

Projektbericht

Das internationale Netzwerk für Alpine Einzugsgebietshydrologie

Ein neues GEWEX crosscutting Projekt

The International Network for Alpine Research Catchment Hydrology

A new GEWEX crosscutting Project

Die Anzahl gut instrumentierter Einzugsgebiete im Hochgebirge ist global limitiert. Allerdings verfügen die vorhandenen Einzugsgebiete über z.T. signifikante hydrometeorologische Datensätze und es findet sich dort oftmals eine hohe Expertise im Bereich der Feldmessung und Modellentwicklung. Dieses verteilte Wissen zu verknüpfen und eine gemeinsame Weiterentwicklung von Modellen, Messverfahren und Datenaufbereitungsalgorithmen anzustoßen, ist das Ziel des International Network for Alpine Research Catchment Hydrology (INARCH).

The number of well instrumented high elevated catchments is globally limited. But, the existing catchments do usually dispose over significant hydro-meteorological databases and a large expertise in view of field measurements and model development is pooled there. The International Network for Alpine Research Catchment Hydrology (INARCH) will try to connect the currently distributed knowledge with the aim of a concerted development of models, measurement techniques and data analysis algorithms.

Die lokalen Ausprägungen des globalen Klimawandels und die Anzahl der betroffenen Landoberflächenparameter sind stark standortabhängig (BERNHARDT et al. 2014, VIVIROLI et al. 2011). Generalisierte und allgemeingültige Aussagen über die Implikationen, die durch ein sich veränderndes Klima an der Erdoberfläche entstehen, sind daher nur schwer möglich (IM et al. 2010, JEPSEN et al. 2012, SCHÄDLER et al. 1998). Gerade in Gebirgsräumen, die durch eine hohe räumliche Heterogenität verschiedenster Geländeeigenschaften, wie Topographie, Exposition und Hangneigung, gekennzeichnet sind, ist eine Abschätzung der Klimafolgen herausfordernd (GAO et al. 2014, HARER et al. 2013, LAGHARI et al. 2012). Die resultierenden Unsicherheiten wiegen umso schwerer, als bisherige Analysen darauf hindeuten, dass der alpine Raum sensibler auf den globalen Wandel reagiert als die Flachländer (VIVIROLI et al. 2011).

Veränderungen im hydrologischen Kreislauf strahlen dabei weit über den Gebirgsraum hinaus. Dies liegt v.a. an der im Vergleich zum Vorland überproportional hohen Abflussspende der Gebirge. Die erzeugten Abflüsse und deren raumzeitliche Dynamik sind nicht nur für die Bevölkerung in den Kopfeinzugsgebieten von übergeordneter Bedeutung, sondern mitunter auch für diejenigen Menschen, die weit von Gebirgen entfernt leben. In beiden Fällen besteht eine z.T. starke Abhängigkeit von Schmelzwasser aus Gletschern bzw. aus der Schneedecke, die u.a. den sommerlichen Abfluss stützen und Wasser in einem Umfang zur Verfügung stellen, wie es die Bedürfnisse des täglichen Lebens verlangen und wie es notwendig ist, um Kapazitäten für Landwirtschaft und Industrie zur Verfügung zu stellen (WEINGARTNER

et al. 2007). Anthropogene Speicher, die diese Pufferfunktion übernehmen könnten, sind kaum vorhanden bzw. dienen einem anderen, manchmal konkurrierenden Zweck, wie z.B. der Stromerzeugung oder dem Hochwasserschutz. Veränderungen des Abflussverhaltens der Gebirgsregionen koppeln also direkt auf große Raumeinheiten zurück, ohne dass eine reelle Möglichkeit besteht, diese Effekte abzumildern.

Um mit den zu erwartenden Veränderungen adäquat umgehen zu können und um gegebenenfalls rechtzeitig mit vorbeugenden baulichen Maßnahmen wie Süßwasserspeichern reagieren zu können, ist eine möglichst akkurate Langfristprognose über den hydrologischen Kreislauf im Gebirge dringend erforderlich. Auch für Kurzfristprognosen z.B. im Rahmen von Hochwasserfrühwarnsystemen ist ein möglichst umfassendes Verständnis des Gebirgsraums und dessen hydrologischen Zustands elementar. Im Widerspruch zu der eben beschriebenen Relevanz des Gebirgsraums für ein nachhaltiges Wassermanagement stehen gravierende Unsicherheiten im Verständnis des alpinen Wasserkreislaufs. Diese beinhalten die quantitative Erfassung der einzelnen Wasserhaushaltskomponenten genauso wie deren modelltechnische Beschreibung. Die Kenntnislücken können zu großen Teilen mit einem eklatanten Mangel an belastbaren, langjährigen Messreihen aus dem Gebirge und dem Hochgebirge in Verbindung gebracht werden. Der notwendige hohe Mitteleinsatz für die Errichtung und Wartung von Messstandorten in unwirtlichen Gebirgslagen ist eine Ursache für die vorhandene Datenknappheit. Eine weitere liegt in der sektoralen und wenig durchgängigen Struktur der Datenhaltung und Datenerhebung begründet. Nur wenige vorhandene gut bis sehr gut instrumentierte Standorte im Hochgebirge sowie der nicht institutionalisierte Austausch von Daten und erhobener Informationen, der hauptsächlich auf informeller Ebene stattfindet, stellen derzeit die wesentlichen Limitierungen bzgl. allgemeiner Datenverfügbarkeit dar. In diesem Kontext ist zu erwähnen, dass die vorhandenen Datensätze zwischen den Standorten nicht homogenisiert sind, insofern sie nicht einem der bereits bestehenden großen Messnetze wie dem Global Atmosphere Watch (GAW) angehören.

Das International Network for Alpine Research Catchment Hydrology (INARCH), ein GEWEX crosscutting Projekt (Global Energy and Water Cycle Experiment, GEWEX), zielt darauf ab, bisherige Limitierungen durch Zusammenarbeit von 20 alpinen Einzugsgebieten zu überwinden (POMEROY et al. 2015). Die grundlegenden Fragen, die innerhalb dieses Projektes adressiert werden sollen, sind:

- Wie unterschiedlich sind die Messstandards und Messlayouts für Feldarbeiten in den verschiedenen Einzugsgebieten und müssen Unterschiede in den Modellkonzepten wegen der verschiedenen Messstandards angenommen werden?
- Wie ändert sich die Vorhersagbarkeit, Unsicherheit und Sensitivität der Wasser- und Energieflüsse unter Klimawandelbedingungen in verschiedenen Gebirgslagen und in unterschiedlichen Regionen?

- Welche Verbesserungen in der Beschreibung der hochalpinen Wasser- und Energieflüsse können über eine detailliertere Beschreibung der zugrundeliegenden Physik erreicht werden?
- Weisen die bisher bekannten Modellansätze eine globale Validität auf und sind sie transferabel und aussagekräftig für verschiedene Gebirgsräume?
- Sind die existierenden Modelle flexibel genug, um den beobachteten Wandel in Hinblick auf Art und Dauer der Schneedecke, Bodenfrost, den Rückgang von Gletschern und Albedounterschiede etc. zu beschreiben?

In einem ersten Schritt ist geplant, eine Evaluation von vorhandenen Messungen und Modellen vorzunehmen. Die Messmethoden, die Instrumentierung sowie die Vorgehensweisen bei Feldmessungen werden verglichen und bewertet. Darauf folgend wird die Notwendigkeit einer Harmonisierung der Datensätze analysiert, um bei Bedarf entsprechende Methoden auszuwählen bzw. zu entwickeln. Parallel werden die vorhandenen Modellansätze, deren Formulierungen, die Parametersätze und die Modellstrukturen verglichen. Die Ableitung von Unsicherheiten, die Analyse und die Optimierung der genutzten Parametersätze, mit dem Ziel einer eindeutigen Verknüpfung zwischen Parameter und physikalischer Messgröße, stellen weitere Aspekte der Arbeiten dar. Mit den optimierten Eingangsdatensätzen und Modellen werden in einem nächsten Schritt Sensitivitätsanalysen durchgeführt, um zu überprüfen, ob die Modelle auf die sich im Klimawandel verändernden Schlüsselparameter sensitiv sind. Neben den Landoberflächenmodellen liegt ein weiterer Fokus auf regionalen Klimamodellen. Die Evaluation von modellierten meteorologischen Feldern, aber auch von Ergebnissen der inkludierten Landoberflächenmodelle auf Basis des in INARCH organisierten Messnetzes und die Bewertung verschiedener Downscaling-Verfahren, stehen hier im Vordergrund. An die Evaluierungsphase wird sich eine Entwicklungsphase anschließen, in der versucht wird, die Modelle auf Basis der breiteren Datenverfügbarkeit inhaltlich zu verbessern und bei Bedarf fehlende Prozesse zu integrieren. Die Integration und der Test von Assimilierungsverfahren wird ebenfalls Teil dieser Studien sein. In einem letzten Schritt sollen die Erfahrungen, die im Projektverlauf von INARCH gemacht werden, dazu dienen, eine kohärente Planung zukünftiger Messkampagnen, Messstationen bzw. internationalen Netzwerken im Bereich der alpinen Forschung zu ermöglichen.

Anschrift der Verfasser:

PD Dr. Matthias Bernhardt
 Univ.-Prof. Dr. Karsten Schulz
 Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiver
 Wasserbau (IWHW)
 Universität für Bodenkultur Wien
 Muthgasse 18, 1190 Wien, Österreich
 matthias.bernhardt@boku.ac.at

Prof. John Pomeroy
 Universität von Saskatchewan
 Saskatoon, Kanada

Literatur

- BERNHARDT, M., S. HARER, J. JACOBET, K.F. WETZEL & K. SCHULZ (2014): Das Virtuelle Alpenobservatorium – Forschungsschwerpunkt alpine Hydrologie. – *Hydrologie und Wasserbewirtschaftung* 58 (4), 241–243
- GAO, L., K. SCHULZ & M. BERNHARDT (2014): Statistical Downscaling of ERA-Interim Forecast Precipitation Data in Complex Terrain Using LASSO Algorithm. – *Advances in Meteorology*, Article ID 472741, 16 S., DOI: 10.1155/2014/472741
- HARER, S., M. BERNHARDT, J.G. CORRIPIO & K. SCHULZ (2013): PRACTISE – Photo Rectification And Classification Software (V.1.0). – *Geoscientific Model Development* 6, 837–848; DOI: 10.5194/gmd-6-837-2013
- IM, E.S., E. COPPOLA, F. GIORGI & X. BI (2010): Local effects of climate change over the Alpine region: A study with a high resolution regional climate model with a surrogate climate change scenario. – *Geophysical Research Letters* 37 (5), DOI: 10.1029/2009GL041801
- JEPSEN, S.M., N.P. MOLOTCH, M.W. WILLIAMS, K.E. RITTGER & J.O. SICKMAN (2012): Interannual variability of snowmelt in the Sierra Nevada and Rocky Mountains, United States: Examples from two alpine watersheds. – *Water Resources Research* 48 (2); DOI: 10.1029/2011WR011006
- LAGHARI, A.N., D. VANHAM & W. RAUCH (2012): To what extent does climate change result in a shift in Alpine hydrology? A case study in the Austrian Alps. – *Hydrological Sciences Journal* 57 (1), 103–117; DOI: 10.1080/02626667.2011.637040
- POMEROY, J., M. BERNHARDT & D. MARKS (2015): Research network to track alpine water. – *Nature* 521, 32–32; DOI: 10.1038/521032c
- SCHÄDLER, B., D. GELLENS, K. BARBIEUX, E. ROULIN, H. ASCHWANDEN & F. GELLENS-MEULENBERGHS (1998): Snow cover in the Swiss Alpine region – impacts as a result of climate change. – *Proceedings of the Second International Conference on Climate and Water*, Vols 1–3, 76–85
- VIVIROLI, D., D.R. ARCHER, W. BUYTAERT, H.J. FOWLER, G.B. GREENWOOD, A.F. HAMLET, Y. HUANG, G. KOBOLTSCHNIG, M.I. LITAOR, J.I. LOPEZ-MORENO, S. LORENTZ, B. SCHÄDLER, H. SCHREIER, K. SCHWAIGER, M. VUILLE & R. WOODS (2011): Climate change and mountain water resources: overview and recommendations for research, management and policy. – *Hydrology and Earth System Sciences* 15, 471–504; DOI: 10.5194/hess-15-471-2011
- WEINGARTNER, R., D. VIVIROLI & B. SCHÄDLER (2007): Water resources in mountain regions: a methodological approach to assess the water balance in a highland-lowland-system. – *Hydrological Processes* 21 (5), 578–585; DOI: 10.1002/hyp.6268