

Außerdem zeigt eine monatliche Betrachtung, dass die höheren Temperaturen und die daraus resultierende höhere Evapotranspiration zu einer schnelleren und früheren Reduzierung des verfügbaren Wassers in der Trockenzeit führt (Wagner et al. 2013b).

Fazit

Die Entwicklungen im Einzugsgebiet der Flüsse Mula und Mutha zeigen exemplarisch, wie Klima- und Landnutzungswandel die Wasserressourcen in Indien beeinflussen. Sowohl der Klimawandel als auch der von der Urbanisierung angetriebene Landnutzungswandel führen zu jahreszeitlichen Veränderungen von Wasserspende und Evapotranspiration. Insbesondere auf der Teileinzugsgebietsskala werden die Auswirkungen des Landnutzungswandels deutlich. Der Landnutzungswandels kann lokal ebenso starke, wenn nicht sogar stärkere Auswirkungen im Vergleich zum Klimawandel haben. Die Zunahme der Wasserspende in Folge des Baus der neuen Stadt Lavasa in den Westghats belegt dies deutlich.

Das Management der Ressource Wasser ist eine zunehmende Herausforderung in Indien. Der im Untersuchungsgebiet beobachtete Landnutzungswandel (Urbanisierung, Veränderung landwirtschaftlicher Flächen) spiegelt ähnliche Tendenzen im ganzen Land wider. Im Gegensatz zu anderen Teilen Indiens verfügt das Untersuchungsgebiet saisonal über relativ hohe Wasserressourcen, die in lokalen Stauseen gespeichert werden. Damit ist die Trinkwasserversorgung von Pune weitgehend gesichert. Dennoch sind nicht alle Staudämme in öffentlicher Hand und dienen unterschiedlichen Nutzergruppen und Anwendungen (Landwirtschaft, Energiewirtschaft, Trinkwasserversorgung). Eine Verminderung der Ressource Wasser durch den Globalen Wandel, wie sie insbesondere als Folge des Klimawandels in der Trockenzeit zu erwarten ist, vergrößert das Konfliktpotential zwischen den verschiedenen Nutzergruppen. Überdies sind auch die Unterlieger Punes auf eine ausreichende Versorgung aus den niederschlagsreichen Westghats angewiesen. Im gesamtindischen Kontext könnten bestehenden Wassernutzungskonflikte zwischen den indischen

Bundesstaaten durch eine Verknappung der Ressource Wasser verschärft werden. Ein nachhaltiges, über Verwaltungsgrenzen hinausgehendes Flussgebietsmanagement kann dazu beitragen, solche negative Konsequenzen zu vermeiden oder abzuschwächen. III

LITERATUR

- Akhtar, M., N. Ahmad und M.J. Booi (2008): The impact of climate change on the water resources of Hindukush-Karakorum-Himalaya region under different glacier coverage scenarios. *Journal of Hydrology* 355 (1-4), S. 148-163
- Arnold, J.G., R. Srinivasan, R.S. Muttiah und J.R. Williams (1998): Large area hydrologic modeling and assessment – Part 1: Model development. *Journal of the American Water Resources Association* 34, S. 73-89
- Chauhan, H.B. und S. Nayak (2005): Land use/land cover changes near Hazira Region, Gujarat using remote sensing satellite data. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing* 33, S. 413-420
- Cruz, R.V., H. Harasawa, M. Lal, S. Wu, Y. Anokhin, B. Punsalma, Y. Honda, M. Jafari, C. Li und N. Huu Ninh (2007): Asia. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. In: M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden und C.E. Hanson (Hrsg.): Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, S. 469-506
- Döös, B.R. (2002): Population growth and loss of arable land. *Global Environmental Change* 12, S. 303-311
- Foley, J.A., R. DeFries, G.P. Asner, C. Barford, G. Bonan, S.R. Carpenter, F.S. Chapin, M.T. Coe, G.C. Daily, H.K. Gibbs, J.H. Helkowski, T. Holloway, E.A. Howard, C.J. Kucharik, C. Monfreda, J.A. Patz, I.C. Prentice, N. Ramankutty und P.K. Snyder (2005): Global consequences of land use. *Science* 309 (5734), S. 570-574
- Garg, K.K., L. Karlberg, J. Barron, S.P. Wani und J. Rockstrom (2012): Assessing impacts of agricultural water interventions in the Kothapally watershed, Southern India. *Hydrological Processes* 26, S. 387-404
- Gosain, A.K., S. Rao und A. Arora (2011): Climate change impact assessment of water resources of India. *Current Science* 101 (3), S. 356-371
- Gosain A.K., S. Rao und D. Basuray (2006): Climate change impact assessment on hydrology of Indian river basins. *Current Science* 90 (3), S. 346-353
- Jain, S.K. und V. Kumar (2012): Trend analysis of rainfall and temperature data for India. *Current Science* 102, S. 37-49
- Jayakumar, S. und D. Arockiasamy (2003): Land use/land cover mapping and change detection in part of Eastern Ghats of Tamil Nadu using remote sensing and GIS. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing* 31, S. 251-260
- Jha, C.S., C.B.S. Dutt und K.S. Bawa (2000): Deforestation and land use changes in Western Ghats, India. *Current Science* 79, S. 231-238
- Lal, M. (2003): Global climate change: India's monsoon and its variability. *Journal of Environmental Studies and Policy* 6, S. 1-34
- Mishra, A., S. Kar und V.P. Singh (2007): Prioritizing structural management by quantifying the effect of land use and land cover on watershed runoff and sediment yield. *Water Resources Management* 21, S. 1899-1913
- Mujumdar, P.P. und S. Ghosh (2008): Modeling GCM and scenario uncertainty using a possibilistic approach: Application to the Mahanadi River, India. *Water Resources Research* 44, W06407, S. 1-15
- Nakićenović, N., J. Alcamo, G. Davis, B. de Vries, J. Fenhann, S. Gaffin, K. Gregory, A. Grübler, T.Y. Jung, T. Kram, E.L. La Rovere, L. Michaelis, S. Mori, T. Morita, W. Pepper, H. Pitcher, L. Price, K. Riahi, A. Roehrl, H.-H. Rogner, A. Sankovski, M. Schlesinger, P. Shukla, S. Smith, R. Swart, S. van Rooijen, N. Victor und Z. Dadi (2000): Special report on emissions scenarios. A special report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge
- Silva, E.A. und K.C. Clarke (2002): Calibration of the SLEUTH urban growth model for Lisbon and Porto, Portugal. *Computers, Environment and Urban Systems* 26(6), S. 525-552
- Simonovic, S.P. (2002): World water dynamics: global modeling of water resources. *Journal of Environmental Management* 66, S. 249-267
- Singh, P. und L. Bengtsson (2005): Impact of warmer climate on melt and evaporation for the rainfed, snowfed and glacierfed basins in the Himalayan region. *Journal of Hydrology* 300 (1-4), S. 140-154
- Vörösmarty, C.J., P.B. McIntyre, M.O. Gessner, D. Dudgeon, A. Prusevich, P. Green, S. Glidden, S.E. Bunn, C.A. Sullivan, C. Reidy Liermann und P.M. Davies (2010): Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature* 467, S. 555-561

SUMMARY

Hydrologic Impacts of Global Change in the Western Ghats. A Case Study of the Catchment Areas of the Rivers Mula and Mutha (Maharashtra)

by Paul D. Wagner, Peter Fiener, Karl Schneider

Climate and land use change have a large potential to exacerbate water scarcity in India. The Western Ghats are an area of high seasonal rainfall feeding major river systems that drain towards the drier regions of the eastern Peninsular. While water availability is relatively high, water demands are increasing due to population growth and socio-economic development in the region. Exemplarily, the impacts of climate and land use change on the water resources in the Mula and Mutha Rivers catchment upstream of the dynamically developing city of Pune are presented. The results show that global change may lead to a decrease of water resources in the study area, particularly in the dry season.

- Wagner, P.D., S. Kumar, P. Fiener und K. Schneider (2011): Hydrological modeling with SWAT in a monsoon-driven environment - experience from the Western Ghats, India. Transactions of the ASABE 54, S. 1783-1790
- Wagner, P.D., P. Fiener, F. Wilken, S. Kumar und K. Schneider (2012): Comparison and evaluation of spatial interpolation schemes for daily rainfall in data scarce regions. Journal of Hydrology 464-465, S. 388-400
- Wagner, P.D., S. Kumar und K. Schneider (2013a): An assessment of land use change impacts on the water resources of the Mula and Mutha Rivers catchment upstream of Pune, India. Hydrology and Earth System Sciences 17, S. 2233-2246
- Wagner, P.D., T.G. Reichenau, S. Kumar und K. Schneider (2013b): Development of a new downscaling method for hydrologic assessment of climate change impacts in data scarce regions and its application in the Western Ghats, India. Regional Environmental Change, S. 1-13; doi: 10.1007/s10113-013-0481-z
- Wagner, P.D., S.M. Bhallamudi, B. Narasimhan, L. Kantakumar, K.P. Sudheer, S. Kumar, K. Schneider und P. Fiener (2015): Modeling future impacts of dynamic land use change on catchment hydrology in India. Eingereicht
- Wilk, J. und D.A. Hughes (2002): Simulating the impacts of land-use and climate change on water resource availability for a large south Indian catchment. Hydrological Sciences Journal 47, S. 19-30

AUTOREN

- Dr. PAUL D. WAGNER, geb. 1982
paul.wagner@fu-berlin.de
Institut für Geographische Wissenschaften, Freie Universität Berlin, Malteserstraße 74-100, 12249 Berlin
- Professor Dr. PETER FIENER, geb. 1969
peter.fiener@geo.uni-augsburg.de
Institut für Geographie, Universität Augsburg, 86135 Augsburg
- Professor Dr. KARL SCHNEIDER, geb. 1960
karl.schneider@uni-koeln.de
Geographisches Institut, Universität zu Köln, Albertus-Magnus-Platz, 50923 Köln

Die Autoren danken der Studienstiftung des deutschen Volkes und dem Deutschen Akademischen Auslandsdienst für die finanzielle Förderung sowie den indischen Kooperationspartnern Shamita Kumar (BVIERR) und B.S. Murty (IIT Madras) für die Unterstützung der Forschungsprojekte, die diesem Beitrag zugrunde liegen.

IMPRESSUM

Herausgeber und Verlag:

Bildungshaus Schulbuchverlage Westermann Schroedel Diesterweg
Schöningh Winklers GmbH
Georg-Westermann-Allee 66
38104 Braunschweig
Telefon (05 31) 70 80
Internet: <http://www.westermann.de>

Redaktion:

Reiner Jüngst (v.i.S.d.P.)
Telefon (05 31) 70 83 85, Telefax (05 31) 70 83 74
E-Mail: gr@westermann.de
Internet: <http://www.geographischerundschau.de>

Satz + Gestaltung:

Integra, Pondicherry (INDIEN)

Redaktionsbeirat:

Professor Dr. Boris Braun, Geographisches Institut,
Universität zu Köln, Albertus-Magnus-Platz, 50923 Köln
Professor Dr. Christoph Dittrich, Geographisches Institut,
Universität Göttingen, Goldschmidtstraße 5, 37077 Göttingen
Professor Dr. Martin DoevenSpeck, Lehrstuhl für raumbezogene
Konfliktforschung, Universität Bayreuth, 95440 Bayreuth
Professor Dr. Jürgen Herget, Geographisches Institut,
Universität Bonn, Meckenheimer Allee 166, 53115 Bonn

Bereich Fachzeitschriften:

Bernd Bredemeyer
Produkt Marketing: Linda Fechner, Christina Schlegel

Anzeigen und Vertrieb:

BMS Bildungsmedien Service GmbH
Georg-Westermann-Allee 66
38104 Braunschweig
Leitung: Peter Kniep
Abo-Betreuung: Marlis Hampel, Petra Klein, Stefanie Scharf
Tel.: (05 31) 7 08 86 31, Telefax (05 31) 7 08 61 7
E-Mail: abo-bestellung@westermann.de
Anzeigenverkauf: Marlies Schirmer,
Tel.: (05 31) 7 08 83 37, Telefax (05 31) 7 08 87 83 37
E-Mail: marlies.schirmer@bms-verlage.de

Vertrieb:

Karin Pusz, Telefon (05 31) 7 08 83 06
E-Mail: karin.pusz@bms-verlage.de
Telefax (05 31) 7 08 87 83 06

Gesamtherstellung:

westermann druck GmbH
Georg-Westermann-Allee 66, 38104 Braunschweig
Telefon (05 31) 70 80, Telefax (05 31) 79 65 69

Erscheinungsweise und Bezugsbedingungen:

Jeweils zum Monatsanfang, das Heft 7/8 (als Doppelausgabe) zur Mitte des Monats. Abonnementpreis jährlich 93,50 € (Deutschland) / 95,70 € (Österreich) / 141,90 CHF. Für Studierende 65,45 € (Deutschland) / 67,10 € (Österreich) / 97,90 CHF. Preise zuzüglich Versandkosten je Heft von 1,60 € (Deutschland) / 1,65 € (Österreich) / 2,80 CHF. Für Schulen und Institutionen 140,25 € (Deutschland) / 144,10 € (Österreich) / 207,90 CHF zuzüglich Versandkosten. Einzelhefte 15,00 € (Deutschland) / 15,40 € (Österreich) / 18,50 CHF, zuzüglich Versandkosten. In den Bezugspreisen sind 7 % Mehrwertsteuer (Deutschland) enthalten. Der Jahresabonnementpreis wird nach Lieferung der ersten Heftausgabe in Rechnung gestellt (Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten). Bestellungen an den Buch- und Zeitschriftenhandel oder an BMS Bildungsmedien Service GmbH, Postfach 3320, 38023 Braunschweig. Der Bezugszeitraum beträgt – zunächst 1 Jahr und verlängert sich jeweils um ein weiteres Jahr, wenn nicht spätestens 6 Wochen vor Beendigung des Bezugszeitraums schriftlich gekündigt wird.

Alle Rechte vorbehalten. Ein Nachdruck darf nur mit vorheriger Einwilligung des Verlages erfolgen.

Anzeigenpreise:

Preisliste Nr. 52 vom 1. 1. 2015

Buchbesprechungen:

Unverlangt eingesandte Rezensionsexemplare können nicht zurückgesandt werden.

Beilagenhinweis:

Die vorliegende Ausgabe unserer Zeitschrift enthält folgende Beilagen: Bildungshaus Schulbuchverlage Westermann Schroedel Diesterweg Schöningh Winklers GmbH (Teilbeilage);

ISSN 0016-7460