-dominated catchment (46.4 km²) in Central-Switzerland, as part of the SREP-Drought project (Snow Resources and the Early Prediction of hydrological DROUGHT in mountainous streams). Our regular sampling network collects samples from different runoff components (snowpack, precipitation, discharge). Additionally, an optimized snowmelt lysimeter samples cumulative daily snowmelt and records snowmelt rates at 1-min resolution at three locations which differ in vegetation (grassland, forested) and elevation (1180 m.a.s.l., 1200 m.a.s.l., 1400 m.a.s.l.). We will present isotope time series from our regular sampling network, as well as results from our snowmelt lysimeter sites from the winter season 2016/17. Initial results from the modelled snowmelt rates will be compared with the recorded snowmelt rates from our three sampling locations. Our dataset will allow for detailed hydrograph separation based on stable water isotopes and geochemical components, which we use to identify source areas, to quantify snowmelt contributions to streamflow and optimize the parameter calibration for runoff prediction.

*Vortragende(r)

1.19 ENTWICKLUNG EINES METEOROLOGISCHEN MODELLS ZUR BESTIMMUNG VON NEBELNIEDERSCHLAG.

Philipp Körner*

Zusammenfassung

Niederschlag lässt sich auf verschiedene Weise differenzieren, neben der Unterscheidung nach dem Aggregatzustand auch nach der Art des Auftreffens auf die Erdoberfläche. Hier wird in fallende Niederschläge, wie Regen, Graupel und Schnee sowie abgesetzte Niederschläge, wie Rausfrost, Reif oder Tau, unterschieden. Fallende Niederschläge werden mittels verschiedenen Niederschlagsmessgeräten registriert. Niederschlag in abgesetzter Form lässt sich jedoch nicht mit diesen Geräten ermitteln. Im Unterschied zu fallenden Niederschlägen sind abgesetzte Niederschläge immer von einer Oberfläche abhängig. Diese Oberfläche bildet in den meisten Fällen die Vegetation. An dieser lagern sich je nach Art des abgesetzten Niederschlages entweder in der Luft schwebende Wassertröpfchen an oder unterkühlte Wassertröpfchen gefrieren spontan an der Vegetation. Die ebenfalls vorkommende Tau- und Reifbildung durch Kondensation beziehungsweise Resublimation des Wassers an der Vegetation soll hier nicht berücksichtigt werden. In der Praxis hat Nebelniederschlag, welcher in relevanten Menge auftritt, Einfluss auf die Verdunstung, die Pflanzenentwicklung, etwa durch Verhindern von Transpiration beziehungsweise Ablagerung von Schadstoffen oder Eisbruch. Ebenso kann Nebelniederschlag den Abfluss von Frühjahrshochwassern erhöhen und hat somit für kleine Einzugsgebiete erhebliches Schadenspotential. Um den tatsächlich abgesetzten Niederschlag zu bestimmen, ist ein sehr hoher Aufwand nötig. Die Aussagekraft solcher Messungen beschränkt sich jedoch auf kleine Standorte und einen eng begrenzten Zeitraum. Aussagen zu größeren Einzugsgebieten und längere Zeiträume sind so nicht möglich. Um dennoch Nebelniederschlag für größere Gebiete über längere Zeiträume hochaufgelöst quantifizieren zu können wird ein Modell vorgestellt, welches mittels langer Messreihen meteorologischer Stationen und Vegetationsdaten den Nebelniederschlag modelliert. Die Berechnung erfolgt durch Interpolation von Feuchte- Temperatur- und Winddaten mit Hilfe des Flüssigwassergehaltes. Die Ergebnisse werden zur Validierung als Eingangsgröße als zusätzlicher Niederschlag in der hydrologischen Modellierung verwendet. Die Ergebnisse dieser Validierung bestätigen den vorgestellten Modellansatz. Es werden Ergebnisse in 1km Auflösung für Sachsen vorgestellt.

*Vortragende(r)

1.20 WELCHEN EINFLUSS HAT DIE PROBENAHMEFREQUENZ AUF DIE BEWERTUNG DER WASSERQUALITÄT MITTELS DIATOMEEN?

Xiuming Sun*, Naicheng Wu, Claas Faber, Nicola Fohrer

Zusammenfassung

Diatomeen sind eine weit verbreitete Gruppe von Algen, die taxonomisch sehr gut untersucht sind. Aufgrund ihrer raschen Reaktion auf Umwelteinflüsse in Gewässern wurden sie umfassend untersucht und als Bioindikatoren zur Bewertung des ökologischen Status von Gewässern in der Wasserrahmenrichtlinie vorgeschlagen. Zur Bewertung der Wasserqualität wurden verschiedene Indikatoren entwickelt, z.B. Diatomeenbiomasse, Diatomeendichte, Artenreichtum, Trophic Diatom Index (TDI), Trophic Index of Potamoplankton (TIP). Ziel dieser Studie ist es, die optimale Probenahmefrequenz für die Bewertung der Wasserqualität mittels Bioindikatoren zu ermitteln und die für Diatomeen-basierte Indices bedeutendsten Umweltstressoren aufzuzeigen. Zwischen 29. April 2013 und 30. April 2014 wurden tägliche Proben aus dem Kielstau Einzugsgebiet in Norddeutschland genommen. Die 333 Proben wurden in vier Probenahmefrequenzen umgerechnet: täglich, jeden 3. Tag, jeden 7. Tag und jeden 10. Tag. Im Anschluss wurde das machine learning Modell "random forest" mit 10-facher Kreuzvalidierung angewendet, um die verschiedenen Diatomeen-Indices in jeder Probenahmefrequenz zu berechnen. Unsere Ergebnisse zeigten, dass für Diatomeendichte und -biomasse das Modell mit täglicher Probenahmefrequenz das Beste ist. Im Gegensatz dazu zeigte für TDI und TIP das 7-Tages bzw. 10-Tages Modell die besten Ergebnisse. Die Bedeutung der Umweltstressoren variierte mit jedem Modell, wobei Wassertemperatur, Siliziumkonzentration, Sonneneinstrahlung, Vorfeuchte (API) und Orthophosphat die wichtigsten Faktoren zu sein scheinen. Wir folgern daher, dass hydrologische Parameter (API) eine wichtige Rolle für Diatomeen-basierte Indices spielen und dass zukünftige Biomonitoringprotokolle hydrologische Effekte berücksichtigen sollten; die optimale Probenahmefrequenz und die betreffenden Umweltstressor können sich für verschiedene Indices unterscheiden, weshalb deren Auswahl sorgfältig an das jeweilige Bewertungsziel angepasst werden muss.

*Vortragende(r)

1.21 CHEMICAL CHARACTERIZATION AND SPATIO-TEMPORAL DISTRIBUTION OF GROUNDWATER QUALITY OF A WASTEWATER IRRIGATED SYSTEM.

Mahesh Jampani*, **Stephan Hülsmann**, **Rudolf Liedl**, **Sahebrao Sonkamble**, **Shakeel Ahmed**, **Priyanie Amerasinghe**

Zusammenfassung

Wastewater irrigation is a common livelihood practice in many parts of the developing world. With the continuous irrigation supply, groundwater systems in these regions perceive adverse impacts. Most of the wastewater irrigated systems in Asia and Africa have similar characteristics because of their due to inadequate infrastructure to treat the wastewater. The current study area, Musi River irrigation system, is one such case study located in the peri-urban Hyderabad of South India. The Musi River water is composed of untreated and secondary treated wastewater from Hyderabad city, which is used for irrigation. Kachiwani Singaram, the study micro-watershed located in the peri-urban Hyderabad is practicing wastewater irrigation since the last 40 years. The current measured quality of (untreated) wastewater used for irrigation is expected to have adverse impacts on the local aquifers, but detailed investigations are lacking. To elucidate the groundwater quality dynamics and seasonality of the wastewater irrigation impacts on the peri-urban agricultural system, we measured the groundwater quality on a monthly basis for one hydrological year in the wastewater and groundwater irrigated areas, which exist next to each other. The spatio-temporal variability of groundwater quality in the watershed was modeled with respect to wastewater irrigation and seasonality using multivariate statistical analysis, multi-way modeling and self-organizing maps. The results from statistical modeling suggest that concentrations of the major ionic substances increase after the monsoon season, especially in wastewater irrigated areas. Multi-way modeling identified the major polluted groundwaters to come from the wastewater irrigated parts of the watershed. Clusters of chemical variables identified by using self-organizing maps indicate that groundwater pollution is highly impacted by mineral interactions and long-term wastewater irrigation. Keywords: Multivariate statistical analysis, Multi-way modeling, Self-organizing maps (SOM), Peri-urban Hyderabad, Musi River

*Vortragende(r)

1.22 IN-SITU VERGLEICH POTENTIOMETRISCHER (IONENSELEKTIVER) UND OPTISCHER SENSOREN ZUR AUFNAHME VON NÄHRSTOFFGEHALTEN IM OBERFLÄCHENWASSER – STATISTISCHE BETRACHTUNG UND GRENZEN DER SENSOREN.

Matthias Conrad, Henrike Risch, Yvonne Conrad*, Wagner Paul D., Nicola Fohrer

Zusammenfassung

Die Erfassung von Gewässergüteparametern, wie beispielsweise der Nährstoffkonzentrationen von Nitrat und Ammonium, ist im Gelände mit einem hohen Aufwand verbunden, denn nach der Probenahme, müssen die Proben zum Labor transportiert und dort analysiert werden. Insbesondere im Ausland kann dies problematisch sein wenn geeignete Laborkapazität vor Ort nicht zur Verfügung steht. Eine Alternative zu Laboranalysen stellt die in-situ-Messung von Ionenkonzentrationen mittels photometrischer, potentiometrischer oder spektroskopischer Sensoren dar. Die beiden letztgenannten elektrischen und optischen Messfühler haben gegenüber photometrischen Messverfahren den Vorteil, dass keine chemische Probenvorbereitung erforderlich ist. Spektroskopische UV/Vis Sensoren erlauben eine sehr schnelle Messung der Ionenkonzentration für bestimmte Ionen wie Nitrat, aber auch gelösten Kohlenstoff und gelösten Sauerstoff. Ebenso kann die Partikelkonzentration über eine Trübungsmessung ermittelt werden, wobei hohe Trübungswerte einen Störfaktor in der spektroskopischen Messung darstellen und zu einer Unterschätzung der gemessenen Ionenkonzentration führen können. Eine sinnvolle Ergänzung der spektroskopischen Sensoren stellen daher ionenselektive Elektroden (ISE) dar, weil diese nicht von transportierten Partikeln (Trübung) im Wasser beeinflusst werden. Trotzdem unterliegen auch ionenselektive Sensoren Einflussfaktoren wie unzureichender Ionenstärke oder Störionen im Medium, welche zu einer Unter- bzw. Überschätzung der gemessenen Konzentrationen führen können. Ein praktikables in-situ-Messsystem erfordert daher einerseits die Verwendung komplementärer Messprinzipien und andererseits eine statistische Bewertung von Mess- und Störgrößen. In der Fachabteilung für Hydrologie und Wasserwirtschaft an der Universität Kiel wird aktuell ein vollautomatisches Messsystem entwickelt, welches erstmals ionenselektive Sensoren und spektroskopische Messverfahren kombiniert, um Nährstoffkonzentrationen und Parameter wie Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt und pH Wert unter Berücksichtigung vorhandener Störgrößen in Oberflächengewässern zu bestimmen. Zur Validierung des Systems sollen Messungen sowohl in inländischen als auch in ausländischen Gewässern durchgeführt und statistisch ausgewertet werden. Erste Beprobungen verschiedener Gewässer wie Fließgewässer, Retentions- und Klärteiche in Schleswig-Holstein und der Vergleich mit ionenchromatographischen und photometrischen Laboranalysen der genommenen Wasserproben zeigen eine hinreichend gute Übereinstimmung von Labor- und in-situ Messergebnissen.

*Vortragende(r)

1.23 UNTERSUCHUNG ZUM AUSTRAG UND VERBLEIB VON METAZACHLOR UND SEINER TRANSFORMATIONSPRODUKTE METAZACHLOR OXALSÄURE UND SULFONSÄURE IN EINEM LANDWIRTSCHAFTLICH GENUTZTEN KLEINEINZUGSGEBIET.

Dieter Vollert*, Jens Lange, Klaus Kümmerer, Oliver Olsson

Zusammenfassung

Zur Bestimmung des Herbizidaustrags aus dem durch Weinanbau geprägten 180 ha großen Einzugsgebiets des Löchernbachs wurde in den Jahren 2016 und 2017 eine Monitoringkampagne durchgeführt. Auch wenn das Studiengebiet durch Weinanbau auf Großterrassen geprägt ist, erfolgt eine intensive ackerbauliche Nutzung in der Tallage. Die Entwässerung des Einzugsgebietes wird durch ein dichtes Straßen- und Drainagenetzwerk beschleunigt. So wurden das Herbizid Metazachlor und seine Transformationsprodukte (TPs) Metazachlor Oxalsäure und Sulfonsäure regelmäßig im Basisabfluss und bei Niederschlags-Abfluss Ereignissen sogar in hohen Konzentrationen im Löchernbach gemessen.

Basierend auf diesen Messergebnissen war es Ziel dieser Studie ein vorhandenes Einzugsgebietsmodell, das zur Simulation der Transport- und Transformationsprozesse für Fungizide und TPs im Löchernbach dient, für die Modellierung des Herbizids Metazachlor und dessen TPs Oxalsäure und Sulfonsäure anzupassen und für weitere Simulationsstudien zur Verfügung zu stellen.

Zu diesem Zweck wurde das räumlich verteilte und prozessbasierte Einzugsgebietsmodell ZIN-AgriTra verwendet. Das hydrologische Teil-Modell wurde erfolgreich für eine 6-monatige hochaufgelöste Zeitreihe von Niederschlags- und Abflussdaten für das Jahr 2016 kalibriert (NSE = 0.8). Die Metazachlor und TP-modellierung erfolgte für einzelne Niederschlagsereignisse unter Verwendung von Literaturparametern für das Sorptions- und Abbauverhalten. Dabei wurde die Applikation von Metazachlor im Rahmen empfohlener Spritzmengen an den gemessenen Austrag angepasst.

Die Simulationsergebnisse von Abfluss und Metazachlor-Konzentrationen passen gut zu den Messungen am Gebietsauslass. Das erste Ereignis nach der Applikation verursacht eine starke Auswaschung von Metazachlor mit Maximalkonzentrationen von bis zu 10 g/L. Danach zeigen Messungen und Simulationsergebnisse deutlich niedrigere Konzentrationen im Bereich von maximal 200 ng/L. Im Modell wird Metazachlor bis zum Ende des Applikationszeitraum fast vollständig im Boden abgebaut. Für die simulierten Transformationsprodukte ergeben sich maximale Konzentrationen von 100 ng/L für die Sulfonsäure und 400 ng/L für die Oxalsäure. Dabei liegen die simulierten TP-Konzentrationen von Ereignis- und Basisabflüssen in dem Bereich der Beobachtung. Der Hauptaustragspfad für die TPs ist dabei der unterirdische Fluss von den Feldern, wobei der Großteil des TP-Austrages durch die Degradation der Vorjahresapplikation verursacht wird.

So kann das Einzugsgebietsmodell ZIN-AgriTra als ein geeignetes Werkzeug zur Simulation von dominanten Prozessen des Metazachloraustrages gesehen werden. Durch die Modellierung konnten ergänzend zu den Ergebnissen aus der Messkampagne neue Erkenntnisse zum Verhalten und Verbleib von Metazachlor gewonnen werden.

*Vortragende(r)

1.24 DROHNENEINSATZ IM PROJEKT MUTREWA ALS GRUNDLAGE FÜR DOKUMENTATION, KARTIERUNG UND MODELLIERUNG.

Alexander Krämer*

Zusammenfassung

In den letzten Jahren hat die Anwendung von Drohnen für verschiedene Einsatzzwecke stark zugenommen, v.a. für die Erstellung von Luftbildern und Oberflächenmodellen in höchster Auflösung. Wichtige Faktoren dieser Entwicklung sind die Entwicklung von hochauflösenden Sensoren bei gleichzeitiger Minimierung von Größe und Gewicht, die Entwicklung kleiner, leichter und leistungsfähiger Batterien und die Optimierung der Bildverarbeitungsprogramme basierend auf einer stark zunehmenden Rechnerleistung und der Weiterentwicklung von Algorithmen. Das vom BMBF geförderte Projekt MUTReWa untersucht die Auswirkungen von Gewässerbewirtschaftungsmaßnahmen auf den Austrag von Pestiziden und deren Transformationsprodukten. Die WWL Umweltplanung und Geoinformatik GbR setzt im Rahmen von MUTReWa moderne Drohnentechnologien ein. Zur Datenerfassung im Projekt kommt ein Starrflügel-Drohnen-System zum Einsatz, das hochaufgelöste, georeferenzierte Orthophotos und Oberflächenmodelle mit einer Bodenauflösung von bis zu 1,5 cm, sowie Multispektral- und Thermalluftbilder erstellen kann. Die Orthophotos dienen der Dokumentation der durchgeführten Maßnahmen und der Abgrenzung von Flächennutzungsklassen als Eingangsdaten der im Projekt durchzuführenden Modellierungen. Mit Hilfe der Digitalen Oberflächenmodelle konnte z.B. vor Durchführung der Umgestaltungsmaßnahmen der Sedimenteintrag der letzten zehn Jahre in ein Rückhaltebecken bestimmt werden. Durch die Befliegung nach der Durchführung der Maßnahmen konnte das entnommene Volumen exakt erfasst und ein Oberflächenmodell erstellt werden, welches eine wichtige Datengrundlage für hydrologische Modelle, die im Projekt zur Anwendung kommen, darstellt. Aus den Infrarotaufnahmen können wichtige Aussagen zur Vegetation in den Einzugsgebieten abgeleitet werden, z.B. durch die Berechnung des NDVI-Index als Maß für die Pflanzenvitalität bzw. Biomasse. Ebenso können auf Einzugsgebietsebene Unterschiede verschiedener landwirtschaftlicher Maßnahmen (z.B. Düngung) betrachtet werden oder Feucht- bzw. Überflutungsflächen besser abgegrenzt werden. Mit Hilfe von Thermal-aufnahmen wurden Gründächer im Einzugsgebiet einer Regenwasserversickerungsanlage untersucht. Hierüber wird versucht, Rückschlüsse auf den Wassergehalt und unterschiedliche Verdunstungsraten extensiver und intensiver Gründächer zu ziehen.

*Vortragende(r)

1.25 MIKROMETEOROLOGISCHES UND HYDROCHEMISCHES MONITORING DES STOFF- UND ENERGIEAUSTAUSCH ZWISCHEN WASSERFLÄCHEN UND ATMOSPHERE MIT HILFE EINES SCHWIMMENDEN MESSSYSTEMS IM PROJEKT „TREIBHAUSGASEMISSIONEN AUS TALSPERREN (TREGATA)“.

Uwe Spank*, Markus Hehn, Philipp Keller, Matthias Koschorreck, Christian Bernhofer

Zusammenfassung

Die Eddy-Kovarianz- (EC-) Technik ist das derzeit genaueste Messverfahren zum zeitlich hochaufgelösten, flächenintegrierten Monitoring des Wasserdampf- (Verdunstung, ET), Kohlendioxid- (CO₂) und Methanfluss (CH₄) sowie des fühlbaren (H) und des sich aus ET ergebenden latenten Wärmefluss (LE). Obwohl die EC-Technik seit Jahren erfolgreich über verschiedensten Landoberflächen zur Messung des Stoff- und Energieaustausch mit der Atmosphäre eingesetzt wird, ist die Anwendung in der Gewässerforschung sehr wenig verbreitet. In unserem im letzten Jahr gestarteten Projekt TregaTa (Treibhausgasemissionen aus Talsperren) untersuchen wir mit Hilfe von EC-Messungen den CO₂- und CH₄- Austausch, die Verdunstung als auch die energetische Wechselwirkung zwischen Wasserkörper und Atmosphäre an zwei Talsperren in Deutschland (der oligotrophen Rappbode-Talsperre im Harz und der eutrophen Talsperre Bautzen in der Lausitz). Das EC-Messsystem ist auf einer schwimmenden Plattform installiert, welche so positioniert ist, dass der Footprint des EC-Messsystems vollständig auf der Wasserfläche und in einen weitgehend homogenen Tiefenbereich liegt. Vervollständig werden die EC-Messungen durch hydrochemische Messsysteme, die kontinuierlich Messdaten von im Wasserkörper gelöstem CO₂ und CH₄ liefern, sowie Messsystemen zum Monitoring aller Strahlungsbilanzkomponenten, Lufttemperatur, Luftfeuchte, Niederschlag und Wind. Ergänzend zu den Dauermessungen auf der Plattform werden in regelmäßigen Zeitabständen Messungen des im Oberflächenwasser gelösten CO₂ und CH₄ sowie Kammermessungen zur Erfassung der räumlichen Heterogenität der CO₂- und CH₄-Flüsse im gesamten Staubebereich der Talsperre durchgeführt. Ziel der Messungen und zentraler Schwerpunkt des Projekts ist der Aufbau eines Grundverständnisses über die Steuerungsmechanismen und das Verstehen von Einflüssen wie Wasserstandsänderungen, Trophie und meteorologischer Größen auf den Stoff- und Energieaustausch. Im Besonderen wollen wir die Effekte auf die CO₂- und CH₄- Freisetzung analysieren und evaluieren. Durch die Kombination unabhängiger Messsysteme, d.h. EC-Messungen zum einen und hydrochemischen Monitoring zum anderen, sowie durch die Daten der ergänzend durchgeführten Messkampagnen wird ein weitgehend redundantes Datenkollektiv bereitgestellt. Dadurch können verlässliche Aussagen zur Messgenauigkeit gemacht werden und es lassen sich so Effekte von Skalenübergängen analysieren. Im Rahmen der Tagung werden wir die auf der Rappbode-Talsperre im Jahr 2017 erhobenen Messdaten vorstellen. Es soll ein Eindruck über die besonderen Herausforderungen beim Betrieb einer schwimmenden Messplattform vermittelt werden als auch wollen wir die besonderen Probleme und Lösungsansätze für die Gewinnung von EC- Messdaten über Wasserflächen diskutieren und erläutern.

*Vortragende(r)

1.26 EINFLUSS VON PHOTOVOLTAIK FREIFLÄCHENANLAGEN AUF WASSERHAUSHALT UND WASSERBESCHAFFENHEIT.

Philipp Marx, Ulrike Feistel*, Susanna Kettner, Jakob Ebermann

Zusammenfassung

Aufgrund der sinkenden Kosten für Photovoltaik-Anlagen und der von der Bundesregierung angestrebten Energiewende kann davon ausgegangen werden, dass in den nächsten Jahren die Anzahl von Photovoltaik Freiflächenanlagen mit großer Ausdehnung erheblich zunehmen wird. Dabei ist wenig über den Einfluss solcher riesigen Anlagen auf das Sickerverhalten, den Bodenwasserhaushalt und damit die Grundwasserneubildung bekannt. Durch die Solarpaneele ändert sich die räumliche Verteilung von Niederschlag und Verdunstung. Während Infiltration verstärkt an den Abtropfkanten der Module stattfindet, führt die Beschattung großer Flächen zu einer verminderten die Verdunstung. Erste Forschungsergebnisse konnten eine Verringerung der Verdunstung nachweisen, die sich insbesondere in Trockenperioden positiv auf den Bodenwasserhaushalt und das Pflanzenwachstum auswirkt. Bei Flächen mit geringem Bewuchs kann es zu einer erhöhten Infiltration kommen. Mikroklimatische Messungen deuten darauf hin, dass Photovoltaikanlagen möglicherweise dazu beitragen können, Wasser in klimatischen Stresssituationen zu sparen. Welche Auswirkungen durch PV-FFA auf die Umwelt und insbesondere auf den Wasserhaushalt zu erwarten sind, sollte letztendlich für die Standortwahl mit entscheidend sein. Aus diesem Grund wird in einem Projekt der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden in enger Zusammenarbeit mit der Lysimeterstation Brandis der Staatlichen Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft des Freistaates Sachsen und dem Ingenieurbüro Matthias Maus untersucht, wie sich eine solche Anlage unmittelbar auf die genutzte Fläche und deren Umgebung bezüglich des Bodenwasserhaushaltes, des Pflanzenwachstums und der Sickerwasserbeschaffenheit auswirkt. Um den Einfluss des veränderten Niederschlageintrags in den Boden aufgrund des Abflusses am Modulrand bei gleichzeitiger Überschattung der benachbarten Fläche und die damit verbundene Änderung des Sickerverhaltens quantifizieren zu können, wurde ein Lysimeter der Lysimeterstation Brandis mit einem Solarmodul überschattet. Zur Quantifizierung der Auswirkungen auf den Bodenwasserhaushalt werden auf einer Photovoltaik-Freiflächenanlage in Boxberg und auf einer Photovoltaik-Versuchsfläche der HTWD in Pillnitz Bodenfeuchtemessungen durchgeführt. Hierzu wurden Bodenmessprofile unter, zwischen und neben Photovoltaikmodulen sowie jeweils auf einer Referenzfreifläche als Vergleichsmesspunkt angelegt. Insgesamt sind pro Standort 5 Bodenmessprofile mit je 3 Wiederholungen vorhanden. Basierend auf den Messungen der Standorte Pillnitz und Boxberg werden die Sickerwasserausbreitung und die Grundwasserneubildung für 2 Standorte modelliert und anhand der Referenzfläche der Einfluss der Photovoltaik-Anlagen quantifiziert. Durch weitere Messungen und Modellierung von Anlagen auf unterschiedlichen Böden soll die Wahl von neuen Photovoltaik-Standorten unterstützt werden.

*Vortragende(r)

1.27 GEOCHEMISCHE MODELLIERUNG DES ALUMINIUMTRANSPORTS IM STARK ANTHROPOGEN BEEINFLUSSTEN KEMNADER SEE.

Mohammad Alhamed*

Zusammenfassung

Aluminiumgehalt, Transport, und Umwandlungsprozesse wurden im stark anthropogen betroffenen Kemnader See untersucht, der durch Wassergewinnung aus stillgelegte Kohlebergwerken, landwirtschaftlichen, industriellen und städtischen Einzugsgebieten wiederbelebt wird. So dass dieser See ein sehr komplexes wässriges Medium bildet, das durch Mischen von sehr unterschiedlichen Wasserquellen entstanden ist. Das Seewasser wird zum Trinken verwendet. Außerdem enthält es eine große Anzahl von Wasserorganismen und Vögeln. Diese Studie wurde durchgeführt, um die Verschmutzung durch Aluminium zu untersuchen und die Mobilität und das Schicksal dieses Elements zu bestimmen. Aluminium ist ein giftiges Element, das negative Auswirkungen auf die Umwelt und toxische Wirkungen auf Menschen, Pflanzen und aquatische Lebewesen hat. Physikalisch-chemische Parameter wurden in-situ gemessen und hydrochemische Parameter wurden in Wasserproben bestimmt, die aus dem See entnommen wurden. Physikalisch-chemische Parameter umfassen Wassertemperatur, pH und Redoxpotential, während die hydrochemischen Parameter Aluminium, Eisen (II), Calcium, Magnesium, Kalium, Natrium, Bicarbonat, Sulfat, Chlorid, Fluorid, Nitrat und Zink umfassen. Geochemische Modellierung wurde unter Verwendung der folgenden thermodynamischen Datenbanken LLCN, Wateq4f und Phreeqc durchgeführt. Die chemischen Speziations- und Mineralsättigungsindizes wurden erstellt, außerdem wurden Pourbaix-Diagramme konstruiert. Die Ergebnisse zeigen, dass die Aluminiumkonzentration im Seewasser $220 \mu\text{g} / \text{l}$ beträgt. Diese Bedingungen assoziieren neutrale und oxidative Bedingungen. Aluminiumkonzentration in diesem Medium ist höher als bei allen anderen Wasserquellen, die den See umgeben, einschließlich des Grundwassers, das für die längste Aufenthaltszeit und somit für eine höhere Reaktionszeit steht. Aluminium verteilt sich zwischen $\text{Al}(\text{OH})_4^-$, $\text{Al}(\text{OH})_2^+$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, und AlOH^{++} Arten, welches beziehungsweise (64,51-83,99%), (9,51-17,7%), (3,42-25,39%) und (0,56-2,83%) der gesamten gelösten Form bildet. Im Gegensatz dazu zeigen die Ergebnisse der Berechnung von Sättigungsindizes, dass Aluminium als amorphes Aluminiumhydroxid, Dawsonit, Alunit, Boehmit, Diaspor, Gibbsit und Basaluminit ausfällt, welche die niedrigen Konzentrationen von gelöstem Aluminium in Seewasser interpretieren. Die konstruierten Pourbaix-Diagramme konnten die vorherrschende Aluminiumphase in diesem See nicht bestimmen. Dies liegt daran, dass jede Datenbank ein Diagramm enthält, das sich von den anderen völlig unterscheidet. Daher ist die Verwendung des Pourbaix-Diagramms zur Untersuchung des geochemischen Verhaltens von Aluminium in komplexen wässrigen Medien mit hohen Unsicherheiten verbunden.

*Vortragende(r)

1.28 ISOTOPIC AND GEOCHEMICAL PATTERNS IN THE ADIGE RIVER BASIN.

Gabriele Chiogna*, Patrick Skrobanek, Christine Stumpp

Zusammenfassung

The Adige river rises from a spring in proximity of the Resia lake (North-East Italy) at the elevation of 1586 m a.s.l. and after 409 km it ends in the Adriatic sea. With a contributing area of about 12100 km², the Adige is the third largest Italian river basin and the second longest river. Water resources in the northern alpine part of the catchment are mainly exploited for hydropower production, with an important impact for agricultural activities performed in the downstream part of the basin. Only sparse and local hydrological studies are available within the catchment and they mainly focus on subbasins with an area between 10 and 10E3 Km². The recent study of Natali et al., (2016) provides a first attempt to characterize isotopic and geochemical gradients for the entire catchment and identifies distinct water end-members mainly along the Adige river (glacio-nival, rainfall, groundwater and seawater). In this work, we present the preliminary analysis of two kind of sampling campaigns conducted at the catchment scale: A seasonal one, has the aim of extending the outcomes of Natali et al., (2016) to some relevant Adige tributaries (Noce, Avisio, Passirio, Talvera, Isarco, Fersina, Leno and Alpone), while two event based sampling campaigns aim at investigating how the mixing among end-members within the Adige catchment change under contrasting hydrological conditions (i.e., low flow and high flow conditions).

Natali, C., Bianchini, G., Marchina, C., & Knöller, K. (2016). Geochemistry of the Adige River water from the Eastern Alps to the Adriatic Sea (Italy): evidences for distinct hydrological components and water-rock interactions. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(12), 11677-11694.

*Vortragende(r)

1.29 CLOSING THE GLOBAL SEA LEVEL BUDGET BY COMBINING MULTIPLE MEASUREMENTS WITH GLOBAL-SCALE MODELING OF LAND WATER STORAGE AND GLACIER MASS TRENDS.

Denise Caceres*, Petra Döll, Hannes Müller Schmied

Zusammenfassung

Sea level is one of the most widely used indicators of climate change. Within the European Space Agency (ESA) Climate Change Initiative (CCI) programme, consistent and continuous observation data for sea level and other climate-related variables are produced. To improve our understanding of the causes of observed sea level changes, the CCI Sea Level Budget Closure (SLBC_cci) project that started in April 2017 aims at re-assessing the sea level budget by estimating each of its components and the pertaining uncertainty. Essentially, observed changes of global mean sea level equal the sum of changes in ocean mass and thermal expansion. Observed ocean mass change equals the sum of global-scale changes in mass of glaciers, ice sheets (Greenland and Antarctica), land water in the form of liquid water and snow and atmospheric water. Each component's contribution is individually estimated by means of observations or model estimates over 1993-2015 (altimetry period) and 2005-2015 ("golden period" with ARGO and GRACE), to derive long-term trends and inter-annual and, when possible, seasonal variations. The different contributions will be compared to independently obtained observational data (e.g., CCI data products, GRACE). The land water and glacier mass contributions are estimated with the global hydrological model WaterGAP and the Open Global Glacier Model, respectively. We present estimates of simulated land water storage trends, showing their uncertainty due to equally plausible global climate data sets used as input to WaterGAP. In addition, the impact of reservoir construction and human water use on land water storage is shown and discussed. By combining modeling with independent estimates of regional groundwater storage changes and GRACE total land water storage changes, we had previously estimated that groundwater depletion due to human water use led to a sea level rise of 0.31 mm/yr during 2000-2009, equal to approximately one tenth of total sea level rise (Döll et al. 2014).

*Vortragende(r)

1.30 SENSITIVITÄT DES WASSERHAUSHALTES SÄCHSISCHER PEGELEINZUGSGEBIETE IM REZENTEN KLIMAWANDEL.

Udo Mellentin*, Robert Schwarze, Michael Wagner

Zusammenfassung

Sensitivität des Wasserhaushaltes sächsischer Pegeleinzugsgebiete im rezenten Klimawandel

Einstieg und Methodik

Die Globaltemperatur stieg in den letzten 5 Dekaden kontinuierlich an. Auch in Sachsen gab es eine sensitive Reaktion verschiedener Klimaparameter. Die regionale Erwärmung in Sachsen, als auch über diese Region hinaus, weist jedoch keinen kontinuierlichen Verlauf, sondern einen markanten Bruchpunkt gegen Ende der 1980er Jahre auf. Pfister (1999) detektierte diesen Bruchpunkt in der europäischen Klimaentwicklung der letzten 500 Jahre als einmalig. Das erlaubt die Unterteilung des Messzeitraumes von 1961-2014 in zwei Teilzeiträume 1961-1987 (T1) und 1988-2014 (T2). Für T1 und T2 kann der Wasserhaushalt mittels des Modells DIFGA bilanziert werden. Die Ergebnisse werden hinsichtlich der Reaktion des Wasserhaushaltes auf das gemessene Klimaänderungssignal analysiert. Ein komplexes Bild erzeugt die eindimensionale Auswertung des Änderungssignals von Wasserhaushaltsgrößen bezüglich standortspezifischer Parameter. Erst mit einer multikriteriellen Clusteranalyse können vier Hauptgruppen ähnlicher Sensitivität identifiziert werden.

Abflussbeiwert – Änderung von Klima und Systemverhalten

Mit dem höheren Temperaturniveau in T2 hat sich die Abflussbereitschaft regional differenziert vermindert und somit eine gerichtete Veränderung der Systemeigenschaften der Pegeleinzugsgebiete bewirkt. Für die Jahreswerte zeigt sich bei der Änderung des Abflussbeiwertes R/P (Abfluss/Niederschlag) eine spezifische Abhängigkeit von der Höhe des jährlichen Niederschlages. Trockenjahre, Normaljahre und Nassjahre zeigen in der Reaktion auf den erhöhten Verdunstungsanspruch charakteristische Unterschiede. Neben der energetisch bedingten Erhöhung des Verdunstungsanspruches kann gezeigt werden, dass die Zunahme der realen Verdunstung in Abhängigkeit von Landnutzung und Vegetationsentwicklung durch die transpiratorische Ausschöpfung des infiltrierten Wassers stark mitbestimmt wird.

Abflussmenge – Klimaänderung und Tendenzen im Wasserhaushalt

In welchem Ausmaße sich die von T1 zu T2 geänderten Systemeigenschaften auf das mittlere Abflusssdargebot übertragen, ist auch von den Änderungen des Niederschlages und dessen Verteilung abhängig. Das Wasserdargebot hat sich in den Einzugsgebieten zumeist erhöht, konnte aber in der Regel die Zunahmen der realen Verdunstung nicht vollständig kompensieren. Trotz Zunahme im Wasserdargebot gab es im Saldo Abnahmen im Abflusssdargebot. Die Bilanzen weisen ein spezifisches räumliches Änderungsmuster und damit der Sensitivitäten der Einzugsgebiete auf. Je höher der Waldanteil und das Wasserdargebot in Sachsen sind (v.a. im Erzgebirge), desto stärker stieg die Transpiration, was in den Kammlagen bei kaum höherem Niederschlagsdargebot zu den stärksten Rückgängen im Abfluss und der Grundwasserneubildung führte.

*Vortragende(r)

1.31 ÖKOHYDROLOGISCHE SYSTEME IM WANDEL: NDVI VON TAGEBAUFOLGELANDSCHAFTEN.

Yasemine Brück*, Philipp Schulte Overberg, Ina Pohle, Christoph Hinz

Zusammenfassung

Tagebau(folge)landschaften bieten gute Möglichkeiten den Wandel ökohydrologische Systeme aufgrund veränderter Umweltbedingungen zu untersuchen: Im Zuge des Tagebaubetriebs wird die Vegetation vollständig entfernt, nach dem Tagebau wächst die Vegetation entweder durch aktive Rekultivierung oder natürliche Sukzession wieder auf. Von Interesse ist, ob und wie bzw. wie schnell sich die Tagebauflächen von der Störung erholen und ähnliche Bedingungen wie vor dem Tagebau bzw. auf ungestörten Flächen herrschen. Klimatische, geomorphologische und ökologische Gegebenheiten sowie die Rekultivierungsstrategie spielen eine große Rolle in der Phase der Rehabilitation und bestimmen die Rate der Wiederbesiedlung mit Pflanzen bzw. deren Wachstum. Der NDVI (normalisierter differenzierter Vegetationsindex) bietet die Möglichkeit generelle Muster der Vegetation quantitativ zu detektieren, um die Regenerationsrate der Vegetation für verschiedene Klima- und Ökoregionen abzuschätzen. Wir analysierten den MODIS Terra NDVI (acht tägliche Werte) für Tagebaulandschaften verschiedener Klimate (äquatoriale, trockene, warm gemäßigte und Schnee-Klimate nach Köppen-Geiger) im Zeitraum 2001 bis 2015. Es wurden Kohletagebaue betrachtet, da diese gut definierte Chronosequenzen der Störung erzeugen. Bei der Analyse der NDVI-Zeitreihen sollten Charakteristiken der Rehabilitationsphase erfasst werden. Um die räumliche Heterogenität der Zellen (ca. 250 x 250 m²) der Tagebaulandschaft abzubilden, wurde je Tagebau eine hierarchische Clusteranalyse durchgeführt. Die einzelnen Zeitreihen der Cluster wurden mit einer Methode zur Detektion von Bruchpunkten und zur Zeitreihenzerlegung auf Konsistenz bezüglich Eigenschaften der Zeitreihen (Beginn des Tagebaus, Ende des Tagebaus/Beginn der Rehabilitation, Rate der Rehabilitation) untersucht. Die Clusteranalyse führt zu einer Einordnung der Zellen in vom Tagebau nicht direkt beeinflusste Flächen, aktiven Tagebau und in der Rehabilitation befindliche Fläche verschiedenen Alters bzw. rehabilitierte Flächen. Das Zeitfenster der Entfernung der Vegetation kann im NDVI-Signal identifiziert werden, es zeigt sich meist in einer abrupten Änderung des NDVI. Die Rehabilitationsphase hingegen verläuft graduell und kann mehrere Jahre bis Jahrzehnte andauern. Die Zeitreihenzerlegung zeigt auf, dass in der Rehabilitationsphase der Trend dominiert, während mit Voranschreiten der Rehabilitation die Saisonalität im NDVI-Signal vorherrschend wird. Durch die ermittelte Rate der Rehabilitation können die Flächen innerhalb eines Tagebaus miteinander verglichen werden. Die mittlere Rehabilitationsrate der Tagebaue kann in Zusammenhang mit den vorherrschenden hydroklimatischen Bedingungen der Klimazonen und mit Rekultivierungsstrategien gebracht werden. Zudem ist auch eine Betrachtung hydrometeorologischer Größen zur Erkennung von kurzzeitigen Veränderungen des Pflanzenwachstums im NDVI-Signal möglich.

*Vortragende(r)

1.32 TROCKENHEIT UND ANDERE GEFAHREN FÜR DEN WALD.

Marco Natkhin*, Jürgen Müller

Zusammenfassung

Bewirtschaftete Wälder sind Gefahren durch das Einwirken unterschiedlichster Umweltfaktoren ausgesetzt. Wasser, vor allem Wassermangel spielt eine zentrale Rolle bei der Entwicklung des Waldes. Längere Trockenheitsperioden erhöhen das Waldbrandrisiko, können das Waldwachstum verringern und die Vitalität schwächen. Lang anhaltende Trockenheit führt vor allem zum Absterben von Jungpflanzen. Für eine unmittelbare Gefährdungseinschätzung in Waldbeständen bei aktuellen Extremwettersituationen werden Lösungen im Waldklimafonds-Projekt SCHUWA erarbeitet. Mit dem Ziel der Erkennung und Abwehr von Gefahren für den Wald auf Bestandesebene wird, unter Nutzung bestehender Beobachtungs- und Vorhersagenetze, ein sensorgestütztes System entwickelt. Schwerpunkt des Vorhabens sind die Waldbrandprävention und die Gefahren und Schäden bei Extremwetterereignissen, wie Sturm, Hitze und Trockenheit. Um Trockenheit und potentiellen Trockenstress für die Bäume abzuleiten, sollen unter anderem Holzbrettchen genutzt werden, welche der Witterung ausgesetzt sind. Ihre Holzfeuchte und damit die Reaktion auf Witterungseinflüsse werden über einfache Widerstands- und Temperaturmessung abgeleitet. Die Nutzung von solchen leicht zu messenden Proxys soll über einfache statistische Modelle im operativen Dienst robuste Aussagen bezüglich der Gefährdung liefern und Handlungsbedarf aufzeigen. Die einfachen statistischen Modelle werden auf Basis von aufwendig gemessenen und komplex deterministisch modellierten Daten ermittelt. Das multifunktional vernetzte Sensornsystem wird in einem geschlossenen Waldgebiet in der Projektlaufzeit aufgebaut, erprobt und demonstriert. Je nach Risikogefährdung des Betrachtungsgebietes ist die Installation des Gesamtsystems oder einzelner Bausteine möglich. Durch die Anwendung eines vernetzten Systems, einschließlich eines Alarmmanagements soll das intensive Waldmonitoring verbessert werden. Die durch dieses Projekt gewonnenen Ergebnisse und Erkenntnisse können so in zahlreichen Anwendungen im Rahmen der Umweltüberwachung, waldbaulichen Anpassungsstrategien an den Klimawandel und zur Reduktion flächiger Schadereignisse verwertbar werden.

*Vortragende(r)

1.33 REGIONALISIERUNG DER TRENDS METEOROLOGISCHER TROCKENHEIT IN DEUTSCHLAND IN FOLGE DES KLIMAWANDELS.

Freya Skierlo* , Konrad Miegel

Zusammenfassung

Der Niederschlag als grundlegendes Klimatelement wird in seiner Entwicklung vom Klimawandel beeinflusst. Zur Erfassung der sich daraus ergebenden Niederschlagstrends existiert eine Vielzahl von meteorologischen Parametern sowie Dürre- und Niederschlagsindizes. Unterschieden werden Kenngrößen mit Niederschlag als einzigem Input-Parameter sowie komplexe Indizes, welche verschiedene Einflussgrößen berücksichtigen und somit das Prozessgeschehen genauer abbilden. Zu diesen gehören beispielsweise Temperatur, Wolkenbedeckung und Luftfeuchte, aber auch die Evapotranspiration. Hinsichtlich der Niederschlagsentwicklung spielt nicht nur die Veränderung des Jahresniederschlags eine Rolle, sondern auch die zeitliche Umverteilung innerhalb des Jahres sowie das Vorkommen von Extremereignissen. Weiterhin ist aufgrund der hohen kleinräumigen Variabilität der Niederschlagstrends die Identifikation regionaler Trendmuster von großer Bedeutung. Dies gilt auch für Parameter, die auf die meteorologische Trockenheit abzielen. Mit dieser Blickrichtung wurden in der vorliegenden Studie für Gesamtdeutschland Trockenheitsparameter aus Tageswerten des Niederschlags für 60-jährige Zeiträume abgeleitet. Die Festlegung der Parameter erfolgte in Anlehnung an die Niedrigwasseranalyse. Es handelt sich hierbei neben dem Jahres- und Monatsniederschlag um die jährliche sowie monatliche Anzahl niederschlagsfreier Tage, die höchste Anzahl aufeinanderfolgender niederschlagsfreier Tage pro Jahr (Trockentage-Index, CDD) sowie die kleinste Niederschlagssumme innerhalb 40 aufeinanderfolgender Tage. Anhand dieser Parameter konnten lineare Trends abgeleitet werden, welche die Grundlage für eine Regionalisierung mit geostatistischen Verfahren darstellen, um die punktförmig vorliegenden Resultate in die Fläche zu übertragen. Ergebnis sind Trendkarten für Deutschland, aus denen sich Aussagen über die zeitliche und räumliche Entwicklung des Niederschlagsverhaltens entnehmen lassen. Solche Trendkarten bilden eine wichtige Grundlage, um die mit dem Klimawandel einhergehenden Veränderungen auf regionaler Ebene zu identifizieren und entsprechende Maßnahmen auf den verschiedenen Handlungsebenen ergreifen zu können.

*Vortragende(r)

1.34 NIEDERSCHLAGSINTERZEPTION: VERBESSERUNG DER PROZESSBESCHREIBUNG AUF BASIS HOCHAUFGELÖSTER VEGETATIONSMESSDATEN IN DER MODELLANWENDUNG.

Sandra Genzel* , Max Plorin, Christian Bernhofer, Ronald Queck

Zusammenfassung

Vor allem in Wäldern mit hoher Pflanzendichte kann der Interzeptionsverlust einen erheblichen Anteil des Gesamtniederschlags betragen und damit eine wichtige Rolle im Wasserhaushalt spielen. Unter sich zukünftig ändernden Niederschlagsmustern und Landnutzungen wird daher für die Bilanzierung des Wasserhaushalts eine zuverlässige Quantifizierung der Niederschlagsinterzeption benötigt. Bestehende Interzeptionsmodelle betrachten die Vegetation in Schichten, deren Eigenschaften durch statistische Parameter beschrieben werden. Dabei wird jedoch die räumliche Heterogenität nicht widerspiegelt und ein Vergleich mit Messergebnissen – die immer raumbezogen sind – ist zwangsläufig fehlerbehaftet. Die statistische Bestimmung von Parametern erfordert zudem eine große räumliche Stichprobe und aufgrund der Variabilität der Niederschlagsereignisse Zeitreihen über viele Jahre. Während dieser Zeiträume verändern sich jedoch auch die Eigenschaften der beobachteten Bestände. Experimentell bestimmte Parameter können so kaum auf unbekannte Gebiete übertragen werden. Die Grundidee des hier vorgestellten Projektes liegt darin, dass die Lokalisierung der Wasserspeicherung in Pflanzenbeständen den Schlüssel zum Verständnis des Interzeptionsprozesses und der Bestandesverdunstung darstellt. Die Nutzung räumlich hochaufgelöster Messdaten der Vegetationsverteilung aus dem Laserscanning lässt eine grundlegende Verbesserung von Prozessverständnis und Modellgüte erwarten. Auf der Basis detaillierter Messungen mikrometeorologischer Variablen, der Niederschlagskomponenten und der Vegetationsstruktur werden derzeit die Speicher- und Verdunstungsmechanismen im Fichtenbestand an der Ankerstation im Tharandter Wald (ASTW) untersucht. Das aktuelle 1D Interzeptionsmodell CanWat soll in ein 3D-Modell überführt werden, das diese Mechanismen in Abhängigkeit von der Vegetationsstruktur beschreiben kann und eine zuverlässige und übertragbare Parametrisierung ermöglicht. Das verbesserte Verständnis des Interzeptionsprozesses wird schließlich für die Entwicklung von vereinfachten Ansätzen genutzt, die dann auch den flächendeckenden Einsatz in Wasserhaushaltsmodellen ermöglichen.

*Vortragende(r)

1.35 SAFTFLUSSMESSUNGEN AN JUNGEN PAPPELN AUF DREI UNTERSCHIEDLICHEN STANDORTEN IN SÜDBAYERN ZUR VALIDIERUNG MODELLIERTER TRANSPIRATIONS RATEN.

Martina Zacios*, Lothar Zimmermann, Karl-Heinz Feger

Zusammenfassung

Für die hydrologischen Jahre 2010 bis 2017 wurden die Wasserbilanzen einer Pappel-Kurzumtriebsplantage bei Kaufering mit dem Wasserhaushaltsmodell LWF-BROOK90 berechnet, mit dem Ziel, ihre Auswirkungen auf die Grundwasserneubildung der Fläche abzuschätzen. Kalibriert wurde das Modell anhand gemessener volumetrischer Bodenwassergehalte, welche mit FDR-Sonden (10HS, decagon devices) in fünf Messtiefen (15, 50, 115, 160, 220 cm) für den Modellzeitraum erfasst wurden. Zur Validierung der modellierten Interzeption kann der gemessene Bestandsniederschlag herangezogen werden. Darüber hinaus wurden auch Stammabflussmessungen durchgeführt. Aufgrund der Kronen- und Rindenstruktur der Pappeln ist der Stammabfluss gerade in Gebieten mit großem Anteil an konvektiven Starkregenereignissen, wie dem Alpenvorland, keine zu vernachlässigende Größe in der Wasserhaushaltsbilanzierung und sollte bei der Betrachtung der Interzeption berücksichtigt werden.

Die auf Plot-Ebene berechneten Transpirationsraten sind stark abhängig von den im Modell gewählten pflanzenphysiologischen Parametern wie bspw. der maximalen Blattleitfähigkeit GL_{max} , dem projizierten Blattflächenindex LAI oder den Durchwurzelungscharakteristika, welche dem Modellierer nicht immer aus in-situ-Messungen oder der Literatur zufriedenstellend zur Verfügung stehen. Seit 2013 werden zur Validierung der modellierten Transpirationsraten auf zwei standörtlich sehr unterschiedlichen Versuchsflächen in Kaufering Saftflussmessungen durchgeführt. Für die Jahre 2016 und 2017 liegen zusätzlich Saftflussmessungen am Versuchsstandort Kolbermoor für drei bzw. vier verschiedene Pappelsorten (Max1, Max3, Hybrid275 sowie Matrix49) vor.

Im Beitrag sollen einerseits die verwendeten Methoden zur Bestimmung der Saftflussraten, TDP (Granier) und HRM (ICT), kurz vorgestellt sowie die zur Berechnung der Einzelbaumtranspiration benötigten und im Feld erhobenen Baum- und Holzeigenschaften (u.a. wasserleitender Stammquerschnitt, Wärmeleitfähigkeit des Holzes) gezeigt werden. Andererseits sollen die modellierten Wasserbilanzen sowie ihre Validierung über die verschiedenen gemessenen Wasserhaushaltsgrößen dargestellt und diskutiert werden.

*Vortragende(r)

1.36 INTEGRATION VON FERNERKUNDUNGSDATEN UND GRUNDWASSERSTANDSMESSUNGEN ZUR VERBESSERUNG DER PARAMETERSCHÄTZUNG IN HYDROLOGISCHEN WIRKUNGSMODELLEN.

Phillip Kreye*, Marlene Gelleszun*, Günter Meon

Zusammenfassung

Viele hydrologische Modelle beinhalten physikalisch basierte Prozessbeschreibungen, sind aber dennoch konzeptionell aufgebaut. Aus diesem Grund ist eine umfangreiche Parameteranpassung in den meisten Fällen unumgänglich. Für diese inversen Modellierungsansätze ist ungeachtet der grundsätzlichen Eignung des gewählten hydrologischen Modells nicht nur die Qualität der Beobachtungsdaten bedeutsam, sondern gleichermaßen auch die strategische Vorgehensweise bei der Optimierung. In verschiedenen Studien zeigte sich, dass die Parameterschätzung bestmöglich gelang, wenn sie als ganzheitlicher Prozess betrachtet wurde, bei dem die Aufgabenstellung und das hydrologische Prozessverständnis von Anfang an im Vordergrund standen. Die hydrologische Fragestellung wurde durch eine schrittweise, auf einer Präferenzordnung basierenden, lexikografischen Kalibrierungsstrategie einbezogen. Die Wahl des Optimierungsalgorithmus war ausschließlich für die zeitliche Performance entscheidend, lieferte im Ergebnis jedoch immer identische Parametersets, was für eine eindeutig lösbare inverse Modellierungsaufgabe sprach. Auch die Qualität der Beobachtungsdaten wurde bei der Formulierung der Optimierungsaufgabe berücksichtigt. Lag der Schwerpunkt beispielsweise auf der ereignisbasierten Nachbildung eines Hochwassers, wurden andere Parameter, Zielfunktionen und Messdaten verwendet, als z.B. bei der langjährigen Abbildung des Wasserhaushalts innerhalb eines Einzugsgebietes. Dabei zeigte sich, dass die Ergebnisse der Parameterschätzungen insgesamt robuster und plausibler waren, wenn neben den Abflussdaten am Pegel zusätzliche Informationen, wie z.B. Grundwasserstandmessungen einbezogen wurden. Im Ergebnis führte diese Vorgehensweise zu einer besseren Identifizierbarkeit von physikalisch plausiblen Parametersets und erhöhte somit die Verlässlichkeit und Vorhersagefähigkeit des hydrologischen Modells. Es wurden umfangreiche Studien mit synthetischen und realen hydrologischen Daten, Fernerkundungsdaten (ESCAT/ASCAT/ASAR) und Grundwassermessungen durchgeführt. Die entwickelte lexikografische Vorgehensweise zur Modellkalibrierung wurde mit dem „Downhill-Simplex“-Algorithmus umgesetzt. Bei der Anwendung der Optimierungsprozedur auf unterschiedliche Zeiträume des gleichen Einzugsgebietes wurden folgende Erkenntnisse erlangt: (i) Die Bandbreite der Parameterwerte wurde reduziert, (ii) Die Gütekriterien zwischen Beobachtungen und Simulationen verbesserten sich und (iii) die Streuung der Wasserhaushaltskomponenten war geringer. Insgesamt resultierte das Verfahren in Kombination mit den verwendeten Messdaten eine in einer sehr guten Modellanpassung mit eindeutig identifizierbaren Parametern.

*Vortragende(r)

1.37 GRUNDWASSERNEUBILDUNG UND MAXIMALE ENTNAHMEMENGEN FÜR DIE GRUNDWASSERFASSUNG LÜCKENDORF IM ZITTAUER GEBIRGE.

Albrecht Münch* , Andreas Wahren

Zusammenfassung

Die Stadtwerke Zittau GmbH versorgen die Stadt Zittau und ihr nahes Umland mit Trinkwasser, das an sieben Fassungsstandorten im Zittauer Gebirge gewonnen wird. Für die Fassung in Lückendorf sollte eine sinnvolle maximale Obergrenze gefunden werden, die einerseits dem prognostizierten Bedarf gerecht wird, andererseits eine Überbeanspruchung des Grundwasserleiters verhindert. Zudem liegt die Fassung nahe der Tschechischen Republik – die Entnahme sollte auf deutsches Territorium begrenzt sein. Der kretazische Grundwasserleiter im Zittauer Gebirge ist sehr mächtig, die sandigen Böden ermöglichen eine sehr gute Versickerung, so dass qualitativ hochwertiges Wasser in großer Menge zur Verfügung steht. Das Rohwasser wird über Brunnen und Quellfassungen gefördert. Als wichtige Eingangsgröße für die Dargebotsbetrachtung gilt die Grundwasserneubildung. Diese wurde mit unterschiedlichen Verfahren, auch über das Wasserhaushaltsportal Sachsen, ermittelt. Die plausibelsten Ergebnisse lieferte das Wasserhaushalts- und Niederschlags-Abfluss-Modell AKWA-M®, weil hier die regionalen Besonderheiten am besten integriert waren. Nachfolgend wurden die simulierte Grundwasserneubildung (ab 1961), die Fördermengen (ab 1980) sowie die gemessenen Grundwasserstände (ab 1970) gegenübergestellt. Es konnte gezeigt werden, dass sehr hohe Entnahmen, wie sie z.B. in den 1980er Jahren gefördert wurden, zu einer Übernutzung des Grundwasserkörpers führen. Mittels weiterer Auswertungen konnte eine sinnvolle maximale Obergrenze für die Fassung in Lückendorf abgeleitet werden, die allen Anforderungen gerecht wird. Die Projektbearbeitung war auch deshalb erfolgreich, weil lange, nahezu lückenlose Datenreihen von Klima und Grundwasser zu Verfügung standen.

*Vortragende(r)

1.38 OPTIMIERUNG DER MODELLSTRUKTUR ALS ANSATZ ZUR ANALYSE HYDROLOGISCHER STRUKTURÄNDERUNGEN IN EINEM GROSSFLÄCHIG GESTÖRTEN WALDEINZUGSGEBIET.

Diana Spieler* , Robert Schwarze, Burkhard Beudert, Niels Schütze

Zusammenfassung

Der Einfluss von Landnutzungsänderungen auf die hydrologischen Prozesse eines Einzugsgebietes ist in der Regel nur durch ausgeprägte Messungen detailliert nachzuvollziehen. Nicht für jedes Einzugsgebiet ist zum Zeitpunkt starker Veränderungen ein umfangreiches Messkonzept installiert. In der Regel liegen nur Niederschlag, Abfluss und Temperatur vor. Daher wird in dieser Arbeit ein erster Versuch unternommen, anhand von Modell-Struktur-Optimierung hydrologische Struktur- und Prozessveränderungen nachzuvollziehen. Am Beispiel des 19.1 km² großen Einzugsgebietes der Großen Ohe (Nationalpark Bayerischer Wald), werden unterschiedliche Vegetationsphasen vor, während und nach einem Borkenkäferbefall betrachtet. Für jede dieser Phasen wird die geeignetste Modellstruktur durch Kalibrierung gegen den Gebietsabfluss ermittelt. Dabei kommt ein Optimierungsframework bestehend aus dem flexiblen hydrologischen Modellierungsframework RAVEN und dem evolutionären Optimierungsalgorithmus CMA-ES in seiner Mixed-Integer Variante zum Einsatz. Die Modell-Struktur-Optimierung basiert in ihrer ersten Version auf der Annahme zweier gekoppelter Bodenspeicher. Diese dienen der Beschreibung der schnellen und langsamen Abflusskomponenten. Für die Beschreibung der Interaktion zwischen den Speichern untereinander und ihrer Umwelt, können zehn Prozessbeschreibungen berücksichtigt werden. Diese können während der Optimierung ein- oder ausgeschaltet werden, um die geeignetste konzeptionelle Modellstruktur zur Abbildung des Niederschlag-Abfluss-Verhaltens zu ermitteln. Simultan findet eine Parameteroptimierung statt. Die optimierten Modellstrukturen werden in ihrer Funktionsweise mit Hypothesen zum Abflussverhalten des Einzugsgebietes aus der Literatur verglichen. Diese Hypothesen entstammen einer umfassenden Analyse von Beobachtungsdaten. Dazu gehörten tracerhydrologische Untersuchungen, statistische Analysen und Durchflussganglinienanalyse. Das Potential der Modell-Struktur-Optimierung zur Detektion hydrologisch relevanter Veränderungen im Einzugsgebiet soll somit exemplarisch getestet und beurteilt werden.

*Vortragende(r)

1.39 METHODEN ZUR AUFBAU UND MODELLERSTELLUNG VON RENATURIERUNGS- UND AUENGESTALTUNGSMASSNAHMEN MIT ZWEIDIMENSIONALEN HYDRODYNAMISCH-NUMERISCHEN MODELLEN.

René Heinrich*, Michael Neumayer, Wolfgang Rieger, Markus Disse

Zusammenfassung

Trotz weitreichender Integration des natürlichen Hochwasserrückhalts in nationale und internationale Hochwasserschutzkonzepte (siehe EU-WRRRL), wird deren Wirksamkeit oft kontrovers diskutiert. Dies liegt unter anderem daran, dass in vielen bisherigen Untersuchungen nur einzelne oder örtlich begrenzte, zumeist anthropogen stark überprägte Gebiete betrachtet wurden. Des Weiteren erschwert die Verwendung verschiedener Modellansätze sowie die Anwendung unterschiedlicher Methoden zur Implementierung der Renaturierungs- und Auengestaltungsmaßnahmen die Vergleichbarkeit dieser Studien. Das Projekt „ProNaHo“ (Prozessbasierte Modellierung Natürlicher sowie Dezentraler Hochwasserrückhaltmaßnahmen zur Analyse der ereignis- und gebietsabhängigen Wirksamkeit) betrachtet in einem Teilauftrag die gebietsübergreifende Wirksamkeit von Renaturierungs- und Auengestaltungsmaßnahmen unter der Anwendung weitgehend prozessbasierter Modellierung. Aufgabe des laufenden Projektes ist es, in ausgewählten charakteristischen Untersuchungsgebieten, verschiedene Renaturierungsszenarien zu entwickeln und diese anhand von methodenabhängigen zweidimensionalen hydraulischen Modellen sowie gebietsabhängigen definierten Hochwasserszenarien zu vergleichen. Dabei zeigt sich, dass für die Modellierung der Szenarien die Ermittlung der potentiell natürlichen Gewässerdimensionen (longitudinal, lateral und vertikal) und deren Verlaufsformen sowie die Entwicklungsgeschichte bzw. Landnutzung der Aue (biologische, geomorphologische, insbesondere anthropogene Einflüsse) von zentraler Bedeutung sind. Techniken der Fernerkundung, Feldvermessungen, kartographisch-geomorphologische Ermittlungen sowie die Sichtung und Beurteilung von historischen Dokumenten, Aufzeichnungen und Plänen kommen ebenso zum Einsatz wie Geschiebeanalysen und Bodenproben. Mittels der Kombination verschiedener Methoden zur Modellierung der Gewässerläufe und deren Vorländern (Aue) in den unterschiedlichen Untersuchungsgebieten, werden die Wirksamkeiten der Renaturierungsszenarien näher betrachtet. Erste Ergebnisse der laufenden Studie deuten darauf hin, dass die Wirksamkeit der modellbasierten Renaturierungs- und Auengestaltungsmaßnahmen für den natürlichen Hochwasserrückhalt sowohl von der Intensität der Datenerhebung (Gebietsanalyse) sowie den angesetzten Modelliermethoden (Realitätsnähe), als auch von charakteristischen Gebietseigenschaften und Landnutzungen abhängt.

*Vortragende(r)

1.40 ENTWICKLUNG EINES LOW-COST KAMERAPEGELS UND EINES UNBEMANNTEN WASSERFAHRZEUGS ZUR ERFASSUNG HYDROMORPHOLOGISCHER PARAMETER.

Anette Eltner*, Hannes Sardemann, Melanie Kröhnert, Hans-Gerd Maas

Zusammenfassung

Die Erfassung von Sturzfluten nach Starkregenereignissen ist aufgrund ihres lokalen Auftretens schwierig. Dies betrifft insbesondere Flüsse ohne ausreichende Pegelinfrastruktur. Fehlende Informationen über deren Einzugsgebiete (EZG) erschweren Frühwarnungen sowie die Entwicklung von Vorhersagemodellen erheblich. Im Rahmen der Nachwuchsforschergruppe EXTRUSO werden kleinräumige hydro-meteorologische Extremereignisse zum Aufbau eines solchen Frühwarnsystems für Sturzfluten untersucht. Ein wesentlicher Bestandteil ist die Erarbeitung neuer Methoden zur Beobachtung unüberwachter EZG. Der Beitrag umfasst einerseits die Entwicklung eines kamera-basierten Fließgewässer-Pegelmesssystems auf Basis von low-cost (Raspberry Pi) Kameras und beschreibt andererseits die Konstruktion eines Messaufbaus zur Erfassung morphologischer Parameter längerer Gewässerabschnitte. Die hohe Variabilität von Fließgewässern schränkt die automatische Ableitung von Wasserständen am Pegel aus terrestrischen Einbild-Aufnahmen stark ein. Abhilfe schafft die Ausdehnung der Bildtextur auf die Zeitachse. Ko-registrierte Zeitraffersequenzen beschreiben den mittleren Wasserstand in Abhängigkeit des Beobachtungszeitraums, welcher sich in der sog. "temporalen Textur" abzeichnet. Mittels Segmentierung von dynamischen (Wasser) und statischen (Land) Bildbereichen lässt sich die Wasserlinie extrahieren. Die Transformation der Bildmessung in den Objektraum erfolgt unter Nutzung eines photogrammetrisch erstellten 3D-Modells des beobachteten Gewässerabschnittes. Bei entsprechender Aufnahmekonfiguration ist eine Genauigkeit der Pegelmessung im Bereich von wenigen cm zu erwarten, welche sich mit ersten Ergebnissen verifizieren lässt. Zur hochauflösenden Beschreibung morphologischer Parameter an größeren Gewässerabschnitten dient ein eigens konstruiertes unbemanntes Messboot (engl. „unmanned water vehicle“: UWW) als Multisensorsystemplattform, welches u. a. mit einem mobilen Laserscanner, einer 360°-Kamera sowie einer GNSS-gestützter IMU, ausgestattet ist und die Vermessung kleinerer und mittlerer Flüsse mit dm-Genauigkeit erlaubt. Die erzeugten Daten dienen der hydrologischen Modellierung sowie der Dokumentation von Zuständen des Flusslaufes vor und nach einer Sturzflut. Im Beitrag werden erste Ergebnisse zur Visualisierung der Uferbeschaffenheit vorgestellt.

*Vortragende(r)

1.41 PROZESSABBILDUNG IN HYDROLOGISCHEN MODELLEN: ERGEBNISSE EINER ONLINE-UMFRAGE.

Björn Guse*, Tobias Pilz, Michael Stölzle, Helge Bormann

Zusammenfassung

Ein Hauptschwerpunkt des DHG-Arbeitskreises „Prozessabbildung in hydrologischen Modellen“ ist eine Analyse und Bewertung der Prozessabbildung in Modellen. In Diskussionen innerhalb des AKs hat sich herausgestellt, dass ein besserer Überblick über Stärken und Schwächen der hydrologischen Modelle im deutschsprachigen Raum notwendig ist, um zukünftiges Forschungs- und Verbesserungspotential zu identifizieren und damit einen wesentlichen Beitrag zu einem besseren Prozessverständnis in der hydrologischen Modellierung zu leisten. Vor allem eine Identifizierung von Modelldefiziten wird als notwendig angesehen, da hierbei bislang keine Klarheit besteht, welche Prozesse in ihrer Abbildung in Modellen verbessert werden sollten und ob eine Priorisierung in Bezug auf unterschiedliche Fragestellungen und Anwendungsgebiete erfolgen kann. Um eine Übersicht über die derzeit genutzten hydrologischen Modelle zu erhalten, wurde eine Online-Umfrage erstellt und ausgewertet. Die Umfrage befasst sich mit vier Themenkomplexen. Zunächst werden die Modelle allgemein mit einem besonderen Fokus auf die räumliche und zeitliche Skala charakterisiert. In einem zweiten Block werden Informationen über typische Modellanwendungen ermittelt und die wichtigsten Publikationen gesammelt. Der dritte Themenkomplex fokussiert sich auf die hydrologischen Prozesse. Ziel ist es, zunächst die Prozessabbildung innerhalb der Modell hinsichtlich ihrer Komplexität nachzuvollziehen. Dabei wird die Modellkomplexität auch auf die Anzahl der Modellparameter bezogen. Basierend darauf werden im vierten Block für jedes Modell die Stärken und Schwächen bezogen auf das jeweilige Anwendungsziel ermittelt. Hierbei werden auch Ursachen von Modelldefiziten untersucht und Ansätze erfragt, um diese zu verbessern. Dieser Beitrag stellt erstmals die Ergebnisse der Online-Befragung vor. Zum einen erscheint es interessant, wie viele unterschiedliche und welche Anwendungen von Modellen vorliegen, zum anderen bietet die Umfrage die Grundlage für eine systematische Analyse der Defizite in Bezug auf die Prozessabbildung der genannten Modelle. Auf Basis der Umfrage kann zudem eine rege Diskussion innerhalb der hydrologischen Gemeinschaft im Hinblick auf eine Strategie zum Abbau der identifizierten Defizite angeregt werden.

*Vortragende(r)

1.43 CROWD WATER- M: KÖNNEN MENSCHEN MESSEN WAS HYDROLOGISCHE MODELLE BRAUCHEN?

Jan Seibert*, Barbara Strobl, Simon Etter, Ilja van Meerveld

Zusammenfassung

In der Hydrologie besteht häufig ein Mangel an räumlich verteilten Messdaten. Beobachtungen durch ‚normale‘ Menschen oder Bürgerwissenschaftler (citizen scientists) könnten hier einen wertvollen Beitrag liefern. Das Projekt CrowdWater beschäftigt sich damit, welche Daten im Rahmen von Bürgerwissenschaftsprojekten erhoben werden können und welchen Wert solche Daten potentiell haben könnten. Hier präsentieren wir neue Ergebnisse des CrowdWater Projekts zu drei Aspekten. 1) In 2017 wurde eine neue Smartphone App entwickelt, die das Sammeln hydrologischer Daten unterstützt. Die App ermöglicht es, eigene Stationen zu erstellen und verwendet hierzu u.a. virtuelle Messlatten, um den Wasserstand abschätzen zu können. Die Erfahrungen aus den ersten Monaten zeigen, dass das Konzept grundsätzlich funktioniert, aber auch dass verschiedene Modifikationen zu besseren Resultaten führten. 2) Bürger wurden entlang von Bächen und Flüssen unterschiedlicher Grösse befragt, um zu testen wie gut sich Abflüsse abschätzen lassen. Eine kurze Einführung, wie man Abflüsse abschätzen kann, führte zu weniger Ausreisser und besseren Schätzungen. 3) Der potentielle Wert hydrologischer Bürgerdaten wurde mithilfe von synthetischen Daten untersucht. Nachdem wir in früheren Studien zeigen konnten, dass sowohl Wasserstände als auch Wasserstandsklassen wertvolle Informationen liefern können, ging es nun um die Frage, wie wertvoll solche Daten sind, wenn sie nicht kontinuierlich sondern nur zu bestimmten Zeitpunkten vorliegen. Die vorläufigen Ergebnisse des CrowdWater Projekts sind für Bürgerwissenschaftsprojekte ermutigend und sind ein erster Schritt, um neue Messkonzepte für zuvor ungemessene Einzugsgebiete zu entwickeln.

*Vortragende(r)

SESSION 2: MESSEN UND MANAGEN

2.1 KRITISCHE N-EINTRAGSRATEN FÜR N-SENSITIVE WALDGESELLSCHAFTEN.

Carina Sucker*, Heike Puhmann

Zusammenfassung

Bundesweit wird Stickstoff nach Experteneinschätzung ca. drei bis viermal mehr in Wälder eingetragen, als für Waldökosysteme verträglich ist. Um den Stickstoffhaushalt und die unerwünschten Auswirkungen zu erheben, Instrumente anzupassen und neue Maßnahmen vorzuschlagen, hat der Ministerrat von Baden-Württemberg das Verbundvorhaben StickstoffBW beschlossen. Das Projekt hat das Ziel, die Datenlage hinsichtlich Ncrit für Waldgesellschaften zu verbessern und damit die Ncrit-Bewertung im Vergleich zu den in ARGE Stickstoff (2014) dokumentierten Werten auf eine besser fundierte Grundlage zu stellen. Die differenzierte Ableitung von kritischen Bodenwasserkonzentrationen für Stickstoff (Critical Limits) für unterschiedlich N-sensitive Standorte wird es ermöglichen, die Gefährdung von Waldgesellschaften durch unverändert hohe Stickstoffemissionen deutlich differenzierter zu bewerten, als dies mit den bisher verwendeten Schätztabellen möglich ist. Im bodenhydrologischen Teilprojekt, das von dem Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft finanziert wird, werden folgende Ziele verfolgt: 1. Ableitung von Critical Limits aus der Simple-Mass-Balance (SMB-Bilanz = N-Deposition - N-Aufnahme in die Biomasse - N-Immobilisierung - Denitrifikation - N-Auswaschung mit dem Sickerwasser) für den Zeitraum 2008-2017 aus gemessenen/geschätzten Boden-, Depositions- und Vegetationsdaten Die in der SMB-Bilanz implementierten Schätzroutinen der wesentlichen Bilanzglieder werden anhand von Messdaten aus bestehenden intensiv instrumentierten Versuchsflächen sowie für ausgewählte Kartierflächen validiert. 2. Ableitung von Critical Limits aus der SMB-Bilanz für die 1950er Jahre Für bereits ausgewertete Flächen mit hinreichenden Vegetations- und Bodendaten aus den 1950er Jahren wird überschlägig eine Abschätzung der SMB-Bilanzterme für den Zeitraum 1950-1959 versucht. Aufbauend auf eine Fehlerbilanzierung für jeden einzelnen SMB-Term wird eingeschätzt, für welche SMB-Terme eine Berechnung historischer Zustände möglich ist und für welche die Unsicherheiten für eindeutige Aussagen zu groß sind.

Das Projekt wird verbesserte Grundlagen für die Planung von Maßnahmen und für den Vollzug im Immissionsschutzrecht liefern, mit Auswirkungen vor allem in der Wasserwirtschaft, im Naturschutz, bei der Land- und Forstwirtschaft, beim Bau und Betrieb von Verkehrswegen und in der Umweltplanung. Auf dem Poster werden die ersten Ergebnisse der SMB-Bilanzen für die sechs sehr gut untersuchten Intensivmonitoringflächen der FVA (Altensteig, Conventwald, Esslingen, Heidelberg, Ochsenhausen und Rotenfels) für den Zeitraum 2008 bis 2017 gezeigt, an denen umfangreiche bodenchemische (Bodenfestphase, Gasphase, Bodenwasser) und ertragskundliche (N-Fixierung in der Holzmasse) Daten vorliegen.

*Vortragende(r)

2.2 MISCHFRUCHTANBAU MIT LEGUMINOSEN – HYDROLOGISCH SINNVOLL?

Philipp Stahn*, Thomas Salzmann, Konrad Miegel

Zusammenfassung

Mischfruchtanbau ist ein pflanzenbauliches System, bei dem zwei oder mehr Kulturen in Koexistenz angebaut werden. Durch effiziente Nährstoffausnutzung im Mischanbau verbleibt gegenüber dem konventionellen Reinanbau häufig weniger auswaschungsgefährdeter mineralischer Stickstoff (N_{min}) im Boden zurück, wodurch sich das Potential von Gewässer-
verunreinigungen verringert. Besonders interessant für die Fruchtartenkombination ist die Integration von Leguminosen, die ihre Mischungspartner mit atmosphärisch fixierten N durch Symbiose mit Rhizobien versorgen können. Der Fokus dieser Studie lag auf der Untersuchung des Einflusses des Rein- und Mischanbaus sowie der sommerlichen Wasserverfügbarkeit auf den N-Austrag über die Sickerwasserperiode. In einem vierjährigen (Jahre 2013–2016) Feldversuch mit Folientunnel an der Versuchsstation der Universität Rostock wurden Mais in Reinkultur und gemischt mit Feuerbohne sowie Sorghum in Reinkultur und kombiniert mit Lupine, jeweils kontrolliert unter optimaler Wasserverfügbarkeit und Trockenstress, angebaut. Die Mischungen erhielten jährlich eine N-Düngung in mineralischer Form in Höhe von 70 kg/ha, die Reinsaaten in Höhe von 120 kg/ha. Gemessen wurden der pflanzliche N-Entzug, der N_{min}-Gehalt sowie der Austrag von Nitrat (NO₃) über die Sickerwasserperiode. Trockenstress ging gegenüber optimaler Wasserverfügbarkeit mit einem geringeren pflanzlichen N-Entzug sowie tendenziell mit erhöhten herbstlichen N_{min} und winterlichen N-Austrag einher. Die Mischkulturen nutzten im Vergleich zu den Reinkulturen das verfügbare N effizienter. Sie nahmen bei beiden Wasserregimen gleich viel bis mehr N auf und hinterließen verhältnismäßig geringere N_{min}-Mengen nach der Ernte. Das damit verbundene geringere N-Austragspotential machte sich jedoch nicht durch geringere winterliche N-Austräge bemerkbar, unabhängig von der Wasserversorgung. Die NO₃-Konzentrationen im Sickerwasser unterschieden sich zwischen dem Rein- und adäquaten Mischanbau nicht. Die stoffliche Analyse des Ernteguts deutete darauf hin, dass dies höchstwahrscheinlich aus unterschiedlichen Zusammensetzungen der zurückgebliebenen Pflanzenreste resultierte. Ungeachtet des Austragsverhaltens kann vom Mischfruchtanbau mit Leguminosen aufgrund symbiotischer N-Akquisition und effizienter N-Ausnutzung langfristig ein Beitrag zum Ressourcenschutz und zur Erhöhung der Biodiversität im Landbau erwartet werden.

*Vortragende(r)

2.3 NUTRIENTS DYNAMIC DURING STORM EVENTS IN EXTENSIVELY MAN-MADE AFFECTED CATCHMENT AREAS.

Mohammad Alhamed*

Zusammenfassung

Water samples were collected and water head was measured during storm events to investigate the nutrients dynamic in the extensively man-made affected catchment area of Lottental. Water head was measured at 10 min intervals and water samples were tested for determining concentrations of Calcium, Magnesium, Sodium, Potassium, Nitrate, Sulphate, and Chloride. The results showed that the concentrations of all nutrients, except potassium, declined by raising the water level after beginning the storm event. The minimal concentrations of these elements were associated with the highest water level, measured during sampling operations. Conversely, potassium concentrations also dropped after the beginning of storm event and raising the water level, but it showed a sudden rise at the highest water level. On the other hand, significant differences were observed in nutrients dynamic after discharge peaks by declining of water head and development of regression curve. Each element showed in this stage a unique behaviour. Sodium concentrations raised gradually to reach concentrations exceed the pre-storm levels at the early stage of regression, and then the concentrations dropped again to a level located under the pre-storm one at the pre-storm level of water head. Conversely, magnesium concentrations rose during the regression limb and got close to pre-storm level at the early stage of depletion curve, and then they dropped under the pre-storm conditions. Potassium concentrations increased after the peaks above the pre-storm concentrations during the early stage of regression curve, thereafter they dropped again to the pre-storm level. Nitrate showed the most different behaviours, which is represented by successive rises and falls in concentrations during the period of formation of the regression curve. However, its concentration dropped under the pre-storm level when the water head returned to its primary level. The effect of man-made activities on the nutrient dynamic are represented by the mismatch in the forms of response curves of nutrients during the development of peak discharge and also during the regression curves. These differences are resulted from the loading of nutrients from the man-made activates, including mining, agricultural activities and urbanization, at different rates.

*Vortragende(r)

2.4 SAISONALE UND LANGJÄHRIGE VERÄNDERUNGEN DER NÄHRSTOFFBELASTUNG IM LANDWIRTSCHAFTLICH GEPRÄGTEN TIEFLANDEINZUGSGEBIET DER KIELSTAU IN SCHLESWIG-HOLSTEIN.

Paul Wagner*, Georg Hörmann, Britta Schmalz, Nicola Fohrer

Zusammenfassung

Die EG-Wasserrahmenrichtlinie zielt auf die Verbesserung des Zustands der aquatischen Ökosysteme. Obwohl sie seit Dezember 2000 in Kraft ist, zeigt der Nitratbericht der Bundesregierung aus dem Jahr 2016 ein differenziertes Bild der Belastung durch Nitrat und Phosphor in deutschen Fließgewässern. So haben starke Belastungen seit Mitte der 1990er Jahre zwar abgenommen, mittlere Belastungen jedoch zugenommen. Vor diesem Hintergrund wird die Nährstoffbelastung im landwirtschaftlich geprägten, etwa 50 km² großen Einzugsgebiet der Kielstau im Norden Schleswig-Holsteins anhand von hochaufgelösten Daten untersucht. Seit 2005 erfolgen dort Wasserqualitätsmessungen durch die Abteilung Hydrologie und Wasserwirtschaft der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Zudem wird das Kielstau-Einzugsgebiet seit 2010 als UNESCO Ökohydrologie-Referenzprojekt geführt. Die täglichen Messungen von Wasserqualitätsparametern wurden über einen Zeitraum von zehn Jahren (2007-2016) hinsichtlich saisonaler und langjähriger Veränderungen untersucht. Neben beschreibender Statistik wurden Trendanalysen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen einerseits eine statistisch signifikante Abnahme des Stickstoffs von 0,13 mg/l NO₃-N und 0,009 mg/l NH₄-N pro Jahr. Die jahreszeitliche Auswertung belegt, dass diese Abnahme aus stark rückläufigen Werten im Winter resultiert. Andererseits konnte keine signifikante Abnahme der Phosphatbelastung festgestellt werden. Saisonale Rückgänge im Sommer werden durch Zunahmen im Herbst ausgeglichen. Insbesondere angesichts der Nitratproblematik in Deutschland und Schleswig-Holstein sind die Ergebnisse von aktueller gesellschaftlicher Relevanz. Überdies belegen die Ergebnisse den Nutzen langfristiger Messungen für Prozessverständnis und ein nachhaltiges Flussgebietsmanagement. Die in der Abteilung entwickelten Modelle des Kielstaeinzugsgebiets bieten außerdem die Möglichkeit die Ursachen der Veränderungen zu analysieren, Maßnahmen, die zur Verbesserung beigetragen haben, abzubilden und deren Effektivität mit Hilfe von Szenarienanalysen zu bewerten.

*Vortragende(r)

2.5 TRAININGSDATEN AUS DEM PHYSIKALISCHEN LABORVERSUCH - EIN NEUER ANSATZ ZUR VALIDIERUNG VON SEDIMENTTRANSPORTMODELLEN.

Stefan Schäfer*, Mathias Schlagenhauer, Richard Huber, Minh Duc Bui, Peter Rutschmann

Zusammenfassung

Eine generelle Einschränkung für die Genauigkeit, Aussagekraft und Verlässlichkeit numerischer Untersuchungen von Sedimenttransport in Fließgewässern sind unvollständige bis schlechte Trainingsdaten. Bei der Nachrechnung einzelner Hochwasserereignisse fehlen daher oft wichtige Informationen für die Kalibrierung und Validierung der verwendeten Modelle. Meistens handelt es sich dabei um Daten, die Veränderungen relevanter Parameter über die Zeit widerspiegeln, wie z. B. Fließtiefen an unterschiedlichen Stellen im Untersuchungsgebiet, Geschwindigkeitsverteilungen und vor allem die Entwicklung der Sohlhöhenlage. Diese Daten lassen sich an Naturstandorten während eines Hochwasserereignisses kaum erfassen. Das Fehlen dieser Daten erschwert die Bewertung der Berechnungsergebnisse sowie ggf. die Korrektur der zugrundeliegenden Annahmen und erhöht die Unsicherheit der abgeleiteten Schlussfolgerungen.

Die Autoren stellen ein Konzept vor, mit dem Unsicherheiten in der numerischen Modellierung mit Hilfe von umfassenden, qualitativ hochwertigen Labormessdaten reduziert werden können. Hierzu werden die maßgeblichen physikalischen Prozesse der Naturstandorte im Laborversuch nachgebildet und die für das Untersuchungsziel relevanten Parameter variiert, um ein möglichst breites, für das Untersuchungsgebiet charakteristisches Spektrum an Lastfällen zu erzeugen. Die Laborversuche sind dabei so konzipiert, dass die maßgeblichen physikalischen Prozesse möglichst wenig von Skalierungseffekten beeinträchtigt werden.

Im konkreten Fall werden in Laborversuchen Flussstauräume mit beweglicher Sohle abgebildet und charakteristische Hochwasserereignisse in einem Wasserbau-Labor simuliert. Währenddessen kommen folgende Messverfahren zum Einsatz: Laserscanning zur zeitdiskreten flächigen Vermessung von Sohlagenveränderungen; kontinuierliche video-optische Konzentrationsmessung des Sedimentaustrags; Acoustic-Doppler-Velocimetry zur zeitlich und räumlich diskreten Messung von Fließgeschwindigkeiten; kontinuierliche Fließtiefenmessung an diskreten Punkten im Untersuchungsgebiet.

Die gemessenen Datensets dienen dann als Eingangs- und Validierungsdaten für Berechnungen mit hydro-morphodynamischer Software, die in der Praxis häufig für die Beantwortung ähnlicher Fragestellungen angewendet wird, ohne dass solch umfassende Trainingsdaten vorhanden sind. Die Laborversuche werden numerisch 1:1 nachgerechnet, sodass die Ergebnisse der physikalischen und der numerischen Untersuchungen direkt miteinander vergleichbar sind. Durch die präzisen Daten aus den Laborversuchen, kann die Qualität der numerischen Berechnungen schrittweise ausgewertet und die Empfindlichkeit einzelner transportrelevanter Parameter für die Simulationsergebnisse überprüft werden. Die auf diesem Weg gefundenen Erkenntnisse fließen als „Best Practice“ zurück in die Modellierung der Naturstandorte und tragen zu einer Reduktion der Prognoseunsicherheit bei.

*Vortragende(r)

2.6 MODERNE METHODEN ZUM MONITORING VON CYANOBAKTERIEN-POPULATIONEN UND DEREN EINSATZ ZUR ENTSCHEIDUNGSUNTERSTÜTZUNG IM GEWÄSSERMANAGEMENT.

Kristin Zoschke*, Henrike Beesk, Sandra Schneider, Michael Kruspe, Hilmar Börnick

Zusammenfassung

Phytoplankton ist eine wesentliche Qualitätskomponente für die Nutzung und Bewirtschaftung von Speichern und Talsperren. Den Cyanobakterien kommt aufgrund ihres Potentials zur Ausbildung von Massenentwicklungen sowie der Fähigkeit zur Bildung von Toxinen eine besondere Bedeutung zu. Im BMBF-Vorhaben CYAQUATA werden moderne Methoden zum Monitoring von Cyanobakterien-Populationen weiterentwickelt und für den praktischen Einsatz als Entscheidungsunterstützung im Wasserressourcenmanagement untersucht. Mit der FluoroProbe-Sonde (bbe Moldaenke) können die Phytoplanktongruppen in situ im Gewässer anhand der photometrischen Detektion spezifischer Pigmente unterschieden und quantifiziert werden. Die Aufnahme eines Tiefenprofils ermöglicht die Lokalisierung von Tiefenmaxima einzelner Gruppen und eine gezielte Beprobung dieser Horizonte. Bei Trinkwassertalsperren dienen diese Informationen der Optimierung der tiefenselektiven Rohwasserentnahme. Eine aktuelle Weiterentwicklung der FluoroProbe-Sonde ist die Einführung zusätzlicher Kanäle, u. a. zur Detektion von freiem, d. h. nicht an Chlorophyll gebundenem Phycocyanin. Dieser eignet sich als Frühwarnsystem, da beim Absterben einer Cyanobakterien-Blüte neben Phycocyanin auch Cyanotoxine aus den Zellen freigesetzt werden. Auch die Durchflusszytometrie ermöglicht eine Differenzierung des Phytoplanktons hinsichtlich Pigmentzusammensetzung sowie Größe. Cyanobakterien werden anhand ihres Phycocyanin - zu Chlorophyll a - Gehaltes vom übrigen Phytoplankton abgegrenzt. Darüber hinaus kann nach der Zellgröße autotrophes Picoplankton von kokkalen sowie filamentösen Cyanobakterien, zu denen die meisten Toxinbildner zählen, unterschieden werden. Mit der Durchflusszytometrie kann ein hoher Probendurchsatz erreicht werden und es gibt bereits online einsetzbare Systeme. Auch mit dieser Methode können Wassertiefen mit einem hohen Anteil an Cyanobakterien aufgefunden und die Rohwasserentnahme darauf abgestimmt werden. Für anthropogen genutzte Gewässer stellen Cyanobakterien aufgrund ihres Potentials zur Bildung von Toxinen eine besonders relevante Gruppe dar. Mit molekularbiologischen Methoden (PCR) können in Wasserproben Gen-Abschnitte für die Bildung cyanobakterieller Toxine nachgewiesen werden. Diese Methode ermöglicht ein zielgerichtetes Screening von Wasserproben auf das Vorhandensein potentiell toxinbildender Cyanobakterien und eine gezielte Untersuchung hinsichtlich der tatsächlichen Toxinkonzentration. Beim positiven Nachweis der Toxingene wird der weitere Einsatz der analytischen Methoden zur Toxinbestimmung empfohlen. Für die analytische Bestimmung der Cyanotoxinkonzentration im Gewässermonitoring können Immunoassays (z. B. ELISA) eingesetzt werden. Mit den kommerziell erhältlichen Kits kann die Summenkonzentration einer Toxingruppe, z.B. Microcystine, bestimmt werden. Vor allem eine Aussage, ob die Toxine intra- oder extrazellulär vorkommen, unterstützt die Auswahl geeigneter Verfahren in der Trinkwasseraufbereitung.

*Vortragende(r)

2.7 LANGFRISTIG AM PULS DER FLÜSSE – EINBLICKE IN DIE NEUGESTALTETE INFORMATIONSPLATTFORM UNDINE.

Daniel Schwandt*, Gerd Hübner

Zusammenfassung

Unter dem Eindruck des Elbehochwassers 2002 beauftragte das Bundesumweltministerium die Bundesanstalt für Gewässerkunde mit dem Projekt „Verbesserung der Datengrundlage zur Einordnung und Bewertung hydrologischer Extreme“. Über die Informationsplattform Undine (<http://undine.bafg.de/>) wurden im Jahr 2007 erstmals aufbereitete Daten, Auswertungen und illustrierte Textbeiträge zu außergewöhnlichen Hoch- und Niedrigwasserereignissen im Elbegebiet via Internet präsentiert. Gemäß dem zur Elbe entwickelten Schema wurde die Informationsplattform in den Folgejahren um die Flussgebiete von Oder (2010), Rhein (2012), Weser (2013) und Donau (2017) erweitert. Im Jahr 2017 erfolgte auch eine inhaltliche sowie eine grundlegende technische Überarbeitung. Das neue Layout verbessert die Übersichtlichkeit und erleichtert die Pflege sowie die laufende Aktualisierung. Mit der Verwendung der neueren Webstandards HTML5 und CSS3 wird eine flexible Anpassung der Internetpräsentation an verschiedene Ausgabegeräte (PC, Tablet, Mobiltelefon) ermöglicht.

Die Informationsplattform Undine verknüpft Daten und Fakten aus den Bereichen Hydro-meteorologie, quantitativer und qualitativer Gewässerkunde miteinander und stellt diese Informationen einheitlich und flussgebietsbezogen dar. Den Schwerpunkt bilden Übersichten und Einzeldarstellungen zu den extremen Hochwasser- und Niedrigwasserereignissen des jeweiligen Flussgebiets sowie zu überregional bedeutsamen Gütemessstellen und Pegeln. Durch die Integration der Messergebnisse von Gütemessstellen der Bundesländer bietet „Undine“ die Möglichkeit, die aktuelle Wasserbeschaffenheit (z. B. Wassertemperatur, Sauerstoffkonzentration, elektrische Leitfähigkeit) des gesamten Flusslaufs innerhalb Deutschlands zu verfolgen. Speziell für das Elbegebiet werden Messergebnisse aus dem „Messprogramm für hydrologische Extremereignisse an der Elbe“ der Flussgebietsgemeinschaft Elbe ereignisbegleitend zusammengestellt. Die zur Charakterisierung der Wasserführung des jeweiligen Flusses wesentlichen Pegel sind mit Stammdaten (z. T. mit Pegelgeschichte), Wasserstands- und Durchflussentwicklung der letzten 31 Tage sowie mit Tabellen und Grafiken zu den zehn ausgeprägtesten Hoch- und Niedrigwasserereignissen nach der offiziellen Durchflusstagesmittelwertreihe dargestellt. Zur kurzen Dokumentation eines extremen Hoch- oder Niedrigwassers werden die hydrometeorologischen Ursachen, der Ablauf, die Schadensbilanz sowie mit dem Ereignis einhergehende stoffliche und hygienische Gewässerbelastungen in „Steckbriefen“ kompakt beschrieben und illustriert.

Dieser Beitrag gibt anhand ausgewählter hydrologischer Extremereignisse Einblicke in die Informationsplattform Undine und stellt die Einordnung aktueller und historischer Wasserbeschaffenheits- und Pegeldata vor. Wesentliche Nutzergruppen von „Undine“ werden benannt. Möglichkeiten zur weitergehenden flussgebietsinternen und -übergreifenden Auswertung der dargestellten Informationen werden aufgezeigt.

*Vortragende(r)

2.8 ERWARTUNGEN UND ANFORDERUNGEN AN DIE BAYERNWEITE HINWEISKARTE OBERFLÄCHENABFLUSS UND STURZFLUT: EINE UNTERSUCHUNG MITTELS STAKEHOLDERANALYSE UND UMFRAGEN.

Ellinor Handelshäuser*, Maria Kaiser*, Markus Disse

Zusammenfassung

Im Zuge des Klimawandels ist es ratsam, sich auf häufigere durch Starkregen verursachte Überflutungen vorzubereiten. Da die Vorhersage von Sturzflutereignissen mit ausreichender Vorwarnzeit nahezu unmöglich ist, gewinnt die Vorsorge und der Schutz vor solchen Ereignissen umso mehr an Bedeutung. Die Sturzflutereignisse von 2016 haben verdeutlicht, dass die breite Bevölkerung noch nicht ausreichend auf solche Ereignisse vorbereitet ist. Als wesentliche Gründe hierfür sind mangelndes Wissen über die eigene Gefährdungslage sowie fehlende externe Hilfestellungen anzuführen. Im Rahmen des Forschungsvorhabens HiOS wird eine bayernweite Hinweiskarte für Oberflächenabfluss und Sturzfluten entwickelt. Diese Hinweiskarte soll der Öffentlichkeit online zugänglich gemacht werden und interessierte Bürger, Kommunen und die Wasserwirtschaftsverwaltung bei der lokalen Sturzflutvorsorge unterstützen. Um Informations- und Leistungsumfang der Hinweiskarte bestmöglich auf die künftigen Anwender abzustimmen, wurden neben einer Stakeholderanalyse auch Umfragen durchgeführt. Anhand der Stakeholderanalyse wurden mögliche Kartennutzer, wie z. B. Bürger, Kommunen, Versicherungen oder Einsatzkräfte, identifiziert und analysiert. Die Untersuchung der Stakeholder hinsichtlich ihrer Erwartungshaltung und dem potenziellen Konfliktpotenzial verdeutlichte die Unterschiede zwischen den Interessensgruppen. Mithilfe von zwei Umfragen wurden zudem die Anforderungen an die Karte gemessen. Eine Umfrage richtete sich dabei an die Kommunen, die andere an die 17 bayerischen Wasserwirtschaftsämter. Für die Teilnahme an der Umfrage wurden 400 bayerische Kommunen ausgewählt, von denen 250 bereits von einem Sturzflutereignis betroffen waren. Knapp ein Drittel der angeschriebenen Kommunen und 16 Wasserwirtschaftsämter nahmen an der Online-Umfrage teil. Beide Gruppen wurden nicht nur zu gewünschten Karteninhalten und der möglichen Verwendung befragt, sondern auch zu Erfahrungen und Wissensstand im Zusammenhang mit Sturzfluten. Auf Grundlage der Stakeholderanalyse und der Umfragen konnten wir die Erwartungen und Anforderungen an die Hinweiskarte bestimmen. Diese Erkenntnisse ermöglichen es uns, ein gezieltes Stakeholdermanagement im HiOS Projekt durchzuführen, das auf die Bedürfnisse der künftigen Kartenanwender eingeht. Darüber hinaus wird das gewonnene Wissen soweit wie möglich in der Hinweiskarte umgesetzt, um einen maximalen Nutzen für Bürger, Kommunen und Experten zu erzielen.

*Vortragende(r)

2.9 MOBILE ORTSBASIERTE MESSUNG VON WASSERSTÄNDEN ZUR VERBESSERUNG DES HOCHWASSERMANAGEMENTS IN KLEINEN EINZUGSGEBIETEN.

Simon Burkard, Ruben Müller*, Bernd Pfützner, Frank Fuchs-Kittowski

Zusammenfassung

Hochwasser gehören zu den Naturgefahren, die die zivile Bevölkerung direkt bedrohen und regelmäßig große Schäden verursachen. Besonders in urbanen Gebieten ist das Schadenspotential durch Hochwasserereignisse hoch. Um Schäden bestmöglich zu mindern ist ein adäquates Hochwassermanagement notwendig. Als Grundlage für die Planung von Hochwasserschutzmaßnahmen sind lange Messreihen von Durchflüssen oder Wasserständen notwendig.

Gewässer 2. Ordnung in Städten und Kommunen sind in der Regel jedoch nicht mit kostenintensiven Pegelmessanlagen ausgestattet und somit unbeobachtet. Neue Innovative Methoden zur Messung des Wasserstandes können hier Abhilfe schaffen. Hierbei wird auf die freiwillige Mitarbeit von Bürgern oder Angestellten der Kommunen gesetzt, die mittels ihrer eigenen, privaten Smartphones Messungen vornehmen und bereitstellen. Man spricht dabei von Volunteered Geographic Information. Grundlage bilden hier bildbasierte Messmethoden, die mit Hilfe des Nutzers durch geeignete Nutzerinteraktionen (z.B. Einzeichnen von Referenzpunkten) und durch Einsatz der im Smartphone integrierten Orientierungssensoren eine robuste halbautomatische Wasserstandmessung ermöglichen.

Im geplanten Beitrag sollen insbesondere verschiedene Methoden vorgestellt werden, um Wasserstände an festgelegten Messstandorten entlang des Gewässers zu messen. Die präsentierten Messmethoden wurden dabei so konzipiert, dass sie jeweils an die vor Ort an den Messstandorten vorherrschenden Rahmenbedingungen angepasst werden können. Insbesondere vor Ort vorhandene Referenzobjekte (z.B. Brückengeländer) sollen genutzt werden, um akkurate und robuste Messungen zu ermöglichen. Auch die Festlegung bzw. variable Berechnung der Messposition (Nutzerpose), von welcher aus die Messung des Wasserstandes durchgeführt wird, spielt dabei eine große Rolle. So unterscheiden sich die entworfenen Messmethoden insbesondere dadurch, ob eine fixe oder variable Messposition zur Messdurchführung verwendet wird.

*Vortragende(r)

2.10 CROWDSOURING ALS ZUSÄTZLICHE DATENQUELLE FÜR WISSENSCHAFT UND MANAGEMENT? BÜRGERGESTÜTZTE PEGELSTANDSERFASSUNG ZUR ERWEITERUNG DES HYDROLOGISCHEN MESSNETZES IN KENIA.

Björn Weeser*, Lutz Breuer

Zusammenfassung

Obwohl Wasser in einer Vielzahl von Ökosystemdienstleistungen involviert ist, verhindert der begrenzte Umfang langjähriger Mess- und Überwachungsdaten oftmals die Entwicklung effektiver und nachhaltiger Managementstrategien. Die klassischen Ansätze hydrologischer Messnetze verursachen erhebliche Kosten, welche speziell in Entwicklungsländern den Umfang von Messkampagnen stark einschränken. Die Beteiligung der lokalen Bevölkerung in der Umweltbeobachtung (oftmals auch als „crowdsourcing“ oder „citizen science“ bezeichnet) verspricht ein Kostensenkendes Potenzial, ist jedoch für hydrologische Fragestellungen weitestgehend unerprobt. In dieser Studie wird die Qualität und Quantität von hydrologischer Messungen, erhoben von Einwohnern eines kenianischen Einzugsgebiets, untersucht. Die zentrale Fragestellung ist, ob ein solcher crowdsourcing-Ansatz geeignet ist, um die hydrologische Datenlage vor Ort zu verbessern. Dreizehn mit Hinweisschildern versehenen Pegelmesslaten erklären vorbeikommenden Passanten, wie sie aktiv zum Monitoring beitragen können. Interessierte Teilnehmer lesen den Wasserstand ab und übermittelten ihn mithilfe ihres Mobilfunkgerätes und einer SMS an eine lokale Telefonnummer. Für die Datenerfassung wurde ein kostengünstiger Server entwickelt, der die eingehenden Textnachrichten verarbeitet und zusätzlich für die Kommunikation mit den Teilnehmern zur Verfügung stand. Innerhalb eines Jahres 2016/2017 erfasste das System 1,176 Pegelmesswerte von 125 Bürgern. Ein Abgleich der übermittelten Daten mit Daten eines automatischen Pegels ($n=434$) zeigte eine hohe Qualität der übermittelten Daten ($R^2 = 0,95$). Auffällig ist die räumliche Verteilung der Teilnehmeraktivitäten. Neben besonders aktiven Stationen mit mehr als 150 Messwerten, gab es auch Stationen mit nur geringer Beteiligung. Auch die Motivation der einzelnen Teilnehmer ist Schwankungen unterworfen. So nahmen rund 57% der Teilnehmer nur einmalig teil. Die zugrundeliegenden Beweggründe sind Gegenstand weiterer Untersuchungen. Die Ergebnisse unserer Studie zeigen, dass interessierte Bürger den Wasserstand in Bezug auf Datenqualität und -quantität ausreichend gut erfassen können. Insgesamt können die zusätzlich erhobenen Daten durch die lokale Bevölkerung als wertvolle Datenquelle zur Unterstützung von Managemententscheidungen und wissenschaftlichen Untersuchungen angesehen werden. Eine Erweiterung des Systems zur Erfassung weiterer hydrologischer Parameter wie Niederschlag oder zur Gewässerqualität ist in Planung.

*Vortragende(r)

2.11 INNOVATIVE DIGITALISIERUNGSSTRATEGIE DER WASSERWIRTSCHAFT - VORSTELLUNG DES BMVI FÖRDERPROJEKTS MOBILEVIEW ZUR VERDICHTUNG VON ECHTZEIT NIEDERSCHLAGSMESSUNGEN.

Angela Pfister*, Heiko Althoff, Friedrich-Wilhelm Bolle, Gesa Kutschera, Matthias Paetsch

Zusammenfassung

In diesem Beitrag wird das im Rahmen der Förderkulisse mFUND des BMVI im vierten Quartal 2017 startende Projekt vorgestellt. Der Hintergrund und die Ziele dieses noch am Anfang stehenden Vorhabens werden erläutert und veranschaulicht.

Die Vorhersage von Niederschlägen und daraus resultierenden Abflüssen geschieht heute über Niederschlagsmessstationen sowie Radardaten und Satelliteninformationen. Je kleinräumiger ein Niederschlagsereignis ist, desto schwieriger ist es, dieses zu erfassen. Durch den fortschreitenden Klimawandel führt die Zunahme insbesondere von lokalen Starkregenereignissen dazu, dass eine detailliertere Erfassung von Niederschlägen immer wichtiger wird.

Das Projekt mobileVIEW setzt an diesem Punkt an, indem es Sensordaten aus fahrenden Kfz verwendet, um diese in Echtzeit zu übertragen und auszuwerten. Zum Beispiel werden Scheibenwischerfrequenzen oder Temperaturen grundsätzlich im Fahrzeug erfasst. Diese sollen nun ausgelesen und im Hinblick auf Niederschlagsintensitäten ausgewertet werden. Aufgrund der Datendichte lassen sich Rückschlüsse über die Zugbahnen lokal eng begrenzter Starkregenzellen ziehen. Ein Ziel des Projekts liegt darin, die Kurzfristvorhersage von Niederschlagszellen zu verbessern.

Diese Datenverdichtung und darauf aufsetzende Analyse stellt eine Online-Transformation von Big Data zu Smart Data dar. Die Ergebnisse sollen in einer App dem interessierten Nutzer als Information zur Verfügung gestellt werden und darüber hinaus insbesondere der Hochwasservorhersage dienen. Durch die Mobilität der Sensoren werden mehr lokale Ereignisse erfasst. Darüber hinaus können weitere Informationen über die aktuelle Temperaturverteilung, z. B. im Sinne von Hitzeinseln in Städten, abgeleitet werden.

Als ein übergeordnetes Ziel steht dabei die Fähigkeit im Fokus, kurzfristige Warnungen vor Starkregenereignissen und deren Auswirkungen im ländlichen Raum (Untersuchungsgebiet Münsterland) und im urbanen Raum (Untersuchungsgebiet Metropole Ruhr) zu ermöglichen.

Von dieser Möglichkeit, kurzfristige Informationen herauszugeben, profitieren • administrative Einheiten (z. B. Wasserverbände, der Katastrophenschutz, Verkehrsleitzentralen), • juristische Personen (z. B. Firmen, die durch Überschwemmungen Produktionsausfälle zu befürchten haben) sowie • Einzelpersonen (Warnung, bestimmte Verkehrsrouten z. B. wegen Überschwemmung zu meiden).

Als Endprodukt sollen nach dreijähriger Projektlaufzeit eine Methode und ein Werkzeugkasten zur Verfügung gestellt werden, mit dem Frühwarn- und damit Entscheidungsprozesse geführt und begleitet werden können. Den Kernprozess bildet hierbei die Einbindung von mobilen

Sensoren bei 100 KFZ in der Emscher und Lippe Region in das Konzept der flächigen Abbildung und Echtzeit-Nutzung lokaler Niederschlagsdaten.

2.12 A NEW CONSISTENT SAP FLOW BASELINE-CORRECTION APPROACH FOR THE STEM HEAT BALANCE METHOD USING NOCTURNAL WATER VAPOUR PRESSURE DEFICITS AND ITS APPLICATION IN THE MEASUREMENTS OF URBAN CLIMBING PLANT TRANSPIRATION.

Marie Hölscher*, Martin Kern, Gerd Wessolek, Thomas Nehls

Zusammenfassung

The stem heat balance (SHB) method is a widely used sap flow technique to determine the transpiration and the water demands of herbaceous and woody plants, especially those with small diameters (e.g. climbers). The accuracy of the sap flow derived by this method (Q_s) depends on correction of the total measured heat input (Q_t) by subtracting unintended heat losses; these heat losses are referred to as "fictitious flow" (Q_{fic}): ($Q_s = Q_t - Q_{fic}$). We developed a physically consistent baseline-correction approach using minimum nocturnal water vapour pressure deficits (VPD). This VPD approach was compared to the so-called "night value subtraction" (NVS) approach and direct gravimetric determination for potted climbing plants and an outdoor climbing plant stand. In addition, performance tests were also conducted on artificial model stems and cut plant stems. In the tests with the outdoor climbing plant stand, sap flow corrected by the NVS approach underestimated daily transpiration by up to 33% compared to direct gravimetric determination. In contrast, the newly developed VPD approach underestimated or overestimated transpiration by only 5%–10%. The VPD approach makes use of the direct dependence of sap flow on VPD during zero-radiation conditions (night). This means, Q_{fic} is the constant of the linear regression of the VPD and the lowest recorded Q_t at night. Therefore, the correction is based on all recorded sap flow data from the measurement period itself, which in turn accounts for all factors influencing Q_{fic} , including RH and T_{air} ; these latter parameters are often recorded in any case. This also means that this method can be subsequently applied to currently available data sets in order to improve their quality. Our results suggest that when the raw data are corrected appropriately, the SHB method is viable when attempting to determine transpiration rates of climbing plants. This is especially true for urban areas, with their night-time artificial illumination, typically high VPDs and increased T_{air} . Data obtained by the sapflow measurements could thus be the base for a water demand prediction of vertical green. As this is promoted as a climate change and urban heat island adaptation and mitigation strategy, sufficient irrigation is crucial for its performance.

*Vortragende(r)

2.13 RÄUMLICH VERTEILTE BESTIMMUNG DES WASSERGEHALTS IM BODEN MITTELS DUAL-PROBE- HEAT-PULSE DISTRIBUTED TEMPERATURE SENSING.

Benjamin Apperl*, Karsten Schulz, Matthias Bernhardt

Zusammenfassung

Die Kenntnis über den spezifischen Wassergehalt im Boden ist in der Hydrologie, im Rahmen von Klimastudien und in der Bodenphysik von großer Bedeutung. Es gibt etablierte Methoden um Informationen über den Bodenwassergehalt am Punkt zu erlangen, diese haben allerdings nur eine sehr begrenzte räumliche Aussagekraft. Mit Hilfe der Distributed-Temperature-Sensing (DTS)-Technik können räumlich differenzierte Messungen der Temperatur durchgeführt werden. Diese erlauben es bei Verwendung eines Active Heated Fibre Optics Kabel in Verbindung mit der Heat-Pulse Theorie den Wassergehalt im Boden entlang des Kabels auf größere Skala abzuleiten. Die Dual probe Heat-Pulse (DPHP) Methode nach Campbell bietet die Möglichkeit zur Messung der thermischen Leitfähigkeit, der Temperaturleitfähigkeit sowie der spezifischen Wärmekapazität. Dabei werden ein Heiz-, sowie ein Sensorkabel parallel mit Abstandhaltern in den Boden eingebracht. Am Heizkabel wird ein Hitzeimpuls abgegeben, welcher am Sensorkabel mit zeitlichem Versatz und einer Amplitudendämpfung gemessen werden kann. Mit Hilfe der finiten Line-Source Theorie können die thermischen Eigenschaften abgeleitet werden. Der Wassergehalt kann durch Disaggregation der spez. Wärmekapazität der Drei-Phasen Bodenkomponenten errechnet werden. Im Gegensatz zu konventionellen DPHP Punktmessgeräten gibt es bei der Umsetzung der Methode mittels DTS Kabeln jedoch verschiedene Herausforderungen. In dieser Studie wurden mittels eines Laborversuches und eines numerischen Modelles (Hydrus-2D) getestet, inwieweit der Wassergehalt und die thermischen Eigenschaften mittels DPHP-DTS Technik erfasst werden können und wie die Genauigkeit von Messungen verbessert werden kann. Mittels Hydrus-2D wurde der Einfluss des Kabelradius, sowie dessen anisotroper Geometrie auf die Messung bestimmt. Auch wurde der Einfluss der heterogenen Kabelmaterialien und des Abstandes der Kabel evaluiert. Die Ergebnisse des numerischen Modelles wurden in die Berechnungen integriert und mittels FDR-Punktmessungen verglichen und validiert. Die Ergebnisse zeigen das Potenzial der DPHP- DTS Technologie zur Messung der thermischen Eigenschaften und des Wassergehalts an tausenden Punkten entlang eines Fibre Optics Kabel unter Berücksichtigung der Charakteristik von Mess- und Sensorkabel. Als kritisch kann der Kabelabstand angesehen werden. Dieser Faktor ließe sich jedoch durch ein verbessertes Kabelsdesign eliminieren.

*Vortragende(r)

2.14 HYDROLOGISCHE DIVERSITÄT UND KLIMAWANDEL – FOLGERUNGEN FÜR DAS GRUNDWASSERMANAGEMENT.

Jost Hellwig*, Kerstin Stahl

Zusammenfassung

Grundwasser ist ein wichtiger Wasserspeicher, der die Wasserverfügbarkeit in Trockenzeiten wesentlich mitbestimmt. Durch verzögerte Reaktionen kann das Grundwasser sowohl zur Verstärkung als auch zur Entschärfung von Niedrigwasserbedingungen beitragen. Die Auswirkungen von Veränderungen im Niederschlag infolge des Klimawandels sind an die Reaktionszeit des Grundwassers gekoppelt, auf die mit einem angepassten Grundwassermanagement reagiert werden muss. Für diese Studie wurde mithilfe des Basisabflusses die Grundwasserdynamik in 338 deutschen Kopfeinzugsgebieten analysiert. Die Reaktionszeit des Grundwassers auf den akkumulierten Niederschlag variiert zwischen zwei Monaten und drei Jahren und wird stark von der Hydrogeologie bestimmt. Einzugsgebiete mit porösem Gestein haben längere Reaktionszeiten als solche mit Kluft-Aquiferen. Durch die saisonal unterschiedliche Grundwasserneubildung ergeben sich die kürzesten Reaktionszeiten im Frühling, die längsten im Herbst bzw. Winter. Die räumliche Diversität der Grundwasserreaktion erfordert ein regional angepasstes Grundwassermanagement. Im Zuge des Klimawandels wird für Deutschland eine Verschiebung des Niederschlags prognostiziert. Während im Sommer die Niederschläge eher sinken, steigen sie im Winter tendenziell an. Mithilfe der für jedes Einzugsgebiet individuellen Reaktionszeit lässt sich die Auswirkung dieses Niederschlagszenarios auf die jährliche Trockenperiode abschätzen. In 30 % der untersuchten Einzugsgebiete lässt sich demzufolge keine Veränderung prognostizieren, da sowohl der Winter als auch der Sommer in dem für die Trockenzeit relevanten Akkumulationszeitraum liegen. Für über 60 % der Einzugsgebiete ist jedoch von einer Verschärfung der Niedrigwassersituation auszugehen, da dort nur der Sommer für die Trockenperiode relevant ist. Eine höhere Wahrscheinlichkeit für verringerte Grundwasserstände in der Niedrigwasserperiode findet sich dabei in Einzugsgebieten mit geklüftetem Gestein. Lediglich im Gebiet der Voralpen wird eine Verringerung der Niedrigwassergefahr vorhergesagt, allerdings sind hier die mit den Temperaturveränderungen einhergehenden Unsicherheiten auch am größten. Die Kenntnis der regional unterschiedlichen Auswirkungen von Verschiebungen im Niederschlag ist eine wichtige Voraussetzung für eine an den Klimawandel angepasste Bewirtschaftung der Grundwasserressourcen.

*Vortragende(r)

2.15 STREAMFLOW CHANGES DUE TO LAND USE AND LAND COVER CHANGES IN GLOBAL RIVER BASINS.

Daniel Mercado-Bettín, Paul Wagner* , Juan F. Salazar, Nicola Fohrer, Juan Camilo Villegas

Zusammenfassung

Surface water availability is vitally important for any region in the world. It depends mainly on climate regimes and physical and ecological attributes of the river basins. Land cover is one of those attributes which is sensitive to continuous changes over time. To identify implications of land cover changes on water availability (here defined as streamflow), we separated the changes of streamflow due to changes in climate from the changes of streamflow due to changes in land cover in 54 large river basins. Only basins with changes in the mean values of streamflow in a time window of at least 8 years were considered. We compared the resulting streamflow changes due to land cover changes, with independent data of changes in the fraction of land cover of each basin in the same time period. We found that in basins with changes in grass/bare soil and cropland covers there is no distinct relation with changes in streamflow, as both, increasing and decreasing streamflow changes were found. However, in most of the cases where forest cover is decreasing and grass/bare soil and cropland are increasing, there is a decrease in streamflow. These results highlight the importance of forest for the availability of streamflow in large basins. Our results contribute to the current debate about the effects of forest on surface water availability and its relation with atmospheric-surface water exchanges in large areas. We conclude that these results support that the presence of forest match with positive effects in water availability.

*Vortragende(r)

2.16 MESSEN UND MANAGEN ZWISCHEN HOCHGEBIRGE UND STEPPE, MONARCHIE UND EUROPÄISCHER UNION - 125 JAHRE HYDROGRAPHISCHER DIENST IN ÖSTERREICH.

Gabriele Müller*, Reinhold Godina

Zusammenfassung

Österreich weist eine hohe Variabilität und Ereignisabhängigkeit der hydrologischen Prozesse und ihrer Einflussfaktoren auf. Das Spektrum der Naturräume reicht vom vergletscherten Hochgebirge bis zu den Salzsteppen im Seewinkel. Die klimatischen Bedingungen werden stark durch die Alpen und ihre Lage hinsichtlich der Zugbahnen charakteristischer Wetterlagen geprägt. Diese Vielfalt durch Messen zu erfassen, die Informationen zu managen und für die Wasserwirtschaft, für die Wissenschaft, die politischen Entscheidungsträger und die interessierte Öffentlichkeit verfügbar zu machen, ist der durch Bundesgesetze festgeschriebene Auftrag des Hydrographischen Dienstes. In den 125 Jahren seit seiner Gründung 1893/94 und der Einrichtung eines staatlichen, kontinuierlich betriebenen hydrologischen Messnetzes noch während der Monarchie wurde der Hydrographische Dienst in Österreich mit wechselnden fachlichen, technischen, politischen und ökonomischen Herausforderungen konfrontiert. Je nach Problemstellung veränderten sich die Anforderungen an die Datengrundlagen im vergangenen Jahrhundert. Die Bewirtschaftungspläne der EU-Wasserrahmenrichtlinie, die Maßnahmenplanung entsprechend der EU-Hochwasserrichtlinie erfordern immer mehr und detailliertere Daten zu Wasserhaushalt und Hochwasserschutz sowie robuste Aussagen zu den Veränderungen durch den Klimawandel. Umso unverständlicher ist, dass der kontinuierliche und langfristige Betrieb der Messnetze aus finanziellen Gründen immer wieder in Frage gestellt wird. Die Organisationsstruktur des Hydrographischen Dienstes in Österreich besteht von Beginn an aus einer zentralen Abteilung auf Bundesebene und den entsprechenden Abteilungen bei den Landesregierungen. Das ermöglicht die Erfassung der Elemente des Wasserkreislaufs in Österreich nach bundesweit einheitlichen Methoden und Vorgehensweisen. Die Regelungen umfassen das Messen, das Datenmanagement und eine umfangreiche Datenprüfung genauso wie die Veröffentlichung und kostenfreie Bereitstellung der Daten und Auswertungen. Über die Internet-Plattform eHyd stehen sowohl geprüfte als auch online-Daten und Kennwerte sowie Datenauswertungen zum Download zur Verfügung. Die Nutzung der modernen Kommunikationsmöglichkeiten hat so einen erheblichen Informationsgewinn nicht nur für die Hydrologie, sondern allgemein für Fachwelt, Politik und die interessierte Öffentlichkeit gebracht. Der Beitrag berichtet über die Erfahrungen und Vorgehensweisen beim Messen und Managen der hydrologischen Daten in Österreich.

*Vortragende(r)

SESSION 3: MODELLIEREN UND MANAGEN

3.1 ABLEITUNG VON FLIESSGEWÄSSERTYPEN UND ÖKOLOGISCH BEGRÜNDETER MINDESTABFLÜSSE AUS MODELLSIMULATIONEN ZUR WASSERMENGENBEWIRTSCHAFTUNG IN TROCKENPHASEN.

Petra Hesse*, Silke Mey, Bernd Pfützner, Jörg Schönfelder, Cornelia Hesse

Zusammenfassung

Der ökologische Zustand eines Fließgewässers wird entsprechend der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG) hauptsächlich über biologische Qualitätskomponenten definiert, d.h. die Abweichung der Artenzusammensetzung eines Fließgewässers vom Referenzzustand. Dafür ist es notwendig, sowohl den Referenzzustand der hydrologischen Verhältnisse, als auch der dabei natürlicherweise vorkommenden Arten zu bestimmen. Der gute ökologische Zustand als primäres Umweltziel der WRRL kann nur erreicht werden, wenn sowohl die Wassermenge, als auch die Fließbewegung ganzjährig ausreichen, um strömungsangepassten Tierarten einen Lebensraum zu bieten. Zur Definition des Referenzzustandes ohne anthropogene Einflussfaktoren (quasinatürlich) sowie zur Ableitung ökologisch begründeter Mindestabflüsse, die notwendig sind, um den guten ökologischen Zustand zu halten bzw. zu erreichen, benötigt das Landesamt für Umwelt Brandenburg (LfU) für die nach WRRL berichtspflichtigen Oberflächenwasserkörper Karten des Abflusstyps, differenziert in Fließgewässer mit Basisabfluss, sommertrockene Fließgewässer und episodisch wasserführende Fließgewässer. Weiterhin sind den Fließgewässern Makrophytentypen nach Klaus van de Weyer zuzuweisen. Darüber hinaus ist für das Bundesland Brandenburg eine Methodik zur Ableitung des LAWA-Fließgewässertyps (Makrozoobenthostyps) aus hydrologischen und orologischen Daten zu erarbeiten. Weitere wichtige hydrologische Merkmale umfassen Hochwasser- und Niedrigwasserdynamikfaktoren, sowie Abflussasymmetriewerte, die ebenfalls in Kartenwerken festgehalten werden. Grundlagen hierfür sind quasinatürliche Abflusszeitreihen in täglicher Auflösung und daraus abgeleitete hydrologische Kennwerte (z.B. MNQ) sowie Fließgewässerkennwerte, wie das Talbodengefälle. Das Büro für Angewandte Hydrologie Berlin (BAH) simuliert für das Bundesland Brandenburg flächendeckend den Wasserhaushalt und die Abflussverhältnisse mit dem hydrologischen Modellierungssystem ArcEGMO. Das mit einem 40 000 km² großen Untersuchungsgebiet sehr umfangreiche Modell besteht aus 1,4 Mio. Modellflächen, 36 310 Fließgewässerabschnitten und über 7 000 Einzugsgebieten. Für alle Fließgewässerabschnitte stehen damit Zeitreihen von Abflüssen in täglicher Auflösung für den Zeitraum 1991 bis 2015 zur Verfügung. Mit diesem Beitrag wird eine Methodik vorgestellt, mit der unter Nutzung quasinatürlicher Abflussreihen und weiteren morphologischen Kennwerten zur Parametrisierung des Retentionsverhaltens der Gewässer eine Möglichkeit geschaffen werden soll, LAWA-Fließgewässertypen und ökologisch begründete Mindestabflüsse flächendeckend für Brandenburg zu überprüfen bzw. erstmals abzuleiten.

*Vortragende(r)

3.3 NIEDRIGWASSER UND UNSICHERHEITEN UNTER 1.5, 2 UND 3 GRAD ERWÄRMUNG IN EUROPA UND DEUTSCHLAND.

Andreas Marx* , Rohini Kumar, Stephan Thober, Oldrich Rakovec, Luis Samaniego

Zusammenfassung

Es gibt zunehmend Belege dafür, dass der Klimawandel die Wasserverfügbarkeit in Europa verändern wird. Hier untersuchen wir, wie Niedrigwasser sich unter verschiedenen Niveaus der zukünftigen globalen Erwärmung (d.h. 1.5, 2 und 3 Grad) entwickelt. Die Analyse basiert auf einem Multimodell-Ensemble von 45 hydrologischen Simulationen basierend auf drei RCPs (rcp2p6, rcp6p0, rcp8p5), fünf CMIP5 GCMs (GFDL-ESM2M, HadGEM2-ES, IPSL-CM5A-LR, MIROC-ESM-CHEM, NorESM1-M) und drei hydrologischen Modellen (HMs: mHM, Noah-MP und PCR-GLOBWB). Hochauflösende Modellergebnisse sind erstmals in einer räumlichen Auflösung von 5 km über der paneuropäischen Region bei täglicher zeitlicher Auflösung aus den Projekten EDgE (<http://edge.climate.copernicus.eu>) und Hoklim (www.ufz.de/hoklim) verfügbar. Niedrigwasser wird als der Prozentsatz des täglichen Abflusses, der 90% der Zeit überschritten wird (Q90), definiert. Die Ergebnisse zeigen, dass sich das Änderungssignal mit zunehmendem Erwärmungsgrad verstärkt. Geringere zukünftige Niedrigwässer finden sich vor allem am Mittelmeer, während sie in den Alpen und in der IPCC Europaregion Northern (v.a. Skandinavien, Baltikum und Island) zunehmen. Dabei verstärkt sich das Änderungssignal mit dem Grad der Erwärmung von -12% unter 1.5 Grad auf -35% unter 3 Grad globaler Erwärmung im Mittelmeerraum. Dies ist weitgehend auf die Abnahme des Niederschlags zurückzuführen. Im Gegensatz dazu wird das Signal im alpinen Bereich vor allem durch veränderte Schneeakkumulation und -schmelze von +22% (1.5 Grad) auf + 45% (3 Grad) verstärkt. Die Niedrigwasseränderungen sind signifikant für Regionen mit relativ großen Änderungssignalen und unter höherer Erwärmung (3 Grad). Dennoch finden sich keine signifikanten klimabedingten Unterschiede zwischen 1.5 und 2 Grad Erwärmung, vor allem wegen der großen Variabilität des Multimodell-Ensembles. Der Beitrag der GCMs zur Unsicherheit in den Modellergebnissen ist im Allgemeinen höher als bei den HMs. Die Unsicherheit aufgrund von HMs kann jedoch nicht vernachlässigt werden - in den schneedominierten Regionen (Alpen- und Skandinavien) sowie im Mittelmeer mit teilweise sehr hohen Verdunstungsraten ist der Unsicherheitsbeitrag der HMs teilweise höher als die der GCMs. Für das Management von Niedrigwasser unter Klimawandel sollten neben den quantitativen Veränderungen zunehmend Unsicherheitsinformationen einbezogen werden. Dabei muss berücksichtigt werden, dass einzelne Unsicherheitsmetriken zu einer Fehleinschätzung führen können. Daher wurde in dieser Studie ein Wilcoxon rank sum test eingesetzt, der die Signifikanz jeder der 45 GCM/HM Simulationen bestimmt, sowie das Signal-to-Noise ratio als Unsicherheitsmaß über das gesamte Multimodell-Ensemble.

*Vortragende(r)

3.4 EIN WEBBASIERTES INFORMATIONSWERKZEUG ZUR SAISONALEN DÜRREVORHERSAGE IM SEMIARIDEN NORDOSTEN BRASILIENS.

Klaus Vormoor*, José Miguel Delgado, Aline Murawski, Sebastian Voß, Till Francke

Zusammenfassung

Obwohl Brasilien als eines der wasserreichsten Länder der Erde gilt, gibt es diesbezüglich starke regionale Differenzierungen. Vor allem der Nordosten Brasiliens steht im Fokus von Wasserknappheitsproblemen und ist historisch wie zuletzt von schweren Dürreereignissen betroffen. Neben den klimatischen Bedingungen entscheiden Managementstrategien hinsichtlich zahlreicher strategischer Wasserrückhalte über das Wasserdargebot und die Verteilung von Wasser in dieser landwirtschaftlich geprägten Region. Zur Unterstützung des Wassermanagement im Bundesstaat Ceará generiert das staatliche Institut für Meteorologie und Wasserressourcen (FUNCEME) allmonatlich saisonale Dürrevorhersagen (1-6 Monate Vorhersagezeitraum) basierend auf dem generellen Zirkulationsmodell ECHAM4.6.

Dieses Vorhersagesystem haben wir durch (i) die Anwendung verschiedener empirisch-statistischer Downscaling-Verfahren (Empirical Quantile Mapping“ (EQM), Expanded Downscaling (XDS)) sowie (ii) die Ableitung von aussagekräftigen meteorologischen Dürreindices (SPI, SPEI mit zeitlich unterschiedlicher Auflösung) erweitert und hinsichtlich der Vorhersagequalität systematisch evaluiert. Durch die Erweiterung dieses Systems sind wir in der Lage, räumlich besser aufgelöste Vorhersagen zu generieren. Ferner war es möglich monatliche Variationen der strategischen Wasserrückhalte auf der regionalen Skala basierend auf den Vorhersagen abzuschätzen. Die Evaluierung des erweiterten Vorhersagesystems hat es im Anschluss ermöglicht die geeignetste Kombination aus Downscaling-Verfahren und Dürreindex zu identifizieren (EQM und SPI_12month).

Die so gewonnenen Informationen haben eine große Relevanz sowohl für das regionale Wassermanagement als auch für die breite Öffentlichkeit. Basierend auf den Erkenntnissen der systematischen Evaluierung des erweiterten Vorhersagesystems präsentieren wir eine webbasierte Lösung zur Visualisierung von monatlich aktualisierten saisonalen Dürre- und Wasserrückhaltevorsagen für den Bundesstaat Ceará im Nordosten Brasiliens. Die Generierung und Visualisierung dieser Vorhersagen (für alle Zielgruppen) wurde in R umgesetzt und erfolgt vollautomatisch.

*Vortragende(r)

3.5 SÄCHSISCH- TSCHECHISCHES HOCHWASSERRISIKOMANAGEMENT – PROJEKT STRIMA II STELLT SICH VOR.

Susann Thieme* , Katrin Hänsel, Uwe Müller

Zusammenfassung

In dem durch das Kooperationsprogramm der Europäischen Union zur grenzüberschreitenden Zusammenarbeit zwischen Sachsen und Tschechien geförderte Projekt soll, während einer Projektlaufzeit von drei Jahren, das Hochwasserrisikomanagement im Grenzraum Tschechien – Sachsen weiter vorangetrieben bzw. fortgeführt werden. Grundanliegen ist dabei die Verbesserung der Schadensvorsorge als Möglichkeit der Risikoprävention für hochwasser- und starkniederschlagsinduzierte Überflutungsereignisse unter Berücksichtigung einer klimawandelbedingten Intensitäts- und Häufigkeitszunahme. In Auswertung abgelaufener Ereignisse in Deutschland und Tschechien ist festzustellen, dass ein hoher Anteil geschädigter Gebäude und Infrastrukturen bereits wiederholt von einer Überflutung betroffen war und dass bei der Schadensbeseitigung die Möglichkeiten der Vorsorge unzureichend genutzt werden. Es sollen geeignete und wirtschaftliche Vorsorgemaßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen abgeleitet sowie Handlungskataloge erstellt werden. Deren Darstellung in Leistungskatalogen soll für typische Schadensbilder an Wohngebäuden, Verkehrsinfrastrukturen und an kleinen Flusseinzugsgebieten die Umsetzung der Hochwasservorsorge wesentlich verbessern. Während der Projektlaufzeit soll an die Ergebnisse des Vorgängerprojektes angeknüpft und vier Arbeitspakete durch die Projektpartner und das LfULG (Lead Partner) bearbeitet werden: 1) Minderung von Hochwasserschäden an Wohngebäuden 2) Minderung von Hochwasserschäden an Umweltschutzgütern und Landnutzung 3) Minderung von Hochwasserschäden an technischer Infrastrukturen (Verkehrs- und Gewässerinfrastruktur) 4) Kommunikation des Hochwasserrisikos und der schadensmindernden Maßnahmen. Die Projektpartner aus Prag, Ústí nad Labem und Liberec sowie Dresden haben sich im Oktober 2017 zu einem ersten Koordinationstreffen zusammengefunden und gemeinsame Arbeitsschritte abgestimmt. Die Ergebnisse der Arbeitspakete und abgeleitete Maßnahmenempfehlungen zur Minderung von Hochwasserschäden (Bauvorsorge) sollen durch Pilotanwendungen dargestellt sowie deren Übertragbarkeit im sächsisch-tschechischen Grenzraum getestet werden. Die bereits 2007 entwickelte Software „INGE“ (Interaktive Gefahrenkarte für kommunalen Hochwasserschutz) soll während der Projektlaufzeit stetig weiterentwickelt werden und auch als App für mobile Einsätze verfügbar sein. Eine Anbindung an den bundesweiten Online-Pegeldatenabruf wird angestrebt. Die im ersten STRIMA-Projekt initiierten und erfolgreich durchgeführten Hochwasserrisikomanagementforen sollen ab 2018 fortgesetzt werden. Die Foren sowie dazugehörige Exkursionen bieten Betroffenen und Beteiligten aus Kommunen und Fachämtern die Möglichkeit zum Informations- und Erfahrungsaustausch hinsichtlich Hochwasserrisiko und Bauvorsorge. Im April 2018 wird das erste Hochwasserforum in Tschechien und im Herbst 2018 in Sachsen stattfinden.

*Vortragende(r)

3.6 HYDROLOGISCHE VORHERSAGEN UND HOCHWASSERWARNUNGEN IN DER SCHWEIZ.

David Volken*

Zusammenfassung

Der Schutz der Bevölkerung vor Naturgefahren ist eine essentielle Aufgabe des Bundes. Um die Warnung und Alarmierung vor Unwetter, Hochwasser und Lawinen in der Schweiz zu verbessern, wurde auf Stufe Bund im Jahr 2011 die ABCN-Einsatzverordnung in Kraft gesetzt, die Alarmierungsverordnung (AV) angepasst sowie die Radio- und Fernsehverordnung (RTVV) ergänzt. Mit diesen Verordnungen wurden die Zuständigkeiten für die Warnungen vor Naturgefahren sowie deren Vermittlung an die Behörden und die Bevölkerung umfassend geregelt. Seitdem sind MeteoSchweiz, das Bundesamt für Umwelt (BAFU) sowie das Eidgenössische Schnee- und Lawineninstitut (SLF) verpflichtet, vor Unwetter, Hochwasser, Waldbrand und Lawinen zu warnen. Das BAFU ist für die Hochwasserwarnungen an die kantonalen Behörden sowie an die Bevölkerung verantwortlich. Zudem wurde das BAFU verpflichtet, für sämtliche Gewässer von gesamtschweizerischem Interesse hydrologische Vorhersagen zu erstellen.

Das BAFU investierte in den letzten Jahren grössere finanzielle und personelle Ressourcen, um den Umfang und die Qualität seiner operationellen Hochwasservorhersagen zu verbessern. Heute stellt das BAFU nicht nur für die Gewässer des schweizerischen Rhein-Einzugsgebietes hydrologische Vorhersagen zur Verfügung, sondern auch für die Gewässersysteme von Rhone und Ticino. Die Nutzung von verbesserten Datengrundlagen und der zunehmende Einsatz von detaillierten Flussgebietsmodellen führten zu einer allgemein höheren Qualität der hydrologischen Modellierung. Für immer mehr Flussgebiete werden am BAFU inzwischen nicht mehr nur meteorologische sondern auch hydrologische Modell-Ensembles gerechnet. Aktuell werden regelmässig für mehr als 150 Flussabschnitte und Seen hydrologische Vorhersagen mit einem Vorhersagehorizont von bis zu 10 Tagen berechnet und verbreitet. Diese hydrologischen Vorhersagen werden täglich morgens beurteilt und für mögliche Hochwasserwarnungen herangezogen. In Absprache mit den Kantonen wurden in den letzten Jahren die Gewässer definiert, für welche der Bund Warnungen ausgibt. Entsprechend den Bestimmungen der Alarmierungsverordnung verwendet das BAFU für die Warnungen vor Hochwasser eine fünfstufige Gefahrenskala. Die Gefahrenstufen geben Auskunft über die Intensität des Ereignisses, die möglichen Auswirkungen und Verhaltensempfehlungen. Zeichnet sich ein Hochwasser ab, finden zwischen den Prognostikern des BAFU und der MeteoSchweiz regelmässige telefonische Briefings zur Abstimmung der Lage, der Modellperformance und der Warntätigkeit statt. Im Bedarfsfall wird der Vorhersagedienst am BAFU auf einen 7 x 24 Stundenservice ausgebaut. Darüber hinaus kommen bei grossen Ereignissen die Führungsorganisationen der jeweiligen Bundesämter zum Einsatz, welche auch ämterübergreifend im Fachstab Naturgefahren zusammengeschlossen werden können.

*Vortragende(r)

3.7 DERIVING RAINFALL THRESHOLDS AND SOIL MOISTURE CONDITIONS FOR FLASH FLOOD WARNING USING A PHYSICAL PROCESS-BASED MODEL.

Thanh Thi Luong*, Rico Kronenberg, Judith Lorenz, Christian Bernhofer

Zusammenfassung

Here, rainfall threshold is the rainfall amount that causes flooding for a given basin area and duration. This approach is recommended by the WMO and is commonly applied for the development of flash flood warning systems by civil protection agency to issue alerts. This rainfall is compared to either real-time-observed or forecasted rainfall to evaluate the risk of flooding. To derive the flash flood rainfall threshold, the physically based lumped parameter model BROOK90 is applied to estimate the amount of rainfall that, for a given duration and initial soil moisture, causes high discharge. The model can represent well evapotranspiration (ET) by applying Shuttle and Wallace method for separating transpiration and soil evaporation which allows to estimate pre-event soil moisture more accurately. Daily meteorological measurements are required as model inputs in which precipitation and maximum and minimum temperature are mandatory. Moreover, the water balance processes such as interception, soil water movement and discharge can be further investigated in finer scale by higher resolution of precipitation input. In this study, the model runs on hourly time step and the output is investigated in five different durations: 1, 3, 6, 12 and 24 h. Flooding events are identified and classified by initial soil moisture to reduce the uncertainty associated with non-linearity of the rainfall–discharge process. Contingency tables are used to estimate the quality of a deterministic forecast system. The methodology is then tested for the “Wernersbach” catchment in Tharandt forest taking advantages of the long term measurements since 1968 and meteorological measurements from “Anchor station Tharandt, “Grillenburg” and “Wernersbach” are applied. The first results are presented for main flood events in the 13- year period from 1997 to 2010. BROOK90 model is evaluated as possible tool to derive pre-event soil moisture and serve as potential input for flash flood guidance. The model limitations and strengths are considered and addressed.

*Vortragende(r)

3.8 STARKREGENRISIKOMANAGEMENT - ANFORDERUNGEN AN MODELLIERUNG UND VISUALISIERUNG VON WILD ABFLIESSendem WASSER DURCH STARKREGEN.

Kathrina Fritsch* , André Assmann, Georg Johann

Zusammenfassung

Die Starkregenereignisse der letzten Jahre haben gezeigt, dass die gefallenen Niederschläge die Kapazität der siedlungswasserwirtschaftlichen Infrastruktur, sowohl die unterirdische als auch die oberirdische, oftmals deutlich übersteigen und somit private Objekte betroffen werden. Durch den Treiber Klimawandel ist mit einer weiteren Zunahme solcher Starkniederschläge zu rechnen. Also: was tun?

Die sogenannte „Regenwasserbeseitigung“ ist nicht mehr möglich wie in den zurückliegenden Jahrzehnten. Das erfordert ein Umdenken. Nicht nur bei den kommunalen Trägern öffentlicher Belange, sondern genauso auch in der Bevölkerung zur Selbstvorsorge.

Die auf kommunaler Ebene angestoßenen Konzeptionen zur Anpassung oberirdischer Infrastruktur mit Wasserleitbahnen, Wasserspielplätzen und dezentralen Rückhaltmaßnahmen sind ein richtiger und wichtiger Weg. Jedoch müssen dafür neue Planungswege beschritten werden und intra- und interkommunale Zusammenarbeit zwischen Tiefbauamt, Stadt- und Raumplanung, Grünflächenplanung, Landwirtschaft und Forst usw. praktiziert werden.

Die Anpassungsmaßnahmen der kommunalen Ebene bringen jedoch keine abschließende Lösung. Sie mindern zwar den heute großen potenziellen Schaden, aber das heißt, es muss auch eine Risikokommunikation zur Bevölkerung erfolgen. Bisher sind nur wenige Kommunen zu diesem Schritt bereit. Eine Ausnahme bilden hier die Kommunen im Glemsgebiet in Baden-Württemberg, die Stadt Unna und die Stadt Köln. Hier wurden Starkregengefahrenkarten veröffentlicht und für die Optimierung des kommunalen Starkregenrisikomanagements genutzt. Aus den Erfahrungen dieser o.g. Gebiete und den Mitgliedern des HochwasserKompetenz-Centrums werden die Anwendungsbereiche und der Nutzen von Starkregengefahrenkarten dargestellt. Darauf aufbauend werden Anforderungen an die Karten für ein besseres Starkregenrisikomanagement formuliert und diskutiert. Hier sind zum Beispiel die Auswahl der Lastfälle und deren Benennung und die Art der Darstellung der Starkregengefahr und des Starkregenrisikos zu nennen. Dabei wird auch auf die unterschiedlichen Nutzergruppen eingegangen, insbesondere wird unterschieden zwischen Verwaltung und den „normalen Bürgern“.

Den Anforderungen werden die aktuellen Möglichkeiten bei der Modellierung und Visualisierung gegenübergestellt. Bezüglich Visualisierung wird nochmal unterschieden zwischen Webpräsentationen, verwaltungsinternem GIS und statischen Karten.

*Vortragende(r)

3.9 SPATIALLY-EXPLICIT SENSITIVITY ANALYSIS OF CRITERIA WEIGHTS IN GIS-BASED FLOOD VULNERABILITY ASSESSMENT.

Mariana Madruga de Brito*, Adrian Almoradie, Mariele Evers

Zusammenfassung

The management of flood risk calls for a better understanding of vulnerability, as hazards only become disasters if they impact a system that is vulnerable to their effects. In this context, GIS-based multi-criteria decision-analysis (MCDA) tools are widely applied to assess flood vulnerability. Despite the advantages of MCDA methods, it is well recognized that the criteria weights are the greatest contributor to uncertainty in these models. Even small changes in the input weights may impact the modelling results. Nevertheless, sensitivity analysis of criteria weights is rarely conducted in GIS-based MCDA due to the complexity of conducting it in a spatial context, in comparison with analysis established for non-spatial problems. This may sometimes lead to inaccurate outcomes. This study presents a methodology for conducting a spatially-explicit sensitivity analysis of criteria weights in GIS-based flood vulnerability assessment. A case study in Taquari-Antas River Basin, south Brazil, is used to illustrate the developed approach. The study addresses the following questions: (1) What are the vulnerability criteria that are most sensitive to weight changes? (2) How does the uncertainty of the vulnerability maps vary in space? (3) What are the limits of variation of the criteria weights for stable results in the final classification map? The weights of the 11 criteria used for vulnerability modelling were varied one-at-a-time (OAT) to investigate their relative impacts on the final results. An algorithm was developed using the Python scripting language and its Python component Geospatial Data Abstraction Library (GDAL) to automate the variation of weights, implement the ANP (Analytical Network Process) MCDA tool, raster reclassification and count the number of cells changed. ArcGIS was used as the visualisation tool. One criterion was varied at-a-time, while the others were fixed to their baseline values which were defined in a workshop with 22 experts in vulnerability assessment. The range of weights deviation was set to $\pm 40\%$ and the increment of percent change (IPC) was set to 1%. In the end, 880 runs were conducted. Finally, the generated maps were compared in terms of raster cell numbers with different vulnerability classifications (very low, low, medium, high, and very high) and changes of raster cells between different vulnerability classes. The results of the spatially-explicit sensitivity analysis enhanced the understanding of MCDA model response to the weight variation as well as their spatial distribution. This improves the model transparency and may help to improve the accuracy of the results. The case study results demonstrated that the developed approach is simple and flexible, and may be applied to other complex spatial problems.

*Vortragende(r)

3.10 WIE GUT SIND 2D-HYDRODYNAMISCHE MODELLE ZUR SIMULATION VON STURZFLUTEN IN URBANEN GEBIETEN GEEIGNET?

Thomas Pflugbeil* , Qing Lin, Karl Broich, Markus Disse

Zusammenfassung

In den letzten Jahren rückten Starkregenereignisse, die innerhalb kürzester Zeit zu teilweise verheerenden Sturzfluten führten, in den Fokus der Öffentlichkeit. Doch können die etablierten numerischen Modelle auch solche kurzen Extremereignisse in urbanen Gebieten gut abbilden? Diese Fragestellung ist ein Teilgebiet, welches das Projekt HiOS (Hinweiskarte Oberflächenabfluss und Sturzfluten) beantworten möchte. Das Projekt HiOS beschäftigt sich generell mit der Entwicklung und Erprobung eines Verfahrens zur Evaluierung und Klassifizierung der Gefährdung verschiedener bayerischer Kommunen durch Oberflächenabfluss und Sturzfluten. Um die hydrodynamische Modellierung von urbanen Sturzfluten zu evaluieren, werden fünf verschiedene erprobte Benchmarktests durchgeführt. (1) Der erste Benchmarktest untersucht die Ausbreitung einer Welle auf einer ebenen Fläche. Für diesen Fall ist auch eine analytische Lösung vorhanden. (2) Der zweite Test testet das Auflaufen und Abfließen einer Welle auf einem geneigten Strand. (3) Durch den dritten Test wird das korrekte Überschwemmen eines nicht verbundenen Wasserkörpers getestet. (4) Der vierte Test untersucht das Auffüllen und Trockenfallen von flachen Vorlandsenken auf einer geneigten Ebene. (5) Im fünften und letzten Test wird das Abflussverhalten auf einem komplexen Gelände untersucht. Wasser wird hier durch ein Starkregenereignis und einen lokalen Zufluss zugeführt. Als Modelle werden HYDRO_AS-2D (Fa. Hydrotec), TELEMAC-2D (open source, betreut durch Entwicklerkonsortium), FloodArea (Fa. geomer) und P-DWave (Leandro, J. et. al. 2014) miteinander verglichen. Am Ende der Tests werden die Modelle anhand verschiedener Bewertungs- und Gütekriterien gegenübergestellt und ihre generelle Eignung zur Simulation von Sturzfluten bewertet und vorgestellt.

Literatur: Leandro J., A.S. Chen, A. Schumann (2014): A 2D parallel diffusive wave model for floodplain inundation with variable time step (P-DWave), Journal of Hydrology, Volume 517, 19 September 2014, Pages 250-259, ISSN 0022-1694, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.05.020>.

*Vortragende(r)

3.11 ANALYSE DER STRUKTUR EINES MODELS DURCH INKREMENTELLE DEKONSTRUKTION.

Florian Ulrich Jehn* , Lutz Breuer, Tobias Houska, Konrad Bestian, Philipp Kraft

Zusammenfassung

Durch die Erkenntnis, dass Modelle nicht eine einzelne Hypothese darstellen, sondern sich aus einer Vielzahl von Einzelhypothesen zusammensetzen, sind neue Wege erforderlich, Modelle zu untersuchen. Bisher aber konzentrieren sich die meisten Untersuchungen in diesem Bereich darauf, bereits existierende Modelle zu vergleichen oder Modelle Stück für Stück zu erstellen. Der hier präsentierte Forschungsansatz versucht, das Problem andersherum anzugehen: Wir starten mit einer komplexen Modelstruktur, die alle für das Einzugsgebiet potentiell wichtigen Prozesse enthält. Als nächstes wurden 13 weitere, vereinfachte Modelle erzeugt, in denen Prozesse des ersten Modells deaktiviert sind. Die Leistung der Modelle wurde durch drei Zielfunktionen (logarithmischer Nash-Sutcliffe, prozentueller Bias und das Verhältnis zwischen der Wurzel des mittleren quadratischen Fehlers und der Standardabweichung der beobachteten Daten) bewertet. Dadurch können jene Prozesse identifiziert werden, die am wichtigsten für das erste Modell sind und jene, die es zurückhalten. Mit diesen Erkenntnissen kann ein 15tes vereinfachtes Modell konstruiert werden, welches eine gute Leistung und geringe Unsicherheit hat. Im Vergleich mit dem ersten Modell zeigt sich, dass durch die inkrementelle Dekonstruktion eine neue Modellstruktur gebaut werden kann, die eine gute Leistung zeigt und dabei auf weniger Prozesse und Parameter angewiesen ist. Somit erlaubt diese neue Methode, existierende Modelle genau zu untersuchen und ihre Leistung zu verbessern, indem die Auswirkungen und Wechselwirkungen der Prozesse untereinander besser verstanden werden.

*Vortragende(r)

3.12 INVERSION-BASED UPSCALING FÜR DAS WAIRAU AQUIFER MODELL.

Moritz Gosses*, Thomas Wöhling

Zusammenfassung

Der Wairau River in der Marlborough Region im Norden der Südinself Neuseelands speist nahe seiner Mündung in den Pazifischen Ozean einen regional bedeutenden Aquifer, der für die Trinkwasserversorgung der Region Blenheim und den Bewässerungslandbau bewirtschaftet wird. Um das Aquifer-System besser zu verstehen und damit eine langfristig nachhaltige Bewirtschaftung zu ermöglichen, wurden vorhandene Daten und hydrogeologische Expertise in einem numerischen Modflow-Modell vereint. Aufgrund der Größe und Komplexität des transienten Modells sind Modellkalibrierung und Unsicherheitsanalyse rechenzeitaufwändig. Dies gilt ebenso für Szenariorechnungen und das Abschätzen von Vorhersageunsicherheit für das Ressourcenmanagement. Eine mögliche Methode, diesen Schwierigkeiten zu begegnen, ist Modellreduktion und Skalierung der Unsicherheit nach der inversion-based upscaling Methode (Doherty & Christensen, 2011). Für diese Methode wurden zufällige Parametersätze des komplexen Modells generiert und die zugehörigen Modell-Outputs simuliert. Diese Outputs wurden als Ziele für die Kalibrierung zweier verschiedener vereinfachter Modelle genutzt. Anhand dieser Kopplung lassen sich für einzelne Vorhersagen Streudiagramme zwischen den kalibrierten vereinfachten Modell-Outputs (x-Achse) und den Outputs der zugehörigen zufälligen komplexen Modelle (y-Achse) generieren. Während einfache Modelle üblicherweise Unsicherheiten unterschätzen, erlaubt die Kopplung über diese Streudiagramme eine bessere Unsicherheitseinschätzung. In dieser Studie wurden zwei vereinfachte Ersatzmodelle kreiert. Das erste Modell ist ein numerisches Modflow-Modell auf Basis des komplexen Ausgangs-Modells, jedoch mit größerem Berechnungsgitter und deutlich vereinfachter Parametrisierung. Als zweiter Ersatzmodelltyp wurden neuronale Netze ausgewählt. Hier wurde für jeden einzelnen Datenpunkt innerhalb des Datensatzes (pro Messbrunnen, z.B.) eine einzelne Netzstruktur anhand einer Optimierungsanalyse ausgewählt und für die Methode genutzt. Beide vereinfachten Modelle werden anhand ihrer Vorhersage-Güte und Unsicherheitsbetrachtung für verschiedene Vorhersagen verglichen. Das vereinfachte Modflow-Modell ist um ein dreifaches schneller als das komplexe Ausgangs-Modell, das neuronale Netz sogar bis zu Faktor 1000. Das neuronale Netz gibt die meisten realen Datenreihen relativ gut wieder, was dem vereinfachten Modflow-Modell teils Schwierigkeiten bereitet. Beide Modelle eignen sich für eine Unsicherheitseinschätzung für Wasserstands-spezifische Vorhersagen.

Literatur: Doherty, J., Christensen, S., 2011. Use of paired simple and complex models to reduce predictive bias and quantify uncertainty. *Water Resour. Res.* 47 (12), W12534. <http://dx.doi.org/10.1029/2011WR010763>

*Vortragende(r)

3.13 MULTI-KRITERIELLE OPTIMIERUNG VON HBV UND WASIM MITTELS HIGH PERFORMANCE COMPUTING ZUR BESCHREIBUNG VON HOCHWASSERRISIKEN DURCH EINE MODELLKETTE.

Verena Maleska* , Jochen Schanze, Stefan Werisch

Zusammenfassung

Hochwasserrisiken werden in der Regel durch definierte hydrologisch-hydraulische Bemessungsereignisse und den aktuellen Gebäudebestand bestimmt. Nach einem abgelaufenen Ereignis zeigt sich oft, dass es eine Diskrepanz zwischen Risikoanalysen und beobachteten Abflussverhältnissen und den dadurch entstandenen Schäden gibt. Dies verdeutlicht, dass Risiken einer hohen räumlichen und zeitlichen Dynamik unterliegen. Diesbezügliche Analysen sind mit erheblichen Unsicherheiten verbunden. Vor diesem Hintergrund werden im Rahmen der vorliegenden Forschung szenariobasierte Ensembles für Randbedingungen von Hochwasserereignissen erstellt und im Hinblick auf die räumliche und zeitliche Dynamik von Hochwasserrisiken analysiert. Dazu wird eine Modellkette bestehend aus den Modulen Klimadatenensembles, Hydrologische Modellierung, Hydrodynamische Modellierung und Schadenmodellierung aufgebaut. Das Modul Klimadatenensembles liefert Informationen zu Klimavariablen wie Temperatur und Niederschlag. Es wird durch Ensemblemitglieder des statistischen Downscalingansatzes WEREX V sowie mittels dynamischem Downscalingmodell COSMO-CLM gewonnenen Mitgliedern repräsentiert. Die Klimadaten dienen als Input für das Modul Hydrologische Modellierung. Dieses beschreibt Niederschlag-Abflussprozesse, die zu Hochwasserereignissen führen. Im Modul Hydrologische Modellierung kommen die Modelle HBV und WaSiM parallel zur Anwendung. Zur Kalibrierung wird der Optimierungsalgorithmus AMALGAM verwendet. Dieser bietet die Möglichkeit zur multi-kriteriellen Auswahl geeigneter Parametersets für die Modelle. Optimierung und Modellierung werden auf dem High Performance Computing Cluster TAURUS der TU Dresden realisiert. Resultat sind Hochwasserganglinien, die dem dritten Modul Hydrodynamische Modellierung als Randbedingungen zur 2dimensionalen Beschreibung des Abflusses dienen. Dazu werden die Modelle HEC-RAS und LISFLOOD-FP angewendet. Letzteres wird ebenfalls auf TAURUS gerechnet. HEC-RAS findet auf einem Standard-PC Anwendung, um einen praxisrelevanten Bezug herzustellen. Die hydrodynamische Modellierung resultiert in Überschwemmungstiefen, die im vierten Modul Schadensimulation zur Abschätzung der Schäden benötigt werden. Hierzu wird eine neuartige, gebäuedifferenzierte Methodik zur Modellierung von Hochwasserschäden unter besonderer Berücksichtigung des Inventars verwendet. Für den Gebäudebestand der Untersuchungsgemeinde wurden basierend auf Strukturtypen Anwohnerbefragungen zum Inventar durchgeführt. Das Resultat sind Wasserstand-Schaden-Funktionen, mit denen für jedes modellierte Hochwasserereignis die monetären Schäden für den Gebäudebestand ermittelt werden können. Der finale Einsatz der Modellkette soll die Relevanz der Triebkräfte im System aufzeigen, dem Nachweis und der Zuordnung von Veränderungen dienen und Unsicherheiten quantifizieren, die im gesamten System auftreten. Die Modellkette kann somit als Basis für ein langfristiges Hochwasserrisikomanagement verwendet werden.

*Vortragende(r)

3.14 RESIBIL – BILANZIERUNG DER GRUNDWASSERRESSOURCEN IN KREIDEZEITLICHEN SANDSTEINSEDIMENTEN FÜR DIE SÄCHSISCHE UND TSCHECHISCHE TRINKWASSERVERSORGUNG VOR DEM HINTERGRUND DES KLIMAWANDELS.

Friedrich Mihm*, Michaela Pohle, Silke Reinhardt, Robert Junge, Peter Börke, Florian Kerl

Zusammenfassung

Das Interreg 5A-Projekt „ResiBil - Wasserressourcenbilanzierung und -resilienzbewertung im Ostteil des sächsisch-tschechischen Grenzraums“ untersucht grenzüberschreitend die Resilienz von Grundwasservorkommen in tektonisch beeinflussten kreidezeitlichen Sedimentgesteinen in Abhängigkeit von Klimasignalen sowie mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die öffentliche Wasserversorgung.

In die Bearbeitung fließen Modellvorstellungen der faziellen und tektonischen Entwicklung des Untersuchungsgebietes ein. Im Fokus stehen hierbei die Überprüfung der stratigraphischen Einordnung der Kreideablagerungen und deren Korrelation mit den böhmischen Kreideformationen. Das Inventar der tektonischen Elemente im Untersuchungsgebiet, u. a. die Lausitzer Überschiebung, wird neu bewertet. Diese Ergebnisse fließen in die komplexen, numerischen Strömungsmodellierungen dreier Fokusgebiete im Elbtal und im Zittauer Gebirge ein.

Die Grundwasserneubildung wird vergleichend mit Hilfe zweier unterschiedlicher numerischer WHH-Modellansätze (BILAN und KLIWES) ermittelt. Beide Modellansätze werden durch ein speziell für Sachsen angepasstes Ensemble aus Klimaprojektionen angetrieben. Als obere Randbedingung berücksichtigt, stellen diese Modellergebnisse das dynamische Bindeglied zwischen klimatischem Input und Grundwasserströmung dar.

Es werden klima- und nutzungsspezifische Szenarien der Entwicklung des Grundwasserdargebotes erarbeitet und basierend auf daraus gewonnenen Erkenntnissen Handlungsvorschläge für Entscheidungsträger und die öffentlichen Wasserversorgung abgeleitet. Bereits verfügbare wissenschaftliche Erkenntnisse können auf diesem Weg zur Lösung gegenwärtiger und zukünftiger wasserwirtschaftlicher Fragestellungen beitragen. Die Methodik und Modellkette unserer Herangehensweise zur Sensitivitätsermittlung des Grundwasserdargebotes wird in diesem Beitrag vorgestellt.

*Vortragende(r)

3.15 DYNAMISIERUNG DER INFORMATION ZUM BODENWASSERHAUSHALT IN DER FORSTLICHEN STANDORTSKARTIERUNG FÜR WECHSELFEUCHTE BÖDEN IN SACHSEN.

Johannes Diez* , Andreas Wahren, Stefan Julich, Rainer Petzold, Daniel Hawtree, Karl-Heinz Feger

Zusammenfassung

Die Forstwirtschaft nutzt für ein nachhaltiges Management der Waldressourcen Informationen der Standortskartierung in vielfältiger Weise. Hinsichtlich der Wasserverfügbarkeit sind dabei aber lediglich semiquantitative Informationen hinterlegt, die auf Messungen und Kartierungen der 1950/60er Jahre zurückgehen. Erkennbar haben aber klimatische Veränderungen (bspw. Temperaturanstieg, geänderte Niederschlagsmengen bzw. -verteilung) zu einem veränderten Wasserangebot geführt. Vor diesem Hintergrund helfen Standortswasserhaushaltsmodelle dabei, die Wasserverfügbarkeit dynamisch zu betrachten und den veränderten klimatischen Input zu berücksichtigen. Für terrestrische Standorte wurde dies bereits in früheren Projektvorhaben zufriedenstellend realisiert. Eine Besonderheit stellen jedoch mineralische Nassstandorte (N) und wechselfeuchte Standorte (W) dar, welche durch ihre hydrogeomorphologische Lage zusätzlich hangwasser- bzw. grundwassergespeist sein können.

Ziel des Projektes ‚BoWA-WN‘ ist eine Überprüfung, Präzisierung und Dynamisierung der Einschätzung der Bodenfeuchtestufen in grund- und stauwasserbeeinflussten Waldflächen anhand von hydrologischen Modellen, die dem Stand der Wissenschaft entsprechen. Die Quantifizierung der ober- und unterirdischen Wasserflüsse erfolgt durch die Wasserhaushaltsmodelle BROOK90 und CMF. Auch die Auswirkungen der Geländemorphologie soll berücksichtigt werden. Als Resultat sollen für vier Testgebiete in Sachsen (Tharandter Wald, Wermsdorfer Wald, Laußnitzer Heide und Zellwald) zusätzlich zu den Informationen der forstlichen Standortskartierung dynamische Aussagen zu Bodenwasserhaushalt und –feuchte, Trocken- und Nässe-indizes erarbeitet werden. Daraus können Standorte identifiziert werden, welche im Vergleich zur ursprünglichen Kartierung signifikante Unterschiede bezogen auf deren Beeinflussung durch Grund- oder Stauwasser aufweisen. Durch dieses Vorgehen kann für eine eventuelle Aktualisierung der Standortskarten eine Priorisierung für Neukartierungen vorgenommen werden, je nach Abweichung der Simulations-ergebnisse von den bestehenden Standortskarten. Konzeptionelle Vorschläge für den zukünftigen Monitoringbedarf werden erarbeitet.

Durch den Einsatz der hydrologischen Modelle kann eine dynamische Anpassung der Standortsbewertung erreicht werden, welche Änderungen im Einzugsgebiet, schwankende Grundwasserstände und veränderte klimatische Rahmenbedingungen berücksichtigt. Die Ergebnisse des Projektes werden praxisgerecht aufgearbeitet und für die forstliche Planung und weitere Anwendungen nutzbar gemacht.

*Vortragende(r)

3.16 ENSEMBLEBASIERTE ABSCHÄTZUNG DER AUSWIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS AUF DEN STANDORTWASSERHAUSHALT IN SACHSEN MIT DEM MODELL SWAP.

Axel Sauer*, Jochen Schanze

Zusammenfassung

Durch den Klimawandel veränderte thermische und hygrische Verhältnisse führen zu Auswirkungen auf den Bodenwasserhaushalt mit Folgen für Pflanzenwachstum und -vitalität, Grundwasserneubildung und Tiefenverlagerung von Stoffen, aber auch Befahrbarkeit und Anfälligkeit gegenüber Winderosion. Das Management der damit einhergehenden Risiken und Chancen kann durch prospektive Modellierung relevanter Prozesse unterstützt werden. Um dabei die Unsicherheit der möglichen Klimaentwicklung zu berücksichtigen, werden zunehmend Ensembles verschiedener Klimaprojektionen verwendet. Die vorliegende Untersuchung dient der Folgenabschätzung von Auswirkungen des zukünftigen Klimawandels auf den Bodenwasserhaushalt für repräsentative Standorte in Sachsen. Die Standorte stellen typische Kombinationen von Klima (Station), Bodenform und Vegetation dar. Zu ihrer Modellierung wird das numerische Bodenwasserhaushaltsmodell SWAP angewendet. Als Antrieb des Modells werden 10 Klimaprojektionen des regionalen Downscaling-Ansatzes WEREX V herangezogen, die als stationsbasierte Tageswerte für den Zeitraum 1961 bis 2100 vorliegen. Die bodenhydraulischen Parameter sind aus Leitprofilen der Bodenkarte 1:200.000 abgeleitet worden, wobei Pedotransferfunktionen für die Mualem-van Genuchten-Parameter sowie die hydraulische Leitfähigkeit verwendet wurden. Die Simulation der Vegetation erfolgte mit den in SWAP implementierten Pflanzenmodellen für die Vegetationsarten Nadelwald, Laubwald, Grünland und Winterweizen, wobei die im Modell verfügbaren Pflanzenparametrisierungen übernommen wurden. Als Ergebnisgrößen werden vegetationsdifferenziert Tage mit kritischer Saugspannung (=Trockenstress) und die Grundwasserneubildung ausgewertet. Dabei stellt die Speicherung, Auswertung und Visualisierung der Simulationsergebnisse für die 10 Projektionen für 140 Jahre auf Tagesbasis sowie tiefendifferenziert für 34 Bodenschichten/Kompartimente eine zentrale Herausforderung dar. Für die insgesamt rund 200 Standorte sind circa 600 GB reine Modellausgangsdaten zu verarbeiten. Ein geplanter Antrieb des Modells mit allen 120 Projektionen des WEREX-V-Ensembles wird das Datenvolumen in den TB-Bereich bringen, so dass hier nur mit für HPC-Infrastrukturen optimierten Verfahren eine zeitnahe Auswertung und Visualisierung möglich ist. Hierzu werden Big Data-Methoden und Rechenkapazitäten im Rahmen des „Competence Center for Scalable Data Services and Solutions Dresden/Leipzig“ (ScaDS Dresden/Leipzig) genutzt. Die Ergebnisse der ensemblebasierten prospektiven Bodenwasserhaushaltssimulationen erlauben es potenziellen Anwendern vor allem aus den Sektoren Land- und Forstwirtschaft, Bodenschutz oder Raumplanung die Auswirkungen des Klimawandels im Sinne eines Möglichkeitsraumes (Bandbreiten) zu explorieren. Durch Anpassungen von Standorteigenschaften (Vegetation, Bodeneigenschaften) in den Modellparametrisierungen lassen sich Managementoptionen wie etwa Nutzungsänderungen ex ante untersuchen.

*Vortragende(r)

3.17 BESTIMMUNG DES REFERENZZUSTANDES FÜR DEN URBANEN WASSERHAUSHALT.

Andreas Steinbrich*, Hannes Leistert, Tobias Schütz, Thomas Brendt, Malte Henrichs, Isabel Scherer, Mathias Uhl, Markus Weiler

Zusammenfassung

In Siedlungsgebieten ist der Wasserhaushalt im Vergleich zur unbebauten, „natürlichen“ Umgebung in der Regel erheblich verändert. Der Oberflächenabfluss ist erhöht, die Grundwasserneubildung sowie die Verdunstung sind verringert. Die Folgen betreffen das hydrologische Regime, die Morphologie und die Ökologie stadtnaher Gewässer, das Grundwasser im Siedlungsbereich sowie das Stadtklima. Sowohl das WHG als auch die technischen Regelwerke fordern daher den lokalen Wasserhaushalt möglichst gering zu beeinträchtigen. Das neue DWA-A 102 wird die Abweichungen zwischen Wasserhaushalt des unbebauten und des bebauten Gebietes als Nachweisgröße beinhalten. Der Festlegung einer geeigneten Methode zur Bestimmung des Wasserhaushaltes eines unbebauten Referenzzustands kommt dabei als Zielgröße eine entscheidende Bedeutung zu. Innerhalb des BMBF Projektes WaSiG wurde ein Ansatz entwickelt, bei dem nicht ein potentieller natürlicher Zustand als Referenzzustand herangezogen wird, da dieser in unserer Kulturlandschaft nicht mehr existiert. Der Referenzzustand einer nicht urbanen Fläche wird vielmehr durch die vielfältige nicht urbane Nutzung der entsprechenden naturräumlichen Einheit definiert. Die entwickelte Vorgehensweise berechnet den kleinräumigen nicht urbanen Wasserhaushalt im Bundesgebiet auf Grundlage allgemein verfügbarer Daten. Als Datengrundlagen werden naturräumliche Einheiten, Bodenübersichtskarten, Flächennutzungsdaten sowie Niederschlags- und Klimadaten des DWD eingesetzt. Zur Berechnung des kleinräumigen Wasserhaushalts nicht urbaner Flächen dient das Wasserhaushaltsmodell Urban RoGeR, das im Projekt aus dem ereignisbasierten N-A-Modell RoGeR (Steinbrich et al. 2016) weiterentwickelt wurde. Dabei wird auch die Variation des Wasserhaushaltes zwischen den verschiedenen Flächeneinheiten berücksichtigt. Als Ergebnis wird der langjährige mögliche (potentielle) Referenzzustand des Wasserhaushaltes für die Modellstandorte in Münster, Freiburg und Hannover dargestellt, sowie für weitere Standorte in Deutschland mit markanten topografischen bzw. klimatischen Eigenschaften. Zur Validierung werden die Modellergebnisse anhand von Lysimeterdaten geprüft und mit den Ergebnissen vorhandener Wasserbilanzmodelle verglichen. Die Variation der langjährigen Wasserhaushaltsgrößen dienen zur Ableitung von Akzeptanzgrenzen für den Wasserhaushalt in Neubaugebieten, deren Entwässerungskonzept den Zielen des künftigen Arbeitsblattes DWA-A 102 entspricht.

*Vortragende(r)

3.18 MODELLIERUNG ALS GRUNDLAGE FÜR ENTSCHEIDUNGSPROZESSE IM WASSERMANAGEMENT IN EINEM AGRARISCH GEPRÄGTEN EINZUGSGEBIET.

Ina Pohle* , Andy Vinten

Zusammenfassung

Die Planung neuer technischer Maßnahmen der Wasserbewirtschaftung auf Einzugsgebietskala erfordert Langzeitplanung, wobei meist eine Vielzahl von Stakeholdern in die Entscheidungsfindung involviert ist. Voraussetzung für robuste und nachhaltige Entscheidungen ist es daher, die Auswirkungen potenzieller Veränderungen in der Wasserbewirtschaftung zu quantifizieren und entsprechend an die Stakeholder zu kommunizieren. Das Lunan Water, Nordostschottland weist eine hohe innerjährliche Abflussvariabilität auf, die sich in Hochwasserereignissen (meist im Winter) und Niedrigwasserperioden im Sommer äußert. Weiterhin bestehen Wasserqualitätsprobleme, welche unter anderem eine Gefährdung von Feuchtgebieten bezüglich Eutrophierung nach sich ziehen. Der Einbau eines Wehres zur verstärkten Speichernutzung von zwei hintereinanderliegenden Seen (Rescobie Loch and Balgavies Loch) kann dazu beitragen, die Probleme bezüglich Hochwasser und Niedrigwasser zu mildern und weiterhin die Wasserqualität in den Feuchtgebieten zu verbessern. Damit eine veränderte Wassermengenbewirtschaftung die Zustimmung von Anliegern und Behörden erhalten kann, ist es notwendig ihren Nutzen zu quantifizieren und darzustellen. Daher koppelten wir das konzeptionelle Wasserhaushaltsmodell TUWModel mit einem einfachen Speichermodell, um Zufluss zu den Seen, Speicherinhalt und Abfluss der Seen zu simulieren. Die möglichen Auswirkungen eines beweglichen Wehres wurden anhand verschiedener Wasserstands-(Speicher-) Abfluss-Beziehungen berücksichtigt. Diese Beziehungen wurden durch empirische Wasserbilanzrechnungen sowie durch hydraulische Modellierung (HECRAS) ermittelt. Das gekoppelte Wasserhaushalts- und Seenspeichermodell wurde zusammen mit dem automatischen Download von Echtzeitwetterdaten und Wettervorhersagen in einer R-Shiny Web-Anwendung integriert. Mit dieser ist es z.B. den Stakeholdern möglich, den Zufluss zu den Seen sowie den Speicherinhalt und den Abfluss der Seen für Szenarien mit / ohne Wehr für einen Vorhersagezeitraum von 9 Tagen zu visualisieren. Wenn das Wehr installiert wird, kann diese Web-Anwendung auch für den operationellen Betrieb genutzt werden. Der Vergleich zwischen gemessenen und modellierten Seewasserständen ermöglichte es zu identifizieren, dass hinsichtlich der Wasserstands-(Speicher-) Abfluss-Beziehungen der Seen Unsicherheiten bestehen, welche zukünftig durch weitere Messungen reduziert werden sollen.

*Vortragende(r)

3.19 MANAGEMENT VON ZWEI TALSPERREN SYSTEME UNTER VERSCHIEDENEN KLIMATISCHEN BEDINGUNGEN.

Marcos Roberto Benso*, Ulrike Feistel, Susanna Kettner

Zusammenfassung

Steigender Strombedarf hat Brasilien dazu veranlasst, in den letzten zehn Jahren verstärkt in die Wasserkraftanlagen zu investieren. Derzeit werden ca. 80% der Elektroenergie durch Wasserkraftwerke erzeugt. Dennoch sind weitere Investitionen in diesem Bereich notwendig, um die wachsende Nachfrage des brasilianischen Marktes insbesondere auch für die Lebensmittelproduktion für den internen Markt sowie den Export zu befriedigen. Obwohl die Wasserkrafterzeugung auf die aktuelle Nachfrage ausgelegt ist, ist die Zuverlässigkeit des Systems durch wachsende Unsicherheit im Wasserdargebot, wie z.B. während der extremen Trockenperiode 2014, gefährdet. Hiervon war insbesondere der stark industrialisierte Südosten des Landes bezüglich Trinkwasser, Bewässerung und Energieversorgung betroffen. Da das brasilianische Stromnetz landesweit verbunden ist, konnten Wasserkraftwerke in weniger betroffenen Regionen das Ungleichgewicht in der Energieversorgung teilweise ausgleichen. Dennoch waren Leistungsrationierungen unvermeidbar. Die mit dem Klimawandel verbundenen Unsicherheiten stellen ein wachsendes Problem für die Bewirtschaftung der Talsperren dar. In Brasilien können aufgrund des teilweise kontinentalen Klimas sowie großräumiger Wetterphänomene (z.B. el niño/la niña), extreme Ereignisse zu jeder Jahreszeit auftreten. Um die Zuverlässigkeit des Energieversorgungssystems zu gewährleisten, ist die Beurteilung der Durchflussverhältnisse der die Talsperrensysteme speisenden Fließgewässer insbesondere Niedrigwasserbedingungen dringend erforderlich. Das Ziel dieses Projektes ist es, das typische Abflussverhalten vor und nach dem Bau der Dämme in zwei Talsperrensystemen in Brasilien zu bewerten: dem des oberen Uruguay-Flusses im Süden; und des São Francisco-Flusses im Nordosten. Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass das südliche System aufgrund der geringen Niederschlagsvariabilität im Laufe des Jahres dem System eine höhere Zuverlässigkeit verleiht. Es besteht jedoch eine erhöhte Gefahr von Überschwemmungen. Hochwasser entsteht hier häufiger im Winter. Der Einfluss von Klimavariabilität wird untersucht und entsprechende Bewirtschaftungsstrategien aufgezeigt. Mithilfe der Software HEC-Res werden Bewirtschaftungsszenarien simuliert, um die Zuverlässigkeit der beiden Systeme unter drei Szenarien (a) einem normalen hydrologischen Jahr in beiden Systemen, (b) einem Dürrejahr im Nordosten und einem regulären hydrologischen Jahr im Süden (c) ein Dürrejahr in beiden Systemen zu untersuchen. Im Ergebnis werden Managementstrategien erwartet, die die Zuverlässigkeit der Energieversorgung zu erhöhen helfen. Als sekundäres Ergebnis kann die Simulation der beiden Systeme für verschiedene Szenarien Informationen für die zukünftige Bewirtschaftung unter dem Aspekt wachsender klimatischer Unsicherheiten aufgrund des Klimawandels liefern.

*Vortragende(r)

3.21 SOFTWARELÖSUNG ZUR AUSWERTUNG VON LANDESWEITEN WASSERHAUSHALTSERGEBNISSEN UND HILFEN ZUR ENTSCHEIDUNGSFINDUNG BEI WASSERMANAGEMENTFRAGEN.

Silke Mey* , Petra Hesse, Bernd Pfützner, Franziska Halbing

Zusammenfassung

Die Beantwortung hydrologischer Fragestellungen und Unterstützung der Entscheidungsfindung benötigt Managementsysteme, mit deren Hilfe die umfangreichen Ergebnisse aus hydrologischen Modellen ausgewertet und aufbereitet werden können. Das Büro für Angewandte Hydrologie Berlin (BAH) simuliert mit dem NA-Modell ArcEGMO-PSCN für den Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW) flächendeckende Wasserhaushalts- und Abflussgrößen für ganz Sachsen-Anhalt. Das umfangreiche Modell besteht aus 1,3 Mio. Modellflächen, knapp 9 000 Fließgewässerabschnitten und über 4 000 Einzugsgebieten. Für diese Elemente übergibt das BAH die Ergebnisse zeitlich unterschiedlich aggregiert (Tages-, Monats-, Jahres-, oder langjährige Mittelwerte). Zur Beantwortung hydrologischer Fragestellungen müssen die relevanten Daten aus dem riesigen Ergebnisdatensatz abgefragt werden. Bislang erfolgten diese zeitaufwendigen Auswertungen von den Bearbeitern im LHW manuell. Daher besteht der Bedarf nach einer Programmlösung zur Arbeitserleichterung bei der Weiterverarbeitung der großen Ergebnisdatensätze. Weiterhin erfordert speziell die Genehmigung von Grundwasserentnahmen eine Abschätzung der örtlichen Grundwasserneubildung. Hierfür wird eine überschlägige Konstruktion der Bezugsgebiete von Grundwasserentnahmen benötigt. Die Größe und Lage der Bezugsfläche richtet sich nach der geplanten Entnahmemenge, der verfügbaren Grundwasserneubildung in diesem Gebiet und dem Grundwassergefälle. Eine Selektion ausgewählter Wasserhaushaltsergebnisse aus dem Datensatz der Modellflächen mittels der Bezugsgebiete erlaubt eine Abschätzung der Grundwasserneubildung. Spezielle Auswertungen können die Präzisierung der landesweit erhobenen Daten auf lokaler Ebene von Bearbeitern vor Ort erforderlich machen. Es soll hierbei die Möglichkeit gegeben sein, ausgewählte Attribute, wie z.B. Landnutzung, Drainagen usw. oberflächengestützt zu editieren. Dazu ist eine Nutzeroberfläche mit einer Anbindung an ein geographisches Informationssystem (hier QGIS) zu entwickeln. Für frei wählbare Bilanzgebiete (innerhalb Sachsen-Anhalts) und Zeiträume sind dann separate Wasserhaushalts-Berechnungen durchzuführen. In diesem Beitrag soll die Konzeption der programmtechnischen Umsetzung vorgestellt werden.

*Vortragende(r)

3.22 FREWAB-PLUS – WEBMODELL ZUR SIMULATION VON WASSERMENGEN UND STOFFFRACHTEN FÜR REGENVERSICKERUNGSANLAGEN.

Alexander Krämer*, Johannes Engel, David Mennekes, Franziska Zieger, Nicole Jackisch, Jens Lange

Zusammenfassung

Das Projekt MUTReWa untersucht die Auswirkungen von Gewässerbewirtschaftungsmaßnahmen auf den Austrag von Pestiziden und deren Transformationsprodukten. Hauptziel des hier vorgestellten Teilprojekts ist die Entwicklung eines innovativen Web-Modells zur einfachen Simulation von Wassermengen und Stofffrachten im Einzugsgebiet von Regenversickerungsanlagen, das zur Risikoabschätzung von zentralen und dezentralen Maßnahmen zur Regenwasserversickerung dient. Das Modell läuft ohne Installationsaufwand direkt im Webbrowser und kann dank seiner Anwenderfreundlichkeit sehr einfach von Stadtplanern und Behörden eingesetzt werden.

Das Web-Modell FreWaB-Plus basiert auf dem Einsatz von OpenSource Technologien (PostgreSQL, PostGIS, GeoServer) und wurde v.a. in PHP entwickelt. Es ist modular aufgebaut, um so auf künftige Anforderungen und Entwicklungen – v.a. bei der Implementierung – bestmöglich reagieren zu können. Für die Abflussbildung wurde ein modifizierter Ansatz auf Basis von Abflussbeiwerten kombiniert mit einem Speicher für Anfangsverluste implementiert, um eine einfache Übertragung auf andere Modellgebiete zu ermöglichen. Für die Verdunstung wurde ein Verdunstungsmodul nach dem Haude-Verfahren entwickelt und in das Modell integriert. Die Verteilung der Tageswerte der Verdunstung auf die im Modell vorhandenen kleineren Zeitschritte erfolgt anhand einer vom Sonnenstand / Einstrahlwinkel abhängigen Funktion. Zur Abschätzung von Zulaufmengen von Diuron, Terbutryn und Oclothilone (Biozide, die im Gebäudeschutz vor allem in Fassaden und Schutzanstrichen zum Einsatz kommen) werden aktuelle Literaturwerte zum gemessenen Austrag unter natürlichen Niederschlagsbedingungen verwendet. Jener hängt vor allem vom Alter der betrachteten Fläche, bzw. vom Zeitpunkt der letzten Biozid-Behandlung ab.

Am Beispiel eines Freiburger Stadtteils wurde ein 17jähriger Zeitraum modelliert und der Gesamtaustrag für die Stoffe Terbutryn, Diuron und Oclothilone berechnet. Zur Validierung lagen Messungen der Biozidkonzentrationen von 4 Niederschlagsereignissen aus den Jahren 2015, 2016 und 2017 vor. V.a. für Terbutryn konnten plausible Ergebnisse erreicht werden, während die Schwankungen der Messdaten für die anderen beiden Stoffe auch die Modellanpassung erschwert haben. Die geringe Anzahl an Referenzmessungen, die Heterogenität der beitragenden Fassadenflächen, sowie die Tatsache, dass die Auswaschraten aus Laborstudien mit kurzer Laufzeit stammen, erschweren allerdings die Interpretation der Modellergebnisse. Unter Berücksichtigung dieser Rahmenbedingungen können die bisherigen Modellierungsergebnisse aber als Erfolg gewertet werden, da sie die auch nach langer Laufzeit noch nachweislich vorhandenen Biozidausträge in einer plausiblen Größenordnung darstellen. Somit steht nun ein einfaches und benutzerfreundliches Instrument zur Risikoabschätzung von Biozidausträgen zur Verfügung.

*Vortragende(r)

3.24 SPATIO-TEMPORAL VARIABILITY OF GROUNDWATER RECHARGE, ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION AND SURFACE RUNOFF IN THE LAKE TANA BASIN, ETHIOPIA.

Tibebe Tigabu, Paul Wagner*, Georg Hörmann, Nicola Fohrer

Zusammenfassung

Abstract: Lake Tana is the largest freshwater lake in Ethiopia. Its water resources are of great importance to secure water availability in the region. However, land use and climate change affect the water resources of Lake Tana. The primary objective of this research is to investigate the spatio-temporal variability of groundwater recharge, actual evapotranspiration and surface runoff of Gilgel Abay, Gumara and Ribb catchments of Lake Tana Basin, Ethiopia. To this end, we used the hydrologic model SWAT (Soil and Water Assessment Tool, Version 2012) to simulate the water fluxes between 1980 and 2014. We used a land use map including the major crop classes in the region, a soil map and 30 meter resolution digital elevation model. To derive a model setup with high spatial precision, all possible combinations of these input layers were used to set up the hydrologic response units (HRUs) without applying commonly used thresholds to simplify the setup, resulting in 1636,2000 and 795 HRUs for Gilgel Abay, Gumara and Ribb respectively. Sensitive parameters were identified using one-at-a-time sensitivity method and the model was calibrated and validated. To choose the best calibrated model parameters, we used a number of model performance indices (NSE, KGE and RSR) and considered the performance in different segments of the streamflow such as very high, high, middle, low and very low flows. The validation results indicate a reasonable performance in all catchments on a daily time step with the best performance in the Gilgel Abay catchment (NSE=0.94, KGE=0.74 and RSR=0.23). Gumara and Ribb catchment show lower but still acceptable model performances (Gumara: NSE=0.53, KGE=0.69 and RSR=0.64; Ribb: NSE=0.53, KGE=0.5 and RSR=0.93). The model output was used to map groundwater recharge, surface runoff, and actual evapotranspiration based on the spatial distribution of each hydrologic response units. These maps indicate the changes of water fluxes in the Lake Tana Basin between 1980 and 2014. Moreover, they show the seasonality of groundwater recharge, actual evapotranspiration and surface runoff in the basin

*Vortragende(r)

3.25 DER EINFLUSS DER FEUCHTEDYNAMIK TIEFER LÖSSSCHICHTEN AUF DIE SIMULATIONSGÜTE VON WASSEREINZUGSGEBIETSMODELLEN – EINE STUDIE AUS DEM LOESS-PLATEAU, CHINA.

Stefan Julich*, Jakirullah Nooruddin, Lulu Zhang, Kai Schwärzel, Karl-Heinz Feger

Zusammenfassung

Das Löss-Plateau in China wird seit sehr langer Zeit landwirtschaftlich genutzt. Mit der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung gehen verstärkte Bodenerosion und der Verlust von fruchtbarem Boden einher. Um dem entgegenzuwirken wurde durch die chinesische Regierung in den letzten Jahrzehnten ein umfassendes Programm aufgelegt, im Zuge dessen geneigte Flächen terrassiert und große Flächen aufgeforstet wurden. Die umfangreichen Aufforstungsmaßnahmen haben einen deutlichen Einfluss auf den lokalen und regionalen Wasserkreislauf, der sich überwiegend in der Abnahme von des Gebietsabflusses äußert. Gerade im Hinblick eines sich wandelnden Klimas ist ein Landnutzungs- und Ressourcenmanagement notwendig, das sowohl zum Bodenschutz beiträgt als auch eine effiziente Nutzung der begrenzten Wasserressourcen vorsieht. Ein Mittel zur Entwicklung eines solchen multifunktionalen Landnutzungs- und Ressourcenmanagements ist die Szenarienanalyse mit hydrologischen Modellen auf Einzugsgebietsebene. Hierfür ist jedoch zwingend die korrekte Darstellung des Wasserkreislaufes durch die Modelle notwendig. Unsicherheiten in der Modellierung können sowohl durch Modellparametrisierung als auch durch Modelleingangsdaten entstehen. Unsere Studie im oberen Einzugsgebiet des Jing-Flusses (3.082 km²) hat gezeigt, dass sich die Simulationsgüte verbessert, wenn tiefere Bodenschichten im Modell berücksichtigt werden, als in den offiziell verfügbaren Bodendaten angegeben sind. Die Erhöhung der Modellgüte zeigt sich vor allem in einer deutlich geringeren Überschätzung der Trockenwetterabflüsse gegenüber Simulationen mit Standardbodendaten. Die explizite Betrachtung der Feuchtedynamik tieferliegender Lössschichten wirkt sich zudem auf veränderte Abbildung von Evapotranspiration, Tiefensickerung und Oberflächenabflussbildung aus. Für die Szenarienanalyse bedeutet dies, dass je nach Parametrisierung andere Resultate und somit Rückschlüsse über die Auswirkung von Landnutzungsänderungen auf den Wasserhaushalt gezogen werden.

*Vortragende(r)

3.26 SWAT SIMULATION OF HYDROLOGICAL PROCESSES AND EFFECTS OF WATER HARVESTING IN AN IRANIAN WADI SYSTEM.

Nariman Mahmoodi, Jens Kiesel, Paul Wagner*, Nicola Fohrer

Zusammenfassung

Water resources are precious in arid and semi-arid areas such as the Wadis in Iran, which are facing severe pressures and problems because of limited water resources. These stresses are expected to increase due to climate change, growing populations and anthropogenic activities. Therefore, hydrologic models are required that can represent the hydrological processes of Wadi systems and which can eventually be used to sustainably develop and manage water resources in these regions. In this study, the Soil and Water Assessment Tool (SWAT) was used to simulate the hydrologic process in the Baft-Soltani Wadi catchment located at the center of Iran. Used input data are land use, DEM, soil properties, long term climatic data, anthropogenic water usage and daily streamflow time series from 1966 to 2011. A sensitivity analysis was carried out, indicating that parameters governing surface runoff processes and base flow are most sensitive in the catchment. The model was calibrated and validated with measured river runoff at the outlet of the catchment on a daily time scale. First results indicate difficulties to represent low/high flows in the model. Possible explanations for the mismatch of measured and modeled flows is the representation of man-made structures. Therefore, the complex usage of water through runoff diversions, wells, qanats, dams and springs for irrigation and water supply is analyzed in detail and included in the simulation. This model will represent a basis for assessing the impact of climate change on the water resources and will be used to derive sustainable management suggestions under increasing pressures on the water resources.

*Vortragende(r)

3.27 GEKOPPELTE GRUNDWASSER-OBERFLÄCHENWASSER-MODELLIERUNG ZUR ENTSCHEIDUNGSUNTERSTÜTZUNG IM RAHMEN DES PROJEKTES „LEBENDIGE LUPPE“.

Tilo Sahlbach*

Zusammenfassung

Im Projekt „Lebendige Luppe“ soll in der Leipziger Nordwestaue neben der Wiederherstellung eines auentypischen naturnahen Gewässerlaufes auch die Reaktivierung einer auentypischen Hydrodynamik durch regelmäßige Hochwasserereignisse alle ein bis fünf Jahre auf großen Flächen des Auenwaldes ermöglicht werden. Die Planungen sollen mittels eines gekoppelten Grundwasser-Oberflächenwassermodell zur Wirkungsbeschreibung der neuen hydrologischen Situation auf den Hartholzauenwald genutzt werden. Die Auswirkungen der „Lebendigen Luppe“ als aueninternes Fließgewässer mit der damit verbundenen Reaktivierung der Überflutungsdynamik auf die Grund- und Oberflächenwasserverhältnisse sollen mithilfe geeigneter Modelle simuliert und durch Variantenuntersuchungen optimiert werden. Da sich Grund- und Oberflächenwasserhaushalt durch Versickerung und Wasseraustritt aus dem Boden gegenseitig beeinflussen, können sie nicht getrennt voneinander betrachtet werden. Zur Simulation der Grund- und Oberflächenwasserverhältnisse unter Einbeziehung der gegenseitigen Beeinflussung wurden daher ein Grund- und ein Oberflächenwassermodell miteinander gekoppelt. In einem iterativen Prozess werden wechselseitig die Ergebnisse des einen Modells als Randbedingung in das andere Modell integriert. Am Ende dieses Prozesses ist der Austausch zwischen Grund- und Oberflächenwasser in beiden Modellen vollständig abgebildet und die Wechselwirkungen in den Ergebnissen enthalten. In Grundwasser-Modellen werden Oberflächengewässer meist nur stark vereinfacht abgebildet und dienen als Randbedingung für die Berechnung der Grundwasserdynamik. Innerhalb des GW-Modells kann bezüglich der Oberflächengewässer nicht die Aussagekraft und Datenqualität eines hydrodynamischen Oberflächenwasser-Modells erreicht werden. Tritt ein Gewässer über die Ufer und verursacht Überschwemmungen, werden diese im GW-Modell im Allgemeinen nicht abgebildet, womit die großflächige Versickerung in das Grundwasser in den Überschwemmungsgebieten nicht berücksichtigt werden kann. Besonders in Bereichen mit regelmäßigen großflächigen Überflutungen, wie Auen, kann dieser Anteil der Wechselwirkung zwischen Grund- und Oberflächenwasser jedoch von Bedeutung sein. In Oberflächenwasser-Modellen hingegen bleiben gemeinhin die Versickerungsmengen von Oberflächenwasser ins Grundwasser bzw. der Zufluss von Grundwasser in das Gewässernetz unberücksichtigt. In den Untersuchungen zur „Lebendigen Luppe“ war deshalb eine Kopplung zwischen OW- und GW-Modell vorzunehmen, um die Wechselwirkungen zwischen Oberflächen- und Grundwasser vollumfänglich abzubilden. Zukünftig ist eine online-Kopplung der drei Programme HYDRO_AS-Oberflächen, ArcEGMO Bodenwasserhaushalt und PCGEOFIM-Grundwasser zur instationären Simulation charakteristischer HW-Ereignisse geplant.

*Vortragende(r)

3.28 DISAGGREGATIONSTECHNIKEN FÜR DATEN VON NIEDERSCHLAGSRADAREN UND NIEDERSCHLAGSMESSSTATIONEN FÜR DAS EINZUGSGEBIET WERNERSBACH IN DEUTSCHLAND.

Firas Al Janabi* , Christian Bernhofer

Zusammenfassung

Die Erzeugung zuverlässiger Niederschlagsprodukte, die räumliche und zeitliche Strukturen von Niederschlagsereignissen explizit berücksichtigen, stellt eine Herausforderung dar, da hierfür eine Kombination von Daten mit einer Vielzahl von Fehlerstrukturen und zeitlichen Auflösungen erforderlich ist. In-situ-Messungen sind relativ genaue Größen, aber nur an vereinzelt und unregelmäßig verteilten Orten verfügbar. Fernmessungen decken zwar komplette Gebiete ab, leiden jedoch unter räumlich und zeitlich inhomogenen systematischen Fehlern und nichtlinearen Beziehungen zwischen der Messwertreflektivität und der Niederschlagsrate.

Unser Ziel ist die Bereitstellung einer hochauflösenden Radardatenintensität von 5 min Auflösung basierend auf dem Radarreflektierungsprodukt des Deutschen Wetterdienstes und dem RADOLAN-Intensitätsprodukt, wodurch ermöglicht wird, Radarniederschlagsraten auf geeignete Weise zu modellieren und diese Raten in Raum und Zeit zu aggregieren und zu disaggregieren. Dazu werden Radarregenraten des RADOLAN-Intensitätsprodukts mithilfe von RX-Reflektivitätsprodukten verwandelt. Der Vorteil bei der Verwendung dieser Methode besteht darin, dass das Auftreten und die Intensität vom Niederschlag unter Berücksichtigung einer konstanten Reflektivitätsintensitätsbeziehung modelliert werden.

Die Niederschlagsdisaggregations-Tools von Regenmessern auf der anderen Seite wurden verwendet, um die geringe Auflösung von beobachteten Niederschlagsreihen in Daten mit hoher zeitlicher Qualität zu zerlegen. Ein Bartlett-Lewis-Modell (HyetosMinute) und ein mikrokanonisches multiplikatives Zufallskaskadenmodell (DiMoN) werden verwendet, um die Regenfalldaten von Wernersbach von 2005 bis 2015 aufzugliedern und um die Leistungsfähigkeit der Werkzeuge und den Einfluss von Extremereignissen auf die Werkzeuge zu untersuchen. Das DiMoN Kaskadenmodell ist in den folgenden Validierungsvariablen besser als HyetosMinute: Einzelvolumen (iv), Ereignisvolumen (ev), Ereignisdauer (ed), Länge der Intermittenz und Trockenperiode zwischen den Ereignissen (dp) im Vergleich zu den beobachteten Daten.

Schlüsselwörter: Disaggregation, Niederschlag, Wernersbach, RADOLAN, Intensität, Reflektivität

*Vortragende(r)

3.29 VERBESSERUNG DER NIEDERSCHLAGSABSCHÄTZUNGEN DURCH WETTERRADAR UNTER VERWENDUNG VON QUALITÄTSKONTROLL- UND KORREKTURTECHNIKEN FÜR NIEDERSCHLAGSDATEN.

Firas Al Janabi* , Christian Bernhofer

Zusammenfassung

Niederschlagsdaten werden normalerweise durch meteorologische Stationen (Regenmesser) an örtlich getrennten Punkten am Boden gesammelt. Werte an jedem anderen Punkt müssen interpoliert oder können durch bodengestütztes Radar fernabgetastet werden. Dadurch kann die flächige Verteilung des Niederschlags in einer detaillierteren räumlichen Skala detektiert werden. Allerdings sind Radarmessungen von verschiedenen Arten von Fehlern betroffen und die Transformation des gemessenen Radarreflektionsvermögens in Regenraten ist alles andere als genau. Diese Studie liefert eine tiefere Analyse der Unterschiede zwischen Radarmesswerten und Regenmesserwerten für die gleichen Regenereignisse.

Diese umfassen die Identifizierung und Entfernung von Fehlern, welche aus Schwankungen des vertikalen Profils von Reflektivitäts- und Radarsensitivitätsfehlern resultieren. Die routinemäßige Verifizierung der Schätzungen des Niederschlages, welcher die Erdoberfläche erreicht, wurde größtenteils durch Vergleich mit Beobachtungen des Regenmessers über eine Reihe von Zeitskalen vorgenommen, wodurch die Vorteile der Qualitätskontroll- und Korrekturverfahren quantifiziert werden konnten.

Mittels linearer Regressionsanalyse wurden im Wernesbacher Teileinzugsgebiet in Sachsen Residuen zwischen acht Regenmessern und entsprechenden Radarschätzungen berechnet und anschließend ebenfalls mittels Regressionsanalyse der Residuen in Abhängigkeit der Entfernung zur Radarantenne untersucht. Ein multivariates polynomiales Regressionsmodell zweiter Ordnung wurde mit drei topographischen und lokalen Variablen als den besten Prädiktoren entwickelt: Höhe, Entfernung und Breitengrad, was einige Varianzen der Restfehler erklären kann. Dies bedeutet, dass Ursachen für Radarmessfehler nicht nur zufällig variieren, sondern teilweise vorhergesagt werden können. Diese Ergebnisse können zur Korrektur und Verbesserung der Genauigkeit des Radars beitragen.

Schlüsselwörter: Radar-Niederschlag, Regenmesser, Wernesbach, Regression

*Vortragende(r)

3.30 PEGELNEUBAU – OPTIMIERUNG DES PEGELSTANDORTES BIENENMÜHLE/ FREIBERGER MULDE DURCH HYDRAULISCHE MODELLIERUNG.

Christin Mudra* , Ulf Möricke, Uwe Köhler

Zusammenfassung

Die Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft (BfUL) betreibt u.a. die Pegel des Basismessnetzes sowie die Hochwassermeldepegel in Sachsen. Zur Ermittlung der hydrologischen Daten wird der Wasserstand automatisch und kontinuierlich an den Pegeln erfasst. Mittels regelmäßiger Durchflussmessungen wird über die bekannten hydrologischen Beziehungen eine kontinuierliche Abflussganglinie berechnet. Die erhobenen Daten werden nach Prüfung vom Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt. Diese Abflussdaten bilden die Grundlage zur Untersuchung und Beschreibung des Wasserhaushalts, zur Bemessung und Steuerung von wasserbaulichen Anlagen und für den Hochwasserwarn- und Meldedienst.

Nur durch eine optimale Pegelmessstelle können die hohen Anforderungen an die zu gewinnenden Messdaten erfüllt werden. Aus diesem Grund spielt die richtige Standortwahl für einen neuen Pegel eine wichtige Rolle. Gerade unter den schwierigen Randbedingungen, die in der Mittelgebirgsregion gelten, wie großes Sohlgefälle, hohe Rauigkeiten oder starker Geschiebetransport, kann ein geeigneter Pegelstandort oft erst nach umfangreichen Voruntersuchungen festgelegt werden. Soll am Pegel eine Wasserstands- Durchflussbeziehung erstellt werden, sollten am Pegel stets stabile Abflussverhältnisse herrschen. Kommt es am Messprofil zu einem Übergang vom strömenden zum schießenden Abfluss, kann keine eindeutige WQ-Beziehung aufgestellt werden. Daher gilt es, dies im Vorfeld auszuschließen. Hierzu arbeitet die BfUL eng mit verschiedenen Ingenieurbüros zusammen. Auf Grundlage hydraulischer Modelle können genau diese Fragen bereits vor Baubeginn der Pegelanlage geklärt werden.

In dem Beitrag soll anhand des Pegelneubaus Bienenmühle gezeigt werden, wie in enger Zusammenarbeit zwischen BfUL und der Dr.-Ing. Heinrich Ingenieurgesellschaft mbH der bestmögliche Standort für den neuen Pegel gefunden wurde. Der Pegel Bienenmühle wurde im Oberlauf der Freiburger Mulde errichtet. Ziel ist es, das Einzugsgebiet gewässerkundlich besser beurteilen zu können und genauere Daten für die Hochwasservorhersage zu gewinnen. Um den genauen Standort für den Pegel festzulegen, wurde im Rahmen einer Voruntersuchung durch das beauftragte Ingenieurbüro ein 2d-HN-Modell generiert. Auf Grundlage der Modellergebnisse wurde letztendlich der ursprüngliche Pegelstandort verworfen und ein neuer Pegelstandort festgelegt. Erste Messerfahrungen am zwischenzeitlich errichteten Pegel bestätigen die Standortwahl.

*Vortragende(r)

3.31 DAS SUSALPS DECISION SUPPORT SYSTEM – EIN NUTZERFREUNDLICHES WERKZEUG ZUR OPTIMIERUNG DER GRÜNLANDBEWIRTSCHAFTUNG.

Alexander Krämer*, Johannes Engel, David Kraus, Krischan Petersen, Ralf Kiese

Zusammenfassung

Das Ziel des vom BMBF geförderten Projekts SUSALPS (Sustainable use of alpine and pre-alpine grassland soils in a changing climate) ist die Verbesserung des Kenntnisstandes der Auswirkung derzeitiger und zukünftiger Klima- und Bewirtschaftungsbedingungen auf wichtige Ökosystemfunktionen von Grünlandböden. Dabei werden regionsspezifische sozio-ökonomische Rahmenbedingungen berücksichtigt. Auf Basis dieser Erkenntnisse sollen nachhaltige Bewirtschaftungsformen für Grünland in den Alpen und im Alpenvorland entwickelt werden, die die Klimaschutzfunktion dieser Böden unterstützen. Das SUSALPS Decision Support System basiert auf dem biogeochemischen Modell LandscapeDNDC, welches in ein nutzerfreundliches und anwendungsorientiertes Expertensystem eingebettet wird. Hauptziel ist es, den Endnutzern (und hier v.a. Landwirten und Landwirtschaftsberatern) ein einfaches Werkzeug zur Optimierung der Grünlandbewirtschaftung zur Verfügung zu stellen. Besonders betrachtet werden hierbei Dünge- und Mahdzeitpunkte, sowie die Minimierung von Umweltbelastungen wie Treibhausgasemissionen und Nitratauswaschung. LandscapeDNDC ist ein am KIT IMK-IFU (<http://svn.imk-ifu.kit.edu/>) entwickeltes prozessbasiertes biogeochemisches Modell, das die Simulation von Kohlenstoff-, Stickstoff und Wasserkreisläufen und -bilanzen und der zugehörigen Treibhausgasemissionen (CO₂, N₂O, CH₄), sowie die Nährstoffausträge unter aktuellen und zukünftigen Klimabedingungen für Grünland, Agrar- und Waldökosysteme ermöglicht. Die Grundlage für das webbasierte Decision Support System bildet das im Rahmen des SUSALPS-Projekts weiterentwickelte LandscapeDNDC-Modell und seine Verknüpfung mit sozioökonomischen Parametern. Die Eingangsdaten setzen sich aus bestehenden GIS-Datensätzen (z.B. Bodenparameter), Klima-Szenarien und kurzfristigen Wettervorhersagen sowie nutzerspezifischen Bewirtschaftungsdaten zusammen. Um das System in Echtzeit zu betreiben und externen Nutzern einen schnellen Zugang zu der Modellierung zu ermöglichen, wurde das Modell optimiert und auf einem separaten Projektserver installiert. Alle relevanten Datensätze werden in einer PostgreSQL/PostGIS-Datenbank gehalten. Das Frontend wird mit der neuen PWA-Technologie (Progressive Web App Technologie) entwickelt. Die Technik erlaubt die Erstellung von plattformübergreifenden, schnellen, zuverlässigen und responsiven Web-Anwendungen, die auf Nutzerseite keine zusätzliche Installation erfordern. Das Poster stellt den Workflow des Decision Support Systems, die Modell-Integration und die technischen Grundlagen dar.

*Vortragende(r)

3.32 KARTIERUNG VON STUDIENGEBIETEN FÜR SEDIMENTMANAGEMENT IN GROSSEN DATENARMEN EINZUGSGEBIETEN.

Anna Smetanova* , Eva Paton

Zusammenfassung

Die Verfügbarkeit von Wasser und die Energieerzeugung in den Wasserkraftwerken in semiariden Gebieten sind vom Klimawandel und der steigenden Wassernachfrage betroffen. Intensiv bewirtschaftete Landschaften, in denen die landwirtschaftliche Produktion wächst, um die steigende Bevölkerung zu ernähren, sind anfällig für Erosion. Die Erosion führt wiederum zu erhöhter Sedimentierung und Eutrophierung in Stauseen. Das Verständnis der Sensitivität der hydro-geomorphologischen Systeme gegenüber saisonalen natürlichen und anthropogenen Veränderungen ist für die Entwicklung von Entscheidungsunterstützungsmaßnahmen für ein ganzheitliches Management von Wasser- und Landressourcen unverzichtbar. Im Rahmen des SaWaM-Projekts (BMBF-gefördertes Programm GROW) werden Methoden und Werkzeuge für den anwendungsorientierten Transfer von regionalisierten globalen Informationen zum Wassermanagement in datenarmen semiariden Regionen entwickelt. In dieser Studie führen wir Methoden zur Kartierung von Zielgebieten für das Sedimentmanagement in mesoskaligen Einzugsgebieten (103-105 km²) in drei semiariden Regionen - in Brasilien, Iran und Sudan - ein. Die Konnektivitätsanalyse wird mit einer saisonalen Analyse von Niederschlagsmustern, Vegetationswachstum und Erosionshotspot-Mapping kombiniert. Dieser Ansatz ermöglicht die Identifizierung von Gebieten, in denen kleinere Veränderungen des Managements die Sedimentdynamik in den Einzugsgebieten stark beeinflussen können.

*Vortragende(r)

3.33 EINFLUSS VON HYDROLOGISCHEN BEDINGUNGEN AUF DAS AUFTRETEN VON PELAGISCHEN ALGEN.

Yueming Qu*, Naicheng Wu, Björn Guse, Krist Makareviit, Szewing To, Tenna Riis, Nicola Fohrer

Zusammenfassung

In der ökohydrologischen Forschung besteht ein wachsendes Interesse das Auftreten von Algen in Gewässern zu analysieren und zu bewerten. Allerdings lag der Fokus bislang nicht auf dem Einfluss von hydrologischen Variablen auf die Verteilung von Algengemeinschaften. Daher war das Ziel dieser Studie, den Zusammenhang zwischen biologischen Eigenschaften und verschiedenen Einflussfaktoren zu analysieren. Hierbei wurden hydrologische mit ökologischen Variablen und räumlichen Faktoren verglichen, um ihren relativen Beitrag zum Auftreten von Algengemeinschaften zu ermitteln. Hierzu wurden pelagische Algen in dem Treene-Einzugsgebiet, einem Tieflandgewässer in Schleswig-Holstein, kartiert. Des Weiteren konnten räumlich verteilte Ergebnisse des ökohydrologischen Modells SWAT für die Probestellen verwendet werden. Die Beziehung zwischen modellierten hydrologischen Variablen und dem Auftreten der Algen wurde statistisch analysiert und mit dem Einfluss anderer Variablen verglichen. Hierbei zeigte sich, dass hydrologischen Variablen einen großen Einfluss haben. Dies zeigt, die besondere Bedeutung der hydrologischen Variablen auf das Auftreten von Algengemeinschaften.

*Vortragende(r)

3.34 MODELLIERUNG VON TECHNISCHEN FEUCHTGEBIETEN.

Leon Zimmermann*

Zusammenfassung

Modellieren von technischen Feuchtgebieten Technische Feuchtgebiete sind eine Abwasserbehandlungstechnologie mit viel Potenzial. Sie zeichnen sich durch geringe Bau- und Betriebskosten sowie eine geringe Abhängigkeit von Expertenwissen aus. Gleichzeitig erzielen technische Feuchtgebiete gute Reinigungsleistungen für sehr viele Schadstoffe. Trotzdem sind die inneren Prozesse von technischen Feuchtgebieten immer noch Gegenstand der Forschung. Unter anderem führt dies zur Uneinigkeit bezüglich der Ausführung solcher Feuchtgebiete. Modellierung eignet sich als Weg, sowohl die Bauarten und Möglichkeiten technischer Feuchtgebiete auszuloten, als auch die Prozesse innerhalb der Feuchtgebiete genauer zu untersuchen. Um die Möglichkeiten von technischen Feuchtgebieten zur Abwasserklärung zu überprüfen, wurde eine Datensammlung angelegt. Die Daten wurden aus wissenschaftlicher Literatur entnommen, um eine möglichst homogene, hohe Qualität zu sichern. Diese Datensammlung wurde anschließend mit verschiedenen nationalen und internationalen Richtlinien und Regeln zur Auslegung und Bemessung von technischen Feuchtgebieten sowie zur Abwasserwiederverwendung verglichen. In dieser Weise sollen Erkenntnisse über den momentanen Zustand des rechtlichen Rahmens für technische Feuchtgebiete gewonnen werden. Das Ziel dieses Teils der Arbeit ist, Erkenntnisse über mögliche Entwurfsmöglichkeiten zu gewinnen und Anforderungen an die rechtlichen Rahmenbedingungen mit Hinblick auf die Gestaltung der Anlagen und die letztendliche Nutzung des Abwassers zu gewinnen. Insbesondere soll überprüft werden, ob eine Orientierung von rechtlichen Bedingungen an der letztendlichen Abwassernutzung zu Effizienzsteigerungen der Abwasserbehandlung durch Betrachtung der Wasserinhaltsstoffe als Roh- und nicht als Schadstoffe, führen kann. Anschließend werden verschiedene Simulationsmöglichkeiten für technische Feuchtgebiete auf Ihre Stärken, Schwächen, die benötigten Daten, die abgebildeten Prozesse und weitere relevante Kriterien hin untersucht. In einem weiteren Schritt werden die so gewonnenen Erkenntnisse mit einem Projektbeispiel aus Mexiko verglichen. Auf diese Weise soll analysiert werden, ob die Entwurfsmöglichkeiten, die im ersten Teil der Arbeit analysiert wurden, durch Simulation weiter verbessert werden können und welche Voraussetzungen für eine erfolgreiche Modellierung eines Systems zu erfüllen sind. Ziel der Arbeit ist es, durch den Vergleich verschiedener Richtlinien mit Literaturdaten praktikable Auslege- und Entwurfsmöglichkeiten zu erfassen und zu ermitteln, ob und wie Modellierungen diese Entwürfe weiter verbessern können. Damit soll ein erster Schritt hin zu einem Entscheidungsunterstützungssystem erbracht werden, das Anwendern dabei hilft, technische Feuchtgebiete unter Berücksichtigung lokaler und regionaler Gegebenheiten und unter Einbeziehung der Wiederverwendungsmöglichkeiten der jeweiligen Abwässer auszulegen und zu betreiben.

*Vortragende(r)

3.36 NEXUS TOOLS PLATFORM: FACILITATING THE SELECTION OF SUITABLE INTEGRATED MODELLING TOOLS.

Stephan Hülsmann*

Zusammenfassung

Realizing integrated resources management, as postulated in concept of the Water-Soil-Waste-Nexus Approach, requires a holistic understanding of the interlinkages of environmental processes, while also taking into consideration global change and socioeconomic aspects. Exploring these interlinkages and advancing an integrated management approach requires integrated modelling tools. However, no single modelling tool is available or conceivable that covers all processes, interactions and drivers in the Water-Soil-Waste Nexus. Instead, a vast number of models are available and in use addressing particular (sets of) processes and resources. To address nexus-oriented research questions or management issues, instead of developing a tool from scratch, it should more efficient and effective to make use of available tools and modify or couple them as required. For this to be possible, we first need a database that allows the interactive comparison of such tools. In 2015, UNU-FLORES launched the alpha version of an interactive Nexus Tools Platform (NTP) for inter-model comparison of existing tools. Continually being improved and updated, NTP aims to provide detailed information on a subset of a larger compilation of available modelling tools. The platform offers interactive charts and advanced search and filter functions that allow selecting the most appropriate (set of) model(s) for the specific needs and to do a gap analysis of current model capabilities.

*Vortragende(r)

SESSION 4: MESSEN, MODELLIEREN UND MANAGEN

4.1 SACHSENWEITE GRUNDWASSERSTICHTAGSMESSUNG ZUR ERMITTLUNG DER GRUNDWASSERDYNAMIK UND ANWENDUNG DER ERGEBNISSE IM UMWELT- UND DATENPORTAL „IDA“ DES FREISTAATS SACHSEN.

Toni Düskau* , Peter Börke

Zusammenfassung

Für die Planung von Grundwassermessnetzen, die Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie oder auch Baugrund- und Bemessungsfragen sind präzise Aussagen über die Grundwasserdynamik von weitreichender Bedeutung. Diesbezüglich lagen bisher nur einzelne Informationen und Hydroisohypsenpläne als Zusammenstellung aus zeitlich differierenden Zuständen vor. Mittels Umsetzung einer landesweiten Stichtagsmessung im Frühjahr 2016 konnten binnen zwei Wochen 8.470 Grundwasserstände gemessen und protokolliert werden. Infolgedessen wurde eine Grundwasseroberfläche modelliert und ein gültiger Hydroisohypsenplan für den oberen Hauptgrundwasserleiter in Sachsen mit Stichtagsbezug generiert. Dieser und weitere Ergebnisse (z.B. Grundwasserflurabstände) sind auf dem Umwelt- und Datenportal iDA zur Weiterverarbeitung veröffentlicht. Dateneinsichten und unterschiedliche Visualisierungsmöglichkeiten sind dort ebenso gegeben wie Auswertungen weit über das Thema Grundwasserdynamik hinaus. Hierbei besteht sowohl für Fachanwender als auch für Privatpersonen die Möglichkeit sich umfassend und aktuell über die Grundwasserverhältnisse im Freistaat zu informieren. Die Grundwasserstichtagsmessung soll vorgestellt und die Anwendung der Ergebnisse im webbasierten Umwelt- und Datenportal iDA demonstriert werden.

*Vortragende(r)

4.3 MODELLIERUNG UND MESSTECHNISCHE BEGLEITUNG VON TIEFBAU- UND HOCHWASSERSCHUTZMASSNAHMEN IN REGIONEN MIT HOHEN GRUNDWASSERSTÄNDEN.

Patrick Keilholz*, Peter Schätzl, Bertram Monninkhoff

Zusammenfassung

In Deutschland schreitet die Urbanisierung der urbanen Regionen kontinuierlich voran. Nachverdichtung, Ausweisung zusätzlicher Baugebiete und Schaffung neuer Infrastruktur sind derzeit für Städteplaner anspruchsvolle Aufgaben. Dass es dabei zu Konflikten mit Bürgern und Interessenvertretern kommen kann, zeigen zahlreiche prominente Beispiele. In vielen Fällen spielen dabei das Thema Grundwasser und insbesondere die potenzielle Erhöhung maximaler Grundwasserstände durch die Maßnahmen bei den Bedenken eine wesentliche Rolle. Anhand unterschiedlicher erfolgreicher Projekte aus der Region um München wird eine Planungshilfe zur Konfliktminimierung bei der Umsetzung von Baumaßnahmen im Zusammenhang mit Grund- und Oberflächenwasser vorgestellt. Das Vorgehen umfasst folgende Komponenten: a. Frühzeitige Einbeziehung der Bürger b. Entwicklung eines systemübergreifenden Verständnisses c. Genaue Berechnung der Folgen der geplanten Maßnahme d. Allgemein verständliche und visuelle Vermittlung der Berechnungsergebnisse e. Beweissicherung vor, während und nach Umsetzung einer Maßnahme Grundsätzlich müssen die Bedenken Träger ernst genommen werden - einerseits sind ihre Bedenken in vielen Fällen begründet, andererseits aber auch, um unnötige Verzögerungen, z. B. durch gerichtliche Prüfung, im Planungs- und Umsetzungsprozess zu vermeiden. Die rapide technologische Entwicklung erlaubt es, auch komplexe Wassersysteme modelltechnisch und von Seiten der messtechnischen Begleitung ganzheitlich betrachten können. Gekoppelte Modelle sind Stand der Technik, automatische Datenerfassungssysteme können effizient und kostengünstig installiert werden. Abhängig von der Fragestellung können Modelle Grund- und Oberflächenwasserinteraktionen, Grundwasserinteraktion mit dem Kanalnetz oder Einfluss von Starkregen auf das Grundwasser räumlich und zeitlich hochauflösend abbilden. Gerade in letzterem Fall zeigen sich deutlich die Vorteile der Wassersystemmodellierung. In der Vergangenheit wurden oftmals die Grundwasserneubildungsraten auf Monatswertbasis angenommen, oder Simulationen kurzer Ereignisse gar mit langjährigen Mittelwerten durchgeführt. Der Einfluss von Starkregen wurde dadurch nahezu komplett ignoriert. In den vorgestellten Projekten erwies sich gerade der kurzfristige Einfluss des Niederschlags (auf Stunden- bzw. Tageswertbasis) auf das Grundwasser als hochgradig signifikant. Solche hochgradig instationären und räumlich differenzierten Prozesse können allen Beteiligten, insbesondere den fachfremden Akteuren, nur durch entsprechende Visualisierung, z. B. mithilfe von Animationen, adäquat und einfach verständlich vermittelt werden. In den vorgestellten Projekten hat sich diese Arbeitsweise bewährt und es konnten unterschiedliche Hochwasserschutzmaßnahmen (Flutpolder, Deichrückverlegung) und Baumaßnahmen inkl. Bauwasserhaltung (Tiefgaragen) erfolgreich geplant werden, ohne im Umfeld die Problematik der Grundwasserhöchststände weiter zu verschärfen.

*Vortragende(r)

4.4 M³ VON FLUSS-GRUNDWASSERINTERAKTIONEN IM WAIRAU RIVER, NEUSEELAND.

Thomas Wöhling*, Moritz Gosses, Scott Wilson, Peter Davidson

Zusammenfassung

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 bewirtschaftet wird. In den letzten Jahrzehnten wurde eine geringe aber stete Abnahme der Grundwasserstände im Wairau Aquifer beobachtet. Diese Beobachtungen zogen eine Reihe hydrogeologischer Untersuchungen und modellgestützter Analysen nach sich, bei denen die Fluss-Grundwasser Austauschmechanismen genauer untersucht wurden.

Um diese Mechanismen besser zu verstehen wurde zuerst das bestehende Messprogramm im Fluss und Grundwasser erweitert. Nach der Analyse der Daten wurde zunächst ein hydrogeologisches und dann ein darauf beruhendes numerisches Modell (Modflow) für den entsprechenden Flussabschnitt erstellt und anhand multipler Datentypen kalibriert. Aus den Messungen und Modellsimulationen konnte ein starker Zusammenhang zwischen Grundwasserneubildung und dem hydrologischem Regime des Wairau River abgeleitet werden.

Das hydrologische Regime des Wairau Einzugsgebiets (3430 km²) weist eine starke zwischenjährliche Variabilität auf. Die auf Basis von Abfluss- und interpolierte Niederschlagsdaten (NIWA, Tait et al. 2006) durchgeführten Ganglinienseparations- (DIFGA, Schwarze et al. 1999) und Wasserhaushaltsberechnungen zeigen jedoch eine deutliche Änderung im Regime in den letzten 15 Jahren. Diese Änderungen scheinen mit langperiodischen Klimaschwankungen (IPO, Interdecadal Oscillation Index) zu korrelieren, wobei andere Einflüsse jedoch nicht komplett auszuschließen sind.

Modellsimulationen zeigten weiter, dass der Wairau Aquifer zu ca. 95% von Flusswasser gespeist wird. Zeiten mit besonders niedrigen Grundwasserständen sind vor allem mit der Häufigkeit und Dauer von Niedrigwasserperioden des Flusses korreliert. Überdurchschnittlich hohe Abflüsse führen nur während der Sommermonate zu einer erhöhten Auffüllung der Grundwasserspeicher. Modellsimulationen konnten zudem belegen, dass das Speichervermögen des Aquifers auch durch singuläre Ereignisse bestimmt wird. Zum einen ändern Erdbeben die Porenstruktur der groben Kiessedimente. Andererseits können extreme Abflussereignisse zu Veränderungen der Flussbettgeometrie und des hydraulischen Gradienten zwischen Fluss und Aquifer führen. Das bessere Verständnis dieser Mechanismen und Einflussgrößen hat einen direkten Einfluss auf das künftige Management der Grundwasserressourcen des Wairau Aquifers.

Literatur

Schwarze, R., Dröge, W., Opherden, K. (1999) Regional analysis and modelling of groundwater runoff components from catchments in hard rock areas. IAHS Publ. 01/1999; No. 254. Tait A, Henderson R, Turner R, Zheng XG (2006). Thin plate smoothing spline interpolation of

daily rainfall for New Zealand using a climatological rainfall surface. *International Journal of Climatology* 26(14): 2097–2115.

4.5 EIN VEREINFACHTER ANSATZ ZUR OPERATIONELLEN VORHERSAGE VON ABFLUSSSPITZEN MIT DEM ANTECEDENT PRECIPITATION INDEX (API).

Sarah Gennis, Inga Frerk*, Thomas Einfalt, Friederike Fischer, Heiko Westphal, Fred Hesser, Dieter Ackermann, Gabriele Gönnert

Zusammenfassung

Unter Berücksichtigung des Klimawandels nimmt die Bedeutung der Abflussvorhersage zur Verbesserung des Hochwassermanagements insbesondere für urbane Regionen stetig zu. Der API (Antecedent Precipitation Index) ist ein Index zur Abschätzung der Vorfeuchte des Bodens. Er basiert auf einer Speicher-Entleerungsrate und den einem Hochwasserereignis vorangegangenen Niederschlägen. Ziel dieses Verfahrens ist, die Abschätzung des zu erwartenden Abflusses für Einzugsgebiete, in denen kein Niederschlag-Abfluss-Modell vorliegt, zu verbessern. Nach Schröter et al. (2015) wird der API auf Grundlage der regionalisierten Niederschlagsdaten (REGNIE) des Deutschen Wetterdienstes für jeden Rasterpunkt eines definierten Einzugsgebiets für einen Zeitraum von jeweils 24 Stunden (Tageswert) berechnet. Nach ihnen ergibt sich der API für diesen Zeitraum aus der Summe der REGNIE-Daten eines REGNIE-Rasterpunktes der jeweils letzten 30 Tagen. Dabei werden die Tage mit zunehmender Entfernung zum Ereignistag schwächer gewichtet.

Regressions- und Korrelationsanalysen für das Einzugsgebiet der Bille haben ergeben, dass die relative Zunahme des $API(n-1)$ zu $API(n)$ (n bezeichnet hier die Tage der Summenberechnung) als Abschätzung für den Scheitelabfluss der nächsten 24 Stunden ($Q(n+1)$) herangezogen werden kann.

Für eine Präzisierung und Operationalisierung des API werden die REGNIE-Daten durch angeeichte Radar-Niederschlagsdaten aus dem Projekt StucK (BMBF-Förderkennzeichen 033W031) ersetzt.

Aus den radargemessenen Niederschlägen werden Tagessummen berechnet, die jeden Morgen zu einem Mittelwert der API-Rasterpunkte des Einzugsgebiets des Pegels Reinbek aufsummiert werden. Dieser wird genutzt um einen Umrechnungsfaktor aus den Werten des aktuellen API und des API des Vortages zu berechnen, mit Hilfe dessen der zu erwartende Spitzenabfluss berechnet wird.

Diese Information dient zum einen dem Warndienst Binnenhochwasser Hamburg WaBiHa (www.wabiha.de), um dort die Warnungen für das Einzugsgebiet der Dove-Elbe verbessern zu können. Zum anderen wird im Rahmen des Projekts StucK ein verbessertes Hochwassermanagementkonzept für die Modellregion Dove-Elbe entwickelt. Lange Fließzeiten der Gewässer in der Modellregion erfordern ein gestuftes und über einen Zeitraum von mehreren Tagen laufendes Hochwassermanagementkonzept. Das radarbasierte API-Verfahren dient der Abschätzung von Abflussspitzen, welche die Modellregion aus dem Binnenland erreichen.

Die Ergebnisse dieses radarbasierten Verfahrens aus der Praxis werden Anfang 2018 vorliegen und mit dem REGNIE-Ansatz verglichen.

Literatur SCHRÖTER, K.; KUNZ, M.; ELMER, F; MÜHR, B.; MERZ, B. (2015): What made the June 2013 flood in Germany an exceptional event? A hydro-meteorological evaluation. In: Hydrol. Earth Syst. Sci. 19, S.309-327, 2015.

4.6 STARKREGEN-FRÜHALARMSYSTEME - INTERAGIERENDE ECHTZEITMESSUNGEN UND DYNAMISCHE SIMULATIONSMODELLE IM STARKREGENMANAGEMENT.

Matthias Falk*, Reinhard Brodrecht, Christian Tomsu*, Christian Pohl

Zusammenfassung

Starkregen ist zur existenz- und lebensbedrohenden Gefahr geworden. Nach Erkenntnissen der Fachwelt werden extreme Starkregenerenignisse zunehmen. Durch frühzeitiges Erkennen, Informieren und Alarmieren können Schäden aus schweren und extremen Starkregenerenignissen reduziert und Menschenleben gerettet werden. SPEKTER hat mit Bundesforschungsmitteln in Zusammenarbeit mit Fachexperten aus Forschung und Wirtschaft das Starkregen-Frühalarmsystem (FAS) entwickelt. Das FAS gleicht in Echtzeit Modellsimulationen mit Messungen ab. Die FAS-App ist permanent online verfügbar und sendet Starkregen-Gefahrenwarnungen an Einsatz- und Rettungskräfte. Die ersten Frühalarmsysteme von SPEKTER sind bereits erfolgreich im Einsatz. Die Modellierung erfolgt mit einem Niederschlagsströmungsmodell (NSM). Das NSM beinhaltet eine integrierte zweidimensionale Modellierung von wild abfließendem Wasser und angeschlossenen Gewässern III. Ordnung wenn zeitlich und räumlich variierende Niederschläge im Einzugsgebiet auftreten. Dieses NSM wird genutzt um hunderte Varianten alternativer Regenereignisse zu simulieren. Dies sind zunächst künstlich generierte Niederschläge nach geltenden Richtlinien bis $T = 1000$ a und $D = 720$ min sowie in der Vergangenheit tatsächlich aufgetretene Regenereignisse. Mit Hilfe statistischer Methoden wird ein objektbezogener gebietskritischer Niederschlag (gNkrit) festgelegt. Die Ergebnisse der Simulationen (Starkregengefahrenkarten) und der gebietskritische Niederschlag werden digital in "Karten" als Umweltinformationen bereitgestellt. In der Kommune installierte Niederschlagsensoren messen kontinuierlich den lokalen Niederschlag. Dieses Messnetz wird durch Sensoren in Kanalisation und an Bachläufen ergänzt. Die Messungen geben den aktuellen Überflutungszustand der kommunalen Infrastruktur wieder und vergleichen diesen mit den hinterlegten Umweltinformationen aus den erstellten Gefahrenkarten. Basierend auf den tatsächlich gefallenen Niederschlägen und dem gebietskritischen Niederschlag generiert das System objektbezogen Warn- und Alarmmeldungen. Die Qualität der Risikowarnung wird durch diese Kombination im Vergleich zur herkömmlichen Vorhersage und Prognose erheblich gesteigert. Bestimmte Personengruppen können somit in Abhängigkeit von Zeit, Niederschlag und Lage eines Objektes informiert und verständigt werden. Um künftige Extremereignisse noch besser und schneller identifizieren zu können verfügt das Sensornetzwerk über eine selbstlernende Intelligenz. Nach dem Paradigma von Aktion und Reaktion kann das System Ereignisse selbständig erkennen und die resultierenden Auswirkungen einschätzen. Somit entwickelt jedes Messnetz nach einiger Zeit seine eigene Kategorisierung von Niederschlagsereignissen. Das Ziel ist es, schon in den ersten Minuten eines Regens zu erkennen um welche Art von Ereignis es sich handelt. Rettungskräfte und Verwaltung können somit gezielter und schneller informiert und alarmiert - Leben gerettet und Schäden vermieden werden.

*Vortragende(r)

4.7 RAUMZEITLICHE ANALYSE VON HEAVY-TAIL-VERHALTEN VON STARKREGEN UND HOCHWASSER IN DEUTSCHLAND UND ÖSTERREICH.

Luzie Wietzke*, Björn Guse*, Sergiy Vorogushyn, Heidi Kreibich, Bruno Merz

Zusammenfassung

Im Juni 2017 startete die DFG-geförderte Forschergruppe „Space-time Dynamics of Extreme Floods (SPATE) mit sieben Partnerinstitutionen in Deutschland und Österreich. Das Projekt soll zu einem tieferen Verständnis der Entstehung extremer Hochwasser beitragen. Hierzu wird in SPATE ein umfassender Datensatz von Niederschlags- und Abflusszeitreihen aus Deutschland und Österreich gesammelt und für die Analysen in allen Teilprojekten genutzt. Dieser Beitrag bezieht sich auf die ersten Ergebnisse des Teilprojektes SP3 „From small to extreme floods.“ Auf Basis des umfangreichen Datensatzes aus Deutschland und Österreich wird das Heavy-Tail-Verhalten von Extremwertverteilungen von Starkregenereignissen und Hochwassern analysiert. Mit Hilfe einer umfassenden, datenbasierten Analyse werden relevante Prozesse identifiziert, die zu Heavy-Tail-Verhalten von Extremwertverteilungen führen. Dafür werden verschiedene Methoden der multivariaten Datenanalyse genutzt, um Zusammenhänge zwischen Heavy-tail-Verhalten und Einzugsgebiets- und Ereignischarakteristika unter Berücksichtigung von räumlicher Heterogenität zu untersuchen. Besonderes Augenmerk wird auf die Überlagerung (Superposition) von Hochwasserwellen beim Zusammenfluss von Flussarmen gerichtet und deren Auswirkung auf die Entstehung von extremen Hochwassern, die zum Heavy-Tail beitragen, analysiert. Durch Superposition von Hochwasserwellen können deren Eigenschaften wie Abflussspitzen und Volumina entscheidend beeinflusst werden, so dass die potentiellen Auswirkungen groß sind. Innerhalb des SPATE-Projekts werden alle relevanten Prozesse entlang der Hochwasserentstehungskaskade untersucht, um Bedingungen und Wechselwirkungen zu identifizieren, die zu einer Überlagerung von Hochwasserwellen führen. Dafür werden relevante historische Einzelereignisse und deren Charakteristika umfassend analysiert.

*Vortragende(r)

4.8 RAINMAN – INTEGRIERTES STARKREGENRISIKOMANAGEMENT.

Florian Kerl*, Sabine Scharfe*, Yvonne Spira, Martine Broer, Rudolf Hornich, Cornelia Jöbstl, Ludwig Scharmann, Uwe Müller

Zusammenfassung

Starkregenereignisse gelten als notorisch unterschätzte Naturgefahr, die jährlich zu Schäden in Millionenhöhe führen und in manchen Fällen gar Menschenleben fordern. Das Projekt „RAINMAN“ hat zum Ziel, mit Hilfe eines integrierten Starkregenrisikomanagements potenzielle Schäden zu reduzieren, welche im Zusammenhang mit Starkregenereignissen auftreten. Zehn Partner aus sechs Ländern erarbeiten gemeinsam eine Toolbox mit folgenden räumlich übertragbaren Werkzeugen: 1. Identifikation und Bewertung von Starkregengefahren und -risiken, 2. Risikomindernde Maßnahmen (z.B. Frühwarnung und Katastrophenmanagement), 3. Empfehlungen für die Berücksichtigung des Starkregenrisikos in Hochwasserrisikomanagementplänen, 4. Werkzeuge zur Bewusstseinsbildung und Akteursbeteiligung, 5. Best-Practice-Beispiele aus der Praxis. Die Toolbox soll vor allem lokale und regionale Behörden in der Vorbereitung auf und im Umgang mit Starkregenereignissen unterstützen. Alle Methoden und Werkzeuge werden im Rahmen von Pilotaktivitäten in insgesamt 12 städtischen und ländlichen Regionen Zentraleuropas im Zeitraum 2017 bis 2020 implementiert, getestet und weiterentwickelt. Es werden zum einen das Toolbox-Konzept, sowie zum anderen erste konzeptionelle Arbeiten bezüglich Methoden und Werkzeuge vorgestellt.

„RAINMAN“ ist ein durch die EU im Rahmen des INTERREG V B Central Europe Programms für die Periode 2014-2020 gefördertes Projekt.

*Vortragende(r)

4.9 SOZIALE MEDIEN ALS INFORMATIONSQUELLE FÜR EINE SCHNELLE HOCHWASSERSCHADENSCHÄTZUNG.

Kai Schröter*, Max Steinhausen, Stefan Lüdtkke, Heidi Kreibich

Zusammenfassung

Während und kurz nach Hochwasserereignissen sind Informationen zu betroffenen Gebieten und den Auswirkungen der Überflutung zumeist nicht verfügbar. Die zeitnahe Einordnung der Situation während einem Hochwasser und die Abschätzung der zu erwartenden Auswirkungen können einen wichtigen Beitrag für die Bewältigung des Hochwassers, die Wiederherstellung und den Wiederaufbau leisten. Neben Wasserstandsbeobachtungen an Pegeln, oder Satellitenbeobachtungen, können für die schnelle Kartierung von Überflutungsflächen auch sogenannte Volunteered Geogaphic Information (VGI), die beispielsweise in sozialen Medien verbreitet werden von Nutzen sein. Insbesondere Fotos, die eine Angabe zur Geolokation besitzen, sind für diesen Zweck hilfreich. Die Bildinhalte, z.B. eine Parkbank im Wasser, lassen mitunter die Abschätzung der Überflutungstiefe am gezeigten Standort zu. Aus einer Menge von auf diese Weise gewonnenen Überflutungstiefen kann in Kombination mit der Geländehöhe durch räumliche Interpolation die Wasserspiegellage und somit die Überflutungsfläche und -tiefe näherungsweise abgeschätzt werden. Die Überflutungstiefe ist wiederum eine wesentliche Größe zur Abschätzung des Schadens. Dieser Beitrag untersucht am Beispiel des Hochwassers im Juni 2013 die Qualität der aus Twitterinformationen abgeleiteten Überflutungstiefenkarten im Stadtgebiet von Dresden und deren Eignung für die Abschätzung von Hochwasserschäden. Für die Bewertung stehen einerseits eine Referenzkarte der Bundesanstalt für Gewässerkunde zur Verfügung, die durch terrestrische Vermessungen und aus Luftbildaufnahmen abgeleitet wurde. Andererseits erfolgt ein Vergleich mit einer Überflutungstiefenkarte, die anhand der Wasserstandsbeobachtung am Pegel Dresden durch räumliche Extrapolation erzeugt wurde. In diesem Zusammenhang wird der Einfluss des dabei verwendeten digitalen Geländemodells (DGM 5, 10, 25) analysiert. In einem weiteren Schritt wird die Sensitivität dieser Eingangsinformationen für die Schadensschätzung untersucht. Zu diesem Zweck wird ein neues probabilistisches Schadenmodell verwendet, das gebäudescharf die relativen Schäden an Wohngebäuden und deren Unsicherheit quantifiziert. Das Schadenmodell wurde anhand von empirischen Schadendaten sowie Informationen zu Gebäudeeigenschaften aus 3D Stadtmodellen abgeleitet. Die Ergebnisse zeigen, dass VGI nützliche quantitative Informationen zur schnellen Überflutungstiefenkartierung liefern können. Insbesondere in dem Zeitraum, wenn (noch) keine anderen Informationen z.B. aus Pegelmessungen oder Satellitenbeobachtungen vorliegen, können diese Daten Informationslücken schließen bzw. können in einem dynamischen Kartierungsansatz mit anderen Informationsquellen kombiniert werden.

*Vortragende(r)

4.10 SEPARATION VON NIEDERSCHLAG-ABFLUSS-EREIGNISSEN IN DEUTSCHLAND UND SOWIE DIE RAUMZEITLICHE ANALYSE IHRER EREIGNISEIGENSCHAFTEN.

Larisa Tarasova*, Stefano Basso, Ralf Merz

Zusammenfassung

Abflussganglinien können als eine Reihe von einzelnen Ereignissen betrachtet werden, die durch Basisabflussperioden voneinander abgetrennt sind. Die ergänzende Analyse ihrer Beziehung zu hochwassererzeugenden Niederschlägen kann zu einem besseren Verständnis der Entstehung der Hochwasserereignisse beitragen. Dafür müssen erst die Niederschlag-Abflussereignisse von kontinuierlichen Zeitreihen abgetrennt werden. Der vorgeschlagene Algorithmus separiert die Ereignisse automatisch nach den Eigenschaften der Abflussganglinie. Die Methode besteht aus vier Hauptkomponenten: Basisabflusssparation, Identifizierung der Abflussereignisse, Zuordnung der Niederschlagereignisse und iterative Verfeinerung der Ereignisse mit mehreren Scheiteln. Im Vergleich zur klassischen Hochwasserereignis-identifizierung (z.B. Jahresmaxima, Peak-over-Threshold) liefert dieses Verfahren nicht nur den Scheiteldurchfluss, sondern auch andere wichtige Ereigniseigenschaften wie z.B. Anfang/Ende und Dauer des Ereignisses, das Durchflussvolumen, die Form der Abflussganglinie, Verhältnis von Gesamt- zu Scheitelvolumen. Die Analyse der raumzeitlichen Verteilung der Ereignisse in Bezug auf Klima- und Einzugsgebietseigenschaften lässt einen ersten Einblick auf raumzeitliche Muster von Hochwasserereigniseigenschaften. Dieser Beitrag stellt erste Ergebnisse des Teilprojekts SP4 „Flood typology – controls in a changing world“ der DFG-Forschergruppe „Space-Time Dynamics of Extreme Floods“ (SPATE) dar.

*Vortragende(r)

4.11 ANFORDERUNG AN ÜBERWACHUNGSNETZWERKE IN COMMUNITY-BASIERTEN HOCHWASSERFRÜHWARNSYSTEM.

Jackson Roehrig*

Zusammenfassung

Im Rahmen einer Zusammenarbeit zwischen der GIZ, der UK Aid und der Australian Aid wurde ein low-cost Überwachungssystem im grenzüberschreitenden Limpopo Flusseinzugsgebiet als Teil eines Hochwasservorhersagesystems implementiert. Neben niedrigen Beschaffungs- und Betriebskosten stehen auch geringe technische Komplexität, hohe Zuverlässigkeit, Echtzeitübertragung und Replizierbarkeit durch die lokalen Akteure im Mittelpunkt der Systemanforderung.

Das Datenmodell zur Steuerung der Sensoren, der Datenspeicherung und der Datenübertragung wird dargestellt und Strategien zur Redundanzhöhung anhand des seit 2014 implementierten Projektes diskutiert. Die dafür entwickelte und frei verfügbare Software erlaubt den Betrieb der Stationen per SMS (Beobachtungs- und Übertragungsfrequenz, Name, Schlüssel, FTP-Serveradresse, OTAP-Adresse, Update-Serveradresse und weitere Parameter). Das Aufladen und Übertragen von Guthaben per SMS hat zu einer bedeutenden Reduzierung der Betriebskosten wenn verglichen mit Festverträgen geführt. Die Datensätze werden auf einem oder mehreren Servern gespeichert und beinhalten sowohl Beobachtungs- als auch Übertragungszeitstempel. Damit werden Übertragungsverzögerungen protokolliert. Die Kalibrierung der hydrometrischen Stationen erfolgt ebenfalls per SMS.

Teil der Redundanz in Monitoring Netzwerk ergibt sich durch die Beteiligung der lokalen Bevölkerung im Vorhersagesystem. Durch ein erprobtes Community-basiertes Hochwasserschutzsystem werden lokale Komitees zur Katastrophenvorsorge, die im gesamten Monitoring-Netzwerk integriert sind, gebildet. Das Projekt hat sich als erfolgreich erwiesen. Es zeigt, dass teure und komplexe Lösungen zur Echtzeitüberwachung hydro-meteorologischer Daten nicht immer erforderlich oder gar sinnvoll sind.

*Vortragende(r)

4.12 CROWDSOURCING IM LÄNDLICHEN RAUM ZUR MODELLBASIERTEN REKONSTRUKTION KLEINRÄUMIGER, EXTREMER HOCHWASSEREREIGNISSE.

Jens Grundmann*, Judith Schache, Patric Röhms, Kerstin Lehmann

Zusammenfassung

Untersuchungen zum Klimawandel für die Region des Erzgebirges lassen eine Zunahme der Starkniederschläge erwarten, die auch mit einer Zunahme kleinräumiger konvektiver Starkniederschläge einhergehen können. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit existierende Strukturen des Bevölkerungsschutzes an die zunehmende Zahl von Extremereignissen anzupassen. Analysen des Deutschen Komitees für Katastrophenvorsorge zeigen nach wie vor Bedarf in der Stärkung der Eigenvorsorge, Warnung und Katastrophenabwehr, der Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen professionellen und freiwilligen Einsatzkräften sowie der Einbindung freiwilliger Helfer und des Dialogs mit potenziell Betroffenen. Im Projekt VEREINT werden diese Handlungsfelder aufgegriffen und ein pilothaftes Konzept zur Anpassung an den Klimawandel, insbesondere akut und lokal auftretender Starkregen und daraus erwachsende Hochwasserereignisse in kleinen Einzugsgebieten am Beispiel der Stadt Glashütte und ihrer Ortsteile entwickelt und erprobt. Grundlage für ein verbessertes kooperatives Handeln zur Gefahrenabwehr bildet eine Gefährdungsanalyse. Diese beinhaltet einerseits eine Rekonstruktion von historischen Ereignisabläufen und andererseits die Simulation und Analyse potentiell möglicher Extremereignisse. Da in kleinen Einzugsgebieten im ländlichen Raum selten zuverlässige Messdaten vorhanden sind, wurde für die Datenerfassung zu abgelaufenen Hochwasserereignissen ein Ansatz unter Einbezug der Bevölkerung der Pilotkommune gewählt (crowdsourcing). Der Ansatz enthält ein Workshopkonzept für Gesprächsrunden in den Ortsteilen sowie ein webbasiertes lagegenaues Hochwassererfassungstool. Das für eine langfristige Datengewinnung angelegte Tool richtet sich vor allem an die Bevölkerung, aber auch an Einsatzkräfte. Nach Verortung von Überflutungen/Schäden werden Daten zu Hochwasserereignissen, deren Ursachen und Auswirkungen sowie deren Bewältigung erfasst. Der Beitrag vermittelt Erfahrungen und Ergebnisse des crowdsourcing Ansatzes zur Datenerfassung abgelaufener Hochwasserereignisse im ländlichen Raum. Anhand der erfassten Informationen werden Beispiele für eine modellbasierte Ereignisrekonstruktion präsentiert. Hierfür werden physikalisch basierte Modelle eingesetzt, um einerseits aus geschätzten Wasserständen und Fotos zu Überschwemmungsflächen auf Abflüsse zu schließen (HecRas) und diese anschließend zusammen mit den empirischen Befunden zu Oberflächenabflüssen für die Kalibrierung des hydrologischen Modells Wasim-ETH (mit 2D-Oberflächenabfluss) einzusetzen. Das derart erarbeitete Modell kann anschließend zur Simulation von gebietspezifischen hochwasserauslösenden Wetterlagen eingesetzt werden. Aufbauend auf diesen Ergebnissen werden Konzepte zur Verbesserung des kooperativen Handelns von Einsatzkräften und der Integration ungebundener Helfer zur Katastrophenabwehr entwickelt, sowie Szenarien kooperativen Handelns zwischen Einsatzkräften und ungebundener Helfern erstellt und trainiert.

*Vortragende(r)

4.13 VERFÜGBARKEIT VON REGIONALISIERTEN DURCHFLUSSKENNGRÖSSEN IM WASSERHAUSHALTSportal SACHSEN.

Björn Fischer* , Uwe Büttner, Karin Kuhn

Zusammenfassung

Durchflusskenngrößen spielen eine entscheidende Rolle für die Planung und Bemessung wasserbaulicher Anlagen und dienen den Wasserbehörden zu Genehmigungszwecken. Dabei sind nicht nur Hochwasserdurchflusskennwerte von Bedeutung, z. B. zur Bemessung von Brücken oder Hochwasserschutzanlagen, sondern auch die Kennwerte der Mittel- und Niedrigwasserdurchflüsse zur Gewährleistung der ökologischen Funktion der Gewässer. Um diese Durchflusskenngrößen verfügbar zu machen, wurden in den letzten Jahren in Sachsen verschiedene Forschungsprojekte durch das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) betreut und zusammen mit Partnern aus der Praxis bearbeitet. Im Rahmen des Projektes KLiWES (Abschätzung der Auswirkung der für Sachsen prognostizierten Klimaveränderungen auf den Wasser- und Stoffhaushalt in den Einzugsgebieten der sächsischen Gewässer – Teil Wasserhaushalt) wurde die DHI WASY GmbH beauftragt, auf Basis einer landesweiten Regionalisierung vieljährige mittlere Niedrigwasserdurchflüsse MNQ zu ermitteln und in einer Webanwendung bereitzustellen. Sie können seit Mai 2014 im Wasserhaushaltsportal Sachsen (www.wasserhaushaltsportal.sachsen.de) abgefragt werden. Zur flächendeckenden Bestimmung von Hochwasserdurchflusskennwerten wurde im Zuge des FuE-Vorhabens „Flächenhafte Bestimmung von Hochwasserspenden“ in den Jahren 2009/2010 ein für das Gebiet Sachsens einheitliches Verfahren durch die DHI WASY GmbH erarbeitet. 2015 wurden der vieljährige mittlere Hochwasserscheiteldurchfluss MHQ und die Hochwasserscheiteldurchflüsse mit Jährlichkeit HQ(T) auf Basis einer aktualisierten Datengrundlage neu berechnet. Die Ergebnisse sind über die Webanwendung „HQ(T) und MHQ sächsischer Fließgewässer (Stand: 2015)“ unter www.hochwasserzentrum.sachsen.de als auch im Wasserhaushaltsportal Sachsen abrufbar. Ergänzend hierzu wurden durch die DHI WASY GmbH vieljährige mittlere Durchflüsse MQ ermittelt bzw. regionalisiert. Dabei konnte auf Ergebnisse des KLiWES-Projektes zurückgegriffen werden. Diese Durchflüsse wurden in die bestehende Webanwendung „Niedrigwasserdurchflüsse“ integriert und sind im Wasserhaushaltsportal Sachsen über die derzeitige Webanwendung „MNQ, MQ und Querbauwerke“ abrufbar. Aktuell ist u. a. geplant, in diese Webanwendung noch die MQ- und MNQ-Längsschnitte der Elbe und die Hochwasserdurchflusskennwerte nutzerfreundlich einzufügen. Im Ergebnis dieser Ergänzungsarbeiten können Hoch-, Mittel- und Niedrigwasserdurchflusskennwerte der im Wasserlaufverzeichnis 2015 enthaltenen sächsischen Fließgewässer über einen gemeinsamen Internetzugriff vom Wasserhaushaltsportal Sachsen abgerufen werden und stehen Wasserbehörden, Betrieben sowie Planern frei zur Verfügung.

*Vortragende(r)

4.14 DYNAMISCHE BILANZIERUNG DER NÄHRSTOFFEINTRÄGE IN SÄCHSISCHE GEWÄSSER ZUR UNTERSTÜTZUNG DER UMSETZUNG DER WASSERRAHMENRICHTLINIE.

Micha Gebel*, Stephan Bürger, Mario Uhlig, Uwe Franko, Robert Schwarze, Hans-Joachim Kurzer, Holm Friese, Peter Börke, Karin Kuhn

Zusammenfassung

Gestützt auf das primär in Sachsen für den mittelmaßstäblichen Anwendungsbereich entwickelte und mit gemessenen Werten validierte Modell STOFFBILANZ wurden im Rahmen des Projektes „Nährstoffeinträge in sächsische Gewässer“ die quellen- und pfadbezogenen Stickstoff- und Phosphoreinträge in die Grund- und Oberflächenwasserkörper in Sachsen für die drei Bilanzzeitschnitte 2000, 2005 und 2012 ermittelt. Die Projektergebnisse bilden im Rahmen der Erstellung sächsischer Beiträge zur Aufstellung bzw. Fortschreibung der Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme der Flussgebietseinheiten Elbe und Oder für den ersten und zweiten WRRL-Bewirtschaftungszyklus einen wichtigen Datenpool im Rahmen der Ermittlung von Nährstoffeintragsbelastungen der Wasserkörper aus punktuellen und diffusen Quellen. Darüber hinaus wurde analysiert, welche Nährstoffeintragsminderungspotenziale in den Bereichen Land- und Siedlungswasserwirtschaft bis zum Ende des zweiten WRRL-Bewirtschaftungszyklus (2021) bzw. bis zum Ende des dritten WRRL-Bewirtschaftungszyklus (2027) noch vorhanden sind. Durch die derzeit in Entwicklung befindliche Kopplung des Modells STOFFBILANZ mit dem Modell CCB zur Abbildung von Prozessen des Humushaushaltes landwirtschaftlich genutzter Böden können zukünftig auch die Einflüsse der C- und N-Dynamik auf die Nährstofffreisetzung aus dem organischen Pool und damit auch auf die Nitrat-Auswaschung aus den Böden in die Gewässer berücksichtigt werden. Damit verbunden ist eine Umstellung des Modellierungsprozesses von Bilanzzeitschnitten auf Jahresschrittweiten durch sequentiell verkettete Modellrechnungen sowie die Abbildung der zeitlichen Verzögerung der Nitratverlagerung im Rahmen der Grundwasserpassage einschließlich des dort prognostizierten Nitratabbaus. Die für die Simulation des Stoffhaushaltes benötigten modellbasierten Gebietsabflüsse sollen zukünftig aus der Kopplung mit KliWES/ArcEgmo bezogen werden. Die hierbei aufgebauten dynamischen gekoppelten Werkzeuge dienen zur Unterstützung des laufenden Maßnahmen-Umsetzungsprozesses zur Reduzierung von Nährstoffeinträgen in die Gewässer im Zeitraum des 2. WRRL-BWPL (2016 bis 2021), als auch der Lieferung weiterer Daten- und Erkenntnisgrundlagen für die Maßnahmenplanungen bzw. -anpassungen in Vorbereitung der Aufstellung des 3. WRRL-BWPL (2022 bis 2027). Der Fachöffentlichkeit wird über die Webanwendung STOFFBILANZ-Viewer ein differenzierter Zugriff auf ausgewählte Projektdaten sowie die für die Modellvalidierung genutzten Beschaffenheitsdaten (Viewer für OWK- und GWK-Beschaffenheitsmessstellen) ermöglicht. Dieser schließt das webbasierte Visualisieren, Auswerten und Herunterladen von Eingangs- und Ergebnisdaten bzw. -karten in unterschiedlichen Umfängen und Informationstiefen mit unterschiedlich wählbarer hydrologischer oder administrativer Gebietsgeometrie für die jeweils im Modell hinterlegten, fachthemen Teilebenen ein.

*Vortragende(r)

4.15 WEBBASIERTE AUSWERTUNG UND VISUALISIERUNG VON NÄHRSTOFFMONITORINGDATEN IM ELBEEINZUGSGEBIET.

Micha Gebel*, Mario Uhlig, Stephan Bürger, Gregor Ollesch, Michael Trepel

Zusammenfassung

Einträge der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor belasten trotz erheblicher Anstrengungen in der Vergangenheit weiterhin das Grundwasser und die Oberflächengewässer und behindern in zahlreichen Wasserkörpern die Erreichung der Umweltziele der Wasserrahmenrichtlinie im Einzugsgebiet der Elbe. Um die Belastung der Gewässer durch Maßnahmen wirksam zu verringern, werden fundierte Kenntnisse der Quellen und Eintragspfade in ausreichend guter räumlicher und zeitlicher Auflösung benötigt. In der FGG Elbe wurde zur Vorbereitung der Aktualisierung des Bewirtschaftungsplans für den Zeitraum 2016 bis 2021 ein Nährstoffbilanzierungsmodell (MONERIS) genutzt und unterschiedliche Szenarien berechnet. Im Ergebnis konnten räumliche Schwerpunkte der Eintragsquellen und -pfade identifiziert und die Wirkung ausgewählter Maßnahmen abgeschätzt werden. Als ergänzende Grundlage zur Entwicklung einer Nährstoffmanagementstrategie wurden im von der FGG Elbe beauftragten Vorhaben „Auswertung und Darstellung von Nährstoffmonitoringdaten im Elbeeinzugsgebiet“ bestehende Zeitreihendaten der Gewässerüberwachung zentral abgelegt und automatisiert ausgewertet und bewertet, um langfristige Trendentwicklungen, räumliche Heterogenitäten und Ursachen-Wirkungsbeziehungen zu erkennen. Die übergebenen Zeitreihendaten für N (Ammonium, Nitrit, Nitrat, Gesamt-Stickstoff), P (Orthophosphat, Gesamt-Phosphor), Sauerstoffgehalt, pH-Wert, Abfluss und Wassertemperatur zu insgesamt 50 Messstationen wurden in einer serverbasierten Datenbank abgelegt und unter Nutzung des Programmpakets R statistisch ausgewertet. Die Ergebnisdokumentation erfolgt in Form von messstellenbezogenen Stationslisten und umfasst neben statistischen Kennwerten u.a. auch Korrelationsrechnungen, Mann-Kendall Tests, Bruchpunktanalysen, Frachtberechnungen sowie Abgleiche mit Orientierungswerten. Für den Download der Stationslisten sowie die darüber hinausgehende Visualisierung von Grundlagendaten, Auswertungs- und Bewertungsergebnissen in Form von Karten, Diagrammen und Tabellen wurde eine interaktive Webanwendung konzipiert, die die Ergebnisse der deskriptiven und explorativen Statistik visualisiert und für den Nutzer online vorhält. Zusätzlich erfolgt eine Bewertung der Parameter nach Oberflächengewässerverordnung (OGewV) sowie ein Abgleich mit den bestehenden Modellergebnissen der abgeschlossenen Nährstoffbilanzierungsmodellierung mit MONERIS und deren pfadbezogener Auswertung. Die aufgebaute Technologie und Datenbankumgebung kann zukünftig sowohl hinsichtlich der Aufnahme zukünftiger Messkampagnen, weiterer Messstellen, zusätzlicher Messgrößen als auch weiterer Parameter (z.B. Ergebnisse aus Modellen, weiterführende Modellauswertungen, weitere Ursache-Wirkungsbeziehungen) problemlos fortgeschrieben werden. Der Zugang zur interaktiven Webanwendung „Messstellenviewer FGG Elbe“ erfolgt browserbasiert über die Adresse „www.visdat.de/elbe“

*Vortragende(r)

4.16 WECHSELWIRKUNG VON ABFLUSS- UND STICKSTOFFDYNAMIK IM MESOSKALIGEN FLUSSEINZUGSGEBIET DER BODE, DEUTSCHLAND.

Christin Müller*, Matthias Zink, Luis Samaniego, Ronald Krieg, Ralf Merz, Michael Rode, Kay Knöller

Zusammenfassung

Stickstoffkonzentrationen in Flüssen Deutschlands überschreiten laut EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und der EU-Meeressstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) im Mittel immer noch die Grenzwerte an den Flussmündungen zu Ost- und Nordsee (Voß et al. 2010). Um Quell- und Umsetzungsprozesse von Stickstoff für Gegenmaßnahmen zu erfassen, haben wir regelmäßig stichtags- und ereignisbezogenen Wasserproben unterschiedlicher Kompartimente genommen (Niederschlag, Flusswasser und Grundwasser). Das Untersuchungsgebiet umfasste 133 Probenahmestellen im Flusseinzugsgebiet der Bode (Größe: 3200 m²), welches sich vom Harz bis zur Magdeburger Börde erstreckt. Mit Hilfe hydrochemischer Analysen und Messung stabiler Isotope (²H/¹⁸O-H₂O, ¹⁵N/¹⁸O-NO₃-) war es möglich Nitratquellen und mögliche Umsetzungsprozesse (bakterielle Nitrifizierungs- und Denitrifizierungsprozesse) zu ermitteln. Um Aussagen zu Nitratfrachten zu ermöglichen, wurden Abflussmengen an allen Probenahmestellen mit Hilfe des mesoskaligen Hydrologischen Modells (mHM) simuliert (Samaniego et al. 2010, Kumar et al. 2013). Grundlage dafür bildeten die Q-Zeitreihen des Landesamtes für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft (LHW). Im Rahmen dieser Studie konnte festgestellt werden, dass unterschiedliche Landnutzungstypen (Wald, Grünland und Landwirtschaft) charakteristische Nitratsignaturen aufweisen. Je kleiner die betrachteten Teileinzugsgebiete waren, umso weniger fielen potentielle Mischungsprozesse ins Gewicht. Des Weiteren konnten Abhängigkeiten zwischen der hydrologischen Situation während des Monitorings (Hoch- oder Niedrigwasser) und der Mobilisierung unterschiedlicher Nitratpools festgestellt werden (Mueller et al. 2016, Müller et al. 2018). Eine ausschlaggebende Rolle spielen hier Verweilzeiten des Wassers in der ungesättigten Zone für die biologische Umsetzung von N-haltigen Komponenten und dem anschließenden Transport in den Fluss.

Kumar, R.; Samaniego, L.; Attinger, S. (2013): Implications of distributed hydrologic model parameterization on water fluxes at multiple scales and locations. *Water Resources Research*, 49, p. 360379.

Mueller, C.; Zink, M.; Samaniego, L.; Krieg, R.; Merz, R.; Rode, M.; Knöller, K. (2016): Discharge Driven Nitrogen Dynamics in a Mesoscale River Basin As Constrained by Stable Isotope Patterns, *Environmental Science and Technology*, 50, p. 9187-9196.

Müller, C.; Musolff, A.; Strachauer, U.; Brauns, M.; Tarasova, L.; Merz, R.; Knöller, K. (2018): Tomography of anthropogenic nitrate contribution along a mesoscale river, *Science of the Total Environment*, Vol. 615, p. 773-783.

Samaniego, L.; Kumar, R.; Attinger, S. (2010): Multiscale parameter regionalization of a grid-based hydrologic model at the mesoscale, *Water Resources Research*, 46 (5), W05523.

Voß, J.; Knaack, J.; Weber, von M. (2010): Ökologische Zustandsbewertung der deutschen Übergangs- und Küstengewässer 2009, *Meeresumwelt Aktuell Nord- und Ostsee*, 2010/2, Bund-Länder Messprogramm.

*Vortragende(r)

4.17 SICKERWASSERUNTERSUCHUNGEN AN LANGJÄHRIG BETRIEBENEN DEZENTRALEN VERSICKERUNGSMULDEN ZUR ABLEITUNG NACHHALTIGER NUTZUNGSKONZEPTE.

Arne Reck* , Eva Paton, Björn Kluge

Zusammenfassung

Die dezentrale Versickerung von Niederschlagsabfluss bietet gegenüber konventionellen Methoden der Regenwasserbewirtschaftung klare ökologische und ökonomische Vorteile. Während die technische Ausführung von dezentralen Versickerungsmulden bei Neubau klar geregelt ist, gibt es wenig systematische Erkenntnisse bezüglich der Funktionserfüllung von langjährig betriebenen Anlagen. Unsicherheiten betreffen vor allem die Dauer einer effektiven Schadstoffretention in Versickerungsmulden. Deshalb werden für die wasserrechtliche Erlaubnis von dezentralen Anlagen hohe Sicherheitsaufschläge bezüglich der Betriebsdauer angesetzt, was den ökonomischen Vorteil dezentraler Regenwasserbewirtschaftung gegenüber konventioneller Bewirtschaftung deutlich schmälert. Innerhalb des Projekts KONVERT werden drei langjährig (15-20 Jahre) betriebene Versickerungsmulden hinsichtlich ihres Austragsrisikos für Schwermetalle untersucht. Fokus der Untersuchung bildet eine eventgesteuerte Beprobung von Sickerwasser, um die mobile Fraktion von Schwermetallen im Muldensubstrat qualitativ abzuschätzen. Um die jahreszeitliche Dynamik der Schwermetallmobilisierung zu berücksichtigen, wird die gesamte Messung über min. ein Jahr ausgeführt. Gleichzeitig werden die meteorologischen Randbedingungen für jede Mulde über den gesamten Zeitraum aufgezeichnet und um eine detaillierte Aufnahme des Ist-Zustands (räumlich aufgelöster Absolutgehalt an Schwermetallen, Sorptionsparameter) zu Beginn der Messperiode ergänzt. Die Daten werden für eine nachgeschaltete bodenhydrologische und -chemische Simulation genutzt. Dadurch kann das langfristige Gefährdungspotential für einen Schwermetallaustrag aus Versickerungsmulden prognostiziert werden. Des Weiteren wird mittels szenarienbasierter Modellierung die Leistungsfähigkeit von Versickerungsmulden unter verschiedenen Entwicklungen (Instandhaltungs- und Erneuerungszyklen) abgeschätzt. Schlussendlich bildet die Synthese aus gemessenen und modellierten Ergebnissen die Grundlage, um Empfehlungen für die Praxis auszusprechen, wie eine nachhaltige Nutzung von dezentralen Versickerungsanlagen gewährleistet werden kann. Im Rahmen unseres Beitrags wird die Projektskizze, Aufbau und Funktion der Messstellen, sowie erste Ergebnisse vorgestellt.

*Vortragende(r)

4.18 VERGLEICHENDE MODELLIERUNG DES WASSERHAUSHALTES URBANER RÄUME FÜR VERSCHIEDENE REGENWASSERBEWIRTSCHAFTUNGSANSÄTZE.

Tobias Schütz*, Andreas Steinbrich, Hannes Leistert, Thomas Brendt, Markus Weiler

Zusammenfassung

Der langfristige Wasserhaushalt bebauter Gebiete wird sowohl durch die vorherrschenden hydro-klimatischen Bedingungen als durch Bebauungsstruktur und Oberflächeneigenschaften sowie die eingesetzten Regenwasserbewirtschaftungssysteme geprägt. Für den in den letzten Jahren verstärkt eingesetzten Ansatz der nachhaltigen Siedlungsentwässerung spielen neben Gründächern vor allem Versickerungsanlagen eine zentrale Rolle. Die hohe Sickerleistung dieser Anlagen gewährleistet zwar in der Regel den Rückhalt der anfallenden Wassermengen, hat aber auch einen gravierenden Einfluss auf die lokale Grundwasserneubildung. Diese Besonderheit urbaner Einzugsgebiete verlangt Berücksichtigung in hydrologischen Modellen, die für die Simulation des Wasserhaushalts von Siedlungsflächen genutzt werden. Dazu kommt, dass üblicherweise die Auswirkung der Regenwasserbewirtschaftung auf die Wasserbilanz auf der Zeitskala von einzelnen Niederschlags-Abflussereignissen betrachtet wird und damit die eher langfristigen Komponenten wie Grundwasserneubildung und Verdunstung schlechter bewertet werden können. Im Rahmen dieses Konferenzbeitrages wird folgenden Fragen nachgegangen: Lässt sich ein Einfluss des Einsatzes von nachhaltigen Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen auf den Anfall von Oberflächenabflüssen in Trenn- und Mischsystemen quantifizieren? Besteht ein Zusammenhang zwischen der eingesetzten Form der Regenwasserbewirtschaftung und dem Fremdwasseranfall? Die Antworten auf diese Fragen werden mit dem neu entwickelten datenbasierten und nicht kalibrierten Wasserhaushaltsmodell UrbanRoGeR anhand der kontinuierlichen Wasserhaushaltssimulation (Abflussbildung, Grundwasserneubildung und Verdunstung) zweier Freiburger Stadtteile für das Jahr 2016 gegeben. Die Modellanwendung wird mit einer zeitlichen Auflösung von 10 Minuten und einer räumlichen Auflösung von 1 m² für die zwei im Trenn- bzw. Mischsystem entwässerten Stadtteile (1.25 bzw. 1.3 km²) betrieben. Um die Ergebnisse der Modellentwicklung gegen die aktuelle Praxis zu prüfen, werden mit dem Niederschlags-Abfluss-Modell KOSIM 6.3 XL und dem hydrodynamischen Abflussbildungs- und Abflusstransportmodell Hystem-Extran (ITWH) ebenfalls die Teileinzugsgebietsabflüsse und der Mischwasserabfluss simuliert. Im Vergleich der Modellergebnisse wird der Einfluss der beiden Siedlungsentwässerungssysteme auf den Anfall von Regenwasserabflüssen direkt quantifiziert. In Abhängigkeit der umgesetzten Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung lässt sich zwischen der zeitlichen Dynamik der Grundwasserneubildung und der Dynamik des Fremdwasseranfalls ein Zusammenhang quantifizieren.

*Vortragende(r)

4.19 DAS MODELL FÜR DEN WASSERBEDARF VON HAMBURG – KOOPERATION VON FORSCHUNG UND PRAXIS BEI DER ENTWICKLUNG UND ANWENDUNG FÜR DAS RESSOURCENMANAGEMENT.

Oliver Schulz*, Stefan Liehr, Jörg Grossmann

Zusammenfassung

Unternehmen der öffentlichen Wasserversorgung stehen regelmäßig vor der Herausforderung, die zukünftigen Wasserbedarfe in ihrem Versorgungsgebiet abzuschätzen. Die Umsetzung einer Wasserbedarfsprognose für verschiedene Verbrauchergruppen und Versorgungszonen ist eine komplexe Aufgabe, für die Wasserversorger üblicherweise auf wissensbasierte und das Versorgungsgebiet zugeschnittene Modelllösungen zurückgreifen. Ein solches integriertes, langfristiges Prognosemodell wurde vom ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung und Partnern im Auftrag und mit Unterstützung von HAMBURG WASSER entwickelt und übergeben.

Das Excel-basierte Modell ist modular aufgebaut und verknüpft Teilergebnisse für die Sektoren Haushalte, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen, Industrie und Sonstige zu einer schrittweisen Gesamtprognose bis 2045. Hochaufgelöste Verbrauchs- und Geodaten bis hinunter zur Adressebene, kombiniert mit Daten aus Kundenbefragungen, liefern die Grundlage für die Ableitung von statistischen Zusammenhängen zwischen spezifischen Verbräuchen und Einflussgrößen. Für Szenarien des zukünftigen Wasserbedarfs werden gängige Prognosen der Entwicklung von Bevölkerung, Wirtschaft und Wohnungsbau sowie Einschätzungen von Experten zur Effizienzentwicklung und des Wasserversorgers zum Versorgungsgebiet genutzt. Ergebnisse stellen Spannbreiten möglicher Entwicklungen für Stadtteile, Versorgungszonen und das Gesamtgebiet dar. Der Versorger aktualisiert regelmäßig die wesentlichen dynamischen Daten, wie die Bevölkerungszahlen, vergleicht die Prognoseergebnisse auf der Basis der neuen Daten mit der aktuellen Verbrauchsentwicklung und zieht daraus Rückschlüsse für das Management.

Die weitere Modellentwicklung und -anwendung führten zu einer Modellstruktur und einer Auswahl der Datengrundlage, die es ermöglichen, den Anforderungen der Praxis bestmöglich gerecht zu werden. Darüber hinaus förderte der Modellansatz mit einer differenzierteren Kategorisierung der Verbrauchsstellendaten nach Wirtschaftszweigen für Unternehmen mit hohem Wasserbedarf zu besseren Einblicken in Stand und Entwicklung von branchenspezifischen Verbräuchen. Die Praxisorientierung des Modells sowie die Validität bisheriger Prognoseergebnisse führten zu einer breiteren Nutzung der Ergebnisse durch den Wasserversorger. So wird das Modell inzwischen nicht nur in der wasserwirtschaftlichen Planung eingesetzt, sondern liefert auch den Planungsrahmen für die Bemessung der Förder- und Aufbereitungskapazitäten. Aufgrund der verbesserten Analyse der witterungsbedingten Schwankungsbreite des Wasserbedarfs (so genannter Nass-Trockenjahrkorridor) kann das Modell nun auch für die Planung und Prognose des Betriebsergebnisses eingesetzt werden.

*Vortragende(r)

4.20 TALSPERREN ANPASSUNGSSTRATEGIE KLIMAWANDEL TASK.

Hubert Lohr* , Sandra Richter, Felix Froehlich

Zusammenfassung

Innerhalb des Vorhabens werden Anpassungs- und Managementstrategien für Talsperren entwickelt, die das sich verschiebende Niederschlagsregime berücksichtigen und daraus resultierende Abflussverhältnisse sowie deren Auswirkungen auf den Talsperrenbetrieb in den Fokus nehmen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem frühzeitigen Erkennen von Trockenperioden. Die Anpassung des Talsperrenbetriebs hin zu einer Dynamisierung wird modellhaft entwickelt. Geeignete Indikatoren werden identifiziert und weiterentwickelt, um Handlungsbedarf frühzeitig festzustellen und einen mit der Aufsichtsbehörde abgestimmten Handlungsleitfaden zu erarbeiten. Kooperationspartner sind Talsperrenbetreiber und Aufsichtsbehörden aus Nordrhein-Westfalen und Sachsen. Von zentraler Bedeutung für das Vorhaben sind, neben Messdaten, hydrometeorologische Indizes. Da Indizes unterschiedliche Trägheiten und Wirkungszeiträume besitzen, liefern sie die Möglichkeit für einen vorausschauenden Betrieb. Innerhalb des Vorhabens wird geprüft, welche Qualität Indizes in der Früherkennung von hydrologischem Stress oder besonders dynamischen Bedingungen haben. Die geeignetsten Indizes werden zusätzlich mit Vorhersagedaten von Klimazentren berechnet, um eine Erweiterung der Früherkennung zu erreichen. Zunächst wurde der Standardized Precipitation Index SPI herangezogen und für verschiedene Messstationen in Deutschland berechnet. Niederschlagsvorhersagedaten über neun Monate werden als monatliche Werte von der Amerikanischen Wetter und Ozeanographiebehörde NOAA zur Verfügung gestellt. Für die Bias Korrektur dieser Daten wurden zwei Verfahren angewendet, das Quantil Mapping und die Bildung von Monatsfaktoren. Das Ergebnis lässt sich mit Kennwerten wie Pearson-Koeffizient, BIAS-Fehler, mittlerer absoluter Fehler und mittlere quadratische Abweichung bewerten. Ein direkter Vergleich der ursprünglichen NOAA-Werte mit den Werten der Stationen ergab, dass die Amplituden nicht ausreichend reflektiert werden. Die Bias-Korrektur führte dazu, dass die gemessenen Wertebereiche abgedeckt und zwischenjährliche Muster repräsentiert werden. Basierend nur auf Messdaten (sicheres Wissen) und im Vergleich dazu mit unterschiedlichen Anteilen Messdaten und biaskorrigierten NOAA Vorhersagedaten wurde der SPI für unterschiedliche Aggregationsperioden berechnet. Der SPI, der NOAA-Prognosedaten beinhaltet, zeigt eine gute Übereinstimmung mit dem ausschließlich mit Messdaten berechneten SPI bzgl. der Aussagen über bevorstehende Trockenperioden. Fazit ist, dass korrigierte NOAA Vorhersagedaten repräsentativ für die gemessenen Daten sind. Die Anwendung einer 2-stufigen Bias-Korrektur führte zu signifikanten Verbesserungen. Die Verwendung von Indizes führt weiterhin zu mehr Sicherheit bei der Früherkennung von Dürreperioden. NOAA Vorhersagen können zur Prognose von Tendenzen des hydrologischen Systems verwendet werden. Verschiedene Aggregationsperioden für die Indizes liefern ähnlich gute Ergebnisse. Das Vorhaben endet in 2019.

*Vortragende(r)

4.21 REGIONAL CLIMATE PROJECTION USING STATISTICAL DOWNSCALING MODEL AND ITS APPLICATION IN HYDROLOGICAL MODELLING IN EAST AFRICA.

Solomon Gebrechorkos*, Stephan Hülsmann, Christian Bernhofer

Zusammenfassung

Agricultural productivity in Sub-Saharan Africa (SSA) is low due to poor natural resource management and limited capacities to adapt to adverse weather and climate variabilities. Currently, climate information with higher spatial and temporal resolution is increasingly demanded for developing sustainable adaptation measures to mitigate the impact of projected changes in climate. Recent climate projections are available at coarser spatial resolutions, grid size of greater than 100 km from Global Climate Models (GCMs). Current impact assessment models, however, require high resolution and quality, consistent, and long-time series of daily weather series to generate valuable research outputs. In this study, therefore, the Statistically Down-Scaling Models (SDSM), most widely used, is used to generate high resolution of climate data from GCMs required for impact assessment studies in East Africa. Before the downscaling process the model is calibrated (1961-1990) and validated (1991-2005) using observed daily rainfall and maximum and minimum temperature data from 214 stations. The result shows that rainfall during the short rain season (October-December) is projected to increase in large parts of the region in the 20s, 50s, and 80s. On the other hand, rainfall during the long-rain season (March-May) is projected to increase in Kenya and west part of Ethiopia and decrease in Tanzania in the 20s, 50s, and 80s. On regional level, annual rainfall and temperature are projected to increase throughout the 21 century. Regionally downscaled data with higher resolution will allow assessing the impacts of climate change on the soil-water budget and river flows in selected basins of East Africa.

*Vortragende(r)

4.22 BERÜCKSICHTIGUNG VON UNSICHERHEITEN IM WASSERMANAGEMENT AUS DER PERSPEKTIVE VON WISSENSCHAFT UND PRAXIS – PRÄSENTATION DER ERGEBNISSE DER UMFRAGE IM RAHMEN DES TAGS DER HYDROLOGIE 2015 IN BONN.

Britta Höllermann*

Zusammenfassung

Im Rahmen eines Dissertationsprojekts wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Tags der Hydrologie 2015 in Bonn zu ihrer Wahrnehmung und ihrem Umgang mit Unsicherheiten in ihrer alltäglichen Praxis befragt. Die Umfrage ist ein Teilprojekt im Rahmen des Dissertationsvorhabens und ergänzt Experteninterviews sowie qualitative Systemanalyse zum Thema „Integration von Unsicherheiten in Planungs- und Entscheidungsprozesse“. Hier wurde ein besonderer Fokus auf den Unterschied zwischen Wissenschaft und Praxis gelegt um einen Beitrag zum sogenannten Science-Practice-Gap zu leisten. Die Auswertung zeigt beispielsweise, dass das Relevanzempfinden zur Berücksichtigung von Unsicherheiten innerhalb der Gruppe der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler höher ist gegenüber den Praxisakteuren. Interessanterweise ist der Unterschied zwischen diesen beiden Gruppen jedoch weniger auffällig als der Unterschied zwischen den verschiedenen Erfahrungsstufen. Hier zeigt sich, je mehr Erfahrung der jeweilige Akteur hat, desto sensibler ist sie/er gegenüber Unsicherheiten. Konsequenterweise wurden daher in der gesamten Analyse der Umfrage neben der Unterscheidung der Berufsgruppen auch die Erfahrungsklassen betrachtet. In diesem Beitrag möchte ich gerne den Teilnehmerinnen und Teilnehmern des Tags der Hydrologie 2018 in Dresden weitere und z.T. nicht veröffentlichten Ergebnisse zugänglich machen und Raum für Diskussion bieten.

*Vortragende(r)

4.23 GEFAHREN UND AUSWIRKUNGEN VON DÜRRE MESSEN – EINE KOMBINATION DES DEUTSCHEN DÜRREMONITORS UND DES EUROPEAN DROUGHT IMPACT REPORT INVENTORY.

Alina Herber*, Veit Blauhut, Kerstin Stahl, Andreas Marx

Zusammenfassung

Dürren zählen in Deutschland zu den verlustreichsten Naturkatastrophen und verursachen eine Vielzahl an negativen, direkten und indirekten Auswirkungen auf sozio-ökonomische und ökologische Sektoren. Zum Erlangen eines besseren Verständnisses über die Dürreursachen und -folgen ist ein Monitoring und Erforschen von Dürreindikatoren sowie der Auswirkungen in Deutschland unerlässlich. Der „Deutsche Dürremonitor“ (www.ufz.de/duerremonitor) stellt u.a. täglich aktuell den Bodenfeuchteindex SMI in einer Auflösung von 4x4 km² über zwei Bodentiefen zur Verfügung. Das „European Drought Impact Report Inventory“ (www.europeandroughtcentre.com) der hydrologischen Professuren der Universität Freiburg beherbergt eine Sammlung kategorisierter Berichte zu Dürreauswirkungen auf verschiedenen administrativen Ebenen. Durch die Kombination der historischen Daten dieser Informationsquellen können sektorspezifische Schwellenwerte zum Auftreten von Dürreauswirkungen bestimmt werden. In dieser Arbeit wurden verschiedene Methoden zur Bewertung des Zusammenhangs zwischen Dürreindikatoren und Wirkungsberichten untersucht. Dabei konnten Zusammenhänge zwischen den Monitoring Variablen und Auswirkungen auf die Land- und Viehwirtschaft, sowie auch auf Abflussmengen bezogene Auswirkungen demonstriert werden. Insbesondere wurde dabei die unterschiedliche Eignung der Indizes für Gesamt- und Oberboden sowie der Wasserbilanzindizes mit potentieller und aktueller Verdunstung verglichen. Die Analyse zeigt ein Nord-Südgefälle mit tendenziell stärkeren Korrelationszusammenhängen in den südlichen Regionen Deutschlands. Bei differenzierten Untersuchungen der Land- und Viehwirtschaftlichen Auswirkungen nach Landnutzungsklassen konnte ein mehrmonatiger Zeitversatz zwischen den Dürresignalen der Indikatoren und dem Auftreten der Auswirkungen für Dauerkulturen, Grünland und heterogene landwirtschaftliche Flächen quantifiziert werden. Im Vergleich von Bodenfeuchtevariablen mit Niederschlag und Verdunstung hat sich eine bessere Eignung der Bodenfeuchte als Indikator für berichtete Dürreauswirkungen gezeigt. Weiter konnte veranschaulicht werden, dass der bisher im Deutschen Dürremonitor angewandte Schwellenwert zur Klassifikation von Dürre eher zu niedrig gewählt ist.

*Vortragende(r)

4.24 USEFULNESS OF QUESTIONNAIRES TO ELICIT REQUIREMENTS FOR WEB-BASED DATA-PLATFORMS.

Kurt Brüggemann*

Zusammenfassung

Worldwide, over 80% of the wastewater is released into the environment without treatment. The international community has agreed on 'halving the proportion of untreated wastewater' by 2030 (SDG 6). There is a lack of information on the performance of treatment works as well as on generation, treatment and use of wastewater. Key to overcome this challenge is collecting, storing, analysing and sharing data as well as incorporating GIS technology. As nature-based solutions are a sustainable option for wastewater treatment, UNU-FLORES is developing a global web-platform about Constructed Wetlands for transferring monitoring data and other information about Constructed Wetlands to scientists and practitioners. Its main components, a comprehensive database and a WebGIS, shall support various stakeholder groups, such as researchers, planners, implementers, operators, regulators, and the public. Ultimately, the platform will promote multiple aspects regarding measuring, modelling and managing Constructed Wetlands. A two-stage questionnaire process was carried out to find out user requirements regarding the web-platform. The first questionnaire, collected contacts of further potential users and networks (snowball sampling), and gathered user requirements regarding elements and functions of the platform components. The second questionnaire aimed at measuring the necessity or importance of the previously suggested elements and components of the database and the WebGIS. Participants of the pre-survey responded that they expect to use the platform for the following purposes: - getting to know existing constructed wetlands, - providing evidence to further stakeholders, - deriving references for feasibility and design studies, - analysing measured performance data, - including data into national/international reports and information systems, and - teaching. Respondents suggested around 40 elements for the underlying data structure of the platform. The results of the second questionnaire are expected to indicate the necessity/importance of each of the suggested attributes, and to provide a ranking of desired platform functions. This second survey was carried out through an online tool. We expect to reach around 250 experts globally, making the survey results fairly representative of the actual needs. The results of these surveys will be compared with existing data, to develop a suitable data structure of the platform. The work aims at overcoming data scarcity by maximising the use of a variety of available data that is focused on the needs of stakeholders within the field of sustainable wastewater management. The work intends to support the standardization of design procedures for web-platforms and highlights the usefulness of questionnaires as a method for requirements elicitation. Ultimately, it contributes to an innovative solution within the measuring-modelling-managing triangle to help achieve sustainable wastewater treatment.

*Vortragende(r)

4.25 WASSERHAUSHALT EINER TORFMOOSKULTUR IN NIEDERSACHSEN.

Andreas Wahren*, Kristina Brust, Matthias Krebs, Greta Gaudig, Joosten Hans

Zusammenfassung

Torfmooskultivierung ist der Anbau von Torfmoosen (*Sphagnum*) als Kulturpflanze auf wiedervernässten Mooren und stellt eine nachhaltige Nutzungsoption für entwässerte und degradierte Moorstandorte bei flurnahen Moorwasserständen dar. Auf einem ehemaligen Hochmoorgrünland im "Hankhauser Moor" in Nordwestdeutschland (Niedersachsen, N 53 ° 15.80 'E 08 ° 16.05') wurde 2011 eine 4 ha große Torfmooskultur eingerichtet, die 2016 auf ca. 13 ha erweitert wurde. Ein Bewässerungssystem kontrolliert die Zu- und Abflüsse der Fläche. Die Wasserhaushaltskomponenten der Testfläche (Niederschlag, Zufluss, Evapotranspiration, Versickerung, Abfluss und die Änderung der gespeicherten Wassermenge im Torfkörper) wurden mittels eines kombinierten Ansatzes aus Messungen und Modellierungen bestimmt. Wasserverluste sind zum großen Anteil auf Evapotranspiration und unterirdischen Abstrom (Versickerung) zurückzuführen. Der unterirdische Abstrom erfolgt hauptsächlich horizontal hin zu den entwässerten Nachbarflächen. Aufgrund der Verluste ist der Niederschlag nicht ausreichend um stetig ausreichend nasse Bedingungen für das Torfmooswachstum zu gewährleisten. So kann während der Sommermonate der Verdunstungsanspruch der Torfmooskultur nicht durch den Niederschlag gedeckt werden, eine Bewässerung der Anbauflächen ist somit erforderlich. Der Abfluss von überschüssigem Wasser muss ebenfalls gewährleistet sein, um ein Überfluten der Torfmoose und damit verbundene Wachstumshemmung zu vermeiden. Wir stellen das Wassermanagement der Testfläche sowie die Wasserhaushaltskomponenten der Torfmooskultur während der hydrologischen Jahre 2012 - 2017 dar. Zudem ermitteln wir die notwendige Bewässerungsmenge der Torfmooskultur für die Aufrechterhaltung eines Wasserstandes kurz unterhalb der Torfmoosoberfläche.

*Vortragende(r)

4.26 DIE ANWENDUNG VON LYSIMETERN IN DER FORSTHYDROLOGISCHEN FORSCHUNG: MESSEN, MODELLIEREN UND MANAGEN.

Jürgen Müller*

Zusammenfassung

Lysimeter dienen heute weltweit der Erforschung von Ursachen-Wirkungsbeziehungen in den unterschiedlichsten Ökosystemen. Der Einsatz von Waldlysimetern ist wegen der besonderen Anforderungen an Tiefe und Oberfläche auf wenige Anlagen beschränkt. Die Nutzung von Lysimetern unterschiedlicher Bauart hat im Raum Eberswalde eine über hundertjährige Tradition. Bereits im Jahr 1907 wurden die ersten Untersuchungen mit kleinen Kiefern durchgeführt. Mit den 1972 am Standort Britz bei Eberswalde erbauten neun Großlysimetern mit einer Tiefe von 5 m und einer Oberfläche von 100 m² wurden Kennwerte des Wasserhaushaltes für die Baumarten Kiefer, Buche, Lärche und Douglasie ermittelt. Erweitert wurden die Untersuchungen durch die Begründung von Kiefern-Buchen- und Kiefern-Eichen-Mischbeständen im Jahr 1999. Ein wesentliches Ergebnis ist, dass die Baumart und die strukturellen Bedingungen des Kronendaches im hohen Maße die Höhe von Verdunstung und Grundwasserneubildung bestimmen. In Kiefernbeständen wurde mit Hilfe speziell entwickelter wägbare Lysimeter der Wasserverbrauch typischer Bodenvegetationsdecken ermittelt. Durch die entwickelte Messeinrichtung, eine Kombination von ungestörtem Bodenkörper ausreichender Dimension und Wägbarkeit bei Verzicht auf einen Lysimeterkeller sowie mobiler Einsatzmöglichkeit wird die Bilanzierung des Wasserhaushaltes für unterschiedliche Anwendungsfälle unter Freilandbedingungen mit vergleichsweise geringen Kosten möglich. Der große Vorteil der Lysimetertechnik besteht in der Möglichkeit der Bilanzierung von Energie- und Stoffflüssen in hoher zeitlicher Auflösung unter genau zu differenzierenden Bedingungen. Dies macht die Lysimeter für die verschiedensten Einsatzfelder in Wissenschaft und Praxis immer interessanter. Ergänzt werden diese Untersuchungen durch Messungen des Wasserflusses unterschiedlicher Baumarten in Waldbeständen außerhalb der Lysimeter zur Ableitung von Transferfunktionen zur Übertragung der Ergebnisse auf die Bestandes- und Landschaftsebene. Durch die Anwendung unterschiedlicher Methoden bei der Erfassung von Struktur- und Prozessparametern in den Waldökosystemen ist es möglich, die einzelnen Komponenten des Wasserhaushaltes vom Kultur- bis zum Baumholzstadium zu bestimmen und somit die Wechselbeziehungen zwischen den Strukturparametern der Vegetation und den in ihnen ablaufenden Prozessen des Wasserflusses zu quantifizieren. Dadurch wird die Ableitung von Handlungsempfehlungen für eine gezielte Waldbewirtschaftung möglich. Erst durch die Berücksichtigung der Besonderheiten des strukturellen Aufbaus des Waldes wird eine treffende Beurteilung der hydrologischen und ertragskundlichen Wirkungen möglich. Die Forstwirtschaft hat über Baumartenwahl und Bewirtschaftung die Möglichkeit, den Landschaftswasserhaushalt gezielt zu beeinflussen.

*Vortragende(r)

4.27 ANALYSEN LANGJÄHRIGER MESS- UND PROGNOSEREIHEN ZUR ENTSCHEIDUNGSUNTERSTÜTZUNG.

Marc Scheibel* , Paula Lorza, Alexander Lücke

Zusammenfassung

Ende des 19. Jahrhunderts wurden im Wuppereinzugsgebiet (unter anderem die erste Trinkwassersperrdeich Deutschlands) geplant und gebaut. Zur Planung herangezogen wurden seinerzeit Monatswerte weniger Jahre. Mit Bau und Betrieb der Anlagen begann eine kontinuierliche Erfassung des Wetters und somit auch des Niederschlages. Im Laufe der Jahrzehnte wuchsen die Messnetze und mit fortschreitender Technik die zeitliche Auflösung der Messungen. Hochaufgelöste Schreiberdaten und mittlerweile Radarbilder ermöglichen eine Kombination zur Ermittlung gebietsbezogener Niederschläge. Doch wie lässt sich der viel kürzere Zeitraum der hochaufgelösten Daten in die Kenntnisse zum langfristigen Klimaverhalten und den möglichen Entwicklungen des Klimas in der Zukunft einordnen? Am Beispiel einer repräsentativen Station werden die Zeitreihen und -abschnitte miteinander verglichen. Dies geschieht über verschiedene statistische Kenngrößen, welche eine wasserwirtschaftliche Kenngröße darstellen. Datenbasis sind: langjährige Tagesmesswerte (über hundert Jahre) Schreiberdaten unterschiedlicher Auflösung (über 50 Jahre) Niederschlagsradardaten (16 Jahre) Distrometerdaten (2 Jahre) Klimazeitreihen von regionalen Klimamodellen: downscaled Reanalyseprodukte Klimaprojektionen dekadische Ensemble-Vorhersagen Mittel- und Kurzfrist-Vorhersagen Über Trendanalysen und Häufigkeiten können für verschiedene Dauerstufen die einzelnen Zeitbereiche verglichen werden. Kürzere, aber höher zeitlich aufgelöste Daten können in ihrer Repräsentativität für längere Klimazeiträume eingeordnet und so die Zufälligkeiten der einzelnen Dekaden besser verstanden werden. Umgekehrt können vergangene Ereignisse genutzt werden um höher aufgelöste realistische Bemessungsniederschläge zu generieren. Dies bedeutet eine höhere Absicherung für Kenngrößen welche in der Wasserwirtschaft benötigt werden und die Einordnung aktueller Trends im Klimaverhalten. Verschiedene Indizes wie z.B. SPI und SPEI (für unterschiedliche Zeitbereiche) stellen robuste Kenngrößen für die Bewirtschaftung der Wasserressourcen dar. Diese Indices werden für die verschiedenen Zeitreihen berechnet und verglichen. Dies gibt die Möglichkeit bei aktuellen Prognosen eine frühzeitige Einordnung kommender Situationen und Ereignisse vorzunehmen und besser vorbereitet zu sein. Bei dekadischen Prognosen und Klimaprojektionen können zukünftige Ereignisse und Anomalien stabiler in Raum und Zeit identifiziert werden. Das räumliche Verhalten der Niederschlagszellen kann aus den Radardaten analysiert werden und auf Faktoren für Bemessungsniederschläge geschlossen werden, bzw. in Regionen, in denen keine hochaufgelösten Daten zur Verfügung stehen auch z.B. Tageswerte zeitlichen aufgeteilt werden. Da die Reflektivität der Radarstrahlen von der Form des Niederschlages abhängt werden Distrometer Daten zur Umrechnung herangezogen. In dem Beitrag werden die Methoden und Ergebnisse anhand des Beispiels dargestellt.

*Vortragende(r)