

Flussgebietsmodellierung und Flussgebietsmanagement im Kontext des Globalen Wandels



Veranstalter:

Prof. Dr. Markus Disse

Universität der Bundeswehr München
Institut für Wasserwesen -
Wasserwirtschaft und Ressourcenschutz



Prof. Dr. Erwin Zehe

Technische Universität München
FG Hydrologie und Flussgebietsmanagement



Prof. Ralf Ludwig & Prof. Dr. Karsten Schulz

Ludwig-Maximilians-Universität München
Department für Geographie
AG Umweltmonitoring
AG Umweltmodellierung



Herzlich willkommen!

Das Institut für Wasserwesen – Wasserwirtschaft und Ressourcenschutz der Universität der Bundeswehr in München, das Fachgebiet Hydrologie und Flussgebietsmanagement der Technischen Universität München und das Department für Geographie der Ludwig-Maximilians-Universität München begrüßen Sie recht herzlich zum 14. Workshop der Großskaligen Hydrologischen Modellierung in der Evangelischen Akademie in Tutzing. Die Tagungsreihe hat sich seit 1997 im deutschsprachigen Raum zu einer festen Größe in den hydrologischen Fachveranstaltungen entwickelt. Sie soll auch in diesem Jahr insbesondere dem wissenschaftlichen Nachwuchs ein Forum zur Präsentation und Diskussion der eigenen innovativen Arbeiten bieten und damit einen wesentlichen Beitrag zur Entwicklung neuer Ansätze in diesem dynamischen Forschungsfeld liefern.

Der diesjährige Workshop steht unter dem Motto „Flussgebietsmodellierung und –management im Kontext des Globalen Wandels“ und widmet sich in der guten Tradition dieser Veranstaltungsreihe der intensiven Diskussion aktueller Entwicklungen und neuer Erkenntnisse im Bereich der hydrologischen Modellierung. Der Globale Wandel, verstanden als Summe der Veränderungen globalen Ausmaßes, die durch das Wechselspiel menschlichen Handelns mit Prozessen in der natürlichen Umwelt hervorgerufen werden, erfasst nahezu alle Lebensbereiche und erfordert gerade im Hinblick auf das Management der Ressource Wasser ein fundiertes Verständnis der komplexen Systemzusammenhänge. Dabei stellt die Frage nach einer möglichen zukünftigen Entwicklung der Mensch-Umwelt-Systeme vor allem die hydrologischen Modellierer vor große Herausforderungen, da die Unterstützung von zukunftsweisenden Entscheidungen in Politik, Verwaltung und Industrie sowie die Entwicklung von Anpassungsstrategien an veränderte Rand- und Extrembedingungen immer stärker in das Kompetenzfeld der Wasserwissenschaften rückt.

Vor dem Hintergrund der disziplinären Vielfalt, widmet sich der Workshop in Tutzing drei Kernbereichen der hydrologischen Forschung und Modellentwicklung:

Hydrologische Projektionen und Unsicherheiten

Die Entwicklung sinnvoller und robuster Anpassungsoptionen an den Klimawandel ist in erheblichem Maße von der Identifikation und Quantifizierung der Unsicherheiten in Bezug auf Szenarien des Klimawandels, die Projektionen durch globale/regionale Klimamodelle sowie der nach geschalteten oder gekoppelten hydrologischen Modelle abhängig. Ein komplementäres Ziel ist das Finden einer Bemessungsgrundlage zum Verständnis der erforderlichen Komplexität prognosefähiger Modellansätze. Die Beiträge zu diesem Themenschwerpunkt beschäftigen sich mit der Bandbreite unterschiedlicher Methoden zur Bewertung von Klimamodelldaten in der Einzugsgebietshydrologie, der Analyse von Unsicherheiten und Modellsensitivität bis hin zur Verwendung hydrologischer Modellensembles für ein verbessertes (Prozess-)Verständnis der wasserwirtschaftlichen Klimafolgen.

Risikomanagement hydrologischer Extreme

Die Zunahme der Wahrscheinlichkeit hydrologischer Extreme zählt zu den Kernaussagen der Global Change Forschung. Diese Annahme stellt Politik und Verwaltung, aber auch Versicherer vor die Aufgabe eines zuverlässigen Managements einhergehender Risiken. Aus wissenschaftlicher Perspektive müssen hierfür Methoden erarbeitet werden, die auf der Grundlage kausaler Systemzusammenhänge robustere Vorhersagen erlauben und damit die Entwicklung von geeigneten Managementstrategien erst ermöglichen. Das Spektrum der eingereichten Beiträge reicht hier von der Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf hydrologi-

sche Extreme, Prozessbetrachtungen bei der Hochwasserentstehung, Wasserqualitätsfragen und Modellkalibrierungsstrategien bis hin zur Versicherungsperspektive auf hydrologische Risiken und die Umsetzung der EU-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie.

Skalenübergreifende Prozessmodellierung

Im Themenschwerpunkt "Skalenübergreifende Prozessmodellierung" werden zunächst Modellanwendungen und -entwicklungen für verschiedene Komponenten des hydrologischen Kreislaufs auf unterschiedlichen räumlichen Skalen vorgestellt. Im Vordergrund stehen dabei Fragen nach der Regionalisierbarkeit von einzelnen Prozessparametern und nach den Auswirkungen subskaliger Heterogenitäten auf das hydrologische Prozessgeschehen. Des Weiteren werden Konzepte vorgestellt und diskutiert, die subskaligen Heterogenitäten effektiv in größerskalige bzw. skalenübergreifende Modellkonzepte abzubilden. Dazu werden auch die Quantifizierbarkeit von Unsicherheiten in Bezug auf Eingangs- und Kalibrierdaten, sowie verwendeter Parameter und Modellstrukturen aufgegriffen.

Programm

Mittwoch, 03. November 2010	
<ul style="list-style-type: none"> - Anreise - Begrüßung & Gemeinsames Abendessen um 19:00 Uhr - Gemütlicher Ausklang in der Evangelischen Akademie 	
Donnerstag, 04. November 2010	
Session 1:	Hydrologische Projektionen und Unsicherheiten Chair: Ralf Ludwig
08:45 - 09:00	Begrüßung durch die Veranstalter
09:00 – 09:45 KEYNOTE	Prof Dr. Harald Kunstmann (IMK-IFU, KIT & Universität Augsburg) Hydrologische Projektionen und Unsicherheiten
09:45 – 10:10	<u>K. Bieger</u>, G. Hörmann, B. Schmalz, N. Fohrer Vergleich verschiedener Unsicherheitsanalyseverfahren für die Kalibrierung des Modells SWAT im Xiangxi-Einzugsgebiet, China
10:10 – 10:35	<u>H. Komischke</u> Vom Globalen Klimamodell zur Abflussmodellierung - Bandbreiten in der Modellierungskette
10:35 – 10:55	Kaffeepause
10:55 – 11:20	<u>F. Hattermann</u>, S. Huang Klimaszenarien und hydrologische Modellierung – Unsicherheiten, aber auch robuste Trends? – Die PIK Deutschlandstudie
11:20 – 11:45	<u>N. Köplin</u>, D. Viviroli, B. Schädler, R. Weingartner Räumlich und zeitlich hoch aufgelöste hydrologische Projektionen – Quantitative Abschätzung der Klimasensitivität Schweizer Einzugsgebiete
11:45 – 12:10	<u>S. Biskop</u>, P. Krause, J. Heimschrot Verwendung globaler und regionaler rasterbasierter Klimadatensätze für die hydrologische Modellierung - Anwendung im Nam Co Einzugsgebiet in Tibet
12:10 – 12:35	<u>S. Berger</u>, <u>S. Schmid</u>, R. Ludwig Anpassung des regionalen Flussgebietsmanagements an die Folgen des Klimawandels – Das Projekt QBIC ³ (Québec-Bavarian International Collaboration on Climate Change)
12:35 – 13:30	Mittagessen
13:35 – 14:30	Kurzvorstellung der Poster und Poster-Session

Session 2:	Risikomanagement hydrologischer Extreme Chair: Markus Disse
14:30 – 15:15 KEYNOTE	BRin Gabriele Merz (LfU München, Leitung Ref. 69 – EG-HWRMRL) Wasserwirtschaftliche Instrumente und Maßnahmen im Management von extremen Hochwasserereignissen
15:15 – 15:40	<u>J. Danneberg</u> Einfluss des Klimawandels auf hydrologische Extreme - Trendanalyse von Abflusszeitreihen in Thüringen
15:40 – 16:05	<u>S. Eisner, F. Voß</u> Statistische Biaskorrektur globaler Klimaprojektionen - Konsequenzen für die makroskalige Modellierung von Hochwasserabflüssen
16:05 – 16:20	Kaffeepause
16:20 – 16:45	<u>J. Schöberl, S. Achleitner, R. Kirnbauer, F. Schöberl</u> Der Einfluss der Schneedecke auf die Entstehung von extremen Hochwässern in vergletscherten Einzugsgebieten
16:45 – 17:10	<u>M. Wallner, U. Haberlandt, J. Dietrich</u> Vergleich verschiedener Kalibrierungsstrategien für die großskalige Hochwassermodellierung
17:10 – 17:35	<u>C. Hugenschmidt, M. Pfannenstill, N. Fohrer</u> Entwicklung von Managementstrategien zur Reduktion von Nährstoffbelastungen in Fließgewässern des Norddeutschen Tieflands
17:35 – 18:00	<u>M. Karnuth</u> Aspekte zur hydrologischen Gefährdungsabschätzung aus Sicht eines Rückversicherers
18:00 – 19:00	Fortsetzung der Poster-Session
Ab 19:00	Abendessen und gemeinsamer Ausklang
Freitag, 05. November 2010	
Session 3:	Skalenübergreifende Prozessmodellierung Chair: Erwin Zehe & Karsten Schulz
09:00 – 09:45 KEYNOTE	Univ.-Prof. Dr. Günther Blöschl (TU Wien, Leiter Ingenieurhydrologie) Skalenübergreifende Prozessmodellierung
09:45 – 10:10	<u>R. Barthel, D. Bendel, A. Bardossy</u> A new approach for regional scale groundwater assessment and regionalization based upon classification and hydrogeological similarity
10:10 – 10:35	<u>A. Gerner, G. Schmitz</u> Erfassung unscharfer Grenzen unterirdischer Einzugsgebiete – Fallbeispiel Oman
10:35 – 10:50	Kaffeepause
10:50 – 11:15	<u>H. Hoffmann-Dobrey, F. Portmann, P. Döll</u>

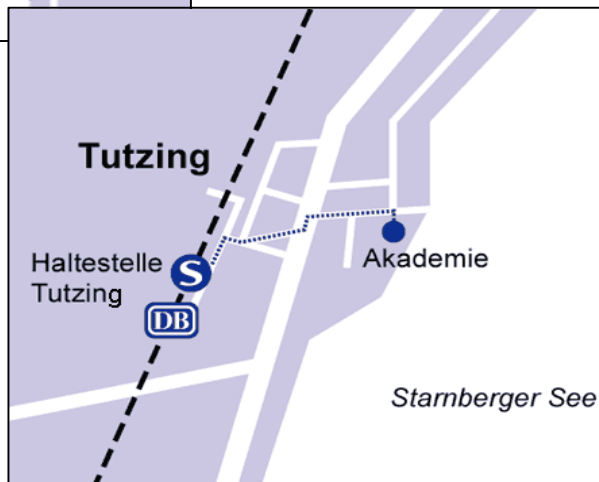
	Modeling the effect of groundwater withdrawals with the WaterGAP Global Hydrological Model
11:15 – 11:40	<u>M. Fink</u>, A. Künne, H. Kipka, P. Krause, W.-A. Flügel Regionalisierung von mesoskaligen Modellergebnissen auf die Makroskala mit Hilfe des Regressionsbaumverfahrens
11:40 – 12:05	<u>L. Zhang</u>, A. Wahren, K. Berkhoff, S. Herrmann, F. Wahren, K.-H. Feger Assessment of scenarios driven landscapes water budget – embedded in a model framework for land use planning’s decision support in mountainous southwest China
12:05 – 12:30	<u>M. Bernhardt</u>, K. Schulz The influences of modeled snow cover heterogeneity on the timing and intensity of melt water generation within an alpine catchment
12:30 – 13:30	Mittagessen
13:30 – 15:00	Abschlussdiskussion
15:00	Ende des Workshops und Verabschiedung der Teilnehmer

Poster-Session	
P01	<u>L. Zhang</u> Model-based assessment of water quality resulting from changes in land-use and climate as a basis for an Integrated Water Resources Management in dryland region of the Yellow River Basin (China)
P02	<u>C. Michel, C. Fischer</u> Entwicklung integrierter Methoden für die Optimierung hydrologischer Prozessmodelle und ihrer skalierten räumlichen Diskretisierung
P03	<u>S. Julich, L. Breuer, H.-G. Frede</u> Integrating heterogeneous landscape characteristics into watershed scale modelling
P04	<u>B. Schmalz, N. Fohrer, S. Jähnig, Q. Cai, K. Bieger</u> Integrierte Modellierung der Reaktion von aquatischen Ökosystemen auf Landnutzungs- und Klimaänderungen im chinesischen Poyang-Gebiet
P05	<u>S. Pakosch, M. Disse</u> Hochwasservorhersage in mesoskaligen Einzugsgebieten mit Hilfe von Fuzzy-Regeln
P06	<u>F. Heimann, D. Rickenmann, J.M. Turowski, A. Badoux, J.W. Kirchner</u> Auswirkungen des Klimawandels auf alpine Einzugsgebiete - Simulationen des Sedimenttransportes und seiner für das Flussgebietsmanagement relevanten Folgen
P07	<u>L. Dong, P. Marzahn, R. Ludwig</u> Exploiting multi-temporal ASAR imagery for field-scale surface soil moisture monitoring in a semi-arid environment
P08a	<u>R. Ludwig & The CLIMB Consortium</u> The CLIMB-project: Monitoring, Modelling and Managing Climate Change Impacts on the Hydrology in Mediterranean Basins
P08b	<u>S. Meyer, J. Maier, R. Ludwig</u> Climate Induced Changes on the Hydrology of Mediterranean Basins – Field studies for the preparation of large scale hydrological modelling in the Mediterranean
P09	<u>L. Gao, K. Schulz</u> Statistical temperature downscaling of ERA-Interim data using regression-based model
P10	<u>B. Mehdi, F. Ferber, B. Lehner, R. Ludwig</u> Implications of land use and climate change on water quality in agricultural watersheds

Anfahrt & Anschrift:



Schloßstraße 2,
82327 Tutzing
Telefon 08158 251-0,
Telefax 08158 996444



www.ev-akademie-tutzing.de



Inhaltsverzeichnis

Session 1: Hydrologische Projektionen und Unsicherheiten

S1 - 1. VERGLEICH VERSCHIEDENER UNSICHERHEITSANALYSEVERFAHREN FÜR DIE KALIBRIERUNG DES MODELLS SWAT IM XIANGXI-EINZUGSGEBIET, CHINA (K. BIEGER, ET AL.) 12
S1 - 2. VOM GLOBALEN KLIMAMODELL ZUR ABFLUSSMODELLIERUNG – BANDBREITEN IN DER MODELLIERUNGSKETTE (H. KOMISCHKE) 13
S1 - 3. KLIMASZENARIEN UND HYDROLOGISCHE MODELLIERUNG – UNSICHERHEITEN, ABER AUCH ROBUSTE TRENDS? – DIE PIK DEUTSCHLANDSTUDIE (F. F. HATTERMANN, S. HUANG) 14
S1 - 4. RÄUMLICH UND ZEITLICH HOCH AUFGELÖSTE HYDROLOGISCHE PROJEKTIONEN – QUANTITATIVE ABSCHÄTZUNG DER KLIMASENSITIVITÄT SCHWEIZER EINZUGSGEBIETE (N. KÖPLIN, ET AL.) 15
S1 - 5. VERWENDUNG GLOBALER UND REGIONALER RASTERBASIERTER KLIMADATENSÄTZE FÜR DIE HYDROLOGISCHE MODELLIERUNG - ANWENDUNG IM NAM CO EINZUGSGEBIET IN TIBET (S. BISKOP , ET AL.) 16
S1 - 6. ANPASSUNG DES REGIONALEN FLUSSGEBIETSMANAGEMENTS AN DIE FOLGEN DES KLIMAWANDELS - DAS PROJEKT QBIC ³ (QUÉBEC-BAVARIAN INTERNATIONAL COLLABORATION ON CLIMATE CHANGE) (S. BERGER, ET AL.) 17

Session 2: Risikomanagement hydrologischer Extreme

S2 - 1. EINFLUSS DES KLIMAWANDELS AUF HYDROLOGISCHE EXTREME - TRENDANALYSE VON ABFLUSSZEITREIHEN IN THÜRINGEN (J. DANNEBERG)	18
S2 - 2. STATISTISCHE BIASKORREKTUR GLOBALER KLIMAPROJEKTIONEN – KONSEQUENZEN FÜR DIE MAKROSKALIGE MODELLIERUNG VON HOCHWASSERABFLÜSSEN (S. EISNER, F. VOß)	19
S2 - 3. DER EINFLUSS DER SCHNEEDECKE AUF DIE ENTSTEHUNG VON EXTREMEN HOCHWÄSSERN IN VERGLETSCHERTEN EINZUGSGEBIETEN (J. SCHÖBER, ET AL.)	20
S2 - 4. VERGLEICH VERSCHIEDENER KALIBRIERUNGSSTRATEGIEN FÜR DIE GROßSKALIGE HOCHWASSERMODELLIERUNG (M. WALLNER, ET AL.)	21

S2 - 5. ENTWICKLUNG VON MANAGEMENTSTRATEGIEN ZUR REDUKTION VON NÄHRSTOFFBELASTUNGEN IN FLIEßGEWÄSSERN DES NORDDEUTSCHEN TIEFLANDS (C. HUGENSCHMIDT, ET AL.)	22
S2 - 6. ASPEKTE ZUR HYDROLOGISCHEN GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG AUS SICHT EINES RÜCKVERSICHERERS (M. KARNUTH)	23

Session 3: Skalenübergreifende Prozessmodellierung

S3 – 1. A NEW APPROACH FOR REGIONAL SCALE GROUNDWATER ASSESSMENT AND REGIONALIZATION BASED UPON CLASSIFICATION AND HYDROGEOLOGICAL SIMILARITY (R. BARTHEL, ET AL.)	24
S3 – 2. ERFASSUNG UNSCHARFER GRENZEN UNTERIRDISCHER EINZUGSGEBIETE: FALLBEISPIEL OMAN (A. GERNER, G. H. SCHMITZ)	25
S3 – 3. MODELING THE EFFECT OF GROUNDWATER WITHDRAWALS WITH THE WATERGAP GLOBAL HYDROLOGICAL MODEL (H. HOFFMANN-DOBREV, ET AL.)	27
S3 – 4. REGIONALISIERUNG VON MESOSKALIGEN MODELLERGEBNISSEN AUF DIE MAKROSKALA MIT HILFE DES REGRESSIONSBAUMVERFAHRENS (M. FINK, ET AL.)	28
S3 – 5. ASSESSMENT OF SCENARIO DRIVEN LANDSCAPES WATER BUDGET - EMBEDDED IN A MODEL FRAMEWORK FOR LAND-USE PLANNING'S DECISION SUPPORT IN MOUNTAINOUS SOUTHWEST CHINA (L. ZHANG, ET AL.)	29
S3 – 6. THE INFLUENCES OF MODELED SNOW COVER HETEROGENEITY ON THE TIMING AND INTENSITY OF MELT WATER GENERATION WITHIN AN ALPINE CATCHMENT. (M. BERNHARDT, ET AL.)	30

Poster

P1. MODEL-BASED ASSESSMENT OF WATER QUALITY RESULTING FROM CHANGES IN LAND-USE AND CLIMATE AS A BASIS FOR AN INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT IN DRYLAND REGION OF THE YELLOW RIVER BASIN (CHINA) (L.ZHANG)	31
P2. ENTWICKLUNG INTEGRIERTER METHODEN FÜR DIE OPTIMIERUNG HYDROLOGISCHER PROZESSMODELLE UND IHRER SKALIERTEN RÄUMLICHEN DISKRETISIERUNG (C. MICHEL, C. FISCHER)	32

P3. INTEGRATING HETEROGENOUS LANDSCAPE CHARACTERISTICS INTO WATERSHED SCALE MODELLING (S. JULICH, ET AL.).....	33
P4. INTEGRIERTE MODELLIERUNG DER REAKTION VON AQUATISCHEN ÖKOSYSTEMEN AUF LANDNUTZUNGS- UND KLIMAÄNDERUNGEN IM CHINESISCHEN POYANG-GEBIET (B.SCHMALZ, ET AL.).....	35
P5. HOCHWASSERVORHERSAGE IN MESOSKALIGEN EINZUGSGEBIETEN MIT HILFE VON FUZZY-REGELN (S. PAKOSCH UND M. DISSE).....	36
P6. AUSWIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS AUF ALPINE EINZUGSGEBIETE - SIMULATIONEN DES SEDIMENTTRANSPORTES UND SEINER FÜR DAS FLUSSGEBIETSMANAGEMENT RELEVANTEN FOLGEN (F.U.M. HEIMANN, ET AL.).....	37
P7. EXPLOITING MULTI-TEMPORAL ASAR IMAGERY FOR FIELD-SCALE SURFACE SOIL MOISTURE MONITORING IN A SEMI-ARID ENVIRONMENT (L. DONG, ET AL.).....	38
P8A. CLIMB - CLIMATE INDUCED CHANGES ON THE HYDROLOGY OF MEDITERRANEAN BASINS – REDUCING UNCERTAINTY AND QUANTIFYING RISK (R. LUDWIG & THE CLIMB CONSORTIUM)	39
P8B. CLIMB - CLIMATE INDUCED CHANGES ON THE HYDROLOGY OF MEDITERRANEAN BASINS – REDUCING UNCERTAINTY AND QUANTIFYING RISK - THE CASE STUDIES (S. MEYER, J. MAIER, R. LUDWIG)	39
P9. STATISTICAL TEMPERATURE DOWNSCALING OF ERA-INTERIM DATA USING REGRESSION-BASED MODEL (L.GAO, K. SCHULZ).....	40
P10. IMPLICATIONS OF LAND USE AND CLIMATE CHANGE ON WATER QUALITY IN AGRICULTURAL WATERSHEDS (BANO MEHDI, ET AL.).....	41
TEILNEHMERLISTE.....	42
NOTIZEN.....	45

S1 - 1. VERGLEICH VERSCHIEDENER UNSICHERHEITSANALYSEVERFAHREN FÜR DIE KALIBRIERUNG DES MODELLS SWAT IM XIANGXI-EINZUGSGEBIET, CHINA

K. Bieger, G. Hörmann, B. Schmalz, N. Fohrer

*Fachabteilung Hydrologie und Wasserwirtschaft,
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*

In der hydrologischen Modellierung bestehen erhebliche Unsicherheiten in Bezug auf die Eingangsdaten, die Modellstruktur und -parameter sowie die Referenzdaten, die zur Kalibrierung herangezogen werden. Insbesondere wenn hydrologische Modelle genutzt werden sollen, um den Einfluss zukünftiger Landnutzungen oder Managementmaßnahmen vorherzusagen, ist die Quantifizierung von Modellunsicherheiten unabdingbar. Es gibt zahlreiche Unsicherheitsanalyseverfahren, von denen fünf im Kalibrierungs- und Unsicherheitsanalyse-Programm SWAT-CUP (Abbaspour 2007) integriert sind. SWAT-CUP wurde speziell für die Kalibrierung von SWAT entwickelt und koppelt die Verfahren GLUE, ParaSol, SUFI-2, MCMC und PSO mit dem Modell (Arnold et al. 1998).

Die Modellierung des Xiangxi-Einzugsgebiets mit dem ökohydrologischen Modell SWAT erfolgt im Rahmen des chinesisch-deutschen Projektes „YANGTZE: Landnutzungswandel – Erosion – Massenbewegungen“, das vom BMBF gefördert wird. Der Xiangxi befindet sich in der chinesischen Provinz Hubei und ist ein 94 km langer Zufluss des Yangtze. Sein Einzugsgebiet umfasst eine Fläche von 3099 km². Da die Einmündung des Xiangxi in den Yangtze nur etwa 38 km oberhalb des Drei-Schluchten-Staudamms liegt, war in den vergangenen Jahren ein großskaliger Landnutzungswandel im Xiangxi-Einzugsgebiet zu verzeichnen, der sich auf den Bau des Staudamms und den Aufstau des Stausees zurückführen lässt. Die Auswirkungen dieses Landnutzungswandels auf die Wassermenge und -qualität im Xiangxi-Einzugsgebiet werden in der vorgestellten Studie mit Hilfe des Modells SWAT analysiert. Dabei werden die Veränderungen des Wasserhaushalts sowie des Sediment- und Phosphortransport unter ehemaligen, heutigen und zukünftigen Landnutzungsbedingungen simuliert.

Unsicherheiten werden vor allem dort erwartet, wo die Datengrundlage lückenhaft ist. Probleme im Xiangxi-Einzugsgebiet bestehen hier unter anderem durch die geringe Anzahl an Niederschlagsstationen und die entsprechend unzureichende Repräsentation der räumlichen Niederschlagsverteilung sowie die mangelnde Kenntnis vieler Parameter, z.B. in Bezug auf Bodenbearbeitung, Düngung und Punktquellen. Zudem können anthropogene Aktivitäten wie der im Xiangxi-Einzugsgebiet weit verbreitete Kiesabbau im Gewässerbett im Modell bislang nicht berücksichtigt werden. Da die Quantifizierung der Modellunsicherheiten unter der gegebenen, lückenhaften Datenverfügbarkeit von besonderer Bedeutung ist, wurde das Programm SWAT-CUP genutzt, um sowohl GLUE als auch ParaSol und SUFI-2 für die Kalibrierung des SWAT-Modells im Xiangxi-Einzugsgebiet anzuwenden und die verschiedenen Unsicherheitsanalyseverfahren zu vergleichen. Zudem wurde die Wahl verschiedener Zielfunktionen getestet, da auch dieser Aspekt einen wesentlichen Einfluss auf die Ergebnisse der Kalibrierung und Unsicherheitsanalyse haben kann.

S1 - 2. VOM GLOBALEN KLIMAMODELL ZUR ABFLUSSMODELLIERUNG – BANDBREITEN IN DER MODELLIERUNGSKETTE

H. Komischke

Bayerisches Landesamt für Umwelt; Referat 81: Klimawandel, Klimafolgen und Wasserhaushalt

Bei der Modellierung des Wasserhaushalts mit Klimaprojektionen ergibt sich aus der genutzten Modellkette Globales Klimamodell – Regionales Klimamodell – Wasserhaushaltsmodell eine mögliche Bandbreite an Ergebnissen, die bisher kaum Berücksichtigung in der Anwendung findet. Häufig beschränken sich in Deutschland durchgeführte Untersuchungen auf einzelne Klimaprojektionen oder auf mehrere Klimaprojektionen, welche einen einheitlichen Antrieb (globales Klimamodell) verwenden. Dies kann zu einer eingeschränkten Betrachtung führen, in der die gesamte Bandbreite möglicher Klimaänderungen aus den Klimaprojektionen auch in den hydrologischen Projektionen nicht berücksichtigt wird.

Am Bayerischen Landesamt für Umwelt wurden verschiedene Untersuchungen durchgeführt, mit dem Ziel, die mögliche Bandbreite in dieser Modellkette für die einzelnen Modellierungsschritte besser zu erfassen. Neun verschiedene globale Klimamodelle des AR4/IPCC wurden für Süddeutschland betrachtet und für die Größen Temperatur und Niederschlag verglichen. Zudem wurde eine Anzahl für Bayern verfügbarer regionaler Klimaprojektionen genutzt und vor allem in ihrem Änderungssignal ausgewertet. Betrachtet wurden einerseits verschiedene regionale Klimaprojektionen basierend auf einem globalen Klimamodell, sowie beispielhaft eine regionale Downscalingmethode, angetrieben mit drei verschiedenen globalen Modellantrieben. Im letzten Schritt der Modellkette, der Abflussmodellierung, wurden ausgewählte regionale Klimaprojektionen für die Modellierung mit einem Wasserhaushaltsmodell (WaSiM-ETH) genutzt und deren Änderungssignale für verschiedene Abflusskennwerte nebeneinander gestellt.

Bei den Untersuchungen zeigt sich zum Beispiel deutlich, dass die Mehrheit der bisher in Deutschland verwendeten regionalen Klimaprojektionen die vorhandene Bandbreite der Globalmodellantriebe nicht wiedergibt. Aber auch diese regionalen Klimaprojektionen weisen basierend auf einem Globalmodellantrieb bereits eine Varianz auf, die sich in der darauf aufbauenden Wasserhaushaltsmodellierung widerspiegelt. Dazu werden beispielhaft einige Ergebnisse von hydrologischen Projektionen für Einzugsgebiete in Bayern dargestellt.

Die Bandbreite aus globalen und regionalen Klimaprojektionen stellt einerseits die Unsicherheit einzelner hydrologischer Projektionen dar, die bereits aus deren Antrieb resultiert und vermittelt andererseits einen Eindruck von dem möglichen Korridor an Veränderungen, abhängig von den gewählten oder verfügbaren Eingangsdaten. Es stellt sich aufgrund der zu beobachtenden Varianz aber auch die Frage, ob die Ergebnisse von Klimamodellen ohne weitere Bearbeitung für eine Wirkungsmodellierung wie die Wasserhaushaltsmodellierung genutzt werden können.

S1 - 3. KLIMASZENARIEN UND HYDROLOGISCHE MODELLIERUNG – UNSICHERHEITEN, ABER AUCH ROBUSTE TRENDS? – DIE PIK DEUTSCHLANDSTUDIE

F. F. Hattermann, S. Huang

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)

Viele Studien zeigen, dass der Wasserhaushalt in Mitteleuropa sehr sensitiv auf Änderungen im Klima reagiert. Dabei können die Ursachen unmittelbar sein, wie z.B. durch Änderungen im Niederschlag oder aber indirekt, z.B. über eine erhöhte Transpiration der Pflanzen verursacht durch eine längere Vegetationsperiode. Für eine nachhaltige Ressourcenplanung in der Wasserwirtschaft bedeutet dies, dass auf der Basis von Szenariensprojektionen mögliche Anpassungsstrategien entwickelt werden müssen.

Die vorgestellte Studie analysiert die Auswirkungen verschiedener Klimaprojektionen auf den Wasserhaushalt in den Flusseinzugsgebieten Deutschlands. Die verwendeten Klimaszenarien wurden durch je zwei dynamische und zwei statistische regionale Klimamodelle erzeugt. Anschließend wurde das öko-hydrologische Modell SWIM genutzt, um diese Klimaszenarien in Änderungen in den hydrologischen Prozessen und im Wasserhaushalt zu transformieren. Dies geschieht sowohl für Extreme (Hochwasser, Trockenperioden) als auch für die mittleren Verhältnisse. Aufbauend auf einer Sensitivitäts- und Unsicherheitsanalyse wird versucht, Trends und andere Strukturen in den Ergebnissen zu erklären.

S1 - 4. RÄUMLICH UND ZEITLICH HOCH AUFGELÖSTE HYDROLOGISCHE PROJEKTIONEN – QUANTITATIVE ABSCHÄTZUNG DER KLIMASENSITIVITÄT SCHWEIZER EINZUGSGEBIETE

N. Köplin, D. Viviroli, B. Schädler, R. Weingartner

Gruppe für Hydrologie, Geographisches Institut der Universität Bern

Ein veränderter klimatischer Input in ein hydrologisches System, wie etwa höhere Temperaturen und infolge dessen stärkere Schnee- und Gletscherschmelze oder ein hinsichtlich der Intensität, Dauer und jahreszeitlichen Verteilung veränderter Niederschlag, verändert auch das Abflussverhalten eines Einzugsgebietes. Hydrologische Kenngrößen (z.B. NQ, MQ, HQ) oder der Regimetyp eines Gebietes können von dieser Änderung betroffen sein. Es ist anzunehmen, dass nicht jedes Einzugsgebiet in gleicher Weise reagiert, sondern einige Gebiete kaum oder verzögert, andere hingegen verstärkt ansprechen. Eine vertiefte Kenntnis der Änderungen ist daher Grundlage für eine nachhaltige Bewirtschaftung des zukünftigen Wasserdargebots und für die vorausschauende Planung von beispielsweise Hochwasserschutzmaßnahmen. Für eine heterogene Gebirgsregion wie die Schweiz sind hydrologische Projektionen auf Basis räumlich und zeitlich hoch aufgelöster Szenarien dabei unumgänglich. Im Rahmen des projizierten Klimawandels bis 2100 werden für die Schweiz eine generelle Temperaturzunahme sowie räumlich und zeitlich veränderte Niederschlagsmuster erwartet. Ziel des hier vorgestellten Projekts ist die Ermittlung von Einzugsgebieten, die in diesem Zeitraum bereits sensitiv auf ein verändertes Klima reagieren.

Untersuchungsgegenstand sind ca. 200 mesoskalige Einzugsgebiete eines Skalenbereichs von 30–2000 km², für welche mit dem prozessorientierten hydrologischen Modellsystem PREVAH (Viviroli et al. 2009) annähernd flächendeckend für das Gebiet der Schweiz Simulationen in stündlicher Auflösung erstellt werden. Ebenso wie die zeitliche ist auch die räumliche Auflösung mit einer Rasterweite von 500 x 500 m² hoch. Die Daten von 10 Klimamodellketten des ENSEMBLES-Projektes (Hewitt&Griggs 2004), jeweils aus einem antreibenden Globalen Klimamodell (GCM) und einem Regionalen Klimamodell (RCM) bestehend, werden mit Hilfe der Delta Change Methode (Prudhomme et al. 2002) auf das Netz der meteorologischen Stationen skaliert (Bosshard et al., in Vorbereitung). Relativ zur Kontrollperiode 1980–2009 werden die Änderungsgrößen je Station und Modellkette für die beiden Szenarioperioden 2021–2050 und 2070–2099 berechnet. Anschließend werden die ermittelten Änderungsgrößen den stündlichen Messreihen von Niederschlag und Temperatur aufgeprägt. Die so generierten Klimazeitreihen dienen als Antrieb für PREVAH-Modellrechnungen, die Unterschiede in den Projektionen spiegeln dabei die Unsicherheiten wider. Untersuchungen in sechs repräsentativen Testregionen haben gezeigt, dass der vorgestellte Projektaufbau geeignet ist, um die Klimasensitivität von Schweizer Einzugsgebieten zu bestimmen. Die Anwendung der Methode in allen 200 Untersuchungsgebieten ermöglicht quantitative Aussagen zur Änderung im Abflussverhalten und zur Klimasensitivität. Durch die zusätzliche Integration von Landnutzungsszenarien, d.h. Veränderungen der Gletscher- und Waldflächenanteile im Einzugsgebiet, kann der Einfluss der Klimaänderung auf die Hydrologie getrennt von dem der Landnutzung betrachtet werden.

S1 - 5. VERWENDUNG GLOBALER UND REGIONALER RASTERBASIERTER KLIMADATENSÄTZE FÜR DIE HYDROLOGISCHE MODELLIERUNG - ANWENDUNG IM NAM CO EINZUGSGEBIET IN TIBET

S. Biskop , P. Krause, J. Helmschrot

*Department for Geoinformatics, Hydrology and Modelling,
Friedrich-Schiller-University, Jena, Germany*

The Tibetan Plateau has an outstanding relevance for the global climate dynamic through its impact on the Asian monsoon system, which in turn affects the water resources of this extremely vulnerable region. Considering global climate change, there is a severe gap in the knowledge of the short and long term implications on the hydrological system. Lake level fluctuations sensitively indicate changes in the water balance. This study concentrates on the catchment of lake Nam Co (10.800 km²) located at the northern flank of the Nyainqentanglha Mountain in central Tibet (30°N/90°E, 4718 m a.s.l.). The water balance is influenced by the Asian monsoon with dry winters and precipitation mainly occurring during the summer season, snow and ice melt runoff and high evaporation rates due to the high radiation input and the low air humidity. The evidence of temperature rise, precipitation and lake level increase as well as glacier and permafrost retreat indicate significant system changes and the high sensitivity of the Nam Co region on global warming. The reasons for the lake level increasing of Nam Co could only be identify by an integrated hydrological modelling approach, which is quantifying the different sub processes of the water cycle. The overall objective of this study is to understand the driving forces controlling the hydrological system dynamic of Nam Co basin in the context of a likely changing climate and monsoon dynamic. The aim is to clarify the hydrological system response on changing rainfall patterns, amount of snow and ice melt runoff, evapotranspiration as well as dynamics of wetlands, permafrost and glacier by analyzing and modelling the interactions between the spatially and temporally variable hydrological components and processes. The integrated system analysis approach combines spatial hydrological parameter derivation from remote sensing data, climate data analysis and GIS techniques for delineation of Hydrological Response Units (HRUs) and derivation of catchment-related information. With respect to the limited data availability gridded global and regional climate projections have been acquired and processed to replace in-situ measurements for the hydrological modelling. Digital elevation data of SRTM, land cover information based on Landsat ETM/TM and soil information provided by ISRIC – World Soil Information were integrated for the delineation of the HRUs using ArcGIS functions. A topographic oriented HRU approach which is particularly suitable for basins with high relief character was applied. The approach is based on a cluster analysis of selected relief indices derived from the SRTM DEM. The J2000g model implemented within the Jena Adaptable Modelling System JAMS was extended by a glacier and a lake module and needed to be further developed to reflect the specific conditions of the high elevation Nam Co basin. Despite a large amount of uncertainty the model could be used for the reproduction and analysis of the level rise of the lake Nam Co.

S1 - 6. ANPASSUNG DES REGIONALEN FLUSSGEBIETSMANAGEMENTS AN DIE FOLGEN DES KLIMAWANDELS - DAS PROJEKT QBIC³ (QUÉBEC-BAVARIAN INTERNATIONAL COLLABORATION ON CLIMATE CHANGE)

S. Berger, J. Schmid, R. Ludwig

Ludwig-Maximilians-Universität München, Department für Geographie

Die Entwicklung sinnvoller Anpassungsoptionen an den Klimawandel ist in erheblichem Maße von der Identifikation und Quantifizierung der Unsicherheiten in Bezug auf Szenarien des Klimawandels, die Projektionen durch globale/regionale Klimamodelle sowie den nachgeschalteten oder gekoppelten hydrologischen Modelle abhängig. Im Rahmen des bilateral konzipierten Forschungsprojektes Q-BIC³ (Quebec – Bavarian Collaboration on Climate Change) wird neben der Analyse der Unsicherheiten in der Modellkette Klima-Hydrologie-Wasserwirtschaft in besonderem Maße auch die Komplexität der verwendeten Modellbausteine untersucht. Es soll bestimmt werden, welche Modelkomplexität für die Zielerreichung robuster Anpassungsstrategien im Bereich der Wasserwirtschaft erforderlich ist. Dabei ergeben sich in den jeweiligen Untersuchungsräumen in Bayern (Isar, Altmühl-Regnitz) und Quebec (Gatineau, Haut-Saint Francois) spezifische wasserwirtschaftliche Problemstellungen. Die Untersuchungen sind Voraussetzung für die Entwicklung eines Prototyps eines regional übertragbaren und modular aufgebauten Modellsystems für ein integratives Flussgebietsmanagement unter Bedingungen des Klimawandels.

Aus Ensembles von Klimamodelldaten und gängigen hydrologischen Modellen unterschiedlicher Prozessbeschreibung und Komplexität (hier: PROMET, WaSiM-ETH, HYDROTEL und HSAMI), Auswerteroutinen und hydrologischen Indikatoren muss hier zunächst eine begründete Auswahl für einen geeigneten Methodenpool geschaffen werden, mit dem möglichst hohe Aussageschärfen erreicht werden können. Erst dann können auf Grundlage plausibler Szenarien hydrologische und wasserwirtschaftliche Projektionen erstellt und bewertet werden. Der Referenzzeitraum umfasst dabei die Jahre 1971-2000 und der Projektionszeitraum 2041-2070.

Die ersten Ergebnisse einer umfassenden Sensitivitätsanalyse der Klima- und hydrologischen Modellkomponenten werden gezeigt und diskutiert. Dabei werden die intrinsischen Variabilitäten der eingesetzten globalen (GCM) und regionalen (RCM) Klimamodelle ermittelt, die für die Anwendungsfälle erforderliche Bias-Korrektur sowie das eingesetzte Downscaling-Verfahren auf die hydrologische Einzugsgebietskale beschrieben und die Unsicherheiten im Parameterraum der hydrologischen Modelle untersucht. Damit können die Bestandteile der Modellkette identifiziert und quantifiziert werden, in denen mit signifikanten Unsicherheiten zu rechnen ist.

Es wird deutlich, dass hydrologische Modell-Ensembles, wie im gezeigten Fall, erforderlich sind, um das Risiko einer Fehlinterpretation der Auswirkungen des Klimawandels auf wasserwirtschaftliche Fragestellungen zu reduzieren.

S2 - 1. EINFLUSS DES KLIMAWANDELS AUF HYDROLOGISCHE EXTREME - TRENDANALYSE VON ABFLUSSZEITREIHEN IN THÜRINGEN

J. Danneberg

Institut für Geographie, Lehrstuhl für Geoinformatik, Geohydrologie und Modellierung, Friedrich-Schiller-Universität Jena

Der Klimawandel in Thüringen in den letzten 50 Jahren ist durch ganzjährige Erwärmung und eine Umverteilung der Niederschläge zu feuchteren Wintern und trockeneren Sommern gekennzeichnet. Zudem hat die Häufigkeit von Starkniederschlägen in den Wintermonaten – vor Allem in den Höhenlagen – zugenommen, während Trockenperioden in den Sommermonaten häufiger vorkommen. Es ist zu überprüfen, inwieweit die klimatischen Veränderungen zu langfristigen Tendenzen in den mittleren Abflüssen sowie den Hoch- und Niedrigwasserabflüssen führen. Hierdurch können Ergebnisse von Abflussprojektionen auf Grundlage regionaler Klimamodelle in einem langfristigen Kontext gesehen und bewertet werden.

In der Studie werden die Ergebnisse von Trendanalysen langjähriger Abflusszeitreihen von 19 Thüringer Pegeln vorgestellt. Die ausgewählten Zeitreihen täglicher Abflüsse sind im Mittel 48 Jahre lang und beinhalten Einzugsgebiete zwischen 10 und 1013 km², welche die landschaftliche und klimatische Heterogenität des Untersuchungsgebietes repräsentieren. Bei der Auswahl wurde auf lückenlose Daten und anthropogen unbeeinflusste Einzugsgebiete geachtet. Es werden jährliche und saisonale Serien (hydrologisches Winter- und Sommerhalbjahr) von 3 Abflusskenngrößen [m³/s] gebildet: dem mittleren Abfluss MQ, dem Hochwasserabfluss HQ und dem mittleren 7-tägigen Niedrigwasserabfluss NM7Q. Der parameterfreie rangbasierte Trendtest nach Mann-Kendall wird zur Berechnung der Trendstatistik verwendet, deren Signifikanz auf einem Niveau von 95 % überprüft. Um den Einfluss möglicher Autokorrelationen in den Abflussreihen auf Trend-Signifikanz zu überprüfen, werden alle auch auf Autokorrelationen bei einer Verschiebung um einen Zeitschritt getestet. Liegt eine signifikante Autokorrelation vor, wird diese nach einer standardisierten Methode von der Reihe entfernt und der Trendtest erneut durchgeführt.

Die Ergebnisse zeigen zunächst, dass der Effekt von signifikanten Autokorrelationen in den Reihen auf die Testergebnisse minimal ist. Deutlich werden regional, saisonal und je nach betrachteter Kenngröße differenzierte Trends an den betrachteten Pegeln in Thüringen. Insgesamt gibt es mehr steigende als fallende Tendenzen. Signifikant steigende Trends sind vor Allem in den Höhenlagen des Thüringer Walds sowohl ganzjährig als auch im Winterhalbjahr bei der Höhe des mittleren Abflusses und des Hochwasserabflusses vorhanden. Im Sommerhalbjahr zeigen sich bei allen Abflusskenngrößen überwiegend sinkende Trends, die sowohl in den Beckenregionen als auch im Thüringer Wald teilweise signifikant sind. Die Tendenzen in den Abflüssen spiegeln die regional und saisonal unterschiedlichen Trends in den klimatischen Verhältnissen wieder. Die Annahme, dass der regionale Klimawandel nicht nur auf mittlere Abflüsse sondern auch auf extreme hydrologische Ereignisse in Thüringer Einzugsgebieten Auswirkungen hat, kann durch die vorgestellten Ergebnisse bekräftigt werden. Regionale dynamische und statistische Klimaprojektionen lassen erkennen, dass sich die Tendenzen in den klimatischen Parametern in Zukunft verstärken werden. Weitergehende Veränderungen auch der hydrologischen Kenngrößen sind somit wahrscheinlich.

S2 - 2. STATISTISCHE BIASKORREKTUR GLOBALER KLIMAPROJEKTIONEN – KONSEQUENZEN FÜR DIE MAKROSKALIGE MODELLIERUNG VON HOCHWASSERAB- FLÜSSEN

S. Eisner, F. Voß

Center für Environmental Systems Research, Universität Kassel

Globale Klimamodelle prognostizieren, dass Starkniederschläge infolge des Klimawandels in ihrer Häufigkeit und Intensität zunehmen werden. Damit einher gehen in vielen Gebieten eine erhöhte Frequenz und Magnitude von Hochwässern.

Die Zeitreihen der Klimamodelle weisen jedoch oftmals einen systematischen Fehler auf. Um den Einfluss des projizierten Klimawandels auf ausgewählte, hydrologische Kenngrößen abschätzen zu können, sollten hydrologische Modelle somit nicht direkt mit dem Output globaler Klimamodelle angetrieben werden. Zur nachträglichen Korrektur der Klimazeitreihen ist der sog. Delta-Change-Ansatz sehr verbreitet, bei dem lediglich die langjährige mittlere monatliche Veränderung von Niederschlag und Temperatur im Vergleich zur Kontrollperiode in die Modellierung eingeht. Diese Methode ist insbesondere für die Analyse von Abflussexremen ungeeignet, da die Variabilität der Klimaparameter in der Szenarioperiode verloren geht. Um die Variabilität der Klimaparameter zu erhalten, werden Verfahren zur statistischen Biaskorrektur eingesetzt.

Ziel des Beitrags ist es, den Einfluss statistisch korrigierter Klimaprojektionen auf die Modellierung von Hochwasserabflüssen am Beispiel verschiedener makroskaliger Einzugsgebiete in Europa abzuschätzen. Die Abflusssimulation erfolgt durch das für die Analyse von Wasserverfügbarkeit und Wassernutzung auf globaler Skala entwickelte integrierte, hydrologische Modell WaterGAP3 (Water - Global Assessment and Prognosis) mit einer räumlichen Auflösung der Rasterzellen von 5'.

Die Analyse wird sich auf zwei zentrale Fragen konzentrieren:

- 1. Wie wirkt sich die zeitliche Auflösung der Klimaparameter, tägliche oder monatliche Werte, auf die Simulation von Hochwasserabflüssen aus?*
- 2. Welchen Einfluss hat das gewählte Korrekturverfahren auf die Simulation von Hochwasserabflüssen in der Szenarioperiode?*

Im ersten Schritt wurde WaterGAP mit Klimazeitreihen (*Watch Forcing Data*) der Referenzperiode 1971-2000, jeweils in täglicher und monatlicher Auflösung, angetrieben. Aus den resultierenden Abflussganglinien wurden verschiedene Hochwasserindices (Q_{med} , MHQ, HQ₂₅, HQ₅₀) abgeleitet und den Ergebnissen aus Messdaten des gleichen Zeitraums gegenüber gestellt.

Anschließend wurde WaterGAP durch Klimaprojektionen der Klimamodelle ECHAM5, IPSL und CNRM-CM3 in der Szenarioperiode 2041-2070 angetrieben. Für jedes Klimamodell lagen jeweils eine unkorrigierte, eine statistisch biaskorrigierte und eine Delta-Change-Zeitreihe vor. Zur Bewertung der Ergebnisse wurden erneut ausgewählte Hochwasserindices herangezogen.

S2 - 3. DER EINFLUSS DER SCHNEEDECKE AUF DIE ENTSTEHUNG VON EXTREMEN HOCHWÄSSERN IN VERGLETSCHERTEN EINZUGSGEBIETEN

J. Schöber*^{1,2}, S. Achleitner^{3,1}, R. Kirnbauer⁴, F. Schöberl²

¹ alpS – Centre of Natural Hazard Management, Austria

² Institute of Geography, University of Innsbruck, Austria

³ Unit of Hydraulic Engineering, University of Innsbruck, Austria

⁴ Research Center of Hydrology and Water Resources Management, Vienna University of Technology, Austria

Hochwasser wird in alpinen Einzugsgebieten im Allgemeinen durch große Niederschlagssummen und Starkregen hervorgerufen. Die Größe der dabei entstehenden Hochwasserwellen hängt wesentlich von den Einzugsgebietscharakteristika und Speicherzuständen, wie Bodenfeuchte oder Schneebedeckung, ab. Um den Einfluss der Schneedecke auf die Bildung von Hochwasserabfluss in vergletscherten Einzugsgebieten zu analysieren, wurden unterschiedliche Schneedeckenzustände (Ausdehnung der Schneedecke und Schneewasseräquivalent) modelliert und mit extremen Niederschlägen in verschiedenen Niederschlags/Abfluss-Simulationen kombiniert.

Ein flächendetailliertes Energiebilanzmodell (SES) wird im Zuge des Hochwasserprognosesystems HoPI (Hochwasserprognose für den Tiroler Inn) zur Berechnung des Wasserhaushaltes unterschiedlicher vergletschelter Einzugsgebiete in den Tiroler Alpen verwendet. Die Modelle der vergletscherten Einzugsgebiete wurden mittels gemessener Abfluss- und Fernerkundungsdaten, aus denen die Ausbreitung der Schneedecke abgeleitet wurde, kalibriert. Aus 15-jährigen Zeitreihen der Schneebedeckung im Einzugsgebiet [%] und der korrelierten gespeicherten Schneehöhe als Wasseräquivalent [mm] wurden maßgebende Schneedeckenzustände abgeleitet. Diese Speicherzustände wurden als Startwerte für extreme Abflussszenarios verwendet. Als Niederschlagsinput wurden beobachtete Stark- und Bemessungsniederschläge unterschiedlicher Jährlichkeit und Dauer (zwei Stunden bis 6 Tage) verwendet. In Kombination mit den Bemessungsniederschlägen wurden synthetische Temperaturdaten verwendet, die Niederschlag in flüssiger Form im gesamten Einzugsgebiet bewirken.

Die Ergebnisse der Modellszenarien zeigen einen wesentlichen Zusammenhang zwischen Spitzenabflüssen und der Art der Schneebedeckung. Die größten Abflüsse konnten mit einer geringen Schneedecke und Starkregen kurzer Dauerstufen berechnet werden. Mit einer Zunahme der Schneedecke und des Wasseräquivalents fallen die Abflussspitzen tendenziell geringer aus, während die Dauerstufen des Niederschlags für die Bildung von extremen Abflüssen zunehmen.

Aus den Ergebnissen dieser Arbeit können Rückschlüsse für die Auswahl von geeigneten Modellzuständen zur Berechnung von Bemessungshochwässern abgeleitet werden. Für die Simulationen wurden synthetische Regendaten mit Wiederkehrperioden bis zu Jährlichkeiten von T=5000 mit verschiedenen Regenverteilungen verwendet. Niederschläge großer Jährlichkeit ergeben aber nicht zwangsläufig Abflüsse der gleichen Jährlichkeit. Aufbauend auf die Studie können die modellierten extremen Hochwässer bezüglich ihrer Jährlichkeit eingeschätzt werden.

S2 - 4. VERGLEICH VERSCHIEDENER KALIBRIERUNGSSTRATEGIEN FÜR DIE GROßSKALIGE HOCHWASSERMODELLIERUNG

M. Wallner, U. Haberlandt, J. Dietrich

*Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und landwirtschaftlichen Wasserbau,
Leibniz Universität Hannover*

Die Parametrisierung konzeptioneller hydrologischer Modelle ist mit großen Unsicherheiten behaftet. Daher ist es in der Regel notwendig, nach einer initialen Parametrisierung eine Kalibrierung durchzuführen. Diese kann manuell oder automatisch erfolgen. Für großskalige Untersuchungen, bei denen Aussagen für viele Einzugsgebiete und Pegel getroffen werden müssen, ist eine automatische Kalibrierung unumgänglich. Wichtige Anforderungen, die an eine gute Parameterkalibrierung gestellt werden sind: die effiziente Durchführung des Verfahrens, das Erreichen guter Zielkriterien und eine robuste Parameterschätzung.

In dieser Studie werden verschiedene Kalibrierungsstrategien bezüglich dieser drei Anforderungen miteinander verglichen. Es wird das hydrologische Modell HEC-HMS mit einer räumlichen Gliederung auf Teilgebietsbasis verwendet. Die Analysen werden anhand von fünf mesoskaligen Einzugsgebieten im Aller-Leine-Flußgebiet mit Gebietsgrößen zwischen 300 und 500 km² durchgeführt. Die Simulationen erfolgen kontinuierlich, zeitlich hoch aufgelöst mit Stundenzeitschritten. Verglichen werden vier verschiedene Kalibrierungsstrategien: a) Lumped, b) 1-Faktor (Pokhrel and Gupta, 2010), c) Distributed und d) Regionalisierung (Hundecha, 2005). Neben verschiedenen Kalibrierungsstrategien werden auch unterschiedliche Optimierungsalgorithmen (PEST, SCE-UA, DDS) getestet. Die Anzahl der Iterationen wird auf 1000 begrenzt, wobei kleine Abweichungen auftreten können.

Die bisherigen Ergebnisse zeigen eine relativ schlechte Zielerfüllung für die „Distributed“-Methode, welches vermutlich auf den hochdimensionalen Parameterraum bei zu geringer Iterationsanzahl zurückzuführen ist. Sowohl für die Lumped-Strategie als auch für die 1-Faktor Strategie werden gute Ergebnisse erzielt (schnelle Konvergenz und gute Zielerfüllung). Die Regionalisierungs-Methode liefert eine etwas schlechtere Anpassung bei noch guter Effizienz. Es wird jedoch angenommen, dass hiermit robustere Modelparameter geschätzt werden. Dies soll durch eine Übertragung der Parameter auf zwei weitere unkalibrierte Gebiete überprüft werden. Es hat sich gezeigt, dass je nach Kalibrierungsstrategie ein anderer Optimierungsalgorithmus vorteilhaft sein kann.

S2 - 5. ENTWICKLUNG VON MANAGEMENTSTRATEGIEN ZUR REDUKTION VON NÄHRSTOFFBELASTUNGEN IN FLIEßGEWÄSSERN DES NORDDEUTSCHEN TIEFLANDS

C. Hugenschmidt, M. Pfannerstill, N. Fohrer

Fachabteilung Hydrologie und Wasserwirtschaft Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Der punktuelle Eintrag von Nährstoffen in die Fließgewässer Deutschlands konnte in den vergangenen Jahrzehnten maßgeblich verringert werden. Der Eintrag von Nährstoffen über diffuse Quellen stellt jedoch weiterhin ein großes Problem dar und beeinträchtigt die Qualität von Fließgewässern erheblich. Landwirtschaftlichen Flächen wird in diesem Zusammenhang ein hohes Austragspotenzial zugesprochen. Im Norddeutschen Tiefland ist der Großteil der landwirtschaftlichen Fläche mit Dränagesystemen versehen und stellt somit einen hohen Risikofaktor in Bezug auf den Nährstoffaustrag dar. Durch verkürzte Fließwege in dränierten Teilflächen und die häufig direkte Anbindung der Dränagen an Entwässerungsgräben findet ein schneller Transfer der Nährstoffe in die Vorflut statt. Neben einer angepassten landwirtschaftlichen Praxis existieren technische Maßnahmen zur Verringerung der Nährstoffeinträge in Gewässer, wie etwa Reinigungsteiche oder reaktive Gräben. Die Anwendung einzelner Maßnahmen ist jedoch meist nicht ausreichend und durch örtliche Randbedingungen limitiert. Infolgedessen besteht der Bedarf einer Kombination von angepasster landwirtschaftlicher Praxis und technischen Maßnahmen.

Diese Studie hat das Ziel die bestmögliche Kombination von landwirtschaftlicher Praxis und technischen Maßnahmen zur Reduktion der Nährstoffeinträge in die Fließgewässer von landwirtschaftlichen, dränierten Flächen zu ermitteln. Repräsentativ für die Norddeutsche Tiefebene wird die Maßnahmenkombination im Einzugsgebiet der Kielstau getestet.

Mit dem ökohydrologischen Modell SWAT werden die Drainageflächen als hydrologische Einheiten gegliedert um die Nährstoffbelastung der Teileinzugsgebiete unter Berücksichtigung der gegenwärtigen landwirtschaftlichen Praxis zu berechnen. Die ermittelten Nährstoffkonzentrationen werden flächenhaft mittels eines geografischen Informationssystems dargestellt und in Zusammenarbeit mit den Interessenvertretern werden mögliche Flächen zur Anpassung der landwirtschaftlichen Praxis ermittelt. Anschließend erfolgt die Berechnung des Nährstoffreduktionspotentials durch Szenarien einer angepassten Landwirtschaft mit dem Modell SWAT. Im nächsten Schritt werden auf Basis der aus den Berechnungen resultierenden veränderten Nährstoffbelastungen der Teileinzugsgebiete in Absprache mit Interessenvertretern weitere technische Maßnahmen zur Nährstoffreduktion und deren Lage definiert. Mit Hilfe von Massenbilanzmodellen wird die potenzielle Reinigungswirkung der technischen Maßnahmen berechnet und für die Teileinzugsgebiete mit dem geografischen Informationssystem visualisiert. Für die beteiligten Interessenvertreter ist am Ende ersichtlich, wie Erfolg versprechend die selbst definierten Szenarien unterschiedlicher Maßnahmenkombinationen zur Verminderung der Nährstoffbelastung sind. Unter Berücksichtigung der Anwendbarkeit und Praktikabilität sollen diese Maßnahmen dann auch in anderen Einzugsgebieten zum Einsatz kommen.

S2 - 6. ASPEKTE ZUR HYDROLOGISCHEN GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG AUS SICHT EINES RÜCKVERSICHERERS

M. Karnuth

Geo Risks - Corporate Underwriting, MunichRe

Überschwemmungen können erhebliche volks- und versicherungswirtschaftliche Schadenssummen zur Folge haben, wie einige Ereignisse in den letzten Jahrzehnten gezeigt haben (USA 1993, China 1998, Europa 2002). Bevölkerungswachstum, vermehrte Besiedlung exponierter Gebiete, Ansammlung von immer empfindlicheren Werten in diesen Bereichen sowie Eingriffe in die Landschaft (Ausbau der Flüsse, Verlust von natürlichen Überflutungsflächen etc.) lassen darauf schließen, dass Überschwemmungsschäden zukünftig weiterhin zunehmen werden.

Große Schadenereignisse können Versicherungsgesellschaften so stark belasten, dass ihre Existenz gefährdet ist. Neben Erdbeben und Sturm steigt entsprechend auch für den Bereich Überschwemmung die Notwendigkeit, Szenarien für Überschwemmungseignisse mitsamt Schadenabschätzung zu entwickeln, um für den Ernstfall beispielsweise durch ausreichende Reservenbildung gewappnet zu sein. Für die hydrologische Gefährdungsabschätzung gibt es neben komplexeren Niederschlags-Abfluss Modellen auch die Möglichkeit, im Vergleich weniger aufwändige statistische Analysen auf Basis von Abflussdaten durchzuführen.

Als relevante Faktoren bei der Festlegung einer geeigneten Vorgehensweise für die hydrologische Gefährdungsabschätzung sind neben dem geographischen Ausmaß (z.B. spezifisches Land oder länderübergreifendes Szenario von Interesse) auch Datenqualität und –auflösung (Abflussdaten, Geländemodell, Portfoliodaten etc.) zu nennen. Falls für ein bestimmtes Szenario nur vergleichsweise grobe Daten zur Verfügung stehen, dürfen entsprechend keine allzu hohen Anforderungen an die Genauigkeit von berechneten Überschwemmungsgrenzen gestellt werden. Wenn zu einem späteren Zeitpunkt bessere Daten vorliegen, kann die Gefährdungszonierung im Bedarfsfall optimiert werden.

Ebenfalls wichtig zu wissen ist, ob für ein spezifisches Szenario vornehmlich Massengeschäft (Privatbereich) oder beispielsweise Industriegeschäft mit verhältnismäßig wenig Risiken und gleichzeitiger hoher Konzentration an bestimmten Standorten im Vordergrund stehen. Es ist entsprechend abzuwägen, welche Vorgehensweise für die hydrologische Gefährdungsabschätzung am sinnvollsten erscheint.

Ergebnisse aus diesen Abschätzungen liefern Versicherungsgesellschaften einen wichtigen Beitrag, um die weltweite Streuung von Haftungen so zu optimieren, dass hohe lokale oder regionale Belastungen abgefangen werden können.

S3 – 1. A NEW APPROACH FOR REGIONAL SCALE GROUNDWATER ASSESSMENT AND REGIONALIZATION BASED UPON CLASSIFICATION AND HYDROGEOLOGICAL SIMILARITY

Roland Barthel¹, David Bendel¹, Andras Bardossy¹

¹*Institut für Wasserbau, Universität Stuttgart*

A new approach is proposed for the assessment of *groundwater systems* (quantity and quality) on the *regional scale* - analogue to the concept of *Catchment Classification* and *Hydrologic Similarity* developed in surface water hydrology within the framework of PUB (Predictions in Ungauged Basins). While groundwater models mainly rely upon local data, which is usually not available in all parts of a large river basin, the proposed approach strives to derive information for unobserved parts statistically, making use of all existing information from all observed locations. The proposed approach is based upon the hypothesis that similar groundwater systems respond similarly to similar impacts. Its core are the *classification* of: (i) static hydrogeological structures, (ii) dynamic inputs to the groundwater system, (iii) dynamic groundwater system responses, and the systematic use of *dependencies* of system responses on explanatory variables. Classification of static and dynamic system features combined with known system properties and their dependencies will provide insights into the system behaviour that cannot be directly derived from analyzing unclassified data. The methodology will allow: prediction of missing data values, determination of dominant processes, and analysis of cause and effect relationships of environmental change. It will combine classical methods of multivariate analysis and novel methods (e.g. Copula) with hydrogeological expert knowledge. The research will make use of an exceptionally comprehensive set of data, acquired and exploited during several previous projects, and can rely upon interdisciplinary expertise and model results from a large interdisciplinary research network.

This contribution presents the ideas underlying the concept of the approach, discusses the state of the art, and presents preliminary results. The concept is compared to physically-based numerical models that were previously developed for the Upper Danube Catchment within the framework of the GLOWA-Danube project. Advantages of combining regional modelling with regionalisation and classification concepts are discussed.

S3 – 2. ERFASSUNG UNSCHARFER GRENZEN UNTERIRDISCHER EINZUGSGEBIETE:

FALLBEISPIEL OMAN

A. Gerner, G. H. Schmitz

*Institut für Hydrologie und Meteorologie,
Technische Universität Dresden*

Im Rahmen des Projektes IWAS Mittlerer Osten (Oman) wird ein integriertes Wasserressourcenmanagement (IWRM) für ein ca. 2700 km² großes Pilotgebiet in der (semi-)ariden Batinah-Region aufgebaut. Eine wesentliche Grundlage für dieses System ist die Quantifizierung der Zuflüsse zum alluvialen Küstenaquifer in der Batinah-Ebene.

Diese erfordert zum einen eine möglichst genaue und flächendifferenzierte Abschätzung der Grundwasserneubildung in der Vertikalen. Darüber hinaus sind im Untersuchungsgebiet aber auch Unsicherheiten in der Ausdehnung der unterirdischen Einzugsgebiete quantitativ bedeutsam. Die Zuflüsse zum Küstenaquifer basieren zum größten Teil auf unterirdischen Abflüssen aus dem Oman-Gebirge. Aufgrund der geologischen Gegebenheiten weichen die Einzugsgebiete der einzelnen Grundwasserfahnen in den teils verkarsteten Hochlagen des Oman-Gebirges deutlich von den oberirdischen Einzugsgebietsgrenzen ab. In Teilbereichen lassen die vorhandenen qualitativen Informationen nur sehr vage Zuordnungen zu. Die quantitative Bedeutung ergibt sich zum einen aus der Ausdehnung dieser unscharfen Übergangsbereiche von mehreren 100 km² und zum anderen aus der Tatsache, dass diese in den Bereichen mit den höchsten Niederschlägen sowie den höchsten Neubildungsraten liegen. Die Betrachtung der unterirdischen Einzugsgebiete als Fuzzy-Mengen bzw. als unscharfe geographische Entitäten erlaubt es, diese Unschärfe in der Fläche zu beschreiben.

Die unsicheren unterirdischen Einzugsgebietsgrenzen werden als Raster mit Zugehörigkeitsgraden $0 \leq \mu \leq 1$ visualisiert. Zur Erstellung der Raster werden vorhandene qualitative Informationen wie z. B. geologische Karten, Ergebnisse von Isotopenuntersuchungen und sonstiges verfügbares Expertenwissen herangezogen. Flächen mit Zugehörigkeit $\mu = 1$ entwässern in jedem Fall zu einer bestimmten Grundwasserfahne. Bei den Flächen mit $\mu < 1$ besteht hingegen die Möglichkeit, dass diese in Wirklichkeit in benachbarte Einzugsgebiete entwässern. Aus diesen Rastern lassen sich dann mögliche Ausdehnungen der unterirdischen Einzugsgebiete für Zugehörigkeitsgrade $\mu \leq 1$ ableiten, sei es als diskontinuierliche Flächen in der räumlichen Darstellung oder als funktionaler Zusammenhang zwischen Möglichkeitsgrad und Flächengröße. Bezogen auf das Pilotgebiet dient das Konzept zur Abschätzung der Unsicherheit in der Ausdehnung und somit im resultierenden Wasservolumen für eine Grundwasserfahne und für verschiedene Möglichkeitsgrade. Im Rahmen einer großskaligen Betrachtung mehrerer benachbarter Gebiete können mit diesem Konzept darüber hinaus Szenarien dargestellt und verglichen werden, in welche (unterirdischen) Einzugsgebiete Teilgebiete der oben erwähnten Übergangsbereiche entwässern. Einzelne Szenarien repräsentieren dabei bestimmte Annahmen zu den Zugehörigkeiten in diesen Bereichen. Die Summe der Zugehörigkeitsgrade aller betrachteten Einzugsgebiete darf dabei für jeden Rasterpunkt maximal 1 betragen. Können ausgewählte Szenarien für einzelne Einzugsgebiete mittels integrierter Modellie-

rung näherungsweise verifiziert werden (z. B. durch inverse Bestimmung der Grundwasserneubildung mittels Grundwassermodellierung), so ergibt sich daraus auch ein Informationsgewinn für die Nachbareinzugsgebiete.

Die Abschätzung der Volumina erfolgt schließlich durch Aufsummieren der (flächendifferenzierten) Grundwasserneubildung innerhalb der Einzugsgebiete für bestimmte Möglichkeitsgrade. Die Behandlung der Neubildungsmengen als Fuzzy-Zahlen und deren Addition mittels Fuzzy-Arithmetik bietet darüber hinaus die Möglichkeit, auch die Unsicherheit in der Ermittlung der Grundwasserneubildung einzubeziehen.

S3 – 3. MODELING THE EFFECT OF GROUNDWATER WITHDRAWALS WITH THE WATERGAP GLOBAL HYDROLOGICAL MODEL

H. Hoffmann-Dobrev, F. Portmann, P. Döll

*Institute of Physical Geography,
University of Frankfurt*

In many regions of the world humans alter the natural hydrological cycle significantly by water withdrawals for agriculture, industry, and households. The worldwide groundwater withdrawals amount to 750-800 km³/year (Shah et al. 2000). Groundwater depletion is the consequence of withdrawing water from an aquifer. Major regions of North Africa, the Middle East, South and Central Asia, North China, North America, Australia and localized areas throughout the world are affected by excessive groundwater depletion.

The WaterGAP Global Hydrological Model (WGHM) originally takes into account the effect of water withdrawals on water storage and river discharge but does not distinguish between withdrawals from surface water and withdrawals from groundwater. This is due to the fact that on the global scale very little information is available about water withdrawals and their source. The effect is that especially in arid and semi-arid regions the seasonality (amplitude) of water storage variations is underestimated.

For the first time, withdrawals and consumptive uses from groundwater and surface water were estimated separately, based on total withdrawals and consumptive water uses for the five sectors irrigation, domestic use, manufacturing, cooling of thermal power plants, and livestock as computed by the different WaterGAP water use models. For irrigation (which globally accounts for more than 90 % of consumptive use), time series of consumptive water use were calculated by the WaterGAP Global Irrigation Model (GIM). Total sectoral water uses were then multiplied by sector-specific groundwater shares that were estimated from a variety of statistical data, which due to lack of appropriate information were assumed to be constant in time.

In the next step, net uses of groundwater and of surface water were determined taking into account return flows to the groundwater and the different surface water compartments (river, lakes, reservoirs). A new algorithm was introduced to WGHM that calculates the effect of these groundwater and surface water net uses. To validate the new WGHM algorithm, results are compared to results of the old WGHM algorithm, estimates of groundwater storage variations derived from groundwater well observations and from GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) observations in particular in areas with high groundwater withdrawals (e.g. the High Plains Aquifer and the Mississippi River Basin).

S3 – 4. REGIONALISIERUNG VON MESOSKALIGEN MODELLERGEBNISSEN AUF DIE MAKROSKALA MIT HILFE DES REGRESSIONSBAUMVERFAHRENS

M. Fink¹, A. Künne², H. Kipka¹, P. Krause¹ und W. A. Flügel¹

¹*Institut für Geographie – Geoinformatik, Friedrich-Schiller-Universität Jena*

²*Institut für Technologie- und Ressourcenmanagement in den Tropen und Subtropen an der Fachhochschule Köln*

In weiten Teilen Deutschlands und Europas stellen diffuse Nährstoffeinträge in Grund- und Oberflächenwässer eine wesentliche Ursache für eine Verfehlung des gutenökologischen Zustandes im Sinne der EG-Wasserrahmenrichtlinie dar. Während das Problem ganze Flussgebiete betrifft, werden die Maßnahmen gegen die diffusen Nährstoffeinträge im Wesentlichen auf den einzelnen Landwirtschaftlichen Nutzflächen durchgeführt. Daher sollte einerseits eine Prognose der Wirkung von Maßnahmen auf Basis detaillierter Modelle stattfinden. Andererseits sind die Einzugsgebiete der relevanten Flüsse häufig zu groß für diese detaillierten Modelle. Für Thüringen wurde daher eine Methodik angewandt die auf einer distributiven hydrologischen Modellierung repräsentativer Einzugsgebiete beruht und eine statistische Regionalisierung der Ergebnisse der Modelle auf das gesamte Bundesland beinhaltet, so das Flächendeckende aussagen für ganz Thüringen ermöglicht werden.

Die eng an den Wasserhaushalt geknüpfte Stickstoffdynamik wurde durch das physikalisch basierte distributive Modell J2000-S beschrieben. Dieses ist in der Lage die Stickstoffdynamik räumlich und zeitlich hoch aufgelöst abzubilden. Aufgrund des hohen Berechnungsaufwandes ist die Stickstoffhaushaltsmodellierung mit J2000-S nur für drei mesoskalige Einzugsgebiete (obere Gera, Lossa und obere Helme) in Thüringen angewendet worden. Dabei wurde für jede Modelleinheit ein durchschnittlicher langjähriger Stickstoffaustrag ermittelt.

Weiterhin wurde eine mit einem einfacheren monatsbasierten Modell (J2000g) distributive Wasserbilanz für ganz Thüringen berechnet. Diese Ergebnisse wurden zusammen mit weiteren Landschaftsattributen wie Hangneigung, Landnutzung und Feldkapazität des Bodens in dem statistischen Regressionsbaumverfahren verwendet. Hierbei wurde für jeden Naturraum Thüringens ein Regressionsbaum mit Hilfe der genannten Einzugsgebiete trainiert und anschließend mit Hilfe der oben genannten Variablen auf ganz Thüringen übertragen.

Die Ergebnisse zeigen, dass dieses Verfahren in der Lage ist den Stickstoffaustrag der Modelleinzugsgebiete Obere Helme, Ober Gera und Lossa auf Naturräume Thüringens zu regionalisieren. Zusätzlich konnte das Verfahren an einem unabhängigen mesoskaligen Flusseinzugsgebiet (Weida) validiert werden. Das Verfahren stellt somit eine ideale Ergänzung zur mesoskaligen Stickstoffhaushaltsmodellierung dar, mit dem die gewonnenen Ergebnisse sowie das Systemverständnis auf die Makroskala regionalisiert werden können, um großräumige Fragestellungen zu beantworten.

S3 – 5. ASSESSMENT OF SCENARIO DRIVEN LANDSCAPES WATER BUDGET - EMBEDDED IN A MODEL FRAMEWORK FOR LAND-USE PLANNING'S DECISION SUPPORT IN MOUNTAINOUS SOUTHWEST CHINA

L. Zhang, A. Wahren, K. Berkhoff, S. Herrmann, F. Tavares Wahren K.-H. Feger

*Institute of Soil Science and Site Ecology,
Technische Universität Dresden*

Land cover change causes loss of natural vegetation in many parts of the world. Rubber plantations replace tropical rainforests in the case of Xishuangbanna district (Yunnan province) and already cover an area of about 10% of the study area (2007). Land use allocation in the study area is mostly driven by economic considerations. Thus, local planning authorities need decision support for land use planning that integrates socio-economic and ecological aspects. The LILAC project team developed an integrated modelling framework (NabanFrame) to support land use planning.

Within NabanFrame, an agro-economic, ecological and social model was applied which altogether interacted with a land allocation model via defined interfaces. NabanFrame proceeded in three steps: pre-processing phase, land allocation (CLUENaban) and post-processing (evaluation of impact). Land allocation was conducted according to the CLUE-S allocation algorithm (Verburg et al. 2006; Verburg et al. 2002), using empirically quantified relations (regression analysis) between land use and its driving factors combined with the modelling of competition between land cover types (dependent on location suitability, neighbourhood setting, conversion elasticity and a demand-related iteration variable). A first application of NabanFrame based on 4 location factors: elevation, distance to village, available labour and area suitable for rubber growing; it gave reasonable results for land cover changes in the study area. Allocation rules were derived from biodiversity field studies, questionnaires on farm structure, interviews about social relations and physical characteristics of the study area. Field research in the study area showed that water availability and quality were important factors that influenced the farmers' land management decisions.

Rubber plantations change the water budget and affect the microclimate in the study area. Land-use caused changes in water budget (soil water supply, evapotranspiration, groundwater recharge) have a distinct impact on plant production and runoff, and thus also on soil erosion in the rainy season. Therefore, we decided to extend the NabanFrame modelling framework with a distributed hydrological model, in this case AKWA-M[®]. The hydrological model delivered information on water availability in the study area. Water availability was then used as location factor in the CLUENaban land allocation model. The hydrological model was also applied to evaluate the impacts of land-use change scenarios in the post-processing module of NabanFrame.

S3 – 6. THE INFLUENCES OF MODELED SNOW COVER HETEROGENEITY ON THE TIMING AND INTENSITY OF MELT WATER GENERATION WITHIN AN ALPINE CATCHMENT

M. Bernhardt,¹ K. Schulz¹ and G. E. Liston²

¹*Department of Geography, Ludwig-Maximilians-University (LMU),*

²*Cooperative Institute for Research in the Atmosphere, Colorado State University*

The presented poster investigates the Alpine snow cover and its spatial heterogeneity in due consideration of wind induced and gravitational snow transport processes. An appropriate knowledge of snow transport, its mode of action, and its effectiveness is essential for understanding and predicting the spatial distribution of the snow cover and thereby the correct water balance as well as moisture and energy fluxes in mountainous regions. We used SnowModel with and without the integration of lateral snow transport processes for calculating the melt water generation within an Alpine catchment (Germany) in spring. Wind induced snow transport was calculated with SnowTran-3D while the gravitational snow transport was calculated by the newly developed routine SnowSlide. The results have shown that the consideration of lateral snow transport influences the modeled timing and amount of snow melt. The melt water generation is significantly lower when lateral snow transport processes are calculated by the model. Furthermore, the location and size of areas which are showing melting snow is different between the runs. Both together lead to a considerably different behavior of the catchment with respect to melt water generation. Although, a new precipitation interpolation routine with variable, instead of fixed lapse rates as currently implemented in SnowModel was developed and integrated. The influence of different interpolation schemes on modeled snow distribution and melting rates will be displayed.

P1. MODEL-BASED ASSESSMENT OF WATER QUALITY RESULTING FROM CHANGES IN LAND-USE AND CLIMATE AS A BASIS FOR AN INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT IN DRYLAND REGION OF THE YELLOW RIVER BASIN (CHINA)

L.Zhang

*Institute of Soil Sciences and Site Ecology,
Dresden University of Technology*

Vegetation restoration (notably forestation) has been recently widely implemented as an efficient water/soil conservation measure for improving overall environmental quality in China, especially for the restoration of degraded environments. However, these achievements have been accompanied by a drastic reduction in water yield in dryland regions of Northwest (NW) China. This has led to a growing debate about forest development and reforestation in areas with scarce water supply. Additionally, the prognosticated climate change will further worsen the water supply security. Hence, a novel approach of an integrated management of water, vegetation, and soil is inevitable. Jinghe, located in the semihumid/-arid transitional region of NW China, is a major tributary in the middle reaches of the Yellow River and an important water supplier for a vast area in the Loess Plateau. In this study, Jinghe catchment, covers an area of 45,421 km², is chosen as research field, characterized by frequent droughts, decreasing water availability and severe soil erosion. Meanwhile, the averaged runoff in the Jinghe has decreased by 56% during the last 50 years and the predicted climate change appears to exacerbate the already critical water supply security. The overall objective of the study is to investigate how water quality in dryland areas of NW China can be improved by an adapted land-use (vegetation and soil management) as part of a catchment-based Integrated Water Resources Management (IWRM). An additional objective is to evaluate forest management strategies with respect to water yield and soil/water conservation goals. Finally, it is planned to combine this information with scenarios of climate change, assess potential consequences on hydrological processes and accordingly modify and assess management strategies. For the water quality assessment the ArcSWAT2005 interface will be used as tool.

P2. ENTWICKLUNG INTEGRIERTER METHODEN FÜR DIE OPTIMIERUNG HYDROLOGISCHER PROZESSMODELLE UND IHRER SKALIERTEN RÄUMLICHEN DISKRETISIERUNG

C. Michel, C. Fischer

*Lehrstuhl für Geoinformatik, Geohydrologie und Modellierung,
Friedrich-Schiller-Universität Jena*

In der distributiven hydrologischen Modellierung kommen unterschiedliche Konzepte zur Ausweisung repräsentierter Flächen zum Einsatz, die die jeweilige räumliche Grundlage der Prozessabbildung im Modell definieren. Die bisherige Praxis beschränkt sich meist auf die Nutzung eines einzelnen Konzeptes, wodurch spezifische Vorteile der Distributionsansätze nicht optimal genutzt werden können. Für die gleichzeitige Nutzung verschiedener Ansätze innerhalb eines Modells wird daher eine Methodik entwickelt, die (i) wissensbasiert und prozessspezifisch die jeweils optimale räumliche Zerlegung identifiziert und (ii) verschiedene Zerlegungen durch den Einsatz von entsprechenden Transferfunktionen koppelt. Für distributive konzeptionelle Umweltmodelle sollen diese Entwicklungen im Ergebnis dazu führen, (i) diese hinsichtlich ihrer räumlichen Prozessabbildung zu verbessern sowie (ii) deren Laufzeit- und Speichereffizienz zu erhöhen.

Die qualitative Analyse des neuen Konzeptes erfolgt beispielhaft am hydrologischen Modellsystem J2000 in einem mesoskaligen Einzugsgebiet. Die vorhandene ausgezeichnete Datengrundlage ermöglicht eine sorgfältige Kalibrierung und Validierung der neuen Verfahren an räumlich verteilten Messdaten. Hierfür kommen multikriterielle Kalibrierungsverfahren zum Einsatz. Zur Steigerung der Laufzeiteffizienz werden geeignete Kalibrierungsverfahren vergleichend evaluiert. Auf dieser Grundlage wird anschließend ein laufzeiteffizienteres Kalibrierungs- und Modellanalyseverfahren entwickelt, das dem neuen Distributionsansatz und der multikriteriellen Analyse Rechnung trägt.

P3. INTEGRATING HETEROGENOUS LANDSCAPE CHARACTERISTICS INTO WATERSHED SCALE MODELLING

S. Julich^{*1,2}, L. Breuer¹ and H.-G. Frede¹

¹ *Institute of Landscape Ecology and Resources Management, Justus-Liebig-Universität Gießen,*

² *now at: Resource Centre for Environmental Technologies (CRTE), Public Research Centre Henri Tudor,*

**Corresponding author, email: Stefan.Julich@tudor.lu*

Mathematical models representing the water and nutrient balance at watershed scale are gaining importance, for example to assess measures for improving water quality in the Water Framework Directive. Crucial for evaluating impacts such as land use change on the water balance and nutrient fluxes is the capability of the model to capture the dominant ecological and hydrological processes. This is a challenging task, particularly in watersheds with heterogeneous landscape structures and elements.

We show a simple, but effective strategy to incorporate soft data expert knowledge on landscape heterogeneity into a watershed model to improve model predictions. A Latin Hypercube based GLUE approach is followed to account for model uncertainty and the resulting equifinality for different model set ups. A combination of several efficiency criteria for the prediction of water fluxes and nitrate loads at various gauges in the watershed are used to distinguish between behavioural and non-behavioural model runs. By comparing the results of the GLUE analyses for the model set ups we are able to show that the integration of additional soft data in a watershed model leads to a better representation of the governing hydrological processes and consequent reduction in the predictive uncertainty.

The study was conducted in the mesoscale Wetter catchment with an area of 514 km². The catchment is characterised by heterogeneous characteristics. The SW part is formed by a low mountain range with shallow soils over bedrock and steep slopes. Here lateral subsurface stormflow appears to be the dominant runoff generating process. The centre and NE are characterized by deep loess based soils and shallow slopes, where percolation to greater depth is important. Baseflow is expected to be the major discharge component in these regions.

Two versions of the SWAT-model with different dominating runoff generation processes have been applied. One version comprises the original available SWAT version where only the basic input data are used. In the second version SWAT has been modified, by the integration of an impermeable layer at the subbasin level, in order to better reflect the boundary between soil and bedrock that results in increased lateral flow in low mountain ranges. As conventional German soil maps stop describing soil horizons beyond 2 m depth, we added another 2 m fixed depth in the lowland areas in order to reflect the deep loess deposits in this region. The decision for the location of the impermeable and the additional loess layer, respectively, was based on a GIS analysis of additional geologic information.

The study revealed that both model versions produced acceptable and comparable results regarding the evaluated goodness of fit measures. The GLUE analysis showed that the SWAT model set up

with additional information about the distribution of impervious soil layers and the loess depth in the lowlands produced the highest simulation quality and the lowest uncertainty. Moreover, this version was able to better represent the spatial extend of the dominating runoff processes best. This leads to the conclusion that this version is better suited for scenario analysis than the original model version.

P4. INTEGRIERTE MODELLIERUNG DER REAKTION VON AQUATISCHEN ÖKOSYSTEMEN AUF LANDNUTZUNGS- UND KLIMAÄNDERUNGEN IM CHINESISCHEN POYANG-GEBIET

B.Schmalz, N. Fohrer, S. Jähnig, Q. Cai, K. Bieger

*Fachabteilung Hydrologie und Wasserwirtschaft,
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*

Es gibt eine enge Kopplung zwischen Einzugsgebietseigenschaften, Prozessen im Fließgewässer und ihrer Auswirkung auf aquatische Organismen, wobei die Interaktion zwischen den treibenden Schlüsselkräften, den Prozessen und den möglichen Rückkopplungsmechanismen bisher noch nicht vollständig verstanden wird. Das Ziel unseres DFG-/NSFC-Projektes ist die Entwicklung einer integrierten Modellmethode zur Bewertung der Auswirkung von schnellen Umweltänderungen auf aquatische Ökosysteme am Beispiel-Einzugsgebiet des Changjiang (6260 km²) im Poyang-Seenbereich (China). Gemeinsame Mess- und Probenahmekampagnen sind die Basis für die Integrierung von drei verschiedenen Modellen: Wir planen, ein dynamisches DPSI (R)-System zu modellieren und dazu zum ersten Mal die Modelle SWAT (Einzugsgebietsprozesse), HEC-RAS (Prozesse im Fließgewässer) und MAXENT/BIOMOD (biologische Reaktionen) zu koppeln. Wichtige Einflussfaktoren wie Klima, Flächennutzung und Gerinneveränderungen sind Modell-Eingangsdaten, während die Hauptbelastungen auf das Ökosystem (Wasserhaushalt, Nährstoffe, Sedimentation) in den Modellalgorithmen von SWAT und HEC-RAS definiert und dargestellt werden. Basierend auf mehrfachen Belastungen sollen die Änderungen des Zustandes der Habitatparameter (z.B. Abfluss, Tiefe, Substrat) in der Modellausgabe dynamisch bewertet werden. Schließlich wird die Auswirkung des Zustandes auf die aquatischen Ökosysteme ausgewertet, indem die Verschiebung der Verbreitungsgebiete, die durch MAXENT/BIOMOD modelliert werden, sowie Änderungen in der Biodiversität oder den Ökosystemgesundheitsindikatoren von benthischen Invertebraten analysiert werden. Gemeinsame Szenarienläufe unter Berücksichtigung von Klima- oder Flächennutzungsänderungen verbessern besonders das Verständnis, (1) wie Landschaftsprozesse und Nährstoffzyklen mit den ökohydrologischen und aquatischen Eigenschaften zusammenwirken und (2) wie die Auswirkung von Flächennutzungs-, Klima- und hydromorphologischen Änderungen auf aquatische Ökosystemeigenschaften bewertet werden können.

Als Posterpräsentation möchten wir gerne das Konzept näher vorstellen sowie die ersten SWAT-Ergebnisse zeigen.

P5. HOCHWASSERVORHERSAGE IN MESOSKALIGEN EINZUGSGEBIETEN MIT HILFE VON FUZZY-REGELN

S. Pakosch und M. Disse

*Institut für Wasserwesen – Wasserwirtschaft und Ressourcenschutz,
, Universität der Bundeswehr München*

Ein wesentlicher Bestandteil des modernen Hochwasserschutzes stellt eine zuverlässige Hochwasservorhersage dar. Hierzu werden in den letzten Jahren neben den klassischen N-A-Modellen auch so genannte Soft Computing Ansätze (Künstliche Neuronale Netze, Fuzzy Systeme), auf Grund ihrer hohen Effizienz und Robustheit, näher in Betracht gezogen. Die Einsatzmöglichkeit von Fuzzy Systemen im Bereich der Hochwasservorhersage wurde im Rahmen des BMBF geförderten Projekts *HORIX – Entwicklung eines operationell einsetzbaren Expertensystems zum Hochwasserrisikomanagement unter Berücksichtigung der Vorhersageunsicherheiten* untersucht und das auf Fuzzy Systemen basierte Hochwasservorhersagesystem ExpHo-HORIX entwickelt.

Für den Einsatz zur Hochwasservorhersage wurden die zwei klassischen, in vielen Bereichen der Hydrologie bereits erfolgreich eingesetzten Fuzzy Systeme Mandami und Takagi-Sugeno untersucht. Beide Ansätze basieren auf der sprachlichen Beschreibung der Zustands- und Modellierungsgrößen, welche durch anpassungsfähige WENN-DANN-Regeln mathematisch miteinander verknüpft werden. Hierdurch können zum einen Daten mit einer gewissen Unschärfe, zum anderen auch zusätzliches (externes) Expertenwissen innerhalb des Regelsystems berücksichtigt werden. Diese Struktur bietet dem Anwender eine Modelltransparenz, welche den Einfluss verschiedener Zustandsgrößen aufzeigt und somit ein direktes Eingreifen in das Modell durch Modifikationen des Regelsystems ermöglicht. Des Weiteren stellen die sehr geringen Berechnungszeiten der Fuzzy Systeme, gerade bei Ensemble-Vorhersagen, einen weiteren Vorteil dar.

Das entwickelte Hochwasservorhersagetool ExpHo-HORIX ermöglicht die Vorhersage von Extremhochwasserereignissen in mesoskaligen Einzugsgebieten und gewährleistet eine schnelle Verarbeitung einer Vielzahl von Niederschlagsvorhersagen mit Angabe der dazugehörigen Unsicherheitsbänder. Das Programm selbst stellt ein Rahmenprogramm dar, das unabhängige Fuzzy Systeme zur Hochwasservorhersage zu einem Gesamtvorhersagesystem vereint. Diese unabhängigen Fuzzy Systeme müssen zunächst für jeden Pegel, analog zu den klassischen N-A-Modellen, innerhalb eines separaten Pre-Processing trainiert und validiert werden. Hierzu wird eine Datenbank, bestehend aus meteorologischen und hydrologischen Daten, verwendet. Anschließend können sie in das Gesamtsystem implementiert werden. Durch diesen modularen Aufbau ist das Vorhersagesystem sehr flexibel, da einzelne Fuzzy Systeme neu eingefügt, komplett entfernt oder ausgetauscht werden können, ohne andere Fuzzy Systeme zu beeinflussen.

In diesem Posterbeitrag wird der Aufbau, das Training und die Validierung des Fuzzy-Modells exemplarisch für das mesoskalige Einzugsgebiet des Oberen Mains ($A_E = 4244 \text{ km}^2$) für einen Vorhersagezeitraum von bis zu 48h vorgestellt. Des Weiteren wird auf die Übertragbarkeit des entwickelten Tools auf andere mesoskalige Einzugsgebiete mit unterschiedlichen Charakteristika eingegangen.

P6. AUSWIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS AUF ALPINE EINZUGSGEBIETE

SIMULATIONEN DES SEDIMENTTRANSPORTES UND SEINER FÜR DAS FLUSSGEBIETSMANAGEMENT RELEVANTEN FOLGEN

F.U.M. Heimann, D. Rickenmann, J.M. Turowski, A. Badoux, J.W. Kirchner

WSL Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft

In den kommenden Jahren wird der Klimawandel die Abflüsse und somit auch die Sedimenttransportraten in den Wildbächen und Gebirgsflüssen der Alpen beeinflussen. Dies wiederum wird weitreichende Folgen in Bezug auf die Gefahren zukünftiger Hochwässer mit Geschiebeverfrachtung haben. Vorhandene *Schutzmaßnahmen* werden angesichts gesteigener Geschiebemengen ihre Funktion gegebenenfalls nur noch teilweise erfüllen können. Zusätzlich werden die sich verändernden Muster von Erosion und Sedimentation sich auf die Qualität von *Fischhabitaten* und insbesondere auf die Eignung von Laichplätzen auswirken. Für ein *ökologisches und integrales Management* der Einzugsgebiete ist eine auf Modellrechnungen basierende Prognose der Geschiebe-transportraten von grundlegender Bedeutung. Diesem Themenfeld widmet sich das Projekt *SEDRIVER* im Rahmen des Schweizer Nationalen Forschungsprogrammes *Nachhaltige Wassernutzung*. Die Entwicklung der Sedimenttransportraten und die Auswirkungen in den Bereichen des Wasserbau und der Fischökologie werden jeweils in einem Teilprojekt behandelt.

Zur Simulation des Sedimenttransportes wird das Landschaftsevolutionsmodell Cellular Automaton Evolutionary Slope And River (*CAESAR*), auf eine repräsentative Auswahl alpiner Einzugsgebiete angewendet werden. Mäandrierende oder verzweigte Fließwege, die Ausbildung einer sedimentären Schichtung sowie die Erosion und Sedimentation von mehreren Korngrößenfraktionen können im zellulären Automaten-Modell *CAESAR* simuliert werden. Weitere Module zur Simulation von Gletschern, von der kleinräumig variierenden Beschaffenheit des Untergrundes und zur Darstellung des Sedimenttransports in steilen Gerinnen werden innerhalb des Projektes noch hinzugefügt werden, um das Modell für eine Anwendung in den Alpen anzupassen. Durch die zusätzliche Einbeziehung der Ergebnisse der Teilprojekte streben wir an ein umfassendes Modellierungswerkzeug für das Flussgebietsmanagement innerhalb des Alpenraumes zu schaffen. Für *CAESAR* wie auch für eine Vielzahl ähnlicher Modelle stellt der Niederschlag einen der wichtigsten Eingangsdatensätze dar. Vereinfachend lassen sich bei Regenfällen in den Alpen zwei Typen unterscheiden: (a) Lang anhaltende, großflächige, advective Ereignisse und (b) räumlich begrenzte, kurz andauernde, intensive, *konvektive Gewitter*. In kleinen, nicht vergletscherten, alpinen Einzugsgebiete lösen vor allem die Letzteren jene Hochwässer aus, die für den Großteil des Geschiebetransportes in den Gerinnen verantwortlich sind. Solche Ereignisse können aber in momentan verfügbaren regionalen Klimamodellen nicht dargestellt werden. Die Lösung dieses Problems - beispielsweise über eine Parametrisierung der stochastischen Kenngrößen dieser Gewitter- stellt eine der großen Herausforderungen des Projektes dar. Zusammen mit der Komplexität der Prozesse des Sedimenttransportes verlangt es nach einer modellinternen Betrachtung der im Bezug auf das Flussgebietsmanagement relevanten Folgen des Klimawandels.

P7. EXPLOITING MULTI-TEMPORAL ASAR IMAGERY FOR FIELD-SCALE SURFACE SOIL MOISTURE MONITORING IN A SEMI-ARID ENVIRONMENT

L. Dong, P. Marzahn and R. Ludwig

*Department of Geography,
Ludwig-Maximilians-University (LMU)*

Sardinia (Italy) suffers from extremely dry and hot weather in the summer, which greatly limits crop growth during that period. Therefore irrigation is adopted as a supplement in this however fresh-water-shortage region, where accurate and timely soil moisture monitoring is expected to support a better irrigation strategy. A well-equipped agricultural research centre - *Azienda San Michele* is chosen for this case study on the Campidano Plain, the agricultural heartland in Sardinia, with close collaboration with Regional Agriculture Research Agency of Sardinia (AGRIS). Various current C-band active microwave sensors provide this opportunity in short repeat time (1-5 days) and therefore provide opportunities for a near real-time soil moisture monitor. In this study, a total of 26 ENVISAT Advanced Synthetic Aperture Radar (ASAR) Alternating Polarization Mode (APS) images and 11 Radarsat-2 Fine Quad-Polarimetry images are acquired from 2007-2009 and from 2008-2009, respectively. Only ASAR imagery is used for this paper. Extensive field work is conducted for soil moisture and roughness measurements during the imaging acquisition period. A semi-empirical approach is tested and Advanced Integral Equation Model (AIEM) is employed for a better understanding of the relationship between backscattering, surface soil moisture and surface roughness. Results show limitation in the semi-empirical approach in the semi-arid environment for field-scale application.

P8. CLIMB - CLIMATE INDUCED CHANGES ON THE HYDROLOGY OF MEDITERRANEAN BASINS – REDUCING UNCERTAINTY AND QUANTIFYING RISK

Ralf Ludwig & The CLIMB consortium

*Department of Geography,
Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU)*

According to future climate projections, Mediterranean countries are at high risk for an even pronounced susceptibility to changes in the hydrological budget and extremes. Threats include severe droughts and extreme flooding, salinization of coastal aquifers, degradation of fertile soils and desertification due to poor and unsustainable water management practices. These changes are expected to have strong impacts on the management of water and land resources as well as on key strategic sectors of regional economies, such as agriculture and tourism, and their macroeconomic implications. Such manifold developments bare a strong capacity to exacerbate tensions, and even intra- and inter-state conflict among the social, political, ecological and economic actors. Thus, effective adaptation and prevention measures need multi-disciplinary preparation, analysis and action.

In its 4-year design, CLIMB (FP7-ENV-2009-1) analyzes ongoing and future climate induced changes in hydrological budgets and extremes across the Mediterranean and neighboring regions. This is undertaken in study sites located in Sardinia, Northern Italy, Southern France, Tunisia, Egypt and the Palestinian-administered area Gaza. The work plan is targeted to selected river or aquifer catchments, where the consortium will employ a combination of novel field monitoring and remote sensing concepts, data assimilation, integrated hydrologic (and biophysical) modeling and socioeconomic factor analyses to reduce existing uncertainties in climate change impact analysis. Advanced climate scenario analysis will be employed and available ensembles of regional climate model simulations will be audited and downscaled. This process will provide the drivers for an ensemble of hydro(-geo)logical models with different degrees of complexity in terms of process description and level of integration. The results of hydrological modeling and socio-economic factor analysis will enable the development of a GIS-based Vulnerability and Risk Assessment Tool. This tool will serve as a platform for the dissemination of project results, including communication with and planning for local and regional stakeholders. An important output of the research in the study sites will be the development of a set of recommendations for an improved monitoring and modeling strategy for climate change impact assessment.

CLIMB, started in early 2010, as part of a research cluster with the projects WASSERMed (= Water Availability and Security in Southern Europe and the Mediterranean, FP7-ENV) and CLICO (= Climate Change, Hydro-Conflicts and Human Resources, FP7-SSH). This cluster has been formed under a coordinated topic between the Environment and Social Science and Humanities Programs of EC's FP7 to better assess the manifold consequences and uncertainties in climate impact on man-environment systems and water security in Southern Europe and neighboring regions.

P9. STATISTICAL TEMPERATURE DOWNSCALING OF ERA-INTERIM DATA USING REGRESSION-BASED MODEL

L.Gao, K. Schulz

*Department of Geography,
Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU)*

In recent years ERA-Interim data is used widely in hydrological and climatological models. However, like other global Circulation Models (GCMs), ERA-Interim data has a coarse scale (about 79km), which is unable to identify the regional scale features. Therefore, the adjusting of spatial scale is essential for our proposal that using model represents the real world as accurate as possible. In this study, using the observation minus reanalysis (OMR) approach, a multi-site and multivariable regression model is constructed to address the correlation between the ERA-Interim data and Flux site data associated with statistical downscaling of 2-metre temperature over Europe. As a predictor (large-scale), ERA-Interim provides 3-hours reanalyses data with time series of 1989-2009. 22 flux sites in different terrains are selected as predictands (local scale). The differences between ERA-Interim and Flux site of Mean temperature, 1% quantile and 99% quantile temperature are the model variables. Elevation between the two resources is the first parameter to be considered affecting the temperature differences. Land cover types are described in ERA-Interim grid and Flux site footprint grid. And also Albedo index is employed to represent the differences which land cover result in. In addition, the location of flux site in the ERA-Interim grid is also an important factor, particularly the distance from Flux site to the center of ERA-Interim grid. Nearest neighbor interpolation is applied to indicate the distance influence. The performances of the model are quite well with the results: $R^2 = 0.90$ for mean, 0.89 for 1% quantile and 0.86 for 99% quantile, respectively. The results indicate that regression model is appropriate for temperature downscaling, and temperature in any sub-scale could be calculated by the model with the ERA-Interim data for a higher resolution hydrological model.

P10. IMPLICATIONS OF LAND USE AND CLIMATE CHANGE ON WATER QUALITY IN AGRICULTURAL WATERSHEDS

Bano Mehdi¹, Frank Ferber², Bernhard Lehner¹, Ralf Ludwig²

¹ *Department of Geography, McGill University, Montreal, Canada (corresponding author: bano.mehdi@mcgill.ca)*

² *Department of Geography, LMU Munich, Bavaria, Germany*

In addition to an evolving climate, we can expect land use to evolve in a watershed with time. Yet, most hydrological studies that have examined the future impacts of climate change on a given watershed have assumed a static landscape. This can be an issue of concern when examining water quality in rural watersheds, since agricultural activities can be important contributors to non-point source pollution. The magnitude of future changes in agricultural land use on water quality is unknown, especially in the context of climate change. Furthermore, agricultural activities may very well expand and/or intensify since farmers will be presented with certain opportunities in the future, such as a longer growing season, the ability to plant higher value crops, and possibly biofuels. The objective of the larger research project is therefore to determine possible impacts on the quality of surface water in the upper part of the Altmühl watershed, to the Treuchtlingen gauge (980 km²) due to changes in climate and in agricultural land use. This poster will focus on determining the local drivers of land use change, for developing future crop land use change scenarios (2040 time horizon). The drivers of change at the local (watershed) level were determined from questionnaires that were sent to farmers in the lower part of the watershed.

The next steps are to establish the drivers of change at the regional and national scales (determined from the literature and experts), and in conjunction with the local drivers, apply these to the land use model CLUE-S (Conversion of Land Use and its Effects- Small Scale) (Verburg et al. 2002) to establish several scenarios of future spatial distribution of crops.

Finally, the effects of these land use scenarios, along with future climate change scenarios, will be evaluated on surface water quality in the Altmühl by applying the hydrological water quality model SWAT (Soil and Water Assessment Tool) (Arnold et al. 1998).

Teilnehmer des 14. Workshop zur Großskaligen hydrologischen Modellierung

Name	Institut	E-Mail
Barthel, Roland	Universität Stuttgart	roland.barthel@iws.uni-stuttgart.de
Berger, Sascha	Ludwig-Maximilians-Universität München	sascha.berger@lmu.de
Bernhardt, Matthias	Ludwig-Maximilians-Universität München	m.bernhardt@iggf.geo.uni-muenchen.de
Bieger, Katrin	Christian-Albrechts-Universität zu Kiel	kbieger@hydrology.uni-kiel.de
Biskop, Sophie	Friedrich-Schiller-Universität Jena	c2biso@uni-jena.de
Blöschl, Günter	Technische Universität Wien	blöschl@hydro.tuwien.ac.at
Danneberg, Johanna	Friedrich-Schiller-Universität Jena	j.danneberg@uni-jena.de
Disse, Markus	Universität der Bundeswehr München	markus.disse@unibw.de
Dong, Lu	Ludwig-Maximilians-Universität München	l.dong@iggf.geo.uni-muenchen.de
Ebert, Christian	Bayrisches Landesamt für Umwelt	Christian.Ebert@lfu.bayern.de
Ehret, Uwe	Technische Universität München	u.ehret@bv.tum.de
Eisner, Stephanie	Universität Kassel	eisner@usf.uni-kassel.de
Fink, Manfred	Friedrich-Schiller-Universität Jena	manfred.fink@uni-jena.de
Fischer, Christian	Friedrich-Schiller-Universität Jena	Christian.Fischer.2@uni-jena.de
Gao, Lu	Ludwig-Maximilians-Universität München	l.gao@iggf.geo.uni-muenchen.de
Gerner, Alexander	Technische Universität Dresden	Alexander.Gerner@tu-dresden.de
Hattermann, Fred F.	Potsdam Institute for Climate Impact Research	hattermann@pik-potsdam.de
Heimann, Florian	Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft	florian.heimann@wsl.ch
Helfricht, Kay	Universität Innsbruck	kay.helfricht@uibk.ac.at
Hoffmann-Dobrev, Heike	Johann Wolfgang Goethe-Universität	hoffmann-dobrev@em.uni-frankfurt.de
Hugenschmidt, Cindy	Christian-Albrechts-Universität zu Kiel	chugenschmidt@hydrology.uni-kiel.de

Hunger, Martin	Aquantec	hunger@aquantec-gmbh.de
Julich, Stefan	Public Research Centre Henri Tudor	Stefan.Julich@tudor.lu
Karnuth, Morten	Munich Re Group	MKarnuth@munichre.com
Köplin, Nina	Universität Bern	nina.köplin@giub.unibe.ch
Komischke, Holger	Bayrisches Landesamt für Umwelt	holger.komischke@lfu.bayern.de
Kunstmann, Harald	IMK-IFU, KIT & Uni Augsburg	harald.kunstmann@kit.edu
Ludwig, Karl	Wasserwirtschaft und Wasserbau GmbH	büro@ludwig-wawi.de
Ludwig, Ralf	Ludwig-Maximilians-Universität München	r.ludwig@lmu.de
Maier, Jochen	Ludwig-Maximilians-Universität München	j.maier@iggf.geo.uni-münchen.de;
Malsy, Marcus	Universität Kassel	malsy@usf.uni-kassel.de
Mehdi, Bano	McGill University	bano.mehdi@mail.mcgill.ca
Merz, Gabriele	Bayrisches Landesamt für Umwelt	Gabriele.Merz@lfu.bayern.de
Meyer, Swen	Ludwig-Maximilians-Universität München	s.meyer@lmu.de
Michel, Christin	Friedrich-Schiller-Universität Jena	Christin.Michel@uni-jena.de
Pakosch, Sabine	Universität der Bundeswehr München	sabine.pakosch@unibw.de
Schöber, Johannes	alpS - Zentrum für Naturgefahren- und Risikomanagement GmbH	schöber@alps-gmbh.com
Schmid, Josef	Ludwig-Maximilians-Universität München	j.schmid@iggf.geo.uni-münchen.de
Schneider, Katrin	alpS - Zentrum für Naturgefahren- und Risikomanagement GmbH	info@alps-gmbh.com
Schulz, Karsten	Ludwig-Maximilians-Universität München	k.schulz@lmu.de
Schumann, André	Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie	Andre.Schumann@lung.mv-regierung.de
Seibert, Simon	Technische Universität München	s.seibert@bv.tum.de
Seiser, Bernd	alpS - Zentrum für Naturgefahren- und Risikomanagement GmbH	seiser@alps-gmbh.com
Wallner, Markus	Leibniz Universität Hannover	wallner@iww.uni-hannover.de
Winter, Florian	Universität der Bundeswehr	florian.winter@unibw.de

	München	
Zehe, Erwin	Technische Universität München	e.zehe@bv.tu-münchen.de
Zhang, Lulu	Technische Universität Dresden	zhang@forst.tu-dresden.de
Braun, Juliana	Ludwig-Maximilians-Universität München	k.A.
Frank, Laura	Ludwig-Maximilians-Universität München	k.A.
Löppmann, Sebastian	Ludwig-Maximilians-Universität München	k.A.
Rastgooy, Johann	Ludwig-Maximilians-Universität München	k.A.
Fischer, Georg	Ludwig-Maximilians-Universität München	k.A.
Gampe, David	Ludwig-Maximilians-Universität München	k.A.
Niggemann, Fabian	Ludwig-Maximilians-Universität München	k.A.
Willkofer, Florian	Ludwig-Maximilians-Universität München	k.A.
Simon, Martin	Ludwig-Maximilians-Universität München	k.A.
Ebner, Christoph	Ludwig-Maximilians-Universität München	k.A.
Müller, Benjamin	Ludwig-Maximilians-Universität München	k.A.
Hummel, Franz	Ludwig-Maximilians-Universität München	k.A.
Werz, Thomas	Ludwig-Maximilians-Universität München	k.A.

NOTIZEN

NOTIZEN

NOTIZEN

NOTIZEN

NOTIZEN
