



Tagungsband

15.

# KLIMATAG

2.-4. April 2014

±3 ⚡ >5  
-10 ⚡  
0 -1 -2 -5  
≥ -1 +1  
% €  
+10 ±15  
+2

## **Ort**

Universität Innsbruck – Campus Innrain, Innrain 52, 6020 Innsbruck

In Zusammenarbeit mit dem Klimabündnis Tirol wird der erste in Innsbruck stattfindende Klimatag ein Green Event Tirol.

Der Tagungsband steht auf der Klimatagwebsite

<http://ccca.boku.ac.at/veranstaltungen/15-osterreichischer-klimatag>  
zum Download in Farbe zur Verfügung.

## **Posterprämierung**

Jede Teilnehmerin und jeder Teilnehmer des Klimatags ist eingeladen, bei der Posterbewertung mitzuwirken. Bewertet werden: Verständlichkeit und Klarheit, wissenschaftliche Qualität und Innovation, Impact und Anwendbarkeit auf andere Fachbereiche. Details werden mit der Registrierung bekanntgegeben. Für die drei besten Poster werden ein Geldpreis und Buchpreise vergeben.

## **Organisationskomitee**

Für CCCA: Hans Stötter, Michael Staudinger, Manfred Bauer, Ingeborg Schwarzl

Für KLI.EN: Gernot Wörther, N.N. (ACRP Steering Committee)

Für UIBK: Hans Stötter, Katharina Schröer

Für IGF / ÖAW: Axel Borsdorf, Valerie Braun

Für alpS: Eric Veulliet, Daniela Hohenwallner

Der 15. Österreichische Klimatag wird vom Klima- und Energiefonds gesponsert.

Die Verantwortung für den Inhalt des vorliegenden Tagungsbandes obliegt alleinig den dafür verantwortlichen Autoren.

## **Impressum**

Verantwortlich für den Inhalt:

Programm- & Organisationskomitee

Layout:

Valerie Braun & Kati Heinrich (Institut für Interdisziplinäre Gebirgsforschung, ÖAW)

Redaktionsschluss: 17. März 2014



Druck: GreenPrint Osttirol  
9951 Ainet 108, office@gpo.at

- gedruckt nach der Richtlinie „Druckerzeugnisse“  
des Österreichischen Umweltzeichens **UW-Nr: 834**

ISBN-Nummer: 978-3-9503778-0-4



## Inhalt

---

### Vorträge

- |            |  |   |
|------------|--|---|
| <b>V01</b> | Langfristige Auswirkungen von langlebigen Holzprodukten auf die Kohlenstoffvorräte und -flüsse in Österreich<br><i>Martin Braun, Tobias Stern, Peter Schwarzbauer</i>  | 1 |
| <b>V02</b> | SMART FORESTS – Optimierung des Österreichischen Waldes und der Nutzung erneuerbarer Energien bzw. C-Bindung durch zeitabhängige Strategien und Management-Alternativen<br><i>David Neil Bird, Lorenza Canella, Gudrun Lettmayer, Manfred Lexer, Werner Rammer, Susana Perez, Michael Krause, Horst Jauschnegg</i> | 3 |
| <b>V03</b> | Promoting environmentally friendly passenger transport technologies: Directed technological change in a bottom-up / top-down CGE model<br><i>Veronika Kulmer, Karl Steininger</i>  | 5 |
| <b>V04</b> | Climate Friendly Climate Research<br><i>Matthew Aversano-Dearborn, Günter Getzinger, Sebastian Helgenberger, Tobias Kirchhoff, Adam Pawloff, David Röhler, Dominik Schmitz, Bernhard Zigel</i>   | 7 |



## ACRP – Sessions

<b>V05</b>	Wirkungen finanzpolitischer Instrumente zur Reduktion von Treibhausgasemissionen im Straßenverkehr <i>Reinhard Hössinger, Christoph Link</i>	8
<b>V06</b>	Strengthening voluntary climate initiatives in Austria – Assessing the scope of the Voluntary Carbon Market <i>Dorian Frieden, Daniel Steiner, Claudia Fruhmann, Andreas Türk, Susanne Woess-Gallasch, Margit Kapfer, Christian Praher, Jürgen Suschek-Berger</i>	10
<b>V07</b>	21 <sup>st</sup> Century Climate Change in the European Alps – A Review <i>Andreas Gobiet, Sven Kotlarski, Markus Stoffel, Georg Heinrich, Jan Rajczak, Martin Beniston</i>	13
<b>V08</b>	Assessment of Climate Change Impacts on Torrential Disasters: The Deucalion Project <i>Roland Kaitna, Klaus Schraml, Markus Stoffel, Christophe Corona, Juan Ballesteros, Andreas Gobiet, Satyanarayana Tani, Franz Sinabell</i>	14
<b>V08</b>	Waldbrandrisiko und sekundäre Naturgefahren in den Wäldern Tirols unter den Vorzeichen des Klimawandels <i>Oliver Sass, Harald Vacik, Bodo Malowerschnig, Alexander Arpacı, Herbert Formayer, David Leidinger, Rudolf Sailer, Korbinian Schmidtner</i>	16
<b>V09</b>	VOICE: Freiwilligenarbeit im Katastrophenschutz – Neue Herausforderungen durch den Klimawandel <i>Sebastian Seebauer, Gabriel Bachner, Maria Balas, Anja Brucker, Andrea Damm, Ines Fordinal, Natalie Glas, Olivia Koland, Clemens Liehr, Clemens Pfurtscheller, Magdalena Wicher</i>	18
<b>V10</b>	Über den Austausch zwischen Erdoberfläche und Atmosphäre und die Rolle der Topographie <i>Mathias W. Rotach, Georg Wohlfahrt, Armin Hansel, Johannes Wagner, Matthias Reif, Alexander Gohm</i>	20
<b>V11</b>	Potentielle Veränderung der Abfluss-Saisonalität im Tiroler Lecheinzugsgebiet unter hypothetischen Klimabedingungen <i>Klaus Schneeberger, Christian Dobler, Matthias Huttenlau, Johann Stötter</i>	21
<b>V13</b>	Evaluation and sensitivity analysis of a snow / thaw model for use with soil water balance models for peat soils in mountain areas <i>Dagmar N. Henner, Mark L.A. Richards, Mohamed Abdalla, Pete Smith, Magnus Lund</i>	23
<b>V14</b>	On snow cover modeling in complex alpine terrain and it's relevance to the regional climate <i>Sascha Bellaire, Mathias W. Rotach</i>	25
<b>V15</b>	Relating Human Labour to Socioecological Transitions: An Exploration <i>Willi Haas, Marina Fischer-Kowalski</i>	26
<b>V16</b>	Assessing regional energy transition in Austria: An economy-wide approach <i>Claudia Kettner, Oliver Fritz, Angela Köppl, Alexandre Porsse, Eduardo Haddad, Brigitte Wolkingner, Karl Steininger</i>	28
<b>V17</b>	CO <sub>2</sub> Vermeiden, CO <sub>2</sub> Kompensieren. Vorstellung des BOKU Kompensationssystems sowie des ersten BOKU Klimaschutzprojekts in Äthiopien	29
<b>V18</b>	Greenhouse gas scenarios for Austria – comparing different approaches <i>Thomas Winkler, Wilfried Winiwarter</i>	30
<b>V19</b>	Sommerdürre und die Kohlenstoffdynamik in Berggrasland <i>Michael Bahn, Roland Hasibeder, Thomas Ladreiter-Knauss, Johannes Ingrisch, Lucia Fuchslueger, Andreas Richter, Michael Schmitt</i>	32
<b>V20</b>	Consequences of climate change on Phospholipid Fatty Acids of agricultural soils in the Pannonian area <i>Helene Berthold, Gert Bachmann, Alexander Bruckner, Franz Hadacek, Johannes Hösch, Barbara Kitzler, Kerstin Michel, Erwin Murer, Pascal Querner, Janet Wissuwa, Herbert Formayer, Andreas Baumgarten</i>	33

<b>V21</b>	<b>Assessing Ecosystem Services in Agricultural Landscapes: Trade-Offs for Different Policy Pathways under Regional Climate Change</b>	<b>34</b>
	<i>Mathias Kirchner, Georg Kindermann, Veronika Kulmer, Hermine Mitter, Franz Pretenthaler, Johannes Rüdiger, Thomas Schauppenlehner, Johannes Schmidt, Martin Schönhart, Franziska Strauss, Ulrike Tappeiner, Erich Tasser, Erwin Schmid</i>	
<b>V22</b>	<b>Himmelsrichtung beeinflusst Artenzahl auf europäischen Berggipfeln, aber nicht deren zeitliche Veränderung</b>	<b>37</b>
	<i>Manuela Winkler, Andrea Lamprecht, Sophie Nießner, Sabine Rumpf, Andreas Futschik, Stefan Dullinger, Michael Gottfried, Georg Grabherr, Harald Pauli</i>	
<b>V23</b>	<b>Integrating local stakeholders' knowledge in a cross-sectoral approach for adaptation needs in three pilot regions in Vorarlberg</b>	<b>38</b>
	<i>Paul Schattan, Bruno Abegg, Alexander Bauer, Susanne Frühauf, Robert Goler, Angela Michiko Hama, Daniela Hohenwallner, Tobias Huber, Steffen Link, Mike Peters, Paul Stampfl, Robert Steiger</i>	
<b>V24</b>	<b>CLIMATE CHANGE COMMUNICA@TION. Forschungs-Bildungs-Kooperationen als Schlüssel zu effektivem Klimaschutz und Klimawandelanpassung?</b>	<b>39</b>
	<i>Maximilian Riede, Steffen Link, Lars Keller</i>	
<b>V25</b>	<b>Community-based risk management as a key to climate change adaptation</b>	<b>41</b>
	<i>Stefan Ortner, Andreas Koler, Paul Dobersberger, Brigitte Eder, Angela Michiko Hama, Marcel Innerkofler, Katharina Schröer</i>	
<b>V26</b>	<b>Klimafolgenforschung zwischen Wissenschaft, Politik und Praxis – eine kritische Betrachtung am Beispiel des alpinen Skitourismus</b>	<b>42</b>
	<i>Bruno Abegg, Robert Steiger</i>	
<b>V27</b>	<b>Klimastrategie Tirol – Ein transdisziplinärer Ansatz um die 2020 Ziele zu erreichen und Tirol auf den Klimawandel vorzubereiten</b>	<b>43</b>
	<i>Ekkehard Allinger-Csollich, Daniela Hohenwallner, Michael Anderl, Jochen Bürgel, Robert Goler, Angela Michiko Hama, Tobias Huber, Nikolaus Ibesich, Armin Kratzer, Thomas Krutzler, Christoph Lampert, Markus Leitner, Steffen Link, Christian Nagl, Elisabeth Rigler, Carmen Schmid, Jürgen Schneider, Wolfgang Schieder, Katharina Schröer, Kathrin Schwab, Alexander Storch, Gerhard Zethner</i>	
<b>V28</b>	<b>Operational Snow and Land Ice Services based on Satellite Data developed in the EU FP7 project CryoLand</b>	<b>45</b>
	<i>Gabriele Bippus, Thomas Nagler, Elisabeth Ripper, Christian Schiller, Gerhard Triebnig, Sari Metsämäki, Olli-Pekka Mattila, Kari Luojus, Jouni Pulliainen, Jaakko Ikonen, Rune Solberg, Eirik Malnes, Hans Eilif Larsen, Andrei Diamandi, Vasile Craciunescu, David Gustafsson, Andreas Wiesmann, Tazio Strozzi</i>	
<b>V29</b>	<b>Comparing effects of gridded input data from different sources in glacier mass balance modelling using a minimal glacier model</b>	<b>47</b>
	<i>Katharina Schröer, Ben Marzeion</i>	
<b>V30</b>	<b>Attribution of Past Glacier Mass Loss to Anthropogenic and Natural Climate Forcing</b>	<b>49</b>
	<i>Ben Marzeion, J. Graham Cogley, Kristin Richter, David Parkes</i>	
<b>V31</b>	<b>Rockglacier analyses in the Tyrolean Central Alps based on airborne LIDAR data</b>	<b>50</b>
	<i>Rudolf Sailer, Erik Bollmann, Anna Girstmair, Christoph Klug, Lorenzo Rieg, Johann Stötter, Karl Krainer</i>	
<b>V32</b>	<b>Klimawandel im Hochgebirge (Tirol): Auswirkungen auf tiefgründige Massenbewegungen</b>	<b>52</b>
	<i>Christoph Prager, Christian Zangerl, Christine Fey</i>	
<b>V33</b>	<b>Beobachtung von Prozessen und klimatischen Veränderungen in der Atmosphäre mittels Radio-Okkultationsdaten</b>	<b>54</b>
	<i>Ulrich Foelsche, Barbara Scherllin-Pirscher, Julia Danzer, Andrea K. Steiner, Florian Ladstädter, Therese Rieckh, Jakob Schwarz, Raimund Klingler, Gottfried Kirchengast</i>	
<b>V34</b>	<b>Abschätzung des Überwinterungserfolgs exotischer Insekten unter künftigen Klimabedingungen in Österreich</b>	<b>56</b>
	<i>Andreas Kahrer, Alois Egartner, Christoph Matulla, Anna Moyses, Helfried Scheifinger, Peter Stüger, Maja Zuvella-Aloise</i>	
<b>V35</b>	<b>Linking climate change adaptation and vulnerability assessments: Future impacts of vector-borne diseases in eastern Africa</b>	<b>59</b>
	<i>Stefan Kienberger, Michael Hagenlocher, Peter Zeil</i>	



## ACRP – Sessions

<b>V36</b>	Micrometeorological conditions and surface mass and energy fluxes on Lewis Glacier, Mt Kenya <i>Rainer Prinz, Lindsey I. Nicholson, Thomas Mölg, Georg Kaser</i>	60
<b>V37</b>	Photovoltaics in South America and prospects for regional development <i>Wolf Grossmann, Thomas Schinko, Iris Grossmann, Karl W. Steininger</i>	63
<b>V38</b>	Utilizing the intra-specific variation in growth to develop management guidelines for Douglas fir under climate change: a proposed study in Austria and Bavaria <i>Debojyoti Chakraborty, Monika Konnert, Christoph Matulla, Konrad Andre, Tongli Wang, Manfred J. Lexer, Silvio Schüler</i>	65
<b>V39</b>	Zur Anpassung von Waldbäumen an den Klimawandel oder wie das Wetter während Blüte und Samenreife das Wachstum und die Stresstoleranz der nachfolgenden Baumgeneration beeinflusst <i>Silvio Schüler, Stefan Kapeller, Thomas Franner, Thomas Thalmayr</i>	67
<b>V40</b>	Waldwachstum und Klima bei Fichte und Zirbe an Seehöhengradienten in Tirol <i>Sonja Vospernik, Kurt Nicolussi, David Leidinger, Herbert Formayer, Thomas Pichler, Jose Groff, Heinrich Spiecker</i>	69
<b>V41</b>	Herausforderungen an die Siedlungswasserinfrastruktur durch Bevölkerungsänderung und Klimawandel <i>Christian Mikovits, Wolfgang Rauch, Alrun Jasper-Tönnies, Thomas Einfalt, Matthias Huttenlau, Manfred Kleidorfer</i>	71
<b>V42</b>	Zusammenhang von Ufervegetation und auftretenden Wassertemperaturen am Beispiel der Flüsse Lafnitz und Pinka <i>Gerda Holzapfel, Herbert Formayer, Heidelinde Trimmel, Philipp Weihs, Florian Dossi, Wolfram Graf, Patrick Leitner, Andreas Melcher, Hans Peter Rauch</i>	73
<b>V43</b>	Integrative Modellierung einer aggressiven Pflanzeninvasion mit Berücksichtigung von lückenhaftem Artverbreitungswissen <i>Thomas Mang, Franz Essl, Dietmar Moser, Ingrid Kleinbauer, Stefan Dullinger</i>	75
<b>V44</b>	Gut beratene Klimapolitik? – Internationale Innovationen und Schlussfolgerungen für Österreich <i>Andrea Tony Hermann, Anja Bauer, Michael Pregernig, Sabine Reinecke, Karl Hogl, Till Pistorius</i>	76
<b>V45</b>	TERIM – Transition Dynamics in Energy Regions: An Integrated Model for Sustainable Policies <i>Claudia R. Binder, Iris Absenger-Helmlí, Katja Bedenik, Emile Chappin, Gerard Dijkema, Alessandra Goetz, Maria Hecher, Christof Knoeri, Ulli Vilsmaier</i>	78
<b>V46</b>	Austrian Carbon Calculator <i>Katrin Sedy, Alexandra Freudenschuss, Gerhard Zethner, Uwe Franko, Ralf Gründling</i>	80
<b>V47</b>	DETECTIVE – DEcadal deTECTION of bioDIVersity in alpine lakes <i>Rainer Kurmayer, Stefan Blank, Li Deng, Hannes Pröll, Christian Gabriel, Roland Schmidt, Roland Psenner, Thomas Weisse</i>	81
<b>V48</b>	RADICAL – Risk Analysis of Direct and Indirect Climate effects on deep Austrian Lake Ecosystems – Eine (vorläufige) Endbilanz <i>Josef Wanzenböck, Rainer Kurmayer, Harald Ficker</i>	83
<b>V49</b>	Einflüsse des Klimawandels auf Hochgebirgsseen der Alpen – Ein Blick zurück über die letzten 10 000 Jahre <i>Karin A. Koinig, Elena Ilyashuk, Boris Ilyashuk, Roland Psenner</i>	85
<b>V50</b>	Apfelanbau in Zeiten des Klimawandels – Risiko Frosttrocknis? <i>Barbara Beikircher, Chiara De Cesare, Claudia Mittmann &amp; Stefan Mayr</i>	86
<b>V51</b>	Freiraumstrukturelle Effekte auf das städtische Mikroklima – eine Simulationsstudie für Wien <i>Heidi Trimmel, Beatrix Gasienica, Katrin Hagen, Mario Köstl, Wolfgang Loibl, Stefan Pauleit, Richard Stiles, Tanja Tötzer</i>	88

<b>V52</b>	Some don't like it hot – Wie der Klimawandel die Fischfauna und die Nährstoffsituation in österreichischen Fließgewässern beeinflusst <i>Irene Zweimüller, Andreas Melcher, Florian Pletterbauer, Thomas Hein</i>	91
<b>V53</b>	Evaluating the effect of plant water availability on inner-alpine coniferous trees based on sap flow measurements <i>Gerhard Wieser, Walter Oberhuber, Roman Schuster, Marco Leo, Thorsten E.E. Grams, Rainer Matyssek</i>	93
<b>V54</b>	Growth response of <i>Pinus cembra</i> to experimentally modified soil temperatures and nutrient availability at the alpine treeline <i>Andreas Gruber, Ursula Peintner, Gerhard Wieser, Walter Oberhuber</i>	94
<b>V55</b>	Etablierung von Fichten mit Resistenz gegen Fichtennadelblasenrost – Nachhaltige Sicherung gesunder Hochlagen-Wälder <i>Andrea Ganthaler, Stefan Mayr</i>	95

## Poster

<b>P01</b>	EuMetNet Data Rescue – eine Initiative zur Rettung von historischen Klimadaten zur Erforschung des Klimas der Vergangenheit <i>Ingeborg Auer, Barbara Chimani, Anita Jurkovic, Petra Mayer, EuMetNet Expert Team on data rescue</i>	96
<b>P02</b>	Wie schaut es aus mit dem Klima in Tirol? Das aktuelle Klima im Übergang von der Vergangenheit in die Zukunft <i>Susanne Drechsel, Giovanni Cenzone, Barbara Chimani, Francesco Domenichini, Georg Erlacher, Klaus Haslinger, Johann Hiebl, Anita Jurković, Gianni Marigo, Vera Meyer, Johanna Nemeč, Gernot Resch, Harald Schellander, Philipp Tartarotti, Mauro Tollardo, Lukas Tüchler, Johannes Vergeiner, Christoph Zingerle</i>	98
<b>P03</b>	Which homogenisation method is appropriate for daily time series of relative humidity? <i>Barbara Chimani, Johanna Nemeč, Ingeborg Auer, Victor Venema</i>	99
<b>P04</b>	Neue hochaufgelöste Kurz- und Langzeitrasterdatensätze der kurzwelligen Strahlungskomponenten und der Sonnenscheindauer für Grundlagen- und angewandte Forschung in Österreich <i>Marc Olefs, Wolfgang Schöner</i>	101
<b>P05</b>	i-Box: Studying Boundary Layer in Complex Terrain <i>Ivana Stiperski, Mathias W. Rotach</i>	102
<b>P06</b>	Die Nomenklatur „sehr seltener“ und „sehr rarer“ Ereignisse <i>Richard Werner</i>	103
<b>P07</b>	Großskalige Wasserbilanzmodellierung zur Abschätzung des Wasserkraftpotentials europäischer Gebiete <i>Simon Frey, Robert Goler, Herbert Formayer, Hubert Holzmann</i>	104
<b>P08</b>	Abflussszenarien im Einzugsgebiet der Ötztaler Ache unter Berücksichtigung von veränderten klimatischen Bedingungen und einer damit verbundenen veränderten Kryosphäre <i>Kay Helfricht, Klaus Schneeberger, Irene Welebil, Herbert Formayer, Matthias Huttenlau, Katrin Schneider</i>	106
<b>P09</b>	Was für Niederschlagsdaten werden benötigt, um den Abfluss von extremen Starkregen zu simulieren? – Eine alpine Fallstudie <i>Arjun Jasper-Tönnies, Thomas Einfalt, Manfred Kleidorfer, Christian Mikovits, Wolfgang Rauch</i>	108
<b>P10</b>	Parametrisierung von hydroklimatologischen Waldbestandsprozessen für die Wasserbilanzmodellierung in alpinen Einzugsgebieten <i>Elisabeth Mair, Ulrich Strasser, Thomas Marke, Gertraud Meißl</i>	110
<b>P11</b>	Einfluss des Klimawandels auf die Sedimentfracht eines alpinen Einzugsgebietes <i>Oliver Sass, Josef Schneider, Andreas Gobiet, Johannes Stangl, Matthias Redtenbacher, Georg Heinrich</i>	111

<b>P12</b>	Geschiebehauhalt in Hochgebirgsbächen und dessen langfristige Entwicklung <i>Stefan Achleitner, Johannes Kammerlander</i>	113
<b>P13</b>	Langzeitmonitoring von Gletschern in Österreich: Strukturen, Daten und Anwendungen <i>Andrea Fischer</i>	115
<b>P14</b>	Abschätzung der Volumenänderung der Gletscher in Tirol im 21. Jahrhundert <i>Wolfgang Gurgiser, Ben Marzeion, Martin Ortner, Michael Kuhn</i>	117
<b>P15</b>	Glacier Change in South-Tyrol, Italy – Airborne Laserscanning and Direct Surface Mass Balance Measurements <i>Lorenzo Rieg, Stephan Galos, Christoph Klug, Rudolf Sailer</i>	118
<b>P16</b>	Gletscher als alpiner Klimaindikator im 3PCLIM Projekt, Nordtirol <i>Bernd Seiser, Andrea Fischer</i>	119
<b>P17</b>	Der Einfluss zukünftiger Gletscherstände auf hydrologische Fragestellungen in den Öztaler Alpen <i>Moritz Zimmermann, Matthias Huttenlau, Katrin Schneider, Johann Stötter</i>	120
<b>P18</b>	Annual and inter-annual variability of pollen accumulation in a Mt Ortles firn core <i>Daniela Festi, Werner Kofler, Paolo Gabrielli, Edith Bucher, Volkmar Mair, Klaus Oeggel</i>	122
<b>P19</b>	Future scenarios of soil water availability at managed grassland ecosystems in the Austrian Alps <i>Albin Hammerle, Perluigi Calanca, Matthias Themessl, Andreas Gobiet, Georg Wohlfahrt</i>	123
<b>P20</b>	Bedeutung der Niederschlagsverteilung für die Flüsse klimarelevanter Gase aus Böden des Pannonischen Raumes <i>Kerstin Michel, Barbara Kitzler, Helene Berthold, Johannes Hösch, Andreas Baumgarten</i>	124
<b>P21</b>	Chironomiden (Insecta: Diptera) als geeignete Beobachtungsorganismen zur Langzeitbeobachtung von alpinen Fließgewässern <i>Georg Niedrist, Leopold Füreder</i>	126
<b>P22</b>	Auswirkungen von Trockenstress auf die Hydraulik von Pflanze <i>Markus Nolf, Stefan Mayr</i>	127
<b>P23</b>	Tradeoffs between global warming and day length on the start of the carbon uptake period in seasonally cold ecosystems <i>Georg Wohlfahrt, Edoardo Cremonese, Albin Hammerle, Lukas Hörtnagl, Marta Galvagno, Damiano Gianelle, Barbara Marcolla, Umberto Morra di Cella</i>	128
<b>P24</b>	Assessment of temperature effects and aquatic habitat on fish and benthic invertebrates <i>Pablo Rauch, Florian Dossi, Wolfram Graf, Martin Guldenschuh, Patrick Leitner, Andreas Melcher</i>	129
<b>P25</b>	Reagieren Kleinwaldbesitzer auf den Klimawandel? <i>Nina Mostegl, Robert Jandl, Ulrike Pröbstl-Haider, Michael Suda, Herbert Formayer, Verena Melzer</i>	131
<b>P26</b>	Vergleich von Kohlenstoffschätzmethode für Wälder in Österreich und Europa <i>Mathias Neumann, Christopher Thurnher, Md. Humain Kabir, Hubert Hasenauer</i>	133
<b>P27</b>	Atmospheric environment affects stem water deficit and radial growth of conifers exposed to drought <i>Walter Oberhuber, Andreas Gruber, Werner Kofler, Roman Schuster, Irene Swidrak, Gerhard Wieser</i>	134
<b>P28</b>	Antizipative Bewertung von Hochwasserrisiken unter Berücksichtigung von Veränderungen des Gefahrenpotentials und der Vulnerabilität <i>Benjamin Apperl, Mathew Herrnegger, Karl Hognl, Lukas Löschner, Hans-Peter Nachtnebel, Clemens Neuhold, Ralf Nordbeck, Walter Seher, Tobias Senoner</i>	136
<b>P29</b>	Dendritic snow production as a means to decrease vulnerability in winter tourism <i>Meinhard Breiling, Michael Bacher, Fred Best, Sergey Sokratov</i>	138

<b>P30</b>	<b>The alpS adaptation cycle – a strategic approach to adaptation research and practice in mountain regions</b>	<b>140</b>
	<i>Eric Veulliet, Johann Stötter, Bruno Abegg, Alexander Bauer, Christian Ebner, Christian Georges, Angela Michiko Hama, Daniela Hohenwallner, Matthias Huttenlau, Markus Keuschnig, Andreas Koler, Steffen Link, Christoph Neururer, Stefan Ortner, Christoph Prager, Katrin Schneider, Ursula Schwarzl, Ulrich Strasser, Volker Wichmann</i>	
<b>P31</b>	<b>Climate induced system status changes at slopes and their impact on shallow landslide susceptibility – the project's research plan</b>	<b>141</b>
	<i>Thomas Zieher, Martin Rutzinger, Michael Vetter, Clemens Geitner, Gertraud Meißl, Frank Perzl, Gerhard Markart, Herbert Formayer</i>	
<b>P32</b>	<b>Welche Maßnahmen finden ältere Menschen bei Hitze in der Stadt cool? Ergebnisse der quantitativen Befragungen von älteren Menschen im Rahmen des STOPHOT-Projektes</b>	<b>142</b>
	<i>Brigitte Allex, Arne Arnberger, Renate Eder, Franz Kolland, Anna Wanka, Beate Blättner, Henny Annette Grewe, Peter Wallner, Hans-Peter Hutter</i>	
<b>P33</b>	<b>Bewertung von Hitze-Anpassungsmaßnahmen in der Stadt Wien. Erste Ergebnisse des Projektes „UHI-Strategieplan Wien“</b>	<b>144</b>
	<i>Brigitte Allex, Ulrich Morawetz, Christiane Brandenburg, Doris Damyanovic, Florian Reinwald, Birgit Gantner, Christina Czachs, Martin Kniepert, Jürgen Preiss</i>	
<b>P34</b>	<b>Temperaturabhängigkeit zwischen Siedlungen und umliegenden Landschaftselementen in Südtirol</b>	<b>146</b>
	<i>Michael Heini</i>	
<b>P35</b>	<b>Changing transport and traffic risks – a CliPDaR spin off</b>	<b>147</b>
	<i>Christoph Matulla, Joachim Namyslo, Konrad Andre, Julia Gringinger, Barbara Chimani, Brigitta Hollosi, Tobias Fuchs, Inge Auer, Christian Mlinar, Roland Gschier</i>	
<b>P36</b>	<b>SHARC-Stadtbaukasten: Kombination zweier Werkzeuge zur umfassenden Beratung und Monitoring städtischer Klima-Nachhaltigkeit</b>	<b>149</b>
	<i>Markus Berchtold, Hinnerk Ries</i>	
<b>P37</b>	<b>Wie relevant ist der Klimawandel für die Kanalnetz bemessung? –Versuch einer Projektion auf Basis der Entwicklung der letzten 30 Jahre</b>	<b>151</b>
	<i>Thomas Einfalt, Alrun Jasper-Tönnies, Wolfgang Rauch, Manfred Kleidorfer</i>	
<b>P38</b>	<b>Reshaping institutions and processes in the transition towards renewable energy. Lessons from bottom-up initiatives</b>	<b>153</b>
	<i>Martin Kislinger, Manfred Füllsack, Alfred Posch</i>	
<b>P39</b>	<b>Den Ausbau der Windenergie sozial verträglich gestalten? Eine inter- und transdisziplinäre Annäherung</b>	<b>155</b>
	<i>Thomas Schauppenlehner, Patrick Scherhauser, Stefan Höltinger, Boris Salak, Johannes Schmidt</i>	
<b>P40</b>	<b>ENVironmental Impact assessment Satisfying Adaptation Goals Evolving from Climate Change – Klimawandel und Großprojekte</b>	<b>157</b>
	<i>Gregori Stanzer, Markus Leitner, Herbert Formayer, Alexandra Jiricka, Sabine McCallum, Erich Dallhammer, Sonja Völler, Florian Keringer, Johannes Schmied</i>	
<b>P41</b>	<b>Opportunities for (and of) International Co-operation and Dialogue in the Field of Climate Change</b>	<b>159</b>
	<i>Maximilian Wollner</i>	
<b>P42</b>	<b>Climate change induced rainfall patterns affect wheat productivity and agroecosystem functioning dependent on soil types</b>	<b>160</b>
	<i>James Tabi Tataw, Fabian Baier, Florian Krottenthaler, Bernadette Pachler, Elisabeth Schwaiger, Stefan Whyllidal, Herbert Formayer, Johannes Hösch, Andreas Baumgarten, Johann G. Zaller</i>	



## V01 Langfristige Auswirkungen von langlebigen Holzprodukten auf die Kohlenstoffvorräte und -flüsse in Österreich

Martin Braun<sup>1,\*</sup>, Tobias Stern<sup>2</sup>, Peter Schwarzbauer<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Marketing und Innovation, Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Universität für Bodenkultur, Wien

<sup>2</sup> Marktanalyse und Innovationsforschung, Kompetenzzentrum Holz GmbH, Wien

\* Kontakt: martin.braun@boku.ac.at

**Laufzeit:** 01.2013 – 12.2014

### Einleitung

Ein Simulationsmodell wurde kombiniert, um die gesamte Holzproduktkette der österreichischen Forst- und Holzwirtschaft abzubilden und die dabei involvierten Kohlenstoffflüsse und -vorräte zu simulieren. Weil durch die stoffliche Verwendung von forstlicher Biomasse die Lebensdauer von Holz deutlich über die Umtriebszeit im Wald hinaus verlängert werden kann, stellt die kaskadische Nutzung<sup>1</sup> von Holz eine sinnvolle Klimaschutzmaßnahme dar, mit der die Ressourcennutzung optimiert und zusätzlich ein Kohlenstoffvorrat außerhalb des Waldes aufgebaut werden kann. Holzprodukte können den Aufbau eines Kohlenstoffpools signifikant steigern, speziell Produkte mit einer sehr langen Lebensdauer (z. B. Holz im Bau, Möbeln, etc.).

### Zielsetzung

Mit Hilfe eines dynamischen Modells sollen unter Annahme zu erwartender kurz- und mittelfristiger wirtschaftlicher und politischer Maßnahmen (in "what-if" Szenarios) langfristige Entwicklungen in der Forst- und Holzwirtschaft antizipiert werden. Das Modell gibt die Gelegenheit, komplexe Sachverhalte verständlich aufzubereiten und darzustellen. Damit soll die Möglichkeit gegeben werden, durch Variation einiger weniger Eingabeparameter, die Auswirkung auf die Holzproduktkette sowie die Kohlenstoffspeicherung nachvollziehen zu können. Eine zusätzliche Anwendungsmöglichkeit ist, Entscheidungsträgern die Möglichkeit zu geben Handlungsempfehlungen für Entscheidungen mit langfristigen Folgen abzuleiten. Weil das Modell eine Weiterentwicklung des Modells FOHOW (Schwarzbauer & Stern 2010) ist, das im Modellsektor Forst- und Holzwirtschaft eingearbeitet wurde (siehe Abb. 1), stellt das primäre Ziel die Simulation der Auswirkung dieser Szenarien auf das Kohlenstoffpool von 2010 bis 2100 in Österreich dar.

### Modell

Das Modell wurde zunächst für ein Referenzszenario, für Tier 1<sup>2</sup> entwickelt und später mit Hilfe Sekundärdaten aus wissenschaftlichen Publikationen auf Tier 2 angepasst. Hier werden die Nachfrage nach Holz und die damit verbundene Waldbewirtschaftung entsprechend dem Trend der letzten Jahre unter gleichen Rahmenbedingungen fortgesetzt. Es wird angenommen, dass der Nationale Aktionsplan für erneuerbare Energien 2010 umgesetzt wird. Die generelle Entwicklung bis 2020 entspricht durchschnittlichen Entwicklungen der Szenarien in der Holz- und Biomasseaufkommensstudie (BFW 2008). Zusätz-

<sup>1</sup> D. h. Mehrwachsnutzung von Holz über mehrere Stufen in der Produktkette – in der Regel die mehrfache stoffliche Nutzung und abschließend energetische Verwertung.

<sup>2</sup> Das IPCC definiert drei Komplexitätsstufen („Tiers“), wie Treibhausgase zu berechnen sind. Neben Tier 1, der Standardmethode, die auf Daten von FAOSTAT zurückgreift und allgemeine Faktoren zur Treibhausgasbilanzierung aus den IPCC Richtlinien (2006) berücksichtigt. Tier 2 berücksichtigt detailliertere nationale Daten (etwa Produktionsstatistiken, Importe und Exporte sowie spezifische Produkttypen), Konversionsfaktoren und Produkthalbwertszeiten. Bei Tier 3 – dem genauesten Ansatz – können zudem alternative, besser geeignete Methoden bzw. Modelle der Bilanzierung verwendet werden.

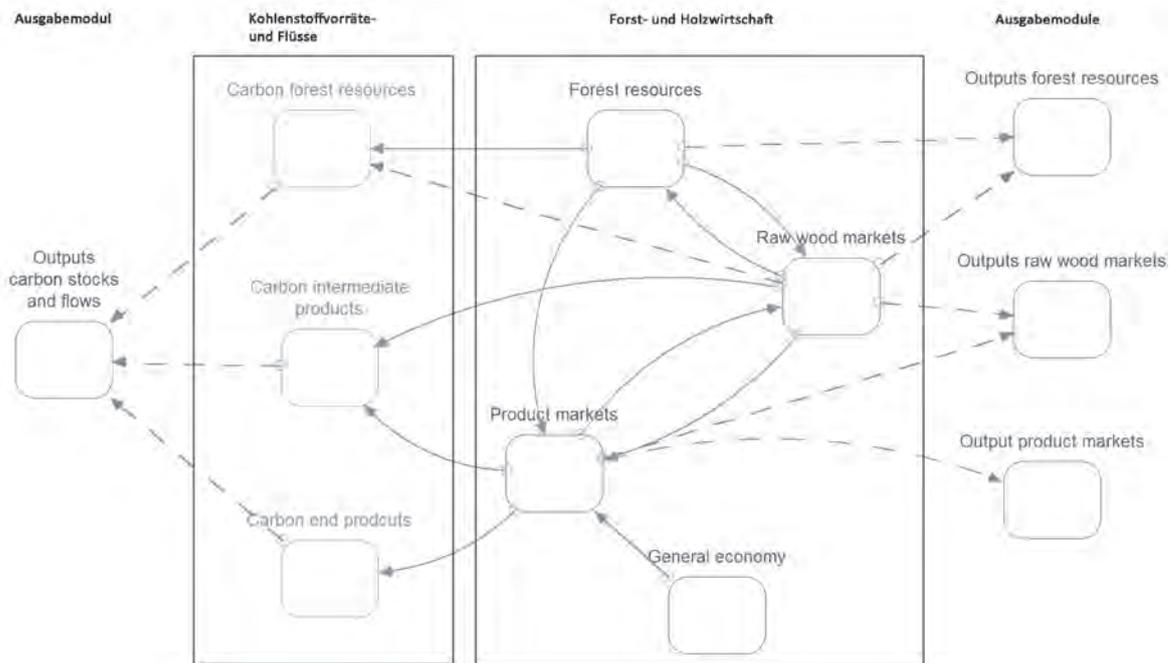


Abb. 1 – Überblick zum strukturellen Aufbau des Modells

lich wurden in Kooperation mit dem BFW klimaabhängige Waldzuwachsdaten für jeweils drei Besitzkategorien und zwei Altersklassen Nadelwald sowie für gemeinsame Besitzkategorien Laubwald ermittelt.

### Schlussfolgerungen

Das Modell liefert für das Referenzszenario bereits nachvollziehbare Ergebnisse zu Auswirkungen der Umsetzung des Biomasseaktionsplans und der vom BFW erhaltenen aktualisierten Zuwachsdaten. Zusätzlich stellt es für intermediäre Endprodukte Informationen zu Kohlenstoffflüssen und -speicherung und damit zu klimarelevanten Entwicklungen in der Forst- und Holzwirtschaft bis zum Jahr 2100 bereit. Mit den baldigen Entwicklungen der drei zusätzlichen Szenarien in Kooperation mit dem BFW und dem Umweltbundesamt wird das Modell einen guten Ansatz zur Politikfeldanalyse bereitstellen.

Eine zukünftige Option könnte die Einbettung dieser Ergebnisse in den Kontext der generellen Entwicklung von erneuerbaren Energiequellen beinhalten. Dies würde sich zur Synthese mit anderen aktuellen Forschungsprojekten eignen.

### Literatur

Schwarzbauer P. & T. Stern 2010. Energy vs. Material: Economic impacts of a „wood-for-energy scenario“ on the forest-based sector in Austria – A simulation approach. *Forest policy and economics* 12: 31–38.

BFW – Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft 2008. *Holz- und Biomasseaufkommensstudie für Österreich*. Endbericht. Wien: BFW.

## **V02 SMART FORESTS – Optimierung des Österreichischen Waldes und der Nutzung erneuerbarer Energien bzw. C-Bindung durch zeitabhängige Strategien und Management-Alternativen**

**David Neil Bird<sup>1,\*</sup>, Lorenza Canella<sup>1</sup>, Gudrun Lettmayer<sup>1</sup>, Manfred Lexer<sup>2</sup>, Werner Rammer<sup>2</sup>, Susana Perez<sup>2</sup>, Michael Krause<sup>3</sup>, Horst Jauschnegg<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH, Graz

<sup>2</sup> Universität für Bodenkultur, Wien

<sup>3</sup> Österreichische Bundesforste AG

<sup>4</sup> Österreichischer Biomasse-Verband

\* Kontakt: neil.bird@joanneum.at

**Projekt:** SMART FORESTS – Selecting Management Alternatives Responding to Targets. Forest Optimization for Renewable Energy and Sequestration using Time-dependent Strategies, Nr. B068656

**Webseite:** [www.smartforests.at](http://www.smartforests.at)

**Projektlaufzeit:** 01.09.2011 – 31.07.2013

Die verstärkte Nutzung und der Einsatz erneuerbarer Energieträger ist eine wichtige EU-Strategie zur Reduzierung ihrer Treibhausgas (THG)-Emissionen und zur Erfüllung jener Ziele, die im EU Energie- und Klimapakete festgelegt sind. In Österreich kommt dabei der forstlichen Biomasse eine besonders wichtige Rolle zu. Allerdings kann in einigen Fällen die Nutzung forstlicher Biomasse im Vergleich zur Verwendung fossiler Brennstoffe zu einer kurzfristigen Erhöhung der THG-Emissionen führen, wobei längerfristig allerdings mit Vorteilen hinsichtlich der THG-Emissionen gerechnet werden kann.

In diesem Zusammenhang wurde das SMART FORESTS Projekt mit dem Ziel konzipiert, den Akteuren neueste Informationen und Tools zur Bewertung und Verbesserung des forstlichen Ressourcen-Managements bereitzustellen, wobei eine vollständige Palette von Dienstleistungen des Waldes – z. B. Erzeugung von Bioenergie- und Holzprodukten, Kohlenstoffspeicherung und Umweltschutz – sowie alternative Szenarien Berücksichtigung fanden.

Die wichtigsten Projektergebnisse sind:

1. Die Steigerung der Intensität der Waldbewirtschaftung und damit einhergehender verstärkter Holznutzung führt im Vergleich zum derzeitigen Management zu einer kurzfristigen Erhöhung der THG-Emissionen (Abb. 1). Dieser Zustand dauert etwa die nächsten 40 Jahre an, danach werden weniger THG-Emissionen verursacht. Österreichs Ziele für erneuerbare Energien bis zum Jahr 2020 können erfüllt werden, wenn nur 15 % des Waldes einer intensiven Bewirtschaftung unterzogen werden.
2. Österreichs Ziele für erneuerbare Energien können auch durch eine gesteigerte energetische Verwendung der Holzströme (ohne Änderung der Waldbewirtschaftung) erfüllt werden. Allerdings erhöht diese Strategie die THG-Emissionen aufgrund der Tatsache, dass für die restliche Holzindustrie weniger Nutzholz zur Verfügung steht und folglich durch ein von fossilen Energieträgern erzeugtes Material (z. B. Kunststoff, Beton, Metall) ersetzt werden muss (Abb. 2).
3. Der Einsatz von mehr Altpapier zur energetischen Nutzung anstatt des Recyclings führt auch zu einem Anstieg der THG-Emissionen und eignet sich nicht als Strategie für Österreich seine Ziele für erneuerbare Energien zu erreichen.
4. Eine Verbesserung der Effizienz von Kleinfeuerungsanlagen reduziert hingegen die THG-Emissionen, reicht aber generell nicht aus, um in Österreich die 2020 Ziele für erneuerbare Energien zu erfüllen.

Der verstärkte Einsatz forstlicher Biomasse zur Energieerzeugung leistet kurzfristig nur einen begrenzten bzw. sogar negativen, langfristig jedoch positiven Beitrag zur Einschränkung des Klimawandels. Diese zeitliche Abhängigkeit der Klimaauswirkung beim Einsatz forstlicher Biomasse sollte bei der zukünftigen Klima- und Energiepolitik Österreichs Berücksichtigung finden, sodass sowohl kurzfristig als auch langfristig optimale Strategien unterstützt werden. Das heißt natürlich nicht, dass wir weiterhin mit fossilen Energieträgern heizen bzw. Strom erzeugen sollen. Im Gegenteil, wenn wir erst im Jahr 2050 mit dem Umstieg auf Erneuerbare beginnen, dann würden sich die ersten Anzeichen einer positiven Wirkung auf das Jahr 2100 verschieben. Diese sollte uns dementsprechend nicht vom Weg abbringen, verstärkt erneuerbare Energieträger in unserem Energiesystem einzusetzen. Es soll lediglich aufzeigen, dass es auch CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Biomassenutzung gibt, die – je länger der Betrachtungszeitraum – langfristig als kohlenstoff- und somit klimaneutral angesehen werden können.

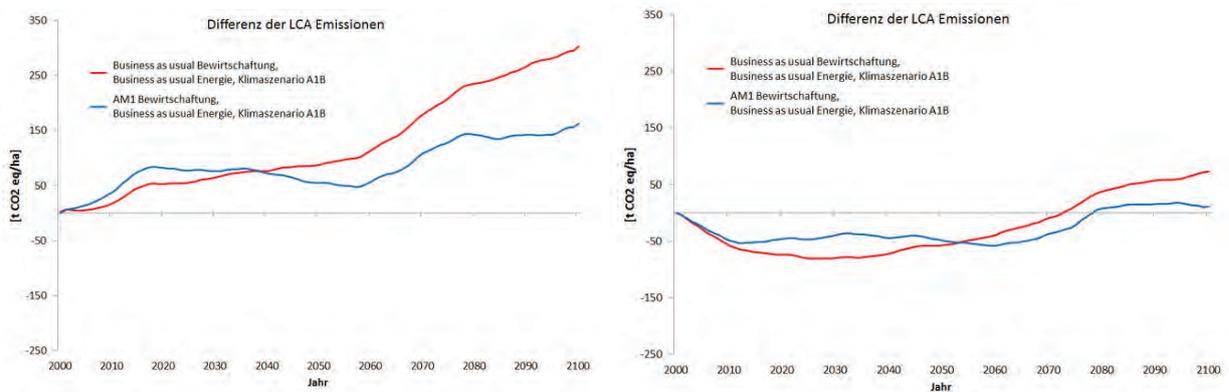


Abb. 1 – Vergleich der Emissionen des „Business-as-usual“ Szenarios (BAU) mit dem einer intensivierten Waldbewirtschaftung (AM1 management strategy) auf Basis einer LCA, hier am Beispiel Buchenwald (links) und Fichten-Lärchenwald (rechts) in Österreich. Positive Ergebnisse entsprechen CO<sub>2</sub>-Emissionen, negative CO<sub>2</sub>-Absorptionen. Übersteigt eine Kurve die andere so heißt das, dass ab diesem Zeitpunkt jenes Szenario höhere Emissionen verursacht als das darunterliegende. Im negativen Bereich bedeutet die darunterliegende Kurve eine dementsprechend höhere Absorptionsfunktion.

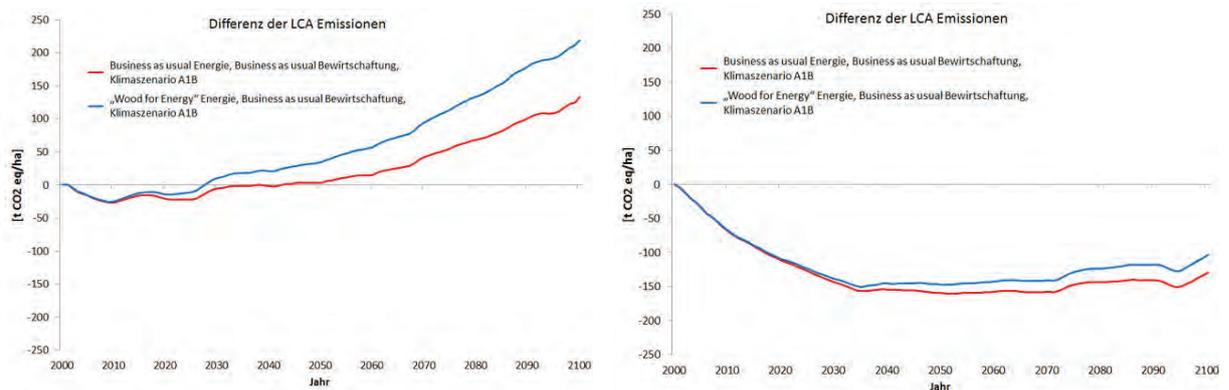


Abb. 2 – Vergleich der Emissionen des „Business-as-usual“-Szenarios (BAU) mit der Annahme einer steigenden energetischen Verwendung der Holzprodukte (gemäß dem WfE Szenario) auf Basis einer LCA, hier am Beispiel Buchenwald (links) und Fichten-Lärchenwald (rechts) in Österreich. Positive Ergebnisse entsprechen CO<sub>2</sub>-Emissionen, negative CO<sub>2</sub>-Absorptionen. Übersteigt eine Kurve die andere so heißt das, dass ab diesem Zeitpunkt jenes Szenario höhere Emissionen verursacht als das darunterliegende. Im negativen Bereich bedeutet die darunterliegende Kurve eine dementsprechend höhere Senkenfunktion. Der große Unterschied zwischen den beiden Waldtypen ist durch die stark unterschiedliche Alterslassenstruktur mit unterschiedlichen Zuwachsraten zu erklären.

## V03 Promoting environmentally friendly passenger transport technologies: Directed technological change in a bottom-up/top-down CGE model

Veronika Kulmer<sup>1,\*</sup>, Karl Steininger<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> Wegener Center for Climate and Global Change, University of Graz

<sup>2</sup> Department of EconClim, Wegener Center for Climate and Global Change, University of Graz

\* Contact: veronika.kulmer@uni-graz.at, karl.steininger@uni-graz.at

### Abstract

We evaluate policy options that foster the progress of alternative, environmentally friendly passenger transport technologies. For the example of Austria, we develop a dynamic computable general equilibrium model which explicitly considers passenger transport technologies comprising “internal combustion engine” (ICE), “plug-in hybrid electric vehicle” (PHEV), “electric vehicle” (EV) and “fuel cell electric vehicle” (FCEV). Regarding technological progress we also incorporate labor augmenting, directed technological change. For policy analysis, we study the effects of (i) a phase out of ICE and subsidy in R&D, (ii) a fuel tax and subsidy in R&D and (iii) an output subsidy on FCEV. We find that in terms of overall emission reduction between 2005 to 2050, the continuous phase-out of ICE in combination with a subsidy in R&D is the most effective policy. The fuel tax combined with a subsidy in R&D shows the smallest emission reduction. However, in terms of costs, for this last combination impacts on consumption of private goods are the smallest among all policy instruments. Finally, results show, that the competitiveness of FCEV implies a considerable fall in emissions. However, in order to ensure competitiveness the output subsidy on FCEV is extremely high, significantly reducing private consumption.

### JEL Classification

O31, O38, Q55, Q58

### Keywords

technology policy, directed technological change, computable general equilibrium

### Extended Information

Transport is one of the main sources of pollution and greenhouse gas emissions worldwide. Taking the example of Austria, the transport sector is currently responsible for 27% of total greenhouse gas emissions (measured in tons of Carbon Dioxide equivalents, CO<sub>2e</sub>, Anderl et al. 2009) and is the sector that shows by far the highest increase in greenhouse gas emissions over the last two decades. It is of no surprise that this increase is in conflict with emission targets of the European Union (EU) such as the so-called energy and climate package (European Commission 2011), which requires overall an emission reduction for non-ETS (including transport sector) of 16% in 2020 (compared to 2005).

One approach to reduce greenhouse gases in passenger transport is technological, in particular to change the propulsion technology used. Alternative propulsion technologies use alternative energy sources and do not depend on fossil fuels, such that some alternative technologies are even CO<sub>2</sub> neutral. Several alternative, environmentally friendly propulsion technologies have been developed for passenger cars, but are in different stages of technological progress (OECD 2001). Research & Development describes an early phase of technological progress, where capital costs are high and speed of market uptake is hard to predict. In terms of propulsion technologies, fuel cell electric vehicles and biofuels of the second generation relate to this phase (IEA 2008). While in the Demonstration phase the prototypes of the respective technology are tested and evaluated, in the *Deployment* phase the technology is on the

niche market and in use, i. e. by early adopters and funded fleet projects. However, in the latter phase alternative technologies are still not competitive in prices. Currently electric vehicles are in the transition process from *Demonstration* to *Deployment* (Weis et al. 2012). Plug in electric vehicles as well as plug in hybrid electric vehicles are examples for technologies in the *Deployment* phase (Samaras and Meisterling 2008). Finally, when the technology is fully developed, competitive in prices and on the mass market it relates to the phase of *Commercialization*, such as conventional gasoline and diesel vehicles (IEA 2008).

This article evaluates policy options that focus on different development stages of alternative propulsion technologies ensuring that the Austrian passenger transport sector is able to achieve its greenhouse gas emission targets via technology switch. To tackle the addressed issue we develop a computable general equilibrium (CGE) model with special focus on passenger transport technology details and technological change. A CGE model is most suitable because the transport sector is highly linked with other sectors in the economy and different policy options may have a variety of effects. For example, a policy instrument may increase public budget revenues and GDP but lead to sectoral shifts in production and lower employment.

To that end we introduce directed technological change in a bottom-up/top-down CGE model. Passenger transport is defined by a range of discrete Leontief technologies that are active or inactive in equilibrium depending on their profitability. The set of technologies comprises a dirty technology “internal combustion engine” (ICE) and three different clean technologies “plug-in hybrid electric vehicle” (PHEV), “electricity vehicle” (EV) and “fuel cell electric vehicle” (FCEV). Each technology experiences labor augmenting, directed technological change. Based on Acemoglu et al. (2012), in addition to an exogenous learning rate and probability of success, in our case it is skilled labor that determines innovation. More precisely, the higher skilled labor grows, the higher is the prospect of innovation.

Our policy analysis comprises command and control as well as economic instruments and focuses on initiatives that promote technologies in different phases of technological development. Therefore we study the effects of (i) a phase out of ICE and subsidy in R&D, (ii) a fuel tax and subsidy in R&D and (iii) an output subsidy of FCEV and fuel tax. While a continuous phase-out of ICE and fuel tax support technologies that are nearly competitive, the subsidy in R&D is stable and of a long-term nature and provides cost-incentives for technologies in early stages of technological progress. The impacts of all scenarios are compared to a Reference scenario, which describes the current trend up to 2050 and makes plausible assumptions about factor growth and technological learning.

The main findings are that in terms of overall emission reduction, in the given time scale, the continuous phase-out of ICE in combination with a subsidy in R&D is the most effective policy measure. The phase-out of ICE pushes the competitiveness of initially inactive technologies strongly, but implies also higher prices of passenger transport.

The fuel tax in combination with a subsidy in R&D shows the smallest emission reduction. However, in terms of costs, impacts on consumption of private goods are negligible.

The competitiveness of FCEV implies a considerable fall in emissions. However, households income is reduced considerably, thus consumption declines sharply leading to loss in domestic output.

## V04 Climate Friendly Climate Research

**Matthew Aversano-Dearborn<sup>1</sup>, Günter Getzinger<sup>2</sup>, Sebastian Helgenberger<sup>1</sup>, Tobias Kirchhoff<sup>3</sup>, Adam Pawloff<sup>1,\*</sup>, David Röthler<sup>4</sup>, Dominik Schmitz<sup>1</sup>, Bernhard Zagel<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Universität für Bodenkultur, Wien

<sup>2</sup> Alpen-Adria Universität Klagenfurt

<sup>3</sup> Wirtschaftsuniversität Wien

<sup>4</sup> Universität Salzburg

\* Contact: adam.pawloff@boku.ac.at

**Duration:** 01.01.2013 – 31.12.2013

Climate change research and research programming aim to support society in tackling the grand societal challenge of climate change and to underpin the necessity of reducing the carbon footprint of its activities. Ironically, the research and research programming sectors themselves, including climate change research, have developed a considerably carbon-intensive working style – fuelled by growing expectations of international cooperation, low air fares and an increasing use of resource intensive infrastructures. However, crucial to scientific communication is also credibility, which can be severely undermined by such activities, which are often inconsistent with the message that climate scientists in particular advocate.

By making the sustainability principle of “taking into account the challenges of climate change in the work of the JPI, based on active reflection of operations and formulating the endeavour of constant improvement of the operations’ climate performance” an integral part of its governance, JPI CLIMATE has set the course to proactively address this challenge in research and research programming, in terms of joint, active and explorative learning.

The pilot project “Climate-Friendly Climate Research” represents the Austrian contribution to the JPI CLIMATE fast-track activity (FTA) to encourage and facilitate this learning process to more climate friendly research and research programming. Project activities have included:

- evaluating the carbon footprint of activities within climate change research and research programming on a case-study basis (literature review; data analysed on the basis of the Greenhouse Gas Protocol Standard);
- compiling existing approaches to reduce the carbon footprint of climate change research and research programming (literature review);
- assessing the feasibility of existing approaches to reduce the carbon footprint of climate change research, looking at both institutional as well as personal and cultural constraints (qualitative interviews, quantitative survey and case study);
- highlighting ways to overcome institutional constraints (conducting an online conference).

In November 2013 project activities culminated in an online conference, held over five days. At the conference project results were presented along with a number of external contributions, including presentations from the Global Catastrophic Risk Institute (US) and Tyndall Centre (UK). The conference was attended by up to 80 participants, including guests from the United States, Nigeria, Kenya, Kasachstan and New Zealand. The online conference was conducted as a living experiment, trialling innovative forms of collaboration, with the content of the conference actually relating to the reduction of the carbon footprint of research, including various technologies for online, virtual communication, even going as far as a session held in Second Life.

The project Climate Friendly Climate Research has demonstrated not only what the scale of the carbon footprint of the research and research programming sectors is, but highlighted and also directly applied many different and innovative solutions with climate research stakeholders from across the world.

## **V05 Wirkungen finanzpolitischer Instrumente zur Reduktion von Treibhausgasemissionen im Straßenverkehr**

**Reinhard Hössinger<sup>1,\*</sup>, Christoph Link<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Department für Raum, Landschaft und Infrastruktur, Institut für Verkehrswesen (IVe), Universität für Bodenkultur, Wien

\* Kontakt: reinhard.hoessinger@boku.ac.at

**Projekt:** ASSET – Integrierte Bewertung von finanzpolitischen Instrumenten zur Reduktion von Treibhausgasemissionen im Straßenverkehr

**Webseite:** [https://forschung.boku.ac.at/fis/suchen.projekt\\_uebersicht?sprache\\_in=de&menue\\_id\\_in=300&id\\_in=9079](https://forschung.boku.ac.at/fis/suchen.projekt_uebersicht?sprache_in=de&menue_id_in=300&id_in=9079)

**Laufzeit:** 01.04.2012 – 30.06.2014

**Projektpartner:** Herry Consult GmbH, Wien; Energieinstitut, Johannes Kepler Universität Linz; Umweltbundesamt, Wien

### **Problemstellung**

In Österreich besteht ein weitgehender gesellschaftlicher Konsens bezüglich der Notwendigkeit, klimaschädliche Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Dieses Ziel kann ohne Einbezug des Verkehrssektors, der sich für ein Viertel der österreichischen Treibhausgasemissionen verantwortlich zeigt, nicht erreicht werden. Verschiedenste Ansätze werden mit dieser Zielsetzung verfolgt – von der Entwicklung emissionsparsamer Pkws über die Förderung öffentlicher Verkehrsmittel bis hin zu Bewusstseinskampagnen für nachhaltige Mobilität. Im wissenschaftlichen Diskurs ist unbestritten, dass insbesondere finanzpolitische Instrumente mit einer hohen Belastungsintensität die gewünschte Wirkung entfalten – sie haben allerdings unerwünschte soziale, ökonomische und regionale (Verteilungs-)Wirkungen. Kenntnislücken bestehen in Bezug auf die Quantifizierung dieser zu erwartenden (Neben-)Wirkungen.

Die Effekte finanzpolitischer Instrumente zur Reduktion der Treibhausgasemissionen im Straßenverkehr werden im Forschungsprojekt ASSET untersucht. Berücksichtigt werden finanzpolitische Instrumente, die den Fahrzeugkauf, den Treibstoffverbrauch oder die Straßenbenützung verteuern. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf Verteilungseffekten, sowie der Implementierbarkeit der Instrumente. Das Forschungsprojekt leistet so einen Beitrag dazu, Unsicherheiten bezüglich der Wirkungen dieser Instrumente, ihrer Effektivität sowie etwaiger unerwünschter Nebeneffekte zu reduzieren.

### **Methode**

Mobilitätsverhalten ist das Ergebnis sich wechselseitig bedingender Entscheidungen. Dazu gehören im Personenverkehr beispielsweise die Entscheidungen über die Durchführung eines Weges, die Verkehrsmittelwahl, die Entscheidung bezüglich des Besitzes eines Autos oder die Wahl eines Autos im Falle des Pkw-Kaufs. Entsprechendes gilt für den Güterverkehr. Bei all diesen Entscheidungen sind die Kosten der Mobilität eine wichtige Entscheidungsdeterminante. Die Entscheidungen werden daher durch finanzpolitische Instrumente beeinflusst, wobei die konkrete Ausgestaltung der finanzpolitischen Instrumente – insbesondere Ansatzpunkt und Belastungsintensität – ihre Wirkung bedingt.

Änderungen der Mobilitätsentscheidungen in Reaktion auf finanzpolitische Instrumente werden im Projekt ASSET untersucht. Jede Mobilitätsentscheidung wird über ein eigenes Modell abgebildet. Dabei werden vorhandene Modelle (zu Pkw-Besitz, Pkw-Kauf sowie Verkehrsmittelwahl im Personenverkehr und Verkehrsträgerwahl im Güterverkehr) mit neuentwickelten Modellen (zu Lkw-Kauf und Entwicklung des Pkw-Angebots) kombiniert. Ein besonderer Fokus liegt auf den Wechselwirkungen der Modelle.

Zudem wird ein Ökonomiemodell zur Berechnung fiskalischer Effekte sowie der Auswirkungen auf die Bereiche Wirtschaft und Arbeitsmarkt integriert. Mit einem Umweltfolgenmodell werden die resultierenden Änderungen der Schadstoff- und Treibhausgasemissionen bestimmt.

In verschiedenen Szenarien werden die Wirkungen der finanzpolitischen Instrumente berechnet. Ein Szenario besteht aus einem finanzpolitischen Instrument in einer bestimmten Eingriffsintensität, einer geographischen Abgrenzung (EU oder Österreich) und einer Verwendung der staatlichen Einnahmen. Ein Beispiel für ein Szenario ist eine Treibstoffpreiserhöhung um einen Euro je Liter Benzin durch die Erhöhung der Mineralölsteuer in Österreich mit Verwendung der Einnahmen zur Haushaltssanierung. Die Szenarien sind so ausgestaltet, dass Ihre tatsächliche Umsetzung einen substantiellen Beitrag zur Reduktion der Treibhausgasemissionen leisten kann. Die Auswahl der Szenarien erfolgte im Rahmen eines Workshops mit Stakeholdern aus Politik, Verwaltung, Verbänden, NGOs und Forschung, um eine hohe Praxisnähe der Szenarien für Österreich sicherzustellen.

### Ergebnisse

Der Prognosezeitraum des Projekts ASSET umfasst Anfang 2015 bis Ende 2026. Von den Ergebnissen wird hier die Wirkung auf die Verkehrsleistung im Personenverkehr in Österreich beschrieben. Sie steigt im Nullszenario – in diesem Szenario bleiben die gegenwärtig in Österreich eingesetzten finanzpolitischen Instrumente unverändert – von 71 Mrd. Pkw-km/Jahr auf 83 Mrd. Pkw-km/Jahr. Das entspricht einem Anstieg um 17 %. In den Szenarien, in denen der Treibstoffverbrauch oder die Straßenbenützung verteuert werden, sinkt die Pkw-Fahrleistung. Wenn die absolute finanzielle Belastung der Haushalte den gleichen absoluten Betrag erreicht, fällt der Rückgang der Personenverkehrsleistung in den Szenarien zur Straßenbenützungsgebühr stärker aus als in den Szenarien mit Treibstoffpreiserhöhungen. Dies gilt auch, wenn der Anstieg der Treibstoffpreise verdoppelt wird. Dem verkehrsleistungsreduzierenden Effekt der höheren Treibstoffkosten stehen in den Szenarien zur Treibstoffpreiserhöhung vermehrte Investitionen in verbrauchsärmere und damit in der Nutzung kostengünstigere Fahrzeuge gegenüber. In der Folge wird der Pkw häufiger wieder genutzt. Dieser Rückkoppelungseffekt fällt in den Szenarien zur Straßenbenützungsgebühr geringer aus.

Im Gegensatz zur Entwicklung in den Straßenbenützungsgebühr- und Treibstoffpreisszenarien steigt die Verkehrsleistung im Personenverkehr in den Szenarien mit einer emissionsabhängigen Pkw-Kaufsteuer sogar an und liegt höher als im Nullszenario. Wie im Szenarien zu Treibstoffpreisanstieg werden in diesem Fall vermehrt emissionsarme und damit verbrauchsarme Pkws gekauft. In der Folge sinken die durchschnittlichen Kilometerkosten und die Nutzung der Pkws nimmt zu. Man spricht in diesem Zusammenhang von einem Rebound-Effekt. Dieser Effekt wird aber durch die Entwicklung der Treibstoffpreise nicht begrenzt, weswegen die resultierende Treibstoffnachfrage höher ausfällt.

## V06 Strengthening voluntary climate initiatives in Austria – Assessing the scope of the Voluntary Carbon Market

Dorian Frieden<sup>1,\*</sup>, Daniel Steiner<sup>1</sup>, Claudia Fruhmann<sup>1</sup>, Andreas Türk<sup>1</sup>, Susanne Woess-Gallasch<sup>1</sup>, Margit Kapfer<sup>2</sup>, Christian Praher<sup>2</sup>, Jürgen Suschek-Berger<sup>3</sup>

<sup>1</sup> JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH, Graz

<sup>2</sup> denkstatt GmbH, Wien

<sup>3</sup> Interuniversity Research-Centre for Technology, Work and Culture, IFZ, Grazer Standort des STS – Institut für Technik- und Wissenschaftsforschung der Alpen-Adria-Universität Klagenfurt, Wien, Graz

\* Kontakt: dorian.frieden@joanneum.at

**Titel:** VCM-AT – Strengthening voluntary climate initiatives in Austria – Assessing the scope of the Voluntary Carbon Market, ACRP 5<sup>th</sup> call

**Webseite:** www.vcm-at.info

**Laufzeit:** 03.2013 – 11.2014

Ziel des Projekts VCM-AT ist die Identifizierung von möglichen Ausbaupotentialen des freiwilligen Kohlenstoffmarktes (voluntary carbon market, VCM) in Österreich als Mittel zu einem erhöhten freiwilligen Engagement im Bereich Klimaschutz. Zu diesem Zweck wurden bestehende österreichische sowie internationale Anbieter des VCM nach verschiedenen Charakteristika analysiert. Dies ist die Basis für den Vergleich zwischen nationalen und europäischen VCM-Systemen und deren Positionierung sowie für eine sozialwissenschaftliche Analyse über Präferenzen von Anbietern und Nachfragern von Emissionsausgleichszertifikaten in Österreich.



Abb. 1 – Kundenstruktur österreichischer VCM-Anbieter<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Climate Austria: Geschäftsbericht 2012: [https://www.climateaustria.at/de/home/presse/climate\\_austria\\_jahresberichte/](https://www.climateaustria.at/de/home/presse/climate_austria_jahresberichte/)

BOKU-CO<sub>2</sub>-Kompensationssystem: Telefonat (27.06.2013) mit Vorsitzenden des Beirats des BOKU-CO<sub>2</sub>-Kompensationssystems: Dominik Schmitz, MSc

Climate Partner Austria GmbH: Auskunft durch die Climate Partner Austria GmbH nach Anfrage

Ökoregion Kaindorf: Telefonat (02.07.2013) mit Geschäftsführer der Ökoregion Kaindorf: Mag. Joachim Ninaus

In der bisherigen nationalen Erhebung wurden fünf österreichische Anbieter analysiert. Die Analyse beinhaltet unter anderem Handelsvolumina und Trends, Zertifikatspreise, die Kundenstruktur, Projekttypen sowie die Berücksichtigung von Co-Effekten.

Über Handelsvolumina und deren Trends sind nur eingeschränkte Informationen verfügbar. Von jenen VCM-Anbietern, die diese Informationen öffentlich zugänglich machen, ist ein steigender Trend feststellbar, was sich mit dem stark steigenden gesamteuropäischen Trend deckt (im Gegensatz dazu verzeichnet der globale Trend keinen solchen Anstieg). Jedoch bewegt sich das Handelsvolumen auf derzeit geringem Niveau vergleicht man es beispielsweise mit der – von der Größe und Einwohnerzahl vergleichbaren – Schweiz. Der Großteil des Marktes entfällt auf Anbieter mit einem klassischen Portfolio aus Projekten in den Bereichen Energieeffizienz und erneuerbare Energien. Projekte aus Kohlenstoff-Senken (Kohlenstoffbindung durch Aufforstung sowie Humusaufbau) haben derzeit in Österreich einen lediglich marginalen Marktanteil. Dieser Trend deckt sich mit dem überwiegenden Angebot im Bereich erneuerbare Energien auf europäischer Ebene. Auf globaler Ebene haben Forst und Landnutzungs-basierte Projekte jedoch einen deutlich höheren Marktanteil.

Die Nachfrage bei österreichischen Anbietern ist stark von Unternehmenskunden getrieben und der Anteil an Unternehmenskunden nimmt stetig zu. Auch global haben Unternehmenskunden im Jahr 2012 ca. 80 % des Handelsvolumens nachgefragt.

Die Zertifikatspreise schwanken zwischen € 9 und € 25 pro Tonne CO<sub>2</sub>. Lediglich österreichische Zertifikate durch Humusaufbau kosten € 45/t CO<sub>2</sub>. Dabei sind Zertifikate ausländischer Projekte tendenziell günstiger als Zertifikate aus Emissionsminderungsprojekten österreichischen Ursprungs. In einigen Fällen steht es dem Kunden frei, aus einzelnen Emissionsminderungsprojekten österreichischen Ursprungs zu wählen, die sich preislich unterscheiden.

Zertifikate aus österreichischen Emissionsminderungsprojekten haben einen relativ kleinen Marktanteil – drei der fünf österreichischen Anbieter haben ausschließlich Zertifikate aus internationalen Projekten im Portfolio. Haben Kunden eine Auswahlmöglichkeit (Climate Austria), fällt die Wahl bei gleichem

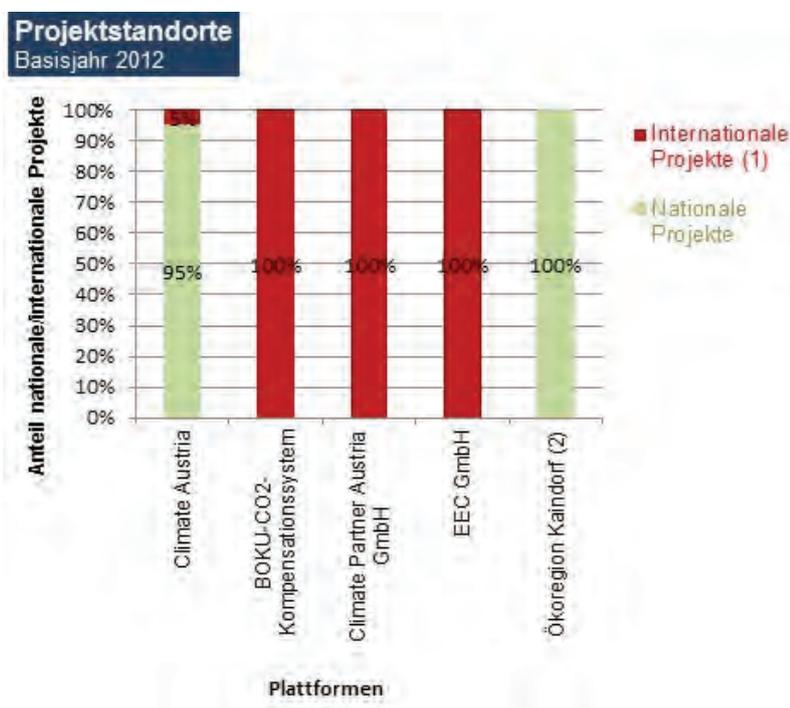


Abb. 2 – Projektstandorte – Basisjahr 2012<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Climate Austria: Geschäftsbericht 2012: [https://www.climateaustria.at/de/home/presse/climate\\_austria\\_jahresberichte/](https://www.climateaustria.at/de/home/presse/climate_austria_jahresberichte/)  
 BOKU-CO<sub>2</sub>-Kompensationssystem: Vorteile des BOKU-CO<sub>2</sub>-Kompensationssystems: <http://www.boku.ac.at/vorteile-boku-co2.html>  
 Climate Partner Austria GmbH: [http://www.climatepartner.com/climatepartner/wp-content/uploads/2013/05/cp\\_portfolio\\_de.pdf](http://www.climatepartner.com/climatepartner/wp-content/uploads/2013/05/cp_portfolio_de.pdf)  
 EEC Austria GmbH: <http://www.eecaustria.at/co2kompensation.html>  
 Ökoregion Kaindorf: Zertifikathandel: <http://www.oekoregion-kaindorf.at/index.php/arbeitsgruppen/ag-landwirtschaft/zertifikathandel>

Preis in den meisten Fällen auf österreichische Projekte. Eine Einschränkung des Projektportfolios anderer Anbieter auf internationale Projekte kann neben preislichen Überlegungen auch darin begründet sein, dass die Generierung von Zertifikaten insbesondere in Entwicklungsländern zu geringeren Überschneidungen mit Klimaschutzregulationen und -subventionen führt. Bei national generierten Projekten ist dies aufwändiger.

Die österreichischen Kompensationsanbieter haben – wie auch ausländische Anbieter – erkannt, dass Kunden nicht nur an einer reinen Kompensation interessiert sind, sondern auch Zusatzeffekte („Co-Effekte“) von CO<sub>2</sub>-Minderungsprojekten für ihre Zwecke vermarkten möchten. Daher werden von jedem österreichischen Anbieter in unterschiedlichem Detailgrad Informationen zu Co-Effekten der angebotenen Projekte bereitgestellt. Gleichzeitig gehen die österreichischen Anbieter in den meisten Fällen nicht über das Angebot von Kompensationsdienstleistungen hinaus. Eine Verbindung mit technischen Beratungsleistungen und eine damit einhergehende Hilfestellung für den Kunden, vorerst eigene Aktivitäten zur Emissionssenkung zu setzen, stellt eher die Ausnahme dar. Auf Europäischer Ebene wurde ein sehr breites Portfolio an Dienstleistungen von Carbon Footprint-Analysen über technische Beratung bis hin zu Marketing und Schulung identifiziert. Zudem wurde auf Europäischer Ebene eine große Spanne an, teils sehr innovativen, Produkten für Privatkunden identifiziert, wie sie in Österreich zurzeit noch nicht gegeben ist. Dies beinhaltet neben einer großen Auswahl zwischen Projekttypen und Ausgleichssystemen (z. B. Mehrfachkompensation und Unterstützung nationaler Projekte und Initiativen) unter anderem eine „Klimavignette“ und eine Tankkarte zum Ausgleich von Treibstoffemissionen sowie eine Klima-Kreditkarte. Eine Weiterentwicklung in diese Richtungen könnte das österreichische VCM-Potential eventuell weiter erschließen.

Generell begünstigend für den österreichischen VCM wirkt die prinzipielle Möglichkeit, Ausgaben für Emissionsausgleichszertifikate steuerlich absetzen zu können (als Spende oder Betriebsausgabe). Die steuerliche Absetzbarkeit durch Privatkunden ist jedoch an die steuerliche Begünstigung des Anbieters gebunden, welche Voraussetzungen wie die Gemeinnützigkeit, den Ausschluss der Gewinnerorientierung und eine mehrjährige Förderung begünstigter Zwecke beinhaltet. Dies ist insbesondere für kommerzielle Anbieter oder „New Entrants“ nicht gegeben.

In weiterer Folge werden die Präferenzen von Anbietern und Nachfragern in Österreich und damit auch die Übertragbarkeit von europäischen Produkten auf den österreichischen Markt erhoben.

Der Bericht „Status quo des freiwilligen Emissionshandelsmarktes in Österreich“ sowie weitere Berichte können auf [www.vcm-at.info](http://www.vcm-at.info) heruntergeladen werden.

**V07 21<sup>st</sup> Century Climate Change in the European Alps – A Review****Andreas Gobiet<sup>1,\*</sup>, Sven Kotlarski<sup>2</sup>, Markus Stoffel<sup>3</sup>, Georg Heinrich<sup>1</sup>, Jan Rajczak<sup>2</sup>, Martin Beniston<sup>3</sup>**<sup>1</sup> Wegener Center for Climate and Global Change, University of Graz<sup>2</sup> Institute for Atmospheric and Climate Science, ETH Zurich<sup>3</sup> Institute for Environmental Sciences, University of Geneva

\* Contact: andreas.gobiet@uni-graz.at

Reliable estimates of future climate change in the Alps are relevant for large parts of the European society. At the same time, the complex Alpine region poses considerable challenges to climate models, which translate to uncertainties in the climate projections. Against this background, the present study reviews the state-of-knowledge about 21<sup>st</sup> century climate change in the Alps based on existing literature and additional analyses.

It will be demonstrated that considerable and accelerating changes are not only to be expected with regard to temperature, but also precipitation, global radiation, relative humidity, and closely related impacts like floods, droughts, snow cover, and natural hazards will be effected by global warming.

Under the A1B emission scenario, about 0.25 °C warming per decade until the mid of the 21<sup>st</sup> century and accelerated 0.36 °C warming per decade in the second half of the century is expected. Warming will probably be associated with changes in the seasonality of precipitation, global radiation, and relative humidity, and more intense precipitation extremes and flooding potential in the colder part of the year. The conditions of currently record breaking warm or hot winter or summer seasons, respectively, may become normal at the end of the 21<sup>st</sup> century, and there is indication for droughts to become more severe in the future. Snow cover is expected to drastically decrease below 1 500–2 000 m and natural hazards related to glacier and permafrost retreat are expected to become more frequent. Such changes in climatic parameters and related quantities will have considerable impact on ecosystems and society and will challenge their adaptive capabilities.

**Acknowledgements**

This study has been initiated and is partly funded by the EU FP6 project ACQWA ([www.acqwa.ch](http://www.acqwa.ch)). Additional funding has been provided by the project ARNICA (<http://www.lgp.cnrs-bellevue.fr/arnica/>), funded under the EU CIRCLE-2 mountain call, by the Swiss National Science Foundation through the Sinergia project TEMPS, and the Austrian Climate Research Program (ACRP) through the projects reclip:century and DEUCALION. We acknowledge the RCM data sets from the EU- FP6 project

ENSEMBLES (<http://ensembles-eu.metoffice.com>). In particular, we thank Sebastian R. Scher (University of Graz) for the preparation of several figures in this study. This study has been supported by the EU project ACQWA (FP7 no. 212250) and the ACRP project reclip:century 2 (No. A963768).

## **V08 Assessment of Climate Change Impacts on Torrential Disasters: The Deucalion Project**

**Roland Kaitna<sup>1,\*</sup>, Klaus Schraml<sup>1</sup>, Markus Stoffel<sup>2</sup>, Christophe Corona<sup>2</sup>, Juan Ballesteros<sup>2</sup>, Andreas Gobiet<sup>3</sup>, Satyanarayana Tani<sup>3</sup>, Franz Sinabell<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Mountain Risk Engineering, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna

<sup>2</sup> Laboratory for Dendrogeomorphology, University of Berne

<sup>3</sup> Wegener Center for Climate and Global Change, University of Graz

<sup>4</sup> Austrian Institute of Economic Research (WIFO), Vienna

\* Contact: roland.kaitna@boku.ac.at

**Titel:** Determining and Visualizing Impacts of Greenhouse Climate Rainfall in Alpine Watersheds on Torrential Disasters: Document the Past – Predict the Future, ACRP 2<sup>nd</sup> call, No: B060372

**Duration:** 01.03.2011 – 28.02.2014

Torrential processes such as floods and debris flows constitute major threats for settlements and infrastructure in mountain environments. Increased human activities and changing climate conditions are expected to contribute to an increased likelihood and adverse impacts of hazards. Consequently hazard assessment need to include potential climatic changes and thus appropriate mitigation measures. The general aim of the ACRP project “Deucalion” is to assess the impact of climate change on torrential processes like debris flows and debris floods at three study sites (Pitztal/Plangeross, Gesaeuse and Lienz/Toblach). Time series of past events were reconstructed in a first step and meteorological triggering conditions assessed. Subsequently regionally down-scaled and error-corrected climate scenarios were used to estimate potential changes of these triggering conditions. The analysis was based on the IPCC A1B emission scenario and 24 regional climate simulations from the ACRP project reclip:century and the EU FP7 project ENSEMBLES. Based on this comprehensive ensemble of regional climate simulations, the expected change in the frequency of critical precipitation events with the potential to trigger torrential activity and its reliability was quantified until the mid 21<sup>st</sup> century. Additionally retrospective modelling of reconstructed debris flow events was performed with different state-of-the-art simulation models. Scenario-based model runs based on estimated variations of future event volumes were carried out and compared with results from sensitivity analysis. To follow a holistic evaluation of future torrential risks, socio-economic developments were assessed.

In this contribution we present an overview of the outcomes of the project. In total 72 past debris flow events back to AD 1888 were reconstructed by dendrogeomorphic methods. For the identification of trigger conditions data from surrounding meteorological stations were analysed, but no clear trigger-condition signal could be identified. Therefore further analysis focused on a regional scale including data from a novel historical event database and a larger number of meteorological stations. In total 1908 daily dated events and data from 48 meteorological stations were analyzed. For each event day, local events observed in only one torrent and regional events occurring in at least two torrents were distinguished. Intensity/Duration (ID) relationships were established for each region and critical thresholds were determined for periods that extent up to five days prior the triggering of debris flow. Our results demonstrate that for each region 50–60% of the debris flows were triggered by 1-day rainfall. Depending on the location of the event, the threshold intensities needed for debris flow initiation vary between 32 mm/day in the Gesaeuse area to 59 mm/day in the Lienz region.

Results from climate modelling show that potentially triggering precipitation events are expected to become more frequent in most seasons except July and August. In addition, the frequency of very intense precipitation events (above 30 mm/day) often increases in those months. Though the scenarios are sub-

ject to considerable uncertainty, they indicate increasing risk of triggering torrential flows particularly in spring and autumn. Based on the ID-thresholds determined from historical archives, trigger exceedance probabilities were established for each meteorological station in terms of threshold exceedance. Connection of these probabilities with climate change scenarios shows that potentially triggering precipitation events are expected to become more frequent in the Lienz region.

Based on the reconstruction of debris flow events, simulations were performed to calibrate model parameters. For this, the newly released simulation program RAMMS-DF (RAPid Mass MovementS – Debris Flow) as well as the software tool DAN3D was setup for the Gesaeuse site and the Pitztal/Planeross site. For the test site in Lienz (Wartschenbach) we used the classic Flo2d code. We found that all programs were capable to replicate past events with reasonable accuracy. Variation of input parameters reflecting modelling uncertainty showed a high sensitivity for the model outcome. Scenario based runs with increased event magnitude showed limited consequences at the study sites Pitztal and Gesaeuse. However, a potential shift of regional risks due to changes in event frequency cannot be excluded from these simulations. This project highlights the importance of investigations of past and future torrential activity and is expected to be valuable for stakeholders and decision makers.



## **V08 Waldbrandrisiko und sekundäre Naturgefahren in den Wäldern Tirols unter den Vorzeichen des Klimawandels**

**Oliver Sass<sup>1,\*</sup>, Harald Vacik<sup>2</sup>, Bodo Malowerschnig<sup>1</sup>, Alexander Arpaci<sup>2</sup>, Herbert Formayer<sup>3</sup>, David Leidinger<sup>3</sup>, Rudolf Sailer<sup>4</sup>, Korbinian Schmidtner<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Geographie und Raumforschung, Universität Graz

<sup>2</sup> Institut für Waldbau, Universität für Bodenkultur, Wien

<sup>3</sup> Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur, Wien

<sup>4</sup> Institut für Geographie, Universität Innsbruck

<sup>5</sup> alpS – Centre for Climate Change Adaptation, Innsbruck

\* Kontakt: oliver.sass@uni-graz.at

**Titel:** FIRIA – Fire Risk in Austria under the Impact of Climate Change, ACRP 3<sup>rd</sup> call, Nr. K10AC1K00091

**Webseite:** [www.wabo.boku.ac.at/firia1.html](http://www.wabo.boku.ac.at/firia1.html)

**Laufzeit:** 2011 – 2014

Waldbrände stellen in Österreich – verglichen z. B. mit dem mediterranen Raum – aktuell eine nur relativ wenig bedeutende Naturgefahr dar. Im Falle von wärmeren und trockeneren Sommern ist jedoch eine Intensivierung der Problematik zu befürchten. Wie Beispiele aus der Vergangenheit zeigen, können Waldbrände in steilen Hanglagen zu langdauernder Vegetationszerstörung führen, was die Möglichkeit von sekundären Naturgefahren (Steinschlag, Lawinen) beinhaltet. Das Ziel des ACRP-Projekts FIRIA ist es, die Feuergefährdung der österreichischen Wälder unter sich ändernden Klimabedingungen zu beurteilen sowie eine mögliche Gefährdung von Infrastruktur im Falle einer Entwaldung durch Feuer aufzuzeigen. Daran geknüpft sind mögliche Handlungsempfehlungen für den Waldbau. Das engere Untersuchungsgebiet ist das Bundesland Tirol.

Im Rahmen des Projekts wurden aus verschiedenen Quellen für den Zeitraum 1500 bis 2012 Daten zu mehr als 1500 Waldbränden in Tirol zusammengetragen. Diese wurden aus historischen Fotos und Luftbildern einzeln verortet und mit verschiedenen Attributen versehen (z. B. Brandursache, Größe etc.). Durch Überlagerung mit verschiedenen GIS-Layern wurden für jeden Brand topographische Lageparameter, betroffener Waldtyp sowie die Lage zu Straßen, Gebäuden und Infrastruktureinrichtungen extrahiert. Der Datensatz wurde im Rahmen einer Online-Datenbank öffentlich zugänglich gemacht (<http://fire.boku.ac.at/public/>); hier können auch von der Öffentlichkeit weitere Feuer eingetragen werden. Außerdem wurden mittlere Klimaparameter (Temperatur, Niederschlag) aus INCA-Daten im 1-km-Raster mit den Branddaten verschnitten. Es wurde untersucht, welche Feuer-Wetter-Indizes die Situation in Tirol am besten abbilden und damit als Proxy für klimatische Treiber verwendet werden können; die beste Performance erbrachte der “build-up index” (BUI).

Auf Basis der Daten erfolgte eine GIS-gestützte Analyse der für die räumliche Feuerverteilung ausschlaggebenden Parameter. Dazu wurden zwei selbstlernende Algorithmen auf ihre Eignung getestet (MaxEnt und RandomForests). Die Waldbrand-Präsenzdaten wurden mit verschiedenen Topographie-, Vegetations-, Klima- und sozioökonomischen Daten korreliert, um Abhängigkeiten festzustellen und Gebiete besonderer Feuergefährdung abgrenzen zu können. Die Ergebnisse beider Algorithmen wurden hinsichtlich ihrer Übereinstimmungen und Abweichungen verglichen, lieferten jedoch weitgehend ähnliche Ergebnisse: Klima (repräsentiert als Anzahl der Tage über einem bestimmten BUI-Index) und anthropogene Parameter (insb. Entfernung zu Gebäuden und Bevölkerungsdichte) sind im Untersuchungsgebiet am bedeutendsten. Hinsichtlich der Rolle der Exposition und der betroffenen Waldgesellschaft, sind die Ergebnisse leicht widersprüchlich und viel weniger deutlich. Beide Modelle zeigen eine starke Konzentration der Feuergefährdung entlang der Haupttäler sowie im trockeneren Tiroler Oberland.

Das Waldbrand-Dispositionmodell wurde anschließend unter Einfluss von zwei möglichen Klimaszenarien (ALADIN und RegCM3) ins Jahr 2040, 2070 und 2100 projiziert. Die Veränderung in der Fläche von erhöhtem Feuerrisiko durch häufigere Dürren und höhere Temperaturen im Untersuchungsgebiet wurde quantifiziert. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass das räumliche Muster der Feuergefährdung weitgehend gleich bleibt, sich jedoch der Grad der Gefährdung fast überall erhöht. Die Ergebnisse müssen noch mit Vorsicht interpretiert werden, da weder sich veränderte Vegetationsmuster (z. B. Waldgrenzverschiebung, Baumartenwechsel) noch evtl. steigender anthropogener Einfluss berücksichtigt wurden.

Aufbauend auf der Identifikation der Hot-Spots, an denen Waldbrände überdurchschnittlich wahrscheinlich sind, wurde untersucht, inwieweit durch Brand entwaldete Flächen neue Anbruchflächen für Naturgefahrenprozesse entstehen lassen und ob sich die Anbruchflächen in punkto Dimension und Häufigkeit durch ein erhöhtes Waldbrandrisiko verändern. Dazu wurden zunächst basierend auf regionalen Modellierungen der Gefahrenprozesse die Überschneidungsbereiche mit Siedlungen und Infrastruktureinrichtungen für ganz Tirol ermittelt. Die ersten Ergebnisse zeigen, dass nach einem potenziellen Waldbrand in 17 Einzugsgebieten mit einer erhöhten Gefährdung durch Steinschlag (6), Lawinen (3) oder beide (8) Prozesse zu rechnen ist. Zehn der betroffenen Gebiete liegen im zentralalpinen Bereich (Paznauntal, Ötztal, Stubaital und Zillertal), vier im Inntal und drei in den Nördlichen Kalkalpen. Für die betroffenen Gebiete, in denen von einer Gefährdung infrastruktureller Einrichtungen auszugehen ist, werden zurzeit prozessspezifische Modellberechnungen, Gefahrenanalysen und -beurteilungen durchgeführt.

Schließlich wurde aus der multitemporalen Luftbildkartierung von acht jungen Brandhängen (je mindestens zwei Zeitschritte) und sechs 50–60 Jahre alten Brandhängen (je ca. sechs Zeitschritte) die Regeneration nach Waldbränden dokumentiert, woraus der realistische Zeitraum bis zur Regeneration des geschlossenen Waldbestandes abgeleitet wurde. In einer multifaktoriellen GIS-Analyse werden zurzeit die topographischen und geologischen Steuerparameter für die Regeneration herausgearbeitet. Die Ergebnisse sollen eine Schätzgröße für die Zeitdauer der potenziellen Lawinen- und Steinschlaggefährdung liefern und in die Beurteilung besonders gefährdeter Bereiche mit einfließen.

## **V09** VOICE: Freiwilligenarbeit im Katastrophenschutz – Neue Herausforderungen durch den Klimawandel

**Sebastian Seebauer<sup>1,\*</sup>, Gabriel Bachner<sup>1</sup>, Maria Balas<sup>2</sup>, Anja Brucker<sup>4</sup>, Andrea Damm<sup>1</sup>, Ines Fordinal<sup>3</sup>, Natalie Glas<sup>2</sup>, Olivia Koland<sup>1</sup>, Clemens Liehr<sup>3</sup>, Clemens Pfurtscheller<sup>4</sup>, Magdalena Wicher<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Wegener Center für Klima und Globalen Wandel, Karl-Franzens-Universität Graz

<sup>2</sup> Umweltbundesamt GmbH, Wien

<sup>3</sup> riocom – Ingenieurbüro für Kulturtechnik und Wasserwirtschaft, Wien

<sup>4</sup> Institut für Interdisziplinäre Gebirgsforschung, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Innsbruck

\* Kontakt: sebastian.seebauer@uni-graz.at

**Projekt:** Voluntary work in disaster management – Challenges for adaptation to climate change, ACRP 5<sup>th</sup> call

**Webseite:** [www.zukunft-katastrophenhelfer.at](http://www.zukunft-katastrophenhelfer.at)

**Laufzeit:** 03.2013 – 02.2015

Einsatzorganisationen mit ihrer großen Anzahl an ehrenamtlichen Helferinnen und Helfern sind das Rückgrat des Katastrophenmanagements in Österreich. Sie sind fest in den Strukturen des Katastrophenschutzes etabliert und gut in der lokalen Bevölkerung verankert. Sie stehen aber vor neuen Herausforderungen: Bereits in den letzten Jahrzehnten stiegen Häufigkeit und Schadensbelastungen aus Naturkatastrophen an. Im Vergleich zu den 1960er Jahren gibt es heute global rund dreimal so viele Extremereignisse mit achtmal so hohen Schäden (Welp et al. 2010). Als Ursache werden unter anderem Umwelt- und Klimaveränderungen vermutet. Laut IPCC (2013) wird sich wahrscheinlich der Trend zu häufigeren und intensiveren Extremwetterereignissen auch in Zukunft fortsetzen.

Der Katastrophenschutz ist unmittelbar betroffen – etwa durch häufigere Einsätze und die Schädigung katastrophenschutzrelevanter Infrastrukturen. Sparmaßnahmen der öffentlichen Hand und eine geringere Bereitschaft zu freiwilligem Engagement in der Bevölkerung gefährden die Fähigkeit der Einsatzorganisationen, die erforderlichen Arbeitsleistungen in Zukunft zu erbringen. Das Forschungsprojekt VOICE untersucht daher pro-aktive und reaktive Anpassungsoptionen für den ehrenamtlichen Katastrophenschutz:

Regressionsanalysen verknüpfen Einsatzzahlen und meteorologische Indikatoren zu Hochwasserereignissen, Muren und Lawinen im Zeitraum 2006–2013 in den Bundesländern Steiermark, Niederösterreich und Vorarlberg. Mittels Szenarien des Klimawandels sowie der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung werden veränderte Anforderungen für den regionalen Katastrophenschutz abgeschätzt.

Ehrenamtliche Dienstleistungen von organisierter und spontaner Katastrophenhilfe werden aufgrund fehlender Daten bis dato noch zu wenig bewertet und fließen daher meist nicht in Methoden zur Investitionsentscheidung – wie etwa der Kosten-Nutzen-Analyse – von Schutzmaßnahmen ein. VOICE analysiert Einsatzzahlen der Hochwasserereignisse von 2005 und 2013 in Österreich aus ökonomischer Perspektive.

Gemäß Berechnungen mit Alternativ- oder Opportunitätskostensätzen fielen während des Einsatzes beim Hochwasser 2005 in Vorarlberg insgesamt ca. 2,8 Mio. Euro an zusätzlichen Personalkosten an. Dieser Betrag inkludiert den Gegenwert von unbezahlten Arbeitsleistungen der Feuerwehr, des Roten Kreuzes und der Bergrettung in Höhe von ca. 1,7 Mio. Euro. Auf Basis solcher Belege können Einsatzleistungen in Kosten-Nutzen-Analysen als monetäre Größe einfließen und sowohl die Gesamtfolgen eines Ereignisses besser abbilden als auch zur Optimierung von Entscheidungen beitragen.

Der Beteiligungsgrad der Österreicherinnen und Österreicher an ehrenamtlichen Katastrophenhilfe- und Rettungsdiensten ist seit mehr als 15 Jahren unverändert hoch. Es besteht aber ein schwacher Trend zu unregelmäßigerem, seltenerem Engagement, was die zukünftige Einsatzbereitschaft in entlegenen Regionen und von geschultem Personal gefährden kann. Hauptmotive für das freiwillige Engagement in diesem Bereich sind der Erlebnischarakter, der Wunsch anderen zu helfen, das Gemeinschaftserlebnis in der Einsatzorganisation, sowie der Erwerb und Einsatz von technisch-praktischen Kompetenzen.

Unmittelbar nach den Hochwasserereignissen im Juni 2013 wurden mehr als 300 BürgerInnen in betroffenen Gemeinden zur Bewältigung des Ereignisses durch formelle oder informelle Freiwilligenarbeit befragt. Freiwillige HelferInnen wurden in dieser Umfrage durchwegs besser bewertet als hauptberufliche Einsatzkräfte. Diese Ergebnisse unterstreichen die soziale Anerkennung freiwilliger HelferInnen sowie deren hohe Bedeutung für den sozialen Zusammenhalt und die regionale Anpassungskapazität. In ausgewählten Gemeinden in der Steiermark und in Tirol/Vorarlberg sind ab Sommer 2014 weitere standardisierte Befragungen der Allgemeinbevölkerung und von freiwilligen Einsatzkräften vorgesehen. Dabei wird untersucht, wie weit freiwillige HelferInnen als MultiplikatorInnen für Risikokommunikation und Prävention zu Naturkatastrophen wirksam sein können.

Eine Workshop-Serie mit regionalen Entscheidungs- und HandlungsträgerInnen aus Einsatzorganisationen, Politik, Verwaltung und Wirtschaft begleitet das Projekt. Der erste Workshop in Feldkirch zeigte, dass die flächendeckende Versorgung im Katastrophenschutz angesichts zunehmender Risiken schwieriger wird. Neue, unverbindliche Formen des Freiwilligenengagements (z. B. Team Österreich) werden kritisch gesehen, da sie formelle Organisationsformen (z. B. Feuerwehren) konkurrenzieren, aber nicht regelmäßige Trainings und Geräteschulungen ihrer Mitglieder sicherstellen können. Da der Katastrophenschutz nicht mehr vom bestehenden System alleine bewältigt werden kann, wird Bedarf nach verstärkter Aufklärungsarbeit und Eigenvorsorge durch Bevölkerung und Unternehmen gesehen. Weitere Workshops finden im Frühjahr 2014 statt.

VOICE mündet in Maßnahmenempfehlungen für Entscheidungs- und HandlungsträgerInnen im Katastrophenmanagement. Neben zentralen Ansatzpunkten zur Sicherung der formellen Freiwilligenarbeit sind auch flankierende Maßnahmen dargestellt, die über die unmittelbare Freiwilligenarbeit hinausgehen. Vorsorgendes Handeln jeder Einzelnen / jedes Einzelnen kristallisiert sich bereits jetzt als wichtiger Aspekt heraus, um freiwillige Helferinnen und Helfer bestmöglich zu entlasten.

### Literatur

- IPCC 2013. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, P.M. Midgley (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Welp, M., J. Gebauer, W. Lotz, S. Wurbs 2010. *Arbeitspapier zur Vorbereitung des Stakeholderdialogs zu Chancen und Risiken des Klimawandels – Versicherungen*. Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, Berlin; Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde.

## V10 Über den Austausch zwischen Erdoberfläche und Atmosphäre und die Rolle der Topographie

Mathias W. Rotach<sup>1,\*</sup>, Georg Wohlfahrt<sup>2</sup>, Armin Hansel<sup>3</sup>, Johannes Wagner<sup>1</sup>, Matthias Reif<sup>1</sup>, Alexander Gohm<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Innsbruck

<sup>2</sup> Institut für Ökologie, Universität Innsbruck

<sup>3</sup> Institut für Ionenphysik und Angewandte Physik, Universität Innsbruck

\* Kontakt: mathias.rotach@uibk.ac.at

Üblicherweise geht man davon aus, dass der Austausch von Energie, Impuls oder Materie (z. B. Treibhausgase) zwischen der Erdoberfläche und der Atmosphäre allein durch die Verfügbarkeit der Austauschgröße sowie die Effizienz des turbulenten Transports an der Oberfläche gesteuert wird. In diesem Sinn spielt der Zustand der Planetaren Grenzschicht bei diesen Prozessen, welche in numerischen (oder physikalischen) Modellen parametrisiert werden müssen, eine entscheidende Rolle. Für den turbulenten Austausch von fühlbarer oder latenter Wärme sowie auch von Spurenstoffen wird bei den Parametrisierungen auf die so genannte Ähnlichkeitstheorie zurückgegriffen, die nur für *flache und horizontal homogene Oberflächen* Gültigkeit hat – auch wenn das Modell dann über topographisch gegliedertem Gelände angewendet wird. Für Impuls, andererseits, wurde schon vor langer Zeit erkannt, dass der turbulente Austausch allein nicht genügt, um die mittlere Strömung korrekt zu reproduzieren. Deshalb wird die zusätzliche Abbremsung der Strömung durch Schwerewellen (die an der Topographie entstehen [können]) ebenfalls parametrisiert und eingefügt.

In diesem Beitrag stellen wir die Hypothese auf, dass auch für Energie und Masse (wie zum Beispiel Treibhausgase) subgrid-skalige Prozesse, wie etwa die thermisch induzierte Zirkulation in topographisch gegliederten Gelände zum Austausch zwischen der Erdoberfläche und der freien Troposphäre entscheidend beitragen. Zur Unterstützung dieser Hypothese werden [die spärlichen] Resultate aus früheren Studien sowie eigene Simulationen diskutiert, die zeigen, dass unter Umständen der totale Austausch um einen Faktor zwei bis drei unter- bzw. überschätzt werden kann, wenn nur der Bodenaustausch berücksichtigt wird. Überdies werden mögliche Konsequenzen, z. B. für den Kohlenstoffkreislauf aufgezeigt.

## V11 Potentielle Veränderung der Abfluss-Saisonalität im Tiroler Lecheinzugsgebiet unter hypothetischen Klimabedingungen

Klaus Schneeberger<sup>1,2,\*</sup>, Christian Dobler<sup>2,3</sup>, Matthias Huttenlau<sup>1</sup>, Johann Stötter<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> alpS – Centre for Climate Change Adaptation, Innsbruck

<sup>2</sup> Institut für Geographie, Universität Innsbruck

<sup>3</sup> Fachbereich Landesstatistik, Abteilung für Landesentwicklung und Zukunftsstrategie, Amt der Tiroler Landesregierung

\* Kontakt: [schneeberger@alps-gmbh.com](mailto:schneeberger@alps-gmbh.com)

**Projekt:** InsuRE – Schadenrisikoanalyse von Naturgefahren in alpinen Regionen

**Webseite:** [www.alp-s.at/cms/de/klimawandelanpassung/projekte-hydro/h02-insure/](http://www.alp-s.at/cms/de/klimawandelanpassung/projekte-hydro/h02-insure/)

**Laufzeit:** 04.2010 – 03.2014

Unter zukünftigen klimatischen Bedingungen könnte es zu Veränderungen der Abflussregime in vielen Regionen der Welt kommen, wobei sich diese insbesondere in Gebirgsregionen stark ausprägen könnten. Da Gebirgsräume als besonders vulnerabel gegenüber Naturgefahren und somit auch gegenüber Hochwasserereignissen gelten, ist die Analyse von veränderten Abflusssituationen unter möglichen zukünftigen klimatischen Bedingungen eine zentrale Fragestellung.

In der vorliegenden Studie werden mögliche Auswirkungen von Niederschlags- und Temperaturänderungen auf die Abflusscharakteristik des Lechs untersucht. Das Untersuchungsgebiet umfasst das Einzugsgebiet des Lechs bis zur Pegelstelle Lechaschau und umfasst eine Einzugsgebietsgröße von etwa 1 000 km<sup>2</sup>. Es erstreckt sich von 800 m bis 3 000 m ü. A. und das Abflussregime kann als *nival alpin* bezeichnet werden.

Zukünftige Abflussprojektionen basieren üblicherweise auf einer Modellkette bestehend aus globalen und regionalen Klimamodellen, Downscaling-Verfahren und einem hydrologischen Modell. Die Anwendung derartiger Modellketten ist in einer komplexen Topographie wie den Alpen allerdings problematisch, da die räumliche Auflösung der derzeitigen Klimamodelle nicht ausreicht, um lokale Klimaeffekte entsprechend abzubilden. Eine Alternative dazu stellen *szenarioneutrale* Ansätze dar, bei denen hypothetische Klimaszenarien als Antrieb für das hydrologische Modell verwendet werden. Diese hypothetischen Szenarien geben potentielle zukünftige Klimaentwicklungen wieder.

Die Auswirkungen möglicher Temperatur- und Niederschlagsänderungen auf das Abflussregime des Lechs werden im Rahmen der vorliegenden Arbeit mit Hilfe von einfachen Sensitivitätsanalysen untersucht. Eine mögliche Erwärmung wird mittels Temperaturszenarien von +0,5 °C bis +7 °C (Abstufung um 0,5 °C) und einer Variation des Niederschlags mit Niederschlagszenarien von –25 % bis +25 % (Abstufung um 5 %) berücksichtigt. Mit den hiermit gewonnenen 154 hypothetischen Szenarien wurde das hydrologische Modell HQsim betrieben, um hypothetische Abflusszeitreihen zu berechnen, die in weiterer Folge statistisch ausgewertet wurden. Der Fokus der Auswertung liegt auf der Analyse der veränderten mittleren Abflussverhältnisse und dem veränderten zeitlichen Auftreten von Abflussspitzen. Die mittleren Abflussverhältnisse werden mittels eines 3-D Plots basierend auf täglichen Abflusszeitreihen visualisiert, die einen guten Überblick über die intra- und inter-annuellen Veränderungen der Abflussverhältnisse bieten, sowie einer Darstellung des Abflussregimes mittels Pardé Koeffizienten. Das zeitliche Auftreten der jährlichen Abflussmaxima wurde unter Zuhilfenahme einer Direktionalstatistik und der Analyse der saisonalen Abflussmaxima durchgeführt. Des Weiteren wurde die Veränderung der moderaten Intensität von Abflusszeitreihen (25, 50 und 75 %-Quantil) auf monatlicher Basis analysiert.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich das Abflussregime des Lechs bei einer Zunahme der Temperatur von einem *nival alpinen* hin zu einem *nivo pluvialen* Abflussregime verändern könnte, wobei es zu einem ver-

mehrten Auftreten von jährlichen Abflussspitzen im Frühjahr und Herbst kommen könnte. Außerdem zeigen die Ergebnisse, dass die saisonale Variabilität von Abflussspitzen zunehmen könnte und sich der Zeitpunkt des mittleren Auftretens der jährlichen Abflussmaxima im Jahresverlauf nach hinten verschieben könnte. Generell hat eine mögliche Temperaturveränderung einen höheren Einfluss auf die saisonale Variabilität des Abflusses als eine potentielle Niederschlagsänderung. Grundsätzlich scheint bei einem Temperaturanstieg von etwa 2,5 °C ein Grenzwert erreicht zu werden, der zu einer auffälligen Änderung im Abflussverhalten des Lechs führt.

Die vorliegende Studie gibt einen Einblick in die Veränderung des Abflusses unter potentiellen klimatischen Bedingungen. Diese Erkenntnisse können als Grundlage für Anpassungsmaßnahmen bei sich ändernden hydrologischen Rahmenbedingungen verwendet werden.

## V13 Evaluation and sensitivity analysis of a snow / thaw model for use with soil water balance models for peat soils in mountain areas

Dagmar N. Henner<sup>1,\*</sup>, Mark L.A. Richards<sup>1</sup>, Mohamed Abdalla<sup>1</sup>, Pete Smith<sup>1</sup>, Magnus Lund<sup>2</sup>

<sup>1</sup> University of Aberdeen, Scotland, UK

<sup>2</sup> Aarhus University, Denmark

\* Contact: dagmar.henner@abdn.ac.uk

**Duration:** 05.2013 – 02.2014

Follow-up project from May 2014 until May 2017 in cooperation with Michael Zimmermann, Institute of Soil Research, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna

Snow cover and the resulting available water for use by soil microorganisms is an important factor when predicting the future sequestration and emissions of carbon, nitrogen and – especially in peat soils – methane and the future water holding capacity of peat soils in mountain areas. This project involves the implementation of a new snow/thaw model into the ECOSSE soil/peatland biogeochemistry model, and the evaluation of the performance of the model for predicting snow depth, snow water equivalent and snow cover accuracy in Northern Hemisphere peatlands. A special focus was put on mountain sites because under current climate change the functioning of peat soils on mountain slopes becomes ever more relevant. Healthy peat soils on slopes can act as a sink for excess water and prevent seasonal flooding in mountain areas.

Snow and thaw so far were novel factors within ECOSSE, which only modeled soil water content with water table depth using a “tipping bucket” water model. While this may be adequate for many mineral and tropical peat soils, it is not realistic in the Northern Hemisphere or the Alps where snow in winter

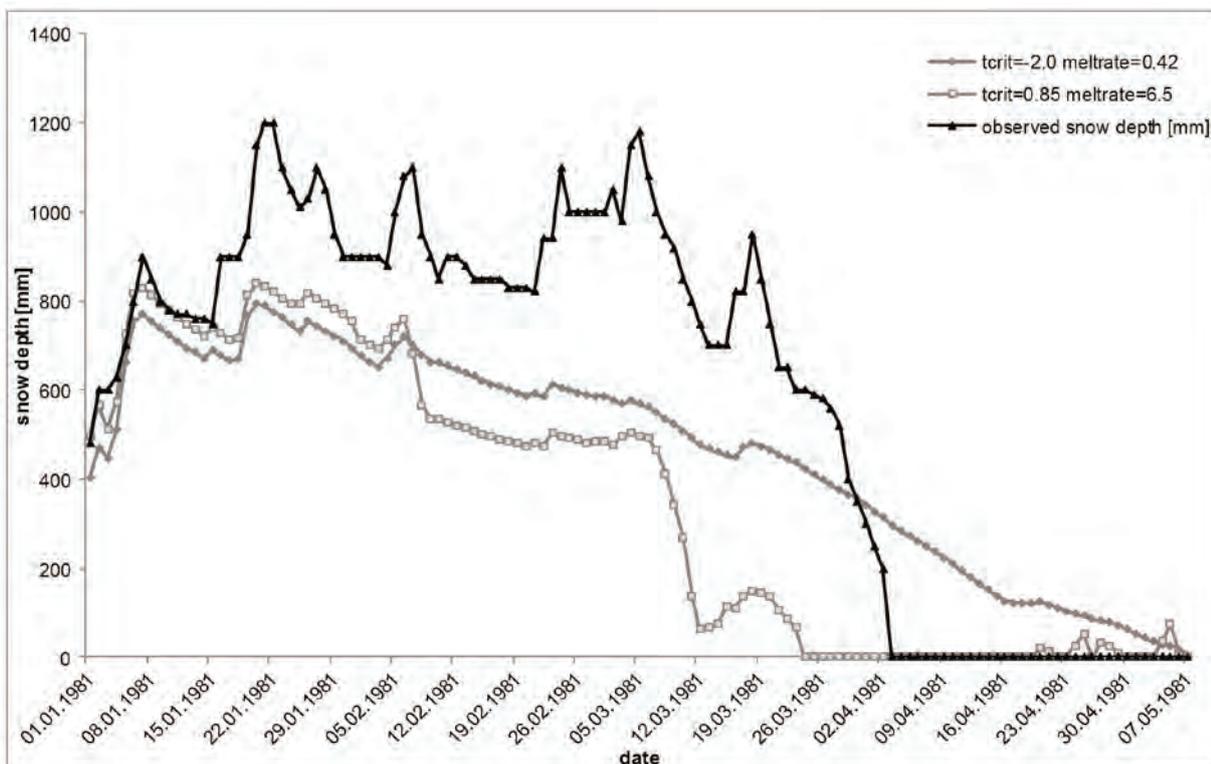


Fig. 1 – Detailed observation over one spring period of modelled and observed snow depth data for the Felbertauerntunnel site.

and thaw in spring form an important part of the soil water budget. Using information on the properties of snow, the climate factors affecting snow and changing patterns of snow under current climate change, a new snow/thaw model was developed based on readily accessible data: daily precipitation, daily mean temperature and potential evapotranspiration (PET), based on latitude and temperature. This was complemented by a snow density regression based on frequent snow density data available for one site. The model was calibrated, and then tested against seven very different sites in the Northern Hemisphere – three of them Austrian sites: Felbertauerntunnel, Leckermoor, Vienna Neuessling; the latter as control site – comparing modeled with observed snow depth data. A sensitivity analysis with 15 sets of the two critical parameters  $t_{crit}$  and melt rate was conducted. The results of the sensitivity analysis showed that the parameter values  $t_{crit} -2\text{ °C}$  and melt rate  $0.42\text{ mm/day}$  are optimal for use over a diverse range of locations. The  $r^2$  value of  $0.804$  indicates a very high correlation between modelled and observed snow depth. The accuracy of predicted snow cover – mean  $93\%$  over all sites – is suitable for simulating the available snow water equivalent for organic soils. Correctly predicting the timing of melt is also important since this dictates when water stored in the snowpack becomes available to the soil. The snow/thaw model shows accurate timing over the different sites.

Figure 1 shows modelled and observed snow depth at the Felbertauerntunnel site which receives the highest amounts of snow among the test sites. The data indicate that the parameter combination with the high melt rate  $6.5\text{ mm/day}$  is more accurate on mountain sites with large amounts of snow. Even this high melt rate is still underestimating the naturally occurring snow melt in spring in mountain areas. This shows how important research on snow melt processes in peat soils is for adaptation to climate change in the Alps.

## V14 On snow cover modeling in complex alpine terrain and its relevance to the regional climate

Sascha Bellaire<sup>1,\*</sup>, Mathias W. Rotach<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Meteorology and Geophysics, University of Innsbruck, Tyrol, Austria

\* Contact: sascha.bellaire@uibk.ac.at

**Project:** SAINT – Snow Cover Atmosphere INTERactions, FWF – Lise-Meitner-Programm

**Duration:** 01.07.2013 – 30.06.2015

The seasonal mountain snow cover constitutes an important factor for global and regional climate. Knowing the evolution and spatial distribution of the seasonal mountain snow cover allows for a better estimation of the surface albedo relevant for accurate climate modeling. Therefore, modeling the formation and especially the ablation of the seasonal mountain snow cover with high spatial and temporal resolution is of paramount importance for the regional, hence, for the global climate. Currently, most numerical weather prediction and climate models predict the formation and evolution of the snow cover in a simplified way. For this study we evaluate the performance of the snow module implemented in COSMO-2 – a high resolution numerical weather prediction model. Therefore, we compared the measured and predicted snow water equivalents (SWE) in a case study at the ‘grid point’ Weissfluhjoch (Davos, Switzerland, 2540 m a.s.l) during winter 2012/2013. COSMO-2 predicted SWE was found to be in fair agreement with the measurements although slightly overestimated (some 13%) during the formation period of the snow cover up until February. During the ablation phase COSMO-2 tends to underestimate the SWE by 35% and the corresponding grid-cell becomes snow-free for the first time about one month prior to the observation. The effect of snow-covered and non-snow-covered ground on the predicted 2 m air temperature at the experimental site was additionally assessed. A cold bias throughout the day was found for snow-covered surfaces when both model and observation had snow on the ground. During periods when both model and observations had no snow on the ground a cold bias was observed during the night and a warm bias during the day. A similar pattern was found when snow on the ground was present in the model but not observed and vice versa. In the presentation the generality of these results for other sites across the Alps will be discussed and assessed on the basis of other variables such as radiation. The overall goal of the present study being the coupling of COSMO-2 to the snow-cover model SNOWPACK, the present results will contribute to assessing the quality – and possible shortcomings – of the two contributing model components in order to assess the impact of such a model chain for regional climate modeling.

## V15 Relating Human Labour to Socioecological Transitions: An Exploration

Willi Haas<sup>1,\*</sup>, Marina Fischer-Kowalski<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Social Ecology, IFF, Alpen-Adria Universität Klagenfurt

\* Contact: willi.haas@aau.at

**Project:** NEUJOBS – Employment 2025: How will multiple transitions affect the European labour market, FP 7 EC Project

**Duration:** 02.2011 – 01.2015

Willingly or not, slowly or fast, due to climate change and / or scarcity of resources human society is in a transition away from the use of fossil fuels. We assume that this new transition towards a low carbon society will have as many and equally far reaching implications for human labour as the transition towards the fossil fuels based industrial society has had. To understand this better, we develop a simple and basal scheme applicable throughout human history. By using this scheme we make an effort at exploring historical interrelation between socio-metabolic regimes and the amount of human lifetime spent on labour, the respective critical qualitative capacities of human labour power, and the institutional forms in which labour is employed.

Most analyses of “green jobs” deal with a fairly close future and mainly with the future of gainful employment in some economic sectors. We open up the time horizon and discuss quantitative daily working hours in hunterer and gatherer, swidden agricultural communities, agricultural societies, early industrialization and fully industrialized societies. Throughout human history the maximum of labour time per inhabitant and day was spent under agrarian conditions. Physical power was the key feature of human labour during the agrarian regime. Improving skills and knowledge base of the majority of the population engaged in agricultural production was not in the interest of the ruling classes – as long as they feed themselves and deliver their tithes and taxes.

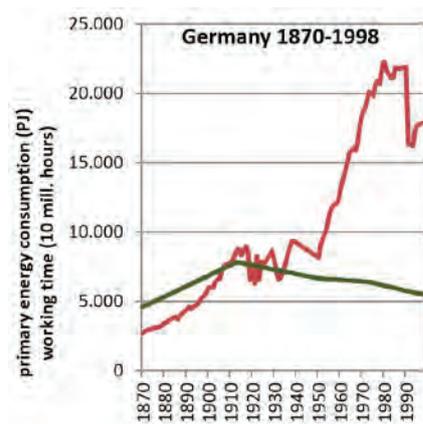


Fig. 1 – Primary energy consumption (PEC) and working time (hours) for Germany as an example for most industrialising countries for 1870 to 1998.

The industrialisation of agriculture relieved labour time by the use of fossil fuel technologies. At the onset of the coal based industrial regime steam engines added physical power to the economies. This increased labour demand in the urban centres of industrialization. Thus, wage labour became an increasingly important institutional form of labour.

During the oil based industrial regime liquid fossil fuels and electricity allowed for the substitution of the physical power dimension of human labour by decentralized energy services. Key technologies were

(and still are) the internal combustion engine used for cars and multi-purpose electro-motors linked to electricity grids. Liquid fossil fuels used for tractors, and in chemical conversion for mineral fertilizers and pesticides, also substitute for a large part of physical human and animal labour in agriculture. In effect, physical strength and prowess lose much of their economic and in consequence cultural value.

Coinciding with the first world oil crisis 1973, structural change in the relation between energy and labour becomes apparent: the trend of steeply increasing primary energy input in high income countries is over, and gives way, after some sharp fluctuations, to a more stationary energy consumption, both overall and per working hour. There is no discernible correlation between energy use and working time any more. Intellectual educational standards in the labour force keep rising, as does school and university enrolment, and qualified white collar work increases while industrial blue collar work continues to decline. Since the 1970s information and communication technology is substituting for knowledge work of human labour. At the same time physical work of human labour is further reduced in high income countries by the externalization of industrial production to the world's periphery.

Against this backdrop we ask ourselves: as the fossil-fuel based socioecological transition apparently induced such major changes in work and life, what changes we may expect from a major societal transition away from fossil fuels? Since future is uncertain, we can only provide informed speculations.



## V16 Assessing regional energy transition in Austria: An economy-wide approach

**Claudia Kettner<sup>1,\*</sup>, Oliver Fritz<sup>1</sup>, Angela Köppl<sup>1</sup>, Alexandre Porsse<sup>2</sup>, Eduardo Haddad<sup>3</sup>, Brigitte Wolking<sup>4</sup>, Karl Steininger<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Austrian Institute of Economic Research, WIFO

<sup>2</sup> Universidade Federal do Paraná, UFPR, Brazil

<sup>3</sup> Universidade de São Paulo, USP, Brazil

<sup>4</sup> Wegener Center for Climate and Global Change, University of Graz

\* Contact: claudia.kettner@wifo.at

Climate change and resource constraints require a fundamental transformation of existing energy systems. Such a transformation – as e. g. defined in the EU roadmaps for 2050 – needs to focus on energy services, since it is the energy services provided rather than the energy flows consumed that are relevant for welfare. This extended perspective of the energy system allows a comprehensive analysis of an ‘energy transition’, illustrating how different drivers such as behavioural or technological change (i. e. changed mobility behaviour, energy efficiency improvements and an increased deployment of renewable energy sources) affect the energy system at different levels, and highlights the potential for a transformation towards a low-carbon society.

In this paper, we simulate the energy-system-related and economic effects for Austria of different packages of measures directed towards increasing energy efficiency and the share of renewables in ‘residential buildings’, ‘transportation’ and ‘electricity and heat supply’ at the regional level until 2020. The analysis comprises three innovative aspects:

- a) We use a modelling approach that puts energy services at the centre of analysis of the effects of a transformation along the entire energy chain.
- b) We use a case study approach to display a wide range of portfolios of renewable energy and energy efficiency measures.
- c) We provide a comprehensive analysis of the regional macro-economic effects of a restructuring of the energy system, using an Interregional Computable General Equilibrium model of the Austrian economy, Sindelar 10. We emphasize the regional (i. e. sub-national) differences that result from differences in the implementation of measures and from the diversity in economic structures like a varying share of manufacturing in gross regional product or specific specialization patterns within the manufacturing sector.

Our analysis shows that implementation requires considerable investment. While GDP and employment are expected to increase at the national level, growth effects are distributed unevenly across regions: Smaller regions generally profit less due to direct and indirect outflows of investment to more highly industrialized regions. In Lower Austria, where petroleum refining is concentrated, output declines when fossil fuel demand is reduced.

It should be emphasized that measures promoting changes in the energy system will not only give rise to positive demand effects in the investment and operating phase, but will also reduce the economy’s dependency on foreign imports of fossil fuels whose prices will very likely increase in the near future. Any efforts directed towards reducing that dependency should strengthen the competitiveness of the Austrian economy, if implemented quickly and forcefully. A considerable share of the technological equipment (e. g. wind turbines) for which demand will increase as the energy system is being transformed is currently not produced in Austria. Policy may find it appropriate to encourage the generation of domestic value added in these areas of technological advance.

## V17 CO<sub>2</sub> Vermeiden, CO<sub>2</sub> Kompensieren. Vorstellung des BOKU Kompensationssystems sowie des ersten BOKU Klimaschutzprojekts in Äthiopien

Das Kompensationssystem wird vom BOKU Zentrum für globalen Wandel und Nachhaltigkeit betreut und von einem wissenschaftlichen Beirat begleitet. Der Beirat stellt sich wie folgt dar:

Vorsitzender: Mag. Dominik Schmitz (gWN), Stellvertretender Vorsitzender: Dr. Thomas Lindenthal (gWN), Mag. Kristin Duchâteau, MA (Österreichische Entwicklungsbank), Mag. Stefan Mielke (CARE Österreich), DI Sandra Wibmer/Elisabeth Soetz (Austrian Development Agency), DI Jesus Garcia Latorre (Lebensministerium, Sektion V Allgemeine Umweltpolitik), Dr. Stefan Gara (ETA Umweltmanagement), Adam Pawloff MA (gWN), Dr. Michael Hauser (Stellv. DI Florian Peloschek) (Centre for Development Research, CDR, BOKU), Mag. Roland Linzner (Institut für Abfallwirtschaft), Mag. Karl Braun und 1 weitere/r VertreterIn der Arbeitsgruppe Betriebsökologie der BOKU, 1 VertreterIn der Österreichische HochschulInnenenschaft der BOKU, Kontakt: Dominik Schmitz, dominik.schmitz@boku.ac.at

**Webseite:** [www.boku.ac.at/co2-kompensation.html](http://www.boku.ac.at/co2-kompensation.html)

**Laufzeit:** Start 2011, Projektlaufzeit 30 Jahre, weitere Projekte sind angedacht. Laufzeit des BOKU Kompensationssystems ist unbefristet.

Das an der Universität für Bodenkultur (BOKU) angesiedelte System zur Kompensation von (primär zunächst) durch Flugreisen entstandenen Treibhausgas-Emissionen, ist seit Oktober 2011 etabliert. Emissionen verursacht z. B. durch dienstliche oder private Flugreisen können durch Klimaschutzprojekte kompensiert werden. Indem neue Klimaschutzprojekte durch Kompensationsgelder finanziert werden entsteht zusätzliche Vermeidung oder zusätzliche Bindung von CO<sub>2</sub> zum Beispiel durch Aufforstung.

Das erste Klimaschutzprojekt in Äthiopien hat CO<sub>2</sub>-Speicherung in Biomasse und Boden durch partizipative Gemeinschafts-Aufforstungen in Nord Gondar zum Inhalt. Das Projekt wird von Univ.-Prof. Dr. Georg Gratzer vom Institut für Waldökologie betreut und mit lokalen Partnern umgesetzt [www.boku.ac.at/co2-klimaschutzprojekt.html](http://www.boku.ac.at/co2-klimaschutzprojekt.html).

Die folgenden Eigenschaften charakterisieren dieses Klimaschutzprojekt:

- Überführung von einer Brachefläche in einen ungleichaltrigen, stabilen Niederwald durch Aufforstung und natürliche Einzäunungen (u. a. über Stecklinge) zur Vermeidung von Viehbeweidung
- CO<sub>2</sub>-Bindung durch Aufforstung: rund 6 000 Tonnen CO<sub>2</sub> in 30 Jahren
- Einleitung und Etablierung laufender partizipativer Prozesse vor Ort
- Nutzung von lokalem Wissen
- Gleichzeitige natürliche Verjüngung von lokal vorhandenen Baumarten und Deckung lokaler Bedürfnisse durch Ernten von Gras und Teilentnahme von Holz nach 5–10 Jahren
- Steigerung der Biodiversität
- Wasser- und Bodenschutz



Das BOKU Kompensationssystem hat in den ersten zwei Jahren über 40 000 € an Spenden eingenommen. Die Entwicklungskosten für das erste Klimaschutzprojekt betragen 130 000 €. Im Jahre 2014 soll über die Entwicklung eines weiteren Klimaschutzprojekts nachgedacht werden.

## V18 Greenhouse gas scenarios for Austria – comparing different approaches

Thomas Winkler<sup>1</sup>, Wilfried Winiwarter<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of System Sciences, Innovation and Sustainability Research, University of Graz

<sup>2</sup> International Institute for Applied Systems Analysis, IIASA, Laxenburg

Establishing scenarios of greenhouse gas emissions follows different purposes. While national projections may guide implementation of policy measures in order to achieve given targets on the medium term (several decades), global scenarios are needed to establish fundamental understanding of the future pathways of our climate system, as inputs to global circulation models. Both inventory sets are available, providing an opportunity for alike, scaling and comparing. Global scenarios have been taken from the RCP database, they are available for eight to eleven different substances (depending on the scenario) and for ten source sectors for the years 2000 to 2100. Spatially, extraction of information on a  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$  grid is possible, while most trends have been developed on a much larger scale (e. g. for the total of the OECD countries). EU countries are committed to report their expected national trends, which provide projections until the year 2030. Furthermore, an EU led exercise assesses emissions by country up to 2050. In

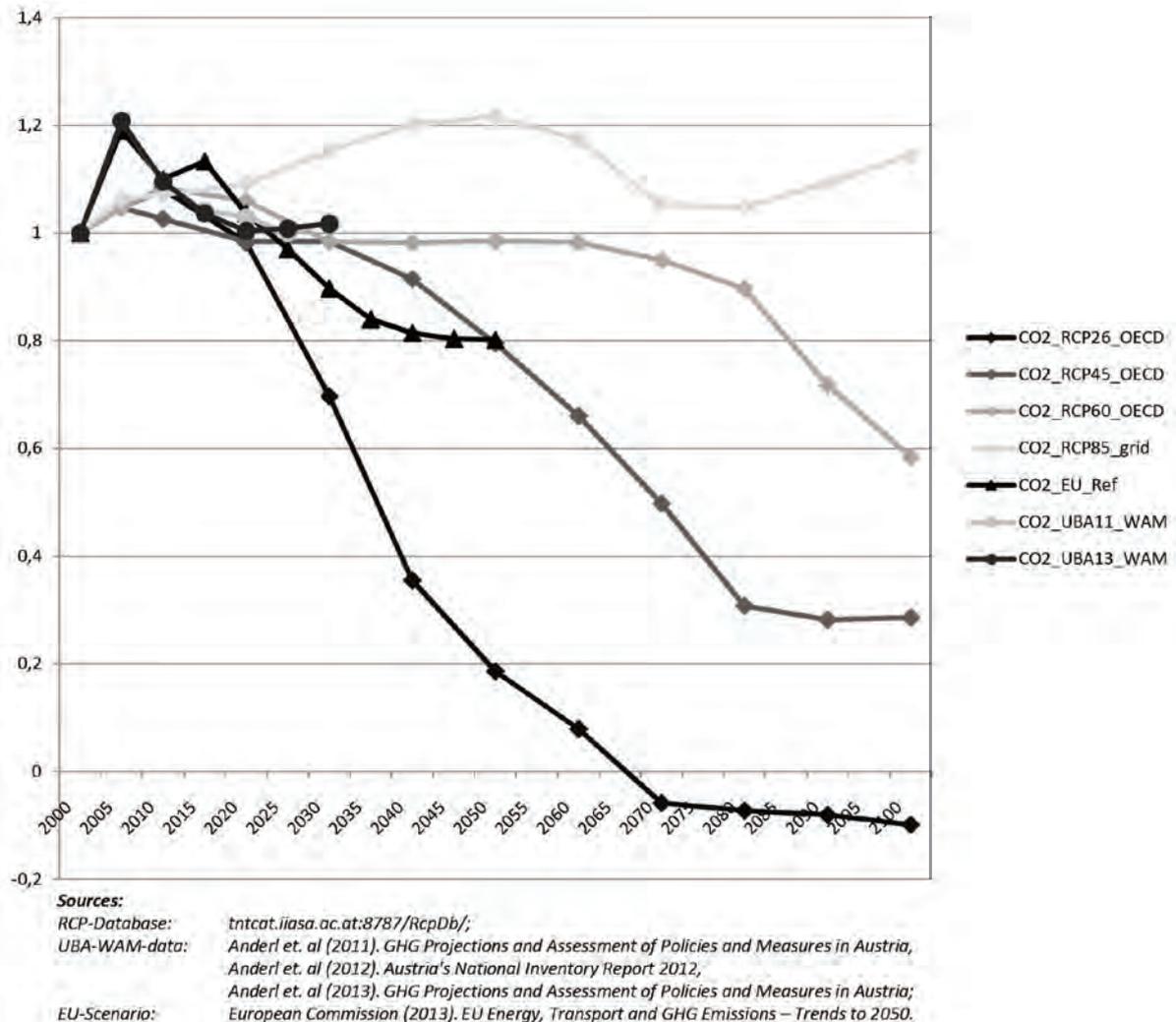


Fig. 1. – Comparison CO<sub>2</sub>; grid data RCP8.5 / OECD data RCP 2.6, 4.5, 6.0 / UBA-scenarios 2011, 2013 / EU-Reference scenario

both cases, sectoral information is available at different level. These datasets offer the chance to interpret agreements and contradiction. The following figure illustrates the comparison of different scenario data of CO<sub>2</sub> emissions in Austria and the OECD region. National scenario data is compared with European and international data and gives a prognosis of Austrian CO<sub>2</sub> emission till 2100. It also indicates possible reduction potential with focus on RCP2.6. Even before going into the sectoral details, the much higher ambition of the RCP2.6 scenarios, even in the medium term, than any of the national expectations is evident – with the RCP2.6 created as the only IPCC scenario under IPCC's AR5 that is able to match the two-degree target in limiting global warming.



**V19 Sommerdürre und die Kohlenstoffdynamik in Berggrasland**

**Michael Bahn<sup>1,\*</sup>, Roland Hasibeder<sup>1</sup>, Thomas Ladreiter-Knauss<sup>1</sup>, Johannes Ingrisch<sup>1</sup>, Lucia Fuchslueger<sup>2</sup>, Andreas Richter<sup>2</sup>, Michael Schmitt<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Ökologie, Universität Innsbruck

<sup>2</sup> Department of Microbiology and Ecosystem Science, Universität Wien

\* Kontakt: michael.bahn@uibk.ac.at

**Projekt:** CARBO-Extreme – The terrestrial Carbon cycle under Climate Variability and Extremes – a Pan-European synthesis, FP7 EU Project, GA no. 226701

**Laufzeit:** 2009 – 2013

**Projekt:** Klimaextreme und Kohlenstoffdynamik in Grasland, FWF Projekt, P22214-B17

**Webseite:** [www.uibk.ac.at/ecology/staff/persons/bahn.html](http://www.uibk.ac.at/ecology/staff/persons/bahn.html)

**Laufzeit:** 2010 – 2013

Im Zuge des Klimawandels wird in den kommenden Jahrzehnten eine deutliche Zunahme von Wetterextremen erwartet. Deren Auswirkungen auf den Kohlenstoffkreislauf können wiederum das Klimasystem nachhaltig beeinflussen. Eine globale Analyse der vergangenen 30 Jahre ergab, dass unter den Wetterextremen Dürreereignisse den größten Effekt auf die Kohlenstoffaufnahme von Ökosystemen hatten. Es ist bislang weitestgehend unklar, wie sich wiederkehrende Dürreereignisse auf die Kohlenstoffdynamik von Ökosystemen auswirken. In einem mehrjährigen, von der EU und dem österreichischen Wissenschaftsfonds (FWF) geförderten Experiment auf einer Bergwiese im Stubaital bei Innsbruck wurde untersucht, wie sich wiederholte Sommerdürre auf die Produktivität und die Kohlenstoffdynamik eines Graslandsystems auswirkt. Dabei zeigte sich, dass 1) Sommerdürre die Photosynthese der Wiese stärker einschränkte als die Atmung und damit die Netto-Kohlenstoffaufnahme durch die Wiese reduzierte; 2) das Einsetzen der Niederschläge nach Dürre zu einer erhöhten Freisetzung von CO<sub>2</sub> aus dem Boden führte, was die negativen Auswirkungen der Dürre auf die Kohlenstoffbilanz verstärkte; 3) wiederkehrende Dürreereignisse zu einer Änderung der Artenzusammensetzung der Vegetation führten und Dürreeffekte auf die Produktivität und Kohlenstoffbilanz reduzierten. Um die Mechanismen der Kohlenstoffdynamik detaillierter zu analysieren wurden Ökosystem-Parzellen mit einem stabilen Kohlenstoffisotop markiert und dessen Transfer durch das Pflanzen-Boden-Atmosphäre System verfolgt. Diese Zusatzexperimente zeigten, dass der Kohlenstoffumsatz im System durch Dürre verlangsamt wird und dass Pflanzen und verschiedene mikrobielle Gemeinschaften in ihrer Kohlenstoffdynamik eng gekoppelt sind, aber in ihrer Aktivität durch Dürre unterschiedlich beeinflusst werden. Zusammenfassend zeigt die Studie, dass Sommerdürre die Produktivität in Bergwiesen verringern und ihre Kohlenstoffbilanz verschlechtern kann, dass aber bei wiederkehrender Dürre Anpassungsmechanismen diese negativen Effekte teilweise abfedern können.

## V20 Consequences of climate change on Phospholipid Fatty Acids of agricultural soils in the Pannonian area

Helene Berthold<sup>1,\*</sup>, Gert Bachmann<sup>5</sup>, Alexander Bruckner<sup>2</sup>, Franz Hadacek<sup>5</sup>, Johannes Hösch<sup>1</sup>, Barbara Kitzler<sup>3</sup>, Kerstin Michel<sup>3</sup>, Erwin Murer<sup>4</sup>, Pascal Querner<sup>2</sup>, Janet Wissuwa<sup>2</sup>, Herbert Formayer<sup>6</sup>, Andreas Baumgarten<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute for Sustainable Plant Production, Department for Soil Health & Plant Nutrition, Austrian Agency for Health and Food Safety, Vienna

<sup>2</sup> Institute for Zoology, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna

<sup>3</sup> Institute of Forest Ecology and Soils, Federal Forest Office, Vienna

<sup>4</sup> Institute for Land and Water Management Research, Federal Agency for Water Management, Petzenkirchen

<sup>5</sup> Department of Terrestrial Ecosystem Research, University of Vienna

<sup>6</sup> Institute for Meteorology, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna

\* Contact: helene.berthold@ages.at

**Project:** LYSTRAT – Consequences of climate change on ecosystem functions, water balance, productivity and biodiversity of agricultural soils in the Pannonian area

**Weblink:** [www.ages.at/ages/landwirtschaftliche-sachgebiete/boden/forschung/lysimeterprojekt-lystrat/](http://www.ages.at/ages/landwirtschaftliche-sachgebiete/boden/forschung/lysimeterprojekt-lystrat/)

**Duration:** 01.2011 – 12.2013

Regional climate change scenarios for 2050 predict fewer but heavier rainfall during the vegetation period without substantial changes in the total annual amount of rainfall for Eastern Austria (Pannonian region). An experiment was carried out at the lysimeter station of the Austrian Agency for Health and Food Safety (AGES), comprising the three main soil types of the Pannonian agricultural area (Calcaric Phaeozem, Gleyic Phaeozem, Calcic Chernozem) with six replications of each. The lysimeter station was covered by a greenhouse whose ventilation panels are automatically regulated in synchronization with rain, wind and temperature sensors. Precipitation rates have been modified according to the predicted scenario for the second half of this century in comparison to the current precipitation pattern.

The overall aim of the project was to obtain more information on possible changes in the soil-plant system due to lasting droughts and heavy rain events. The analysis of Phospholipid Fatty Acids (PFLAs) should highlight possible responses of the microbial community.



*Greenhouse and experimental set-up, winter wheat, 2<sup>nd</sup> project year, lysimeterstation of AGES.*

Phospholipid Fatty Acids (PFLAs) are essential structural components of microbial cellular membranes. Phospholipids are present in all cell membranes, except accumulations, and are broken down very quickly after cell death in the soil. Therefore, they are excellent indicator molecules for soil microorganisms. Functional groups of microorganisms are characterized by specific phospholipid fatty acids – the basis of this “pattern” can thus be used as a “fingerprint” of the microbial community structure of a soil sample. PLFA's have been monitored within the project for three years, three times a year (spring, summer and autumn).

Already after the first few months, a response of the PLFA's could be detected. Whereas at the beginning of our experiment (in May) no difference between the precipitation treatments occurred, only after 3 months higher biomass levels were measured following the change of precipitation. Further results will be presented and discussed.

## V21 Assessing Ecosystem Services in Agricultural Landscapes: Trade-Offs for Different Policy Pathways under Regional Climate Change

Mathias Kirchner<sup>1,2,\*</sup>, Georg Kindermann<sup>3</sup>, Veronika Kulmer<sup>4</sup>, Hermine Mitter<sup>1,2</sup>, Franz Pretenthaler<sup>4</sup>, Johannes Rüdissler<sup>5</sup>, Thomas Schauppenlehner<sup>6</sup>, Johannes Schmidt<sup>1</sup>, Martin Schönhart<sup>1</sup>, Franziska Strauss<sup>7</sup>, Ulrike Tappeiner<sup>5,8</sup>, Erich Tasser<sup>8</sup>, Erwin Schmid<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute for Sustainable Economic Development, BOKU, Vienna

<sup>2</sup> Doctoral School of Sustainable Development, BOKU, Vienna

<sup>3</sup> Department of Forest Growth and Silviculture, Federal Research and Training Centre for Forests, Natural Hazards and Landscape, Vienna

<sup>4</sup> Centre for Economic and Innovation Research, JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschafts mbH, Graz

<sup>5</sup> Institute of Ecology, University of Innsbruck

<sup>6</sup> Institute of Landscape Development, Recreation and Conservation Planning, BOKU, Vienna

<sup>7</sup> Central Institute for Meteorology and Geodynamics, Vienna

<sup>8</sup> Institute for Alpine Environment, European Academy Bolzano, Italy

\* Contact: mathias.kirchner@boku.ac.at

**Project:** CAFEE – Climate change in agriculture and forestry: an integrated assessment of mitigation and adaptation measures in Austria, K10AC1K00086

**Duration:** 05.2011 – 12.2013

We have developed an integrated interdisciplinary modelling framework to assess a broad range of ecosystem services (ES) in agricultural landscapes (i. e. regulating, provisioning, supporting and cultural services). The framework has been designed to explore the interfaces between climate, biophysical, and economic factors in land use management at a high spatial resolution. Fig. 1 illustrates the integrated framework, i. e. linking climate change impacts, land use management, bio-physical processes, forestry growth, agricultural and energy production, and economic models. In addition, spatially explicit outputs from the integrated land use model PASMA<sub>[grid]</sub> are analysed to identify impacts on biodiversity and landscape diversity for different policy and regional climate change scenarios (see Tab. 1 and 2) which have been facilitated by a stakeholder process.

Tab. 1 – Policy Pathways

Scenario	Aim	Ecological Focus Area	Agri-environmental programme	Renewable energy focus
BAU	CAP reform 2013	3%	Some cut-backs	None
BAL	Balance between different ES	10%	Increased subsidies	None
PRO	Focus on provisioning ES	None	Abolishment	Yes

Tab. 2 – Regional Climate Change Scenarios

Scenario	Period	Temperature	Precipitation
Reference	1990 – 2005	observed	observed
High	2025 – 2040	+1.5°C	+20% annual precipitation
Same	2025 – 2040	+1.5°C	No change
Shift	2025 – 2040	+1.5°C	+20% winter precipitation and respective decrease of summer precipitation according to unchanged annual precipitation sum
Low	2025 – 2040	+1.5°C	–20% annual precipitation

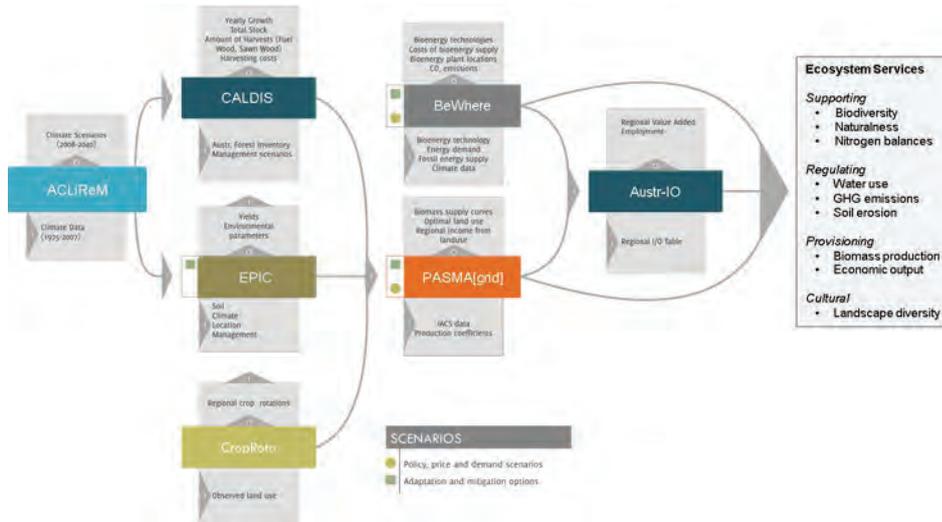


Fig. 1 – Integrated modeling framework; Note: I – Input; O – Output

First, policy scenarios reveal prevalent trade-offs between ES. A move towards a more balanced supply of ES, such as regulating (e.g. GHG emissions) and supporting (e.g. biodiversity or nitrogen balances) services, comes at the cost of provisioning services (e.g. biomass production and regional economic output) and vice versa. Forcing the cultivation of plants for renewable energy production could also affect cultural services (e.g. landscape diversity) as high prices for fuel wood would lead to large afforestation measures in the Alps and to substantial increases in short rotation coppice plantations on croplands. While afforestation is rather viewed as a negative development with regard to landscape diversity, short rotation coppice plantation could be, in adequate size, beneficial by increasing landscape heterogeneity.

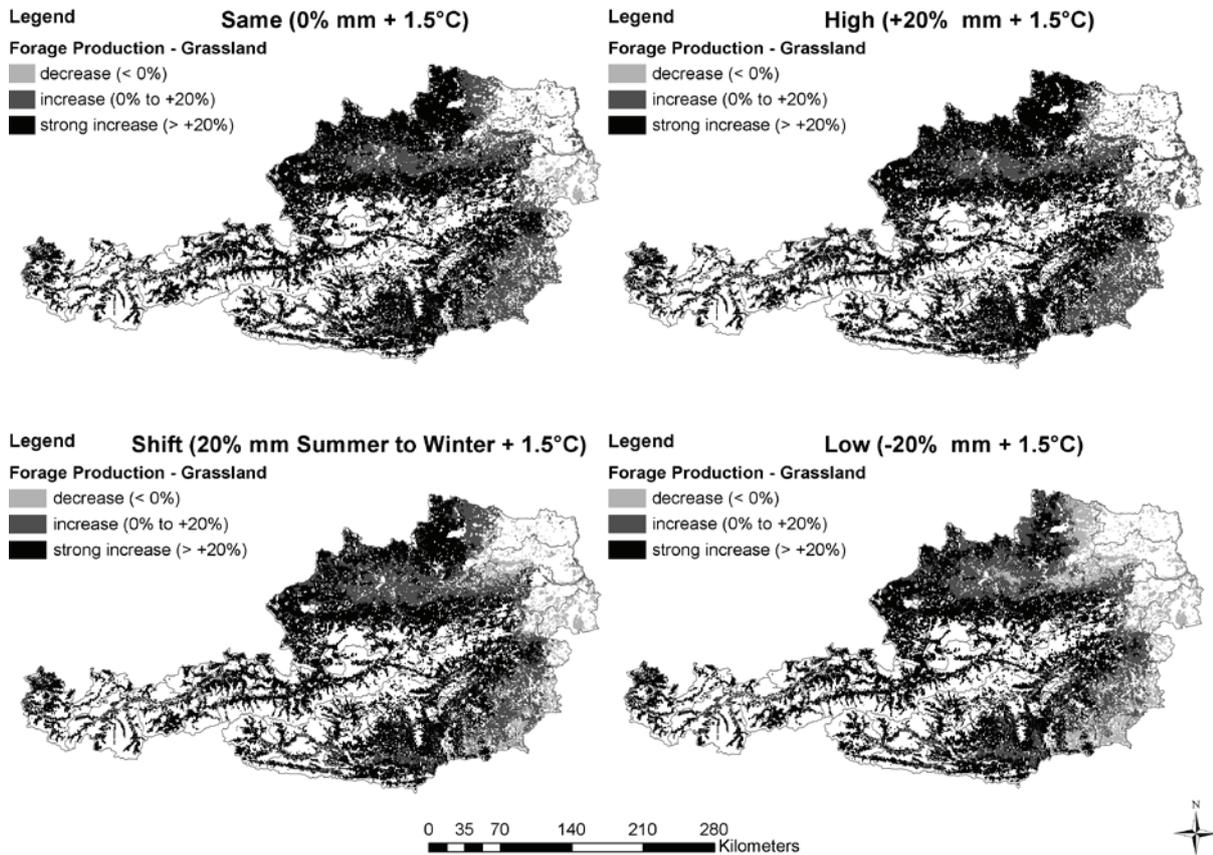


Fig. 2 – Change in forage production on grasslands from the regional climate change scenarios at a 1 km<sup>2</sup> resolution Note: Results are compared to outcomes with current climate data but policy and economic assumptions are the same (Business as usual in 2040).

Second, regional climate change impacts highlight the importance of accounting for local heterogeneities. The Western part of Austria is grassland dominated and benefits from higher yields that lead to an increase of provisioning services (see Fig. 2). Supporting and regulating services are mostly negatively affected as farmers largely adapt to regional climate change by intensifying production. However, on croplands, and specifically in semi-arid Eastern regions, crop yields and thus provisioning services may actually decline, especially if annual precipitation decreases. Farmers in semi-arid regions respond to climate change impacts to a large extent by switching to low fertilizer intensity and irrigation measures, especially if precipitation decreases. Although less fertilization is beneficial for supporting and regulating services widespread application of irrigation could increase pressure on limited groundwater resources. Soil erosion appears to be very sensitive to changes in precipitation and sediment losses increase substantially in a high precipitation scenario.

Finally, the results show that magnitude and variability of impacts on ES in agricultural landscapes are highly diverse along geographical and topographical trajectories as well as land use sectors and farm production. Hence, in future studies it would be worthwhile to investigate the trade-offs at farm to global scales to better represent the direct and indirect impact chains of climate change as well as the potential of regionalised programs that aim at a more sustainable supply of ES.

## V22 Himmelsrichtung beeinflusst Artenzahl auf europäischen Berggipfeln, aber nicht deren zeitliche Veränderung

Manuela Winkler<sup>1,\*</sup>, Andrea Lamprecht<sup>1</sup>, Sophie Nießner<sup>1</sup>, Sabine Rumpf<sup>1</sup>, Andreas Futschik<sup>2</sup>, Stefan Dullinger<sup>3</sup>, Michael Gottfried<sup>1</sup>, Georg Grabherr<sup>1</sup>, Harald Pauli<sup>1</sup>

<sup>1</sup> GLORIA – Global Observation Research Initiative in Alpine Environments, Institut für Interdisziplinäre Gebirgsforschung, Österreichische Akademie der Wissenschaften & Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit, Universität für Bodenkultur, Wien

<sup>2</sup> Institut für Statistik und Operations Research, Universität Wien

<sup>3</sup> Department für Naturschutzbiologie, Vegetations- und Landschaftsökologie, Universität Wien

\* Kontakt: manuela.winkler@boku.ac.at

**Projekt:** GLORIA – Global Observation Research Initiative in Alpine Environments

**Webseite:** [www.gloria.ac.at](http://www.gloria.ac.at)

### Hintergrund

Das “species richness-energy“-Konzept besagt, dass die Artenzahl umso höher ist, je höher die Energiezufuhr in ein Ökosystem ist. Berggipfel, wo Hangsituationen in allen Himmelsrichtungen innerhalb kleiner Fläche vertreten sind, bieten sich als Modellsystem an, um die Frage zu klären, inwieweit die unterschiedliche Energiezufuhr in verschiedenen Himmelsrichtungen die Artenzahl beeinflusst. Im Kontext des vom Menschen verursachten Klimawandels stellt sich auch die Frage nach einem Zusammenhang zwischen Himmelsrichtung und *Veränderung* der Artenzahl.

### Methoden

In den Jahren 2001 und 2008 wurde auf 64 europäischen Berggipfeln die Anzahl von Gefäßpflanzenarten sowie die prozentuelle Gefäßpflanzen-, Fels-, und Schuttdeckung im Rahmen des standardisierten GLORIA-Designs (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments, [www.gloria.ac.at](http://www.gloria.ac.at)) erhoben. Die Erhebungsplots mit einer Fläche von jeweils 4 m<sup>2</sup> wurden fünf Höhenmeter unter dem Gipfel in den vier Haupthimmelsrichtungen angelegt. Im Zentrum jedes Plots wird zusätzlich seit 2001 stündlich die Bodentemperatur in 10 cm Tiefe mit Hilfe von Temperaturloggern aufgezeichnet. Über die Vegetationsperiode akkumulierte Temperatursummen dienten als Maß für die Energiezufuhr in den jeweiligen Himmelsrichtungen.

Der Einfluss von Himmelsrichtung, Temperatursummen und Deckungen von Fels/Schutt auf die Artenzahl sowie die prozentuelle Veränderung der Artenzahl zwischen den beiden Erhebungszeitpunkten wurde mit Hilfe von gemischten linearen Modellen (linear mixed effect models) ermittelt.

### Ergebnisse und Diskussion

Aufgrund der geringeren Sonneneinstrahlung und der konvektiven Kühlung durch in Europa vorherrschende Westwinde und nachmittägliche Wolkenbildung ist die Temperatursumme über die Vegetationsperiode im Norden und Westen geringer als im Osten und Süden. Daraus ergeben sich höhere Artenzahlen im E/S als im N/W in den temperaten und borealen Gebirgen, nicht aber im mediterranen Biom, wo Wassermangel während der Vegetationsperiode die Artenzahlen begrenzt. Neben Temperatur und Himmelsrichtung spielt auch die Fels- und Schuttdeckung eine Rolle: je größer der Anteil der mit Fels oder Schutt bedeckten Fläche, desto geringer ist die Artenzahl. Beide Effekte sind auf höheren Gipfeln stärker ausgeprägt. Hingegen konnten wir keinen Zusammenhang zwischen Änderungen in den Artenzahlen und Himmelsrichtung feststellen.

## **V23 Integrating local stakeholders' knowledge in a cross-sectoral approach for adaptation needs in three pilot regions in Vorarlberg**

**Paul Schattan<sup>1</sup>, Bruno Abegg<sup>1</sup>, Alexander Bauer<sup>2</sup>, Susanne Frühauf<sup>1,2</sup>, Robert Goler<sup>2</sup>, Angela Michiko Hama<sup>1</sup>, Daniela Hohenwallner<sup>1</sup>, Tobias Huber<sup>1</sup>, Steffen Link<sup>1</sup>, Mike Peters<sup>3</sup>, Paul Stampfl<sup>1</sup>, Robert Steiger<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> alpS – Centre for Climate Change Adaptation, Innsbruck

<sup>2</sup> BOKU, Universität für Bodenkultur Wien

<sup>3</sup> MCI Management Center Innsbruck

The project focuses on three partner regions in Vorarlberg where tourism is a dominant sector: Alpenregion Bludenz, Bregenzerwald and Lech / Zürs. While tourism plays a crucial role for the economy of many regions in the European Alps, it is regarded to be one of the economic sectors most sensitive to climate change. Thus, the main objective is to use a participatory multi-stakeholder approach to investigate possible climate-induced changes, to prioritize fields of action within and across sectors, to derive adaptation needs and to develop capacities to cope with climate change.

Involving both an interdisciplinary research team and key stakeholders, a methodology emphasizing interdisciplinarity and science-practice interactions was developed. Several sectors including (i) tourism, (ii) forestry and agriculture, (iii) water resources and natural hazard management and (iv) living and housing were analysed. Existing literature of regional relevance was reviewed and prepared by the scientific experts and combined with local experts' knowledge gathered at in-region workshops. Regional networks associated with the respective tourism associations were used to ensure a fair selection of stakeholders. Within this process, fields of action for sectors vulnerable to climate change were defined. The identification of climate-sensitive sectors paves the way for adaptation measures. The next steps shall include specifying local and regional adaptation measures and implementing them in related regional (tourism) development strategies.

As seen from this and from previous studies, tourism is not a stand-alone sector of the economy, but is strongly related to environmental and socio-economic developments. Those mechanisms are even more dominant if taking into account climate change impacts and climate change adaptation needs. Although adjacent, the regions differ in altitude, landscape, cultural traditions and thus in the predominant perception of adaptation needs. True interdisciplinary and transdisciplinary research and practice is needed to meet adaptation needs for the future. This presentation will give an overview of the outcomes of this study with an emphasis on knowledge exchange, regional differences in the prioritization of the fields of action and the transferability of the methods and results.

## V24 CLIMATE CHANGE COMMUNICA©TION. Forschungs-Bildungs-Kooperationen als Schlüssel zu effektivem Klimaschutz und Klimawandelanpassung?

Maximilian Riede<sup>1,2,\*</sup>, Steffen Link<sup>1</sup>, Lars Keller<sup>2</sup>

<sup>1</sup> alpS – Centre for Climate Change Adaptation, Innsbruck

<sup>2</sup> Institut für Geographie, Universität Innsbruck

\* Kontakt: riede@alps-gmbh.com

**Projekt:** ActAdapt – Action for Adaptation Awareness

**Webseite:** [www.alp-s.at/cms/de/klimawandelanpassung/ghb03-actadapt/](http://www.alp-s.at/cms/de/klimawandelanpassung/ghb03-actadapt/)

**Laufzeit:** 03.2013 – 03.2014

### Einleitung

Globale Entwicklungen wie der Klimawandel oder die Verknappung fossiler Ressourcen setzen die Gesellschaft unter Anpassungsdruck. Parallel zu Klimaschutzaktivitäten müssen Maßnahmen zur Klimawandelanpassung getroffen werden, um Mensch-Umwelt-Systeme auf die unausweichlichen Veränderungen durch den Klimawandel vorzubereiten. Insbesondere für zukünftige Generationen gilt es, das eigene Handeln wie auch das gesellschaftliche Zusammenleben auf die veränderten Rahmenbedingungen flexibel anzupassen. Sowohl der Fünfte Sachstandsbericht (AR5) des Weltklimarats (IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change) (2013) als auch die Anpassungsstrategie der Europäischen Union (2013) empfehlen partizipative Ansätze des Wissenstransfers und des „Capacity Development“, um frühzeitige und geplante Maßnahmen zu treffen, anstatt den hohen Preis für Tatenlosigkeit zu bezahlen.

### Motivation

Teenager von heute werden nicht nur die Entscheidungsträger von morgen in den Bereichen Politik, Wirtschaft und Wissenschaft sein, sondern auch rein zeitlich wesentlich länger und intensiver mit Veränderungen durch den Klimawandel und die Energiewende konfrontiert sein. Daher ist es absolut notwendig, sie in aktuelle Diskussionen um die Themen Klimaschutz und Klimawandelanpassung zu integrieren. Es gibt jedoch kaum zielgruppenorientierte, wissenschaftlich fundierte und praxiserprobte Ansätze zur Bewusstseinsbildung bei Jugendlichen. Eingebettet unter dem Dach des Programms „Die Energiewende – Schulinitiative Tirol“, widmet sich das Projekt „ActAdapt – Action for Adaptation Awareness“ dieser Lücke.

### Methodik

Mehr als 2 000 SchülerInnen der Primar- und Sekundarstufe in Tirol nehmen an der Gesamtinitiative „Die Energiewende – Schulinitiative Tirol“ teil. In dieser inter- und transdisziplinären Forschungs-Bildungs-Kooperation treffen sie in Workshops zu den Themen Klimaschutz, Klimawandelanpassung, Erneuerbare Energien und Energieeffizienz auf WissenschaftlerInnen und VertreterInnen aus Wirtschaft, Politik und Verwaltung. Inhaltlich ausgerichtet an der Dekade für Bildung für Nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen und organisatorisch eingebettet in das bestehende Schulsystem, ist dieses Angebot versehen mit innovativen Lehr- und Lernformen inner- und außerhalb des Klassenzimmers. Dadurch verfügt diese Initiative sowohl über motivierende Elemente für die beteiligten SchülerInnen, gewährleistet jedoch auch die Anwendbarkeit und Praxisnähe für die beteiligten LehrerInnen und DirektorInnen. Während eine thematisch breite Auswahl von zweistündigen Workshopmodulen flächendeckend für SchülerInnen von 6–16 Jahren angeboten wird (Spotlight), findet an drei ausgewählten Schulen mit knapp 70 SchülerInnen eine intensive Zusammenarbeit über sechs Monate hinweg statt (Interact). In

diesem zweiten Teil der Initiative werden innovative Kommunikations- und Lernmethoden entwickelt und getestet um Elemente davon später flächendeckend einsetzen zu können. Sowohl die zweistündigen Workshopmodule als auch die sechsmonatige Zusammenarbeit werden wissenschaftlich begleitet und evaluiert, um einen gegenseitigen Lernprozess zu ermöglichen. Die Veränderungen des Klima- und Energiebewusstseins der SchülerInnen, deren Funktion als inter- und intragenerationelle Multiplikatoren in ihrem sozialem Umfeld sowie die Quantifizierung und Monetarisierung bewusstseinsbildender Maßnahmen stehen im Mittelpunkt des wissenschaftlichen Interesses.

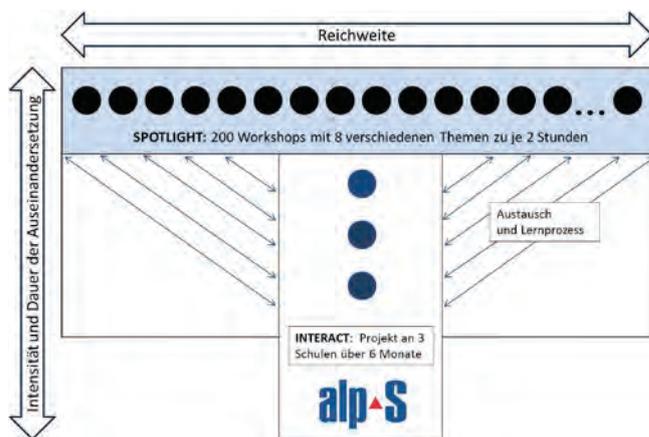


Abb. 1 – Organisationsstruktur des Programms „Die Energiewende – Schulinitiative Tirol“

## Ergebnisse

Mit Hilfe der Initiative „Die Energiewende – Schulinitiative Tirol“ gelang es bereits bestehende Aktivitäten verschiedener AkteurInnen (u. a. Klimabündnis, Landwirtschaftskammer, Innsbrucker Kommunalbetriebe) zu bündeln, teilweise neu zu organisieren und dadurch von Synergieeffekten zu profitieren. Im Rahmen dieser Initiative sind, neben SchülerInnen und LehrerInnen, auch WissenschaftlerInnen der Universität Innsbruck und des alpS – Centre for Climate Change Adaptation sowie VertreterInnen des Tiroler Energieversorgers TIWAG – Tiroler Wasserkraft AG involviert. Dadurch ergeben sich sowohl verschiedene Ziele als auch vielfältige Ergebnisse. Dazu zählen unter anderem:

- Entwicklung praxiserprobter und wissenschaftlich fundierter Methoden und Formate zur effektiven Klimawandelkommunikation und Bewusstseinsbildung.
- Erweiterung des Verständnisses über das Klima- und Energiebewusstsein von Kindern und Jugendlichen
- Einblick in die inter- und intragenerationellen Multiplikationseffekte zwischen SchülerInnen und deren sozialem Umfeld (Freunde, Eltern, Großeltern, etc.)
- Einblicke in die Quantifizierbarkeit und Monetarisierung von bewusstseinsbildenden Maßnahmen
- Einblicke in die Kompetenzentwicklung und -messung bei SchülerInnen
- Definition von Faktoren zur Gestaltung erfolgreicher Forschungs-Bildungs-Kooperationen

Im Rahmen des Vortrags werden ausgewählte Ergebnisse genauer betrachtet und mit Beispielen aus der Praxis untermauert.

## Literatur

- Council of the European Union 2013. EU Adaptation Strategy. [http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/docs/swd\\_2013\\_299\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/docs/swd_2013_299_en.pdf) (10.01.2013).
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change 2013. Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/SREX\\_Full\\_Report.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/SREX_Full_Report.pdf) (10.01.2013).

## **V25 Community-based risk management as a key to climate change adaptation**

**Stefan Ortner<sup>1</sup>, Andreas Koler<sup>1</sup>, Paul Dobersberger<sup>1</sup>, Brigitte Eder<sup>1</sup>, Angela Michiko Hama<sup>1,\*</sup>, Marcel Innerkofler<sup>2</sup>, Katharina Schröer<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> alpS – Centre for Climate Change Adaptation, Innsbruck

<sup>2</sup> Regional Government of the Tyrol, Innsbruck

\* Contact: hama@alps-gmbh.com

Local and national governance will be more and more driven by our changing climate and coupled socio-economic changes. Increasing social, economic and cultural vulnerabilities of countries and municipalities demand climate-sensitive risk management solutions for enhancing adaptive capacities.

In order to meet this urgent call, the alpS – Centre for Climate Change Adaptation together with the Regional Government of the Tyrol developed a hands-on method for risk governance in the public sector that follows the latest scientific findings and the needs of public authorities. It enables Tyrolean municipalities to respond to the increasing number of climate risks by implementing a blended three-step risk management method that combines expert- and community-based approaches and considers multi-hazard risks and cascading effects as well as the principles of stakeholder engagement and cost efficiency. With the aim of creating a sense of ownership, expert teams conduct workshops with each municipality in the Province to assess the local risk landscapes. Following this step of risk analysis, existing measures are checked with regard to suitability. New sets of no-regret and low-regret measures are introduced, with special attention devoted to their applicability for local decision-makers. In the step of risk monitoring, monitoring and evaluation measures are applied. A web-based dynamic risk information tool was developed to serve as a user-friendly decision-support system for local and regional risk governance; trainings-of trainers on both the methodology and the tool are being run. As of December 2013, more than 400 workshops have been conducted in municipalities with 53 to 120 000 inhabitants. For these achievements in creating a sustainable solution, the Province of the Tyrol was chosen as a role model for community-based risk assessment, management and reduction of the 2010–15 World Disaster Reduction Campaign “Making Cities Resilient: My City is Getting Ready”, run by the United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR).

The cost- and time- efficient blend of expert- and community-based approaches increases local capacity development and helps mainstream disaster risk reduction into local and regional governance. This inclusive way of governing risks can be adapted to differing cultural, social and technical settings and requirements. The expertise in applying disaster risk reduction approaches as a key adaptation strategy has so far been shared in Europe, Asia, the Americas and Africa.

This presentation will give insights into this Tyrolean example of province-wide risk governance. The costs and benefits will be highlighted and a brief overview of the results and future developments given. Finally, the engagement as a role model region within the UNISDR campaign will be addressed.

## V26 Klimafolgenforschung zwischen Wissenschaft, Politik und Praxis – eine kritische Betrachtung am Beispiel des alpinen Skitourismus

Bruno Abegg<sup>1,2,\*</sup>, Robert Steiger<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institut für Geographie, Universität Innsbruck

<sup>2</sup> alpS – Centre for Climate Change Adaptation, Innsbruck

<sup>3</sup> MCI Management Center Innsbruck

\* Kontakt: bruno.abegg@uibk.ac.at

Im letzten Jahr haben die Autoren zwei Studien im Bereich „Klimawandel und Skitourismus“ veröffentlicht: eine in Bayern (Auftraggeber: Deutscher Alpenverein), die andere in Graubünden (Auftraggeber: Amt für Wirtschaft und Tourismus des Kantons Graubünden und Bergbahnen Graubünden). In beiden Untersuchungen geht es um die Zukunft des Skitourismus unter veränderten Klimabedingungen. Dabei werden Aspekte wie natürliche und technische Schneesicherheit, Anpassungsstrategien etc. behandelt.

Im Vortrag geht es nicht um die Resultate dieser Studien, sondern darum, wie

- a) die Auftraggeber mit den Resultaten der Studie umgegangen sind,
- b) die Öffentlichkeit über die Aussagen der Studien informiert wurde, und
- c) direkt Betroffene (= Skigebietsbetreiber) auf die Studien reagiert haben.

In beiden Fällen haben die Auftraggeber – basierend auf den Studien – Positionspapiere verfasst. In München wurde eine Pressekonferenz (im Beisein von R. Steiger) durchgeführt; in Chur wurde die Studie dem Grossen Rat (Kantonsparlament) und den Medien (beides im Beisein von B. Abegg) vorgestellt. Das Medienecho war hoch – auch an Reaktionen seitens der betroffenen Skigebiete mangelte es nicht.

Die Kernaussagen der beiden Positionspapiere wurden einer kritischen Würdigung unterzogen. Im Weiteren haben wir sowohl die Medienberichte als auch die darauf folgenden Reaktionen analysiert (Inhaltsanalyse). Kritische Punkte betreffen die Motivation der Auftraggeber („hidden agenda“), der Umgang der Medien mit dem Thema Klimawandel, eine mögliche Instrumentalisierung der Forschungsergebnisse für politische Zwecke und die Partikularinteressen der direkt betroffenen Akteure – alles Herausforderungen, die sich ergeben, wenn man sich als Wissenschaftler im Spannungsfeld zwischen (angewandter) Forschung, (Tourismus-)Praxis, Medien und Politik bewegt.

### Literatur

- Abegg, B., R. Steiger & R. Walser 2013. *Herausforderung Klimawandel – Chancen und Risiken für den Tourismus in Graubünden*. Chur.
- Steiger, R. 2013. *Auswirkungen des Klimawandels auf Skigebiete im bayerischen Alpenraum*. Innsbruck.

## V27 **Klimastrategie Tirol – Ein transdisziplinärer Ansatz um die 2020 Ziele zu erreichen und Tirol auf den Klimawandel vorzubereiten**

**Ekkehard Allinger-Csollich<sup>1,\*</sup>, Daniela Hohenwallner<sup>2,\*</sup>, Michael Anderl<sup>3</sup>, Jochen Bürgel<sup>3</sup>, Robert Goler<sup>4</sup>, Angela Michiko Hama<sup>2</sup>, Tobias Huber<sup>2</sup>, Nikolaus Ibesich<sup>3</sup>, Armin Kratzer<sup>5</sup>, Thomas Krutzler<sup>3</sup>, Christoph Lampert<sup>3</sup>, Markus Leitner<sup>3</sup>, Steffen Link<sup>2</sup>, Christian Nagl<sup>3</sup>, Elisabeth Rigler<sup>3</sup>, Carmen Schmid<sup>3</sup>, Jürgen Schneider<sup>3</sup>, Wolfgang Schieder<sup>3</sup>, Katharina Schröer<sup>2</sup>, Kathrin Schwab<sup>2</sup>, Alexander Storch<sup>3</sup>, Gerhard Zethner<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Amt der Tiroler Landesregierung, Innsbruck

<sup>2</sup> alpS – Centre for Climate Change Adaptation, Innsbruck

<sup>3</sup> Environment Agency Austria, Vienna

<sup>4</sup> University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna

<sup>5</sup> Institute of Geography, University of Innsbruck

\* Contact: ekkehard.allinger@tirol.gv.at, hohenwallner@alps-gmbh.com

**Project:** KLIMASTRATEGIE TIROL – Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsstrategie Tirol 2013 – 2020, Roadmap 2020 – 2030

**Duration:** 02.2013 – 01.2014

**Projectpartner:**

Contracting body: Amt der Tiroler Landesregierung, contact: Ekkehard Allinger-Csollich

Contractors: alpS – Centre for Climate Change Adaptation, contact: Daniela Hohenwallner; Environment Agency Austria, Vienna, contact: Christian Nagl; Institute of Geography, University of Innsbruck, contact: Armin Kratzer

A mountain area like the Province of the Tyrol is highly susceptible to the impacts of climate change (glacier retreat, melting of permafrost, shift of snowline or vegetation zones), and the obligations of Austria as signatory party of the Kyoto Protocol made the Regional Government of the Tyrol initiate the development of a climate protection and adaptation strategy.

The elaboration process of the strategy was strongly supported by the administration of the Regional Government and underlined the commitment and willingness of the Tyrol to not only prepare vulnerable sectors for the future and thus protect the living and economic environment, but also to take up its global responsibility of reducing greenhouse gas emissions.

The starting point of the mitigation part of the climate strategy of the Tyrol was a thorough analysis of the actual state of greenhouse gas emissions and the energy balance for all relevant sectors. Based on this information, mitigation measures were developed in cooperation with experts from the Regional Government and stakeholders. A monitoring and evaluation concept for the implementation of these measures was drafted to ensure an effective reduction of greenhouse gas emissions. A concept towards a greenhouse gas neutral regional administration further underlines the commitment of the Regional Government.

In parallel to the mitigation strategy, the development of adaptation measures was oriented on the National Adaptation Strategy of Austria. Additionally, information taking into account the topography and spatial pattern as well as the relevant sectors of the Province is explicitly presented. The documentation of the current state of regional climate change impacts was on the one hand performed by a desk review and on the other hand via expert interviews. Both information sources provided the basis for the identification of fields of action. These fields of action were structured along the sectors identified in the National Adaptation Strategy of Austria and prioritized in a workshop together with the interviewees. Based on the fields of action, adaptation measures were conceptualized and – in a second interview round – finalized in collaboration with the relevant representatives of the departments from the Regional Government.

When bringing together both main parts of the strategy – the mitigation part as well as the adaptation part – emphasis was laid on the reciprocal effects between both to point out potential conflicts and synergies between mitigation and adaptation measures.

In a final step two stakeholder workshops were conducted together with relevant actors to discuss the strategy – especially its measures – followed by a commenting phase where written inputs were collected

In January 2014 the final draft of the strategy enters the political discussion process in the Regional Government of Tyrol. The adoption of the strategy is anticipated in summer 2014.

## V28 Operational Snow and Land Ice Services based on Satellite Data developed in the EU FP7 project CryoLand

Gabriele Bippus<sup>1,\*</sup>, Thomas Nagler<sup>1,\*</sup>, Elisabeth Ripper<sup>1</sup>, Christian Schiller<sup>2</sup>, Gerhard Triebnig<sup>2</sup>, Sari Metsämäki<sup>3</sup>, Olli-Pekka Mattila<sup>3</sup>, Kari Luojus<sup>4</sup>, Jouni Pulliainen<sup>4</sup>, Jaakko Ikonen<sup>4</sup>, Rune Solberg<sup>5</sup>, Eirik Malnes<sup>6</sup>, Hans Eilif Larsen<sup>7</sup>, Andrei Diamandi<sup>8</sup>, Vasile Craciunescu<sup>8</sup>, David Gustafsson<sup>9</sup>, Andreas Wiesmann<sup>10</sup>, Tazio Strozzi<sup>10</sup>

<sup>1</sup> ENVEO IT GmbH, Innsbruck

<sup>2</sup> EOX IT Services GmbH, Vienna

<sup>3</sup> SYKE, Finnish Environment Institute, Helsinki, Finland

<sup>4</sup> Finnish Meteorological Institute, Helsinki, Finland

<sup>5</sup> Norwegian Computing Center, Oslo, Norway

<sup>6</sup> Northern Research Institute, Tromsø, Norway

<sup>7</sup> Kongsberg Satellite Services, Tromsø, Norway

<sup>8</sup> National Meteorological Administration, Bucharest, Romania

<sup>9</sup> Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Norrköping, Sweden

<sup>10</sup> GAMMA Remote Research and Consulting AG, Gümligen, Switzerland

\* Contact: gabriele.bippus@enveo.at, thomas.nagler@enveo.at

**Project:** CryoLand – Copernicus Service Snow and Land Ice, Collaborative Project funded by the European Union under the 7<sup>th</sup> Framework Programme, No: 262925

**Weblink:** [www.cryoland.eu](http://www.cryoland.eu)

**Duration:** 2011 – 2015

Continuous observation of seasonal snow by means of satellite data is important for many environmental applications, climate change monitoring as well as resource management or commercial activities. Within the EU FP7 project CryoLand (No. 262925) self-sustainable and operational snow and land ice services based on optical and radar satellite data are developed, implemented and validated. In order to optimize the services to match user needs satellite product requirements and order procedures were worked out in close collaboration with users. Services are provided for three main cryospheric parameters: snow, glaciers, and lake and river ice.

The operational near-real-time snow service includes monitoring of daily fractional snow cover on regional and continental scale from optical satellite data, of daily snow water equivalent on continental scale and mapping of daily wet snow cover for selected regions during the melting season based on radar satellite data. While snow products at continental coverage are generated for a homogenized snow service for the Pan-European area from 72° N / 11° W to 35° N / 50° E, snow products covering smaller areas are tailored to particular user needs. This includes for example the statistical analysis of snow extent in pre-defined hydrological basins considering also land surface types and topography. Additionally to the near-real-time snow services archived satellite data are reprocessed in order to build a long-term, homogenous satellite based archive of seasonal snow parameters.

Quality assessment of the products and services is an important part of the CryoLand project. For the pan-European fractional snow extent product statistical uncertainty estimations are provided daily in terms of root mean square error per pixel. Further, very high resolution satellite data ordered through and provided by the GMES Data Warehouse are used for product evaluation at specific test sites all over Europe.

Operational monitoring of lake and river ice using optical and radar satellite data is mainly performed in Scandinavia and the Baltic Sea region. Observation of lake and river ice is not only an important indicator for climate change, as freezing of lakes and rivers requires long periods with air temperature

below 0°C, but lake and river ice can be hazardous for infrastructure, ship traffic and structures such as buildings and bridges. Although more frequent at northern latitudes, lake and river ice can also occur in central Europe, as for example in winter 2012 on the Danube when river ice caused some severe problems along the route from Austria to Romania. Satellite based observations of emergency events due to river ice break up enable the assessment of the overall situation also if large areas are affected, and can thus provide auxiliary information for decision makers.

The CryoLand glacier services supplies maps of glacier parameters tailored to particular user needs. Very high resolution optical and radar satellite data are used for analysing glacier outlines, snow and ice areas on glaciers, glacier surface velocity and glacier lakes in various regions in Austria, Norway, Greenland, Kyrgyz Tien Shan and Bhutan as requested by users.

All products are made available online via the CryoLand GeoPortal, and can be accessed by specific users as well as the public. The CryoLand project also prepares for exploiting the future operational European Copernicus Sentinel satellites in order to provide long term, homogenous products on main land cryosphere parameters.

## V29 Comparing effects of gridded input data from different sources in glacier mass balance modelling using a minimal glacier model

Katharina Schröer<sup>1,\*</sup>, Ben Marzeion<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Geography, University of Innsbruck

<sup>2</sup> Institute for Meteorology and Geophysics, University of Innsbruck

\* Contact: katharina.schroeer@uibk.ac.at

The knowledge of the development of glaciers in both past and future is valuable for understanding our climate system. The vast majority of the world's glaciers is poorly observed and often no data or resources are available to study them. Minimal modelling approaches requiring a minimal amount of easily available input data can be a valuable first step to gain valuable information at low cost. This study is concerned with the effects of the spatial and temporal resolution of gridded input data on the applicability of a minimal surface mass balance model.

Three sources of temperature and precipitation data freely available for the Alpine region were used to drive a statistical multiple linear regression surface mass balance model (HISTALP grid-mode-2 instrumental database, monthly, 5' spatial resolution (Auer et al. 2007); CRU TS 3.10.01 instrumental database, monthly, 0.5° spatial resolution (Harris et al. 2013); European temperature and precipitation reconstructions 1500–2000, seasonal, 0.5° spatial resolution (Luterbacher et al. 2004; Pauling et al. 2006)). The model is trained, tested and cross-validated to test the model's robustness using the different datasets. The surface mass balance model is coupled to a simple volume-area and volume-length scaling scheme to roughly include surface mass balance and glacier geometry feedbacks. Observed mass balance data of Hintereisferner in the Ötztal Alps (Austria) allow for a sound validation of the model.

The findings of the study reveal that there is only a weak dependency of the reliability of the multiple linear regression model on the spatial resolution of the input data sets. The anomalies of the regional HISTALP 5' grid-mode-2 data series were not found to lead to better model results than the anomalies of the 0.5° global CRU TS 3.10.01 data set. An artificial deterioration of the input data quality by aggregating the 5' data grid to 10' and 0.5° of spatial resolution did even lead to slightly enhanced model performance. No reliable model could be set up from the Luterbacher et al. (2004) and Pauling et al. (2006) seasonal climate data, and the influence of their precipitation data on mass balance was found not to be significant.

The volume-area and volume-length scaling cannot serve as a robust basis for reliable time-dependent modelling of glacier geometry on a single glacier. This is mainly due to the uncertainty of the applied global scaling parameters. Nevertheless, the approach can deliver valuable insights to glacier behaviour on a conceptual level, when they are compared to the observational data of Hintereisferner. Due to the ideally valley-shaped glacier and exceptionally good data basis available for Hintereisferner, further investigation is planned by including additional mass balance series of other glaciers with the grid-cell based model.

### References

Auer, I., R. Böhm, A. Jurkovic, W. Lipa, A. Orlik, R. Potzmann, W. Schöner, M. Ungersböck, C. Matulla, K. Briffa, P. Jones, D. Efthymiadis, M. Brunetti, T. Nanni, M. Maugeri, L. Mercalli, O. Mestre, J.-M. Moisselin, M. Begert, G. Müller-Westermeier, V. Kveton, O. Bochnicek, P. Stastny, M. Lapin, S. Szalai, T. Szentimrey, T. Cegnar, M. Dolinar, M. Gajic-Capka, K. Zaninovic, Z. Majstorovic, E. & Nieplova 2007. HISTALP – historical instrumental climatological surface time series of the Greater Alpine Region. *International Journal of Climatology* 27 (1): 17–46.

- Harris, I., P. Jones, R. Osborn & D. Lister 2013. Updated high-resolution grids of monthly climatic observations – the CRU TS3.10 Dataset. *International Journal of Climatology*. in press.
- Luterbacher, J., D. Dietrich, E. Xoplaki, M. Grosjean & H. Wanner 2004. European Seasonal and Annual Temperature Variability, Trends, and Extremes Since 1500. *Science* 303 (5663): 1499–1503.
- Pauling, A., J. Luterbacher, C. Casty & H. Wanner 2006. Five hundred years of gridded high-resolution precipitation reconstructions over Europe and the connection to large-scale circulation. *Climate Dynamics* 26 (4): 387–405.

## V30 Attribution of Past Glacier Mass Loss to Anthropogenic and Natural Climate Forcing

Ben Marzeion<sup>1</sup>, J. Graham Cogley<sup>2</sup>, Kristin Richter<sup>1</sup>, David Parkes<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Meteorology and Geophysics, University of Innsbruck

<sup>2</sup> Department of Geography, Trent University, Peterborough, Ontario, Canada

Glaciers have contributed to sea-level rise during the 20<sup>th</sup> century with relatively constant mass loss rates, even though warming accelerated towards the end of the 20<sup>th</sup> century. The mass loss during the first decades of the 20<sup>th</sup> century presumably was governed by loss of ice at low altitudes, when glaciers retreated from their 19<sup>th</sup> century maxima at the end of the little ice age. Since glacier response times are typically decades and longer, the attribution of glacier mass loss to different climate forcings is not trivial.

We use a model of the global glacier evolution that is based on modeling each of the world's glacier's mass balance, including a simple parameterization of ice dynamics leading to glacier hypsometry change. The model was independently validated with both surface mass balance observations and observed, temporally integrated volume changes of hundreds of glaciers, and has been used to reconstruct and project the global glacier mass change from 1850 to 2300. Using the "historical" experiments from the CMIP5 ensemble, the state of the glaciers in 1850 is reconstructed. From that starting point, the course of global glacier evolution is modeled forward, once using natural forcing (i. e., solar and volcanic) only, and once using all climate forcings (i. e., including anthropogenic greenhouse gases, aerosols, and land use change).

During the past two decades, there is a significant (>95% confidence) difference between observed and modeled mass balances under natural forcing on the global scale, while the fully forced model results generally agree with the observations. An anthropogenic contribution is therefore detectable with high confidence in the observed mass balances. On a regional scales and/or shorter time scales, stronger intrinsic variability and higher model uncertainty generally lead to less reliable results. However, the European Alps are an exception, where the high density of observations leads to robust detection and attribution statistics.

The fraction of global glacier mass loss attributable to anthropogenic causes has shown an almost linear increase from  $-2 \pm 37$  % during the period 1851–1880 to  $64 \pm 21$  % during 1981–2010.

## V31 Rockglacier analyses in the Tyrolean Central Alps based on airborne LIDAR data

Rudolf Sailer<sup>1,2,\*</sup>, Erik Bollmann<sup>1</sup>, Anna Girstmair<sup>1</sup>, Christoph Klug<sup>1</sup>, Lorenzo Rieg<sup>1</sup>, Johann Stötter<sup>1,2</sup>, Karl Krainer<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institute of Geography, University of Innsbruck

<sup>2</sup> alpS – Centre for Climate Change Adaptation, Innsbruck

<sup>3</sup> Institute of Geology, University of Innsbruck

\* Contact: rudolf.sailer@uibk.ac.at

**Project:** C4AUSTRIA – Climate Change Consequences for the Cryosphere, ACRP 1<sup>st</sup> call, No. K09AC0K00073

**Duration:** 01.10.2009 – 30.9.2012

**Project:** MALS – Multitemporal Airborne Laserscanning Südtirol, supported by the Amt für Hochschulförderung, Autonome Provinz Bozen Südtirol

**Duration:** 01.1.2012 – 31.12.2013

Until now, large scale assessments of rockglacier activities, as for example conducted for the compilation of rockglacier inventories, are mainly based on expert based interpretation of surface characteristics. Our study is focused on the development of a new method for the assessment of rockglacier activities and its application to already expert based classified rockglaciers of the Tyrolean and the South Tyrolean rockglacier inventories.

For the development of the method LIDAR-data from 2006 and 2010 are used to generate bi-temporal, high-resolution DTM, for more than 300 rockglaciers in the Ötztal Alps (Austria). These differential DTM are used to identify basic processes on rockglacier surfaces including vertical and horizontal displacement rates. In order to calculate the vertical displacement rates the DTM from 2006 are subtracted from 2010 DTM, whereas the velocities are calculated by image matching. Based on the DTM the mean and standard deviation of the surface elevation changes and the surface velocities are calculated for each rockglacier. By combining the normalized mean and standard deviation of the surface elevation changes and velocities, a rockglacier activity index is developed (Fig. 1).

The activity index ranges from values ranging between zero and one, indicating low and high activity rates for each rockglacier. A good agreement between the activity index and the rockglacier inventory is observed. Most of the rockglaciers, which were classified to be active show a high activity index with values exceeding 0.4 whereas most of the rockglaciers, which were classified to be fossil show a low activity index with values around zero.

Subsequently the developed method was then applied to 109 rockglaciers of selected regions in South Tyrol, Italy. For that purpose LIDAR data of the years 2005 and 2011 were used to calculate the vertical and horizontal displacement rates as well as the respective standard deviations. Furthermore, the inclination of the front slope was added as an additional parameter for the calculation of the rockglacier activity index. Also in South Tyrol a good agreement between the activity index and the expert based rockglacier classification is found. The data indicate that the complementary addition of the front slope inclination increases the significance of the activity index calculation.

Hence, we are confident that the proposed rockglacier activity index offers new possibilities in rockglacier research towards an independently reproducible and quantitative airborne LIDAR based classification.

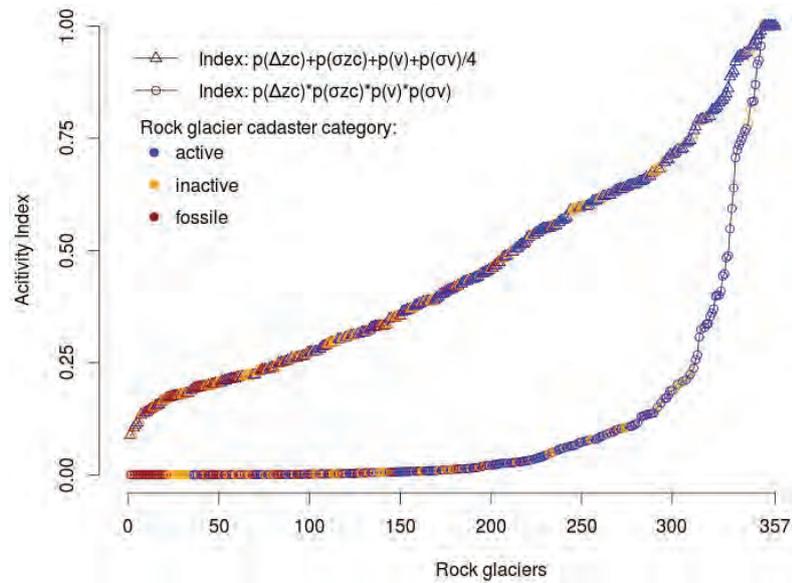


Fig. 1 – Rockglacier activity index (region Ötztal Alps;  $n = 339$ ) as sum and product of the normalized displacement rates and standard deviations vs. the respective rockglacier classifications in the North Tyrolean rock-glacier inventory.

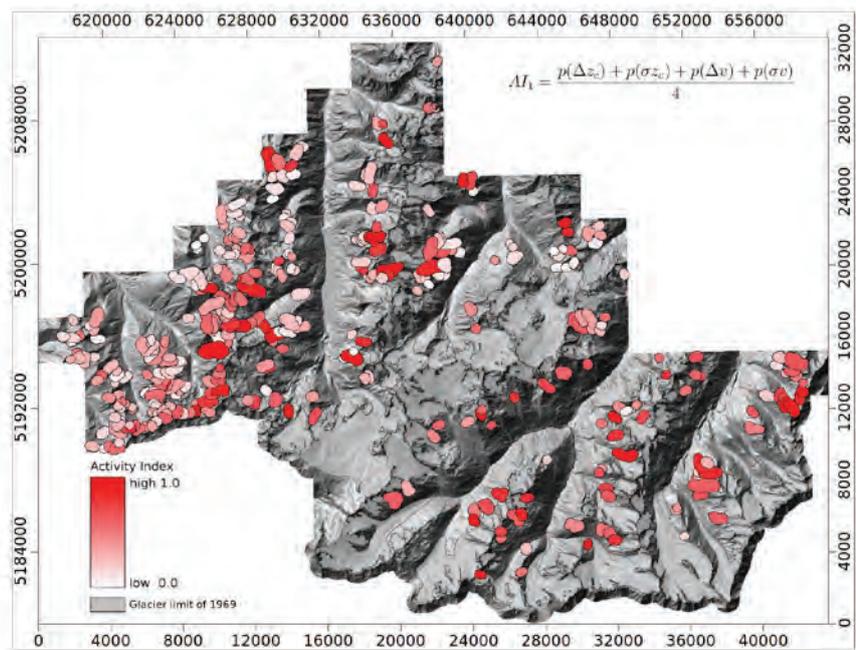


Fig. 2 – Rockglacier distribution of the 339 rockglaciers in the Ötztal Alps ( $n = 339$ ) and their activity indices as the sum of the normalized vertical and horizontal displacement rates and standard deviations.

## V32 Klimawandel im Hochgebirge (Tirol): Auswirkungen auf tiefgründige Massenbewegungen

Christoph Prager<sup>1,2,\*</sup>, Christian Zangerl<sup>1,3</sup>, Christine Fey<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup> alpS – Centre for Climate Change Adaptation, Innsbruck

<sup>2</sup> ILF Beratende Ingenieure ZT GmbH, Rum / Innsbruck

<sup>3</sup> Institut für Angewandte Geologie, Universität für Bodenkultur, Wien

<sup>4</sup> TIWAG Tiroler Wasserkraft AG, Innsbruck

\* Kontakt: prager@alps-gmbh.com

**Webseite:** [www.alp-s.at/cms/de/klimawandelanpassung/projekte-geo/g02-promm/](http://www.alp-s.at/cms/de/klimawandelanpassung/projekte-geo/g02-promm/)

Tiefgründige gravitative Massenbewegungen werden von komplexen Wechselwirkungen verschiedener geologischer Ursachen und fels- bzw. bodenmechanischen, hydrogeologischen und klimatischen Prozessen beeinflusst. Zur Prozessanalyse und Prognose von Massenbewegungen im klüftigen Fels werden im Rahmen laufender Forschungsprojekte ingenieurgeologisch-hydrogeologische Geländeerkundungen, methodisch verschiedene In-situ Messungen und Versuche sowie Berechnungen durchgeführt und ausgewertet. Ein besonderer Fokus wird dabei auf die Untersuchung von ausgewählten Massenbewegungen im Umfeld von Permafrost- und Gletscherrückzugsbereichen gelegt. Hier wird vorwiegend der Einfluss von veränderlichen Randbedingungen untersucht, z. B. witterungsabhängige und klimatische Faktoren (Eisrückzug, Schneeschmelze, Niederschlagsschwankungen).

Im alpinen Hochgebirge können tiefgründige Massenbewegungen von variablen Niederschlags- / Bergwasserhältnissen und klimatisch bedingten Temperaturveränderungen beeinflusst werden, v. a. durch veränderliche Permafrost-Verhältnisse und / oder Gletscherstände. Gut untersuchte Fallbeispiele instabiler Felsflanken weisen darauf hin, dass Veränderungen der Permafrost-Verhältnisse (Erwärmung) die Festigkeit von Klüften reduzieren, Bruchprozesse beschleunigen und damit die Gebirgsfestigkeit verringern können. Zusätzlich verändern im Hochgebirge die fortschreitenden Gletscherrückzüge bzw. die damit verbundenen Eis-Entlastungen der Hangflanken die In-Situ Spannungszustände und reduzieren damit die Standsicherheit von Felsböschungen. Dadurch können relikte Massenbewegungs-Systeme reaktiviert bzw. beschleunigt und / oder neue Hanginstabilitäten gebildet werden.

So werden von zahlreichen Hochalpinisten allgemein eine zunehmende Verschlechterung der Gebirgsfestigkeit im Bereich zahlreicher Gipfelanstiege und Gratübergänge sowie eine Zunahme der Steinschlagaktivität empfunden. Neben dieser objektiv schwer messbaren, scheinbar zunehmenden Brüchigkeit und Steinschlaggefährdung weisen Archivdaten und neue Erkundungsdaten in den Tiroler Zentralalpen eindrucksvoll auf lokale Destabilisierungen von Felsflanken durch den fortschreitenden Gletscher- bzw. Permafrost-Rückzug hin. Beispielsweise hat der Marzellferner (hinteres Ötztal) in den letzten 100 Jahren im heutigen Zungenbereich etwa 150 Höhenmeter an Eismächtigkeit verloren. Vermutlich dadurch wurde in den angrenzenden Hangflanken eine strukturell angelegte, tiefgründige Felsgleitung (re-)aktiviert. Fernerkundungsdaten zeigen, dass der Hangfuß im Bereich dieser Massenbewegung in den letzten Jahren zunehmend eisfrei wurde und gleichzeitig eine Zunahme der Hangbewegungen erfolgte (Abb. 1).

Auch im Bereich der aktiven Felsgleitung an der Bliggspitze (hinteres Kaunertal) ist das Gletscheris in den letzten Jahrzehnten sehr stark zurückgegangen und große Hangbereiche sind eisfrei geworden. Spalteneis im Abrissbereich dieser Massenbewegung deutet auf Permafrost-Bedingungen hin. Eine Zunahme der Bewegungsaktivitäten ist besonders in den Sommermonaten Juni und Juli (während der Schnee- / Eisschmelze) zu beobachten.

Diese und zahlreiche andere Fallbeispiele sowie konzeptionelle Betrachtungen von Hangdestabilisierenden Prozessen weisen deutlich auf direkte und indirekte Einflüsse des Klimawandels auf tiefgründige Massenbewegungen hin. Jedoch ist weiterer Forschungsbedarf gegeben, um die Mechanismen und Prozesse tiefgründiger Massenbewegungssysteme im Detail zu verstehen und den Einfluss von Klimawandelbedingten Veränderungen der System und Randbedingungen quantifizieren zu können.

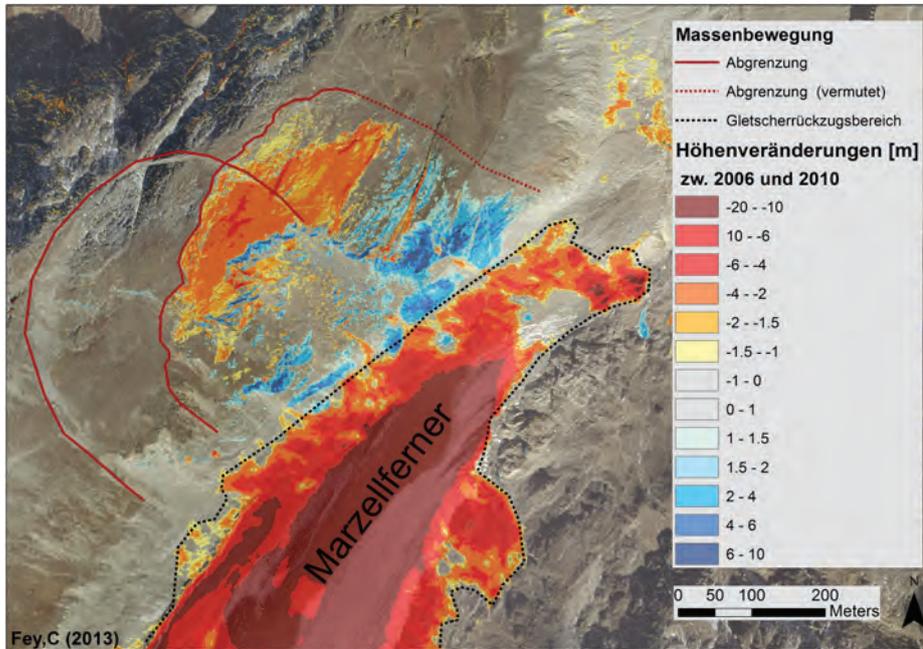


Abb. 1 – Geländeänderungen im Bereich des Marzellkamms (Ötztal), verursacht durch den Gletscherrückgang und eine tiefgründige Massenbewegung. Datengrundlagen: Orthofoto und Laserscandaten (Differenzmodell aus den Jahren 2010 und 2006). Datenquelle: Amt der Tiroler Landesregierung/ TIWAG.

## **V33 Beobachtung von Prozessen und klimatischen Veränderungen in der Atmosphäre mittels Radio-Okkultationsdaten**

**Ulrich Foelsche<sup>1,\*</sup>, Barbara Scherllin-Pirscher<sup>1</sup>, Julia Danzer<sup>1</sup>, Andrea K. Steiner<sup>1</sup>, Florian Ladstädter<sup>1</sup>, Therese Rieckh<sup>1</sup>, Jakob Schwarz<sup>1</sup>, Raimund Klingler<sup>1</sup>, Gottfried Kirchengast<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institutsbereich für Geophysik, Astrophysik und Meteorologie, Institut für Physik (IGAM/IP), Wegener Center für Klima und Globalen Wandel (WEGC), Karl-Franzens-Universität Graz

\* Kontakt: ulrich.foelsche@uni-graz.at

**Projekt:** BENCHCLIM – Benchmark Climatologies from Radio Occultation, P22293-N21, FWF-Projekt  
**Laufzeit:** 03.2010 – 12.2014

### **Klima-Monitoring mit Radio-Okkultationsdaten**

Die Radio-Okkultationsmethode nutzt Signale von GPS (Global Positioning System) Satelliten, die von einem Satelliten in niedriger Umlaufbahn (Low Earth Orbit, LEO) empfangen werden, nachdem sie die Atmosphäre der Erde durchquert haben und dabei „verdunkelt“ („okkultiert“) wurden. In Okkultationsgeometrie durchqueren die Radiosignale z. B. kurz vor dem Untergang eines GPS Satelliten immer dichtere Atmosphärenschichten und werden dabei entsprechend den Brechungseigenschaften der Atmosphäre gebrochen und verlangsamt. Aus der gemessenen Phasenwegverlängerung werden Profile fundamentaler atmosphärischer Parameter wie Refraktivität, Dichte, Druck und Temperatur berechnet. Die Daten zeichnen sich durch hohe Genauigkeit, hohe vertikale Auflösung, Langzeit-Stabilität, globale Bedeckung und Allwetter-Tauglichkeit aus. Um dieses Potential voll ausschöpfen zu können, ist große Sorgfalt bei der Datenverarbeitung nötig. Gerade bei Klima-Anwendungen können sich schon kleine systematische Fehler negativ auswirken, insbesondere wenn sie sich zeitlich verändern.

### **Mögliche systematische Fehlerquellen**

Im Zuge des BENCHCLIM-Projektes haben wir uns intensiv mit möglichen Quellen für systematische Fehler in RO-Klimatologie auseinandergesetzt. Dabei haben wir z. B. untersucht, welchen Einfluss Unsicherheiten in den Konstanten der Refraktivitäts-Gleichung haben, oder wie sich die spezielle Geometrie von RO-Profilen auswirkt, wenn bei der Auswertung näherungsweise angenommen wird, dass die Profile vertikal seien – und wie dieser Effekt minimiert werden kann. Wir haben festgestellt, dass durch die Standard-Qualitätskontrolle RO-Profile in besonders kalten Regionen gelegentlich fälschlich ausgeschieden werden – und diesen Selektionseffekt unterbunden.

Von besonderer Bedeutung ist der Einfluss der Ionosphäre auf die GPS-Signalausbreitung. Dieser kann zwar, da er wellenlängen-abhängig ist, durch Messungen bei beiden GPS-Frequenzen zum überwiegenden Teil entfernt werden; bei hoher Sonnenaktivität (und damit hoher Elektronen-Konzentration in der Ionosphäre) bleibt aber ein kleiner, systematischer Restfehler übrig. Wir haben diesen Fehler charakterisiert, und festgestellt, dass der Fehler bei Messungen während des Tages mit der Sonnenaktivität korreliert, während Nacht-Messungen praktisch überhaupt nicht betroffen sind. Durch diese Charakteristik kann der kleine systematische Fehler bei Tagesmessungen eliminiert werden – wenn man größere Ensembles von Profilen betrachtet, wie es bei Klimatologien der Fall ist.

### **Atmosphären-Prozesse**

Aufgrund der hohen vertikalen Auflösung konnten wir z. B. Höhe und Temperatur der Tropopause sehr genau bestimmen, und dabei interessante Abhängigkeiten von der geographischen Länge feststellen. Auch die Häufigkeit von doppelten und dreifachen Tropopausen lässt sich mit der RO-Methode sehr gut

ermitteln. Daten der sechs LEO Satelliten der COSMIC Konstellation erlaubten es, den Temperatur-Tagesgang in der freien Atmosphäre zu quantifizieren. Da die Datendichte in hohen Breiten sehr hoch ist, konnten wir z. B. plötzliche Stratosphärenwärmung (sudden stratospheric warmings) untersuchen.

### Einige aktuelle Publikationen

- Danzer, J., B. Scherllin-Pirscher, U. Foelsche 2013. Systematic Residual Ionospheric Errors in Radio Occultation Data and a Potential Way to Minimize them. *Atmos. Meas. Tech.* 6: 2169–2179. doi:10.5194/amt-6-2169-2013
- Foelsche, U., S. Syndergaard, J. Fritzer, G. Kirchengast 2011. Errors in GNSS radio occultation data: relevance of the measurement geometry and obliquity of profiles. *Atmos. Meas. Tech.* 4: 189–199. doi:10.5194/amt-4-189-2011
- Foelsche, U., B. Scherllin-Pirscher, F. Ladstädter, A.K. Steiner, G. Kirchengast 2011. Refractivity and temperature climate records from multiple radio occultation satellites consistent within 0.05%. *Atmos. Meas. Tech.* 4: 2007–2018. doi:10.5194/amt-4-2007-2011
- Ladstädter, F., A.K. Steiner, U. Foelsche, L. Haimberger, C. Tavolato, G. Kirchengast 2011. An assessment of differences in lower stratospheric temperature records from (A)MSU, radiosondes, and GPS radio occultation. *Atmos. Meas. Tech.* 4: 1965–1977. doi:10.5194/amt-4-1965-2011
- Pirscher, B., U. Foelsche, M. Borsche, G. Kirchengast, Y.-H. Kuo 2010. Analysis of Migrating Diurnal Tides Detected in FORMOSAT-3/COSMIC Temperature Data. *J. Geophys. Res.* 115: D14108. doi:10.1029/2009JD013008
- Scherllin-Pirscher, B., A.K. Steiner, G. Kirchengast, Y.-H. Kuo, U. Foelsche 2011. Empirical analysis and modeling of errors of atmospheric profiles from GPS radio occultation. *Atmos. Meas. Tech.* 4: 1875–1890. doi:10.5194/amt-4-1875-2011
- Scherllin-Pirscher, B., G. Kirchengast, A.K. Steiner, Y.-H. Kuo, U. Foelsche 2011. Quantifying uncertainty in climatological fields from GPS radio occultation: An empirical-analytical error model. *Atmos. Meas. Tech.* 4: 2019–2034. doi:10.5194/amt-4-2019-2011
- Steiner, A.K., B.C. Lackner, F. Ladstädter, B. Scherllin-Pirscher, U. Foelsche, G. Kirchengast 2011. GPS radio occultation for climate applications. *Radio Sci.* 46: RS0D24. doi:10.1029/2010RS004614
- Steiner, A.K., D. Hunt, S.-P. Ho, G. Kirchengast, A.J. Mannucci, B. Scherllin-Pirscher, H. Gleisner, A. von Engeln, T. Schmidt, C. Ao, S.S. Leroy, E.R. Kursinski, U. Foelsche, M. Gorbunov, Y.-H. Kuo, K.B. Lauritsen, C. Marquardt, C. Rocken, W. Schreiner, S. Sokolovskiy, S. Syndergaard, S. Heise, J. Wickert 2013. Quantification of Structural Uncertainty in Climate Data Records from GPS Radio Occultation. *Atmos. Chem. Phys.* 13: 1469–1484. doi:10.5194/acp-13-1469-2013

### Danksagung

Die Arbeit wurde von FWF im Rahmen des Projektes BENCHCLIM (Benchmark Climatologies from Radio Occultation, FWF P22293-N21) finanziell unterstützt.

## V34 Abschätzung des Überwinterungserfolgs exotischer Insekten unter künftigen Klimabedingungen in Österreich

Andreas Kahrer<sup>1,\*</sup>, Alois Egartner<sup>1</sup>, Christoph Matulla<sup>2</sup>, Anna Moyses<sup>1</sup>, Helfried Scheifinger<sup>2,\*</sup>, Peter Stüger<sup>1</sup>, Maja Zuvela-Aloise<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, AGES, Wien

<sup>2</sup> Zentralanstalt für Meteorologie Geodynamik, ZAMG, Wien

\* Contact: andreas.kahrer@ages.at, helfried.scheifinger@zamg.at

**Projekt:** winsurv – Predicting overwintering survival and establishment of exotic pest insects under future Austrian climatic conditions, ACRP 2<sup>nd</sup> call, No: B060350

**Laufzeit:** 01.07.2011 – 30.06.2015

### Abstract

For the prediction of winter survival of exotic insects it is necessary to find a temperature- and time-dependent mathematical model which describes progressing mortality under variable low temperatures. The application of supercooling points of overwintering stages, frost duration or accumulated temperatures below certain threshold values were inappropriate methods for this task. Therefore a temperature accumulation model had to be developed in which temperatures were weighted according their hourly impact to mortality. This hourly impact [%] can be computed easily by dividing 100 by lethal time [h] causing 100% mortality. Since in one hour usually no mortality would be observed it was postulated that a certain small sublethal effect would be exerted nevertheless. In addition the accumulation of sublethal effects would enable to explain the delayed effect of frost in chilling experiments. The total mortality in experimental populations can be computed therefore by hourly accumulation of hourly impacts to mortality. The accuracy of this method applied to *Trogoderma granarium* during the winter season 2012/13 in three different Austrian locations was excellent in Zwettl, good in Andau and satisfactory in Mönichkirchen.

### Kurzfassung

Die nördliche Verbreitung von Insekten wird hauptsächlich durch deren Mortalität infolge niedriger Temperaturen während der Überwinterung festgelegt. Als Folge zunehmend milderer Wintertemperaturen könnten sich daher neue Schädlingsarten aus warmen Zonen bei uns etablieren und die heimische landwirtschaftliche Produktion beeinträchtigen. Beispielhaft soll in diesem Projekt die Wintermortalität von drei wichtigen exotischen Schädlingen, nämlich der Baumwolleneule (*Helicoverpa armigera*), der Tomatenminiermotte (*Tuta absoluta*) und des Khaprakäfers (*Trogoderma granarium*) abgeschätzt werden. Dazu muss ein temperatur- und zeitabhängiges mathematisches Überwinterungsmodell verwendet bzw. entwickelt werden, welches dann mit den Temperaturdaten eines geeigneten Klimaszenarios angetrieben wird.

In Vorversuchen wurde die Zucht der Versuchstiere verbessert, das für jede Art optimale Überwinterungsstadium ermittelt sowie deren Kälteadaptation untersucht. Weitere wichtige Versuchsparmeter wie die Abkühl- und Auftaugeschwindigkeit vor bzw. nach der Kälteexposition konnten mit 1°/Stunde festgelegt werden. Alle Mortalitätsexperimente werden gemäß diesem Versuchsdesign durchgeführt. Diese Versuche bei konstanten Frosttemperaturen dauern noch an und dienen der Entwicklung der 3 spezifischen mathematischen Überwinterungsmodelle.

*Tuta absoluta* konnte in den Saisonen 2012/13 und 2011/12 des Projektes im Freiland höchstens zwei Monate lang überleben. Die heurigen Ergebnisse stehen noch aus. *Helicoverpa armigera* hingegen konnte in den pannonischen Randgebieten mit maximal 50 % in ausreichender Menge überwintern.

Entscheidender Faktor war hier weniger die Temperatur als die Bodenfeuchtigkeit: nass gehaltene Puppen verpilzten rasch oder fielen dem Kontaktfrieren zum Opfer. Eine erfolgreiche Überwinterung von *Helicoverpa armigera* allein führte jedoch noch nicht notwendigerweise zu deren starkem Auftreten und zu Schäden für die Landwirtschaft. Erst bei entsprechend hohen Sommertemperaturen war diese südliche Art infolge ihrer hohen Temperaturansprüche auch in der Lage, sich ausreichend fortzupflanzen und massenhaft zu vermehren: sie wurde in Österreich fast ausschließlich in den Hitzejahren 2003, 2012 und 2013 in der Landwirtschaft schädlich. *Trogoderma granarium* konnte in der Saison 2012/13 je nach Standort zu 1 % (Zwettl), 24 % (Mönichkirchen) oder 47 % (Andau) überwintern.

Während der Überwinterung 2012/13 wurde parallel zu stündlichen Temperaturlaufzeichnungen der Mortalitätsverlauf der Larven von *Trogoderma granarium* an drei Standorten mitverfolgt. Diese Daten dienen der Entwicklung eines mathematischen temperatur- und zeitabhängigen Modells der Überwinterungsmortalität. Die Verwendung von

- Erstarrungspunkten (Supercoolingpoints) der betrachteten Überwinterungsstadien
- Frostzeiten (Temperaturunterschreitungszeiten für bestimmte Schwellenwerte)
- Akkumulierung der Kältegrade unterhalb bestimmter Schwellenwerte (Kältesummen)

zeigte nicht die erforderliche Korrelation mit den beobachteten Mortalitätswerten. Deshalb musste für das Projekt winsurv ein neues Überwinterungsmodell mit gewichteten Kältegraden entwickelt werden. Die Gewichtung der Kältegrade sollte die durch unterschiedliche Kälte jeweils verursachte Mortalität widerspiegeln. Sie erfolgte daher anhand der errechneten stündlichen „Mortalität“ bei den jeweiligen Versuchstemperaturen. Da die Mortalität in solchen Laborversuchen immer erst verzögert einsetzte, kann man streng genommen jedoch nicht von stündlicher Mortalität sprechen. Die verzögerte Wirkung bei Mortalitätsversuchen bezüglich Kälte setzt jedoch das Vorhandensein subletaler Wirkungen voraus. In diesem Sinne lässt sich die berechnete stündliche „Mortalität“ daher besser als stündliche Kältewirkung deuten und beschreiben. **Die Gesamtmortalität einer Versuchstierpopulation unter variablen tiefen Temperaturen, wie sie während der Überwinterung im Freiland auftritt, müsste dann gleich der Akkumulierung der stündlichen subletalen Wirkungen sein (Wirkungssumme).** Aus Laborversuchen bei konstant niedrigen Temperaturen lässt sich die stündliche Wirkung auf sehr einfache Weise nach der untenstehenden Formel darstellen und errechnen:

$$\text{Stündliche Wirkung [\%]} = 100 / (\text{Maximale Überlebensdauer [Tage]} \times 24) \quad (1)$$

Diese Beziehung (1) kommt auch im Diagramm (Abb. 2) zum Ausdruck. Zur Validierung des Überwinterungsmodells wurden die akkumulierten Wirkungssummen dann zu den beobachteten Mortalitätswerten für *Trogoderma granarium* während der Freilandüberwinterung an drei Standorten in Beziehung gesetzt. Zu diesem Zweck musste eine Näherungsfunktion für die Einzelwerte in Abb. 2 gefunden werden, die es ermöglichte, interpolierte Funktionswerte automatisch auszulesen. Der betreffende Kurvenabschnitt im Diagramm (Abb. 2) konnte durch ein Polynom 6. Grades mit der Formel (2) angenähert werden:

$$y = 0,00000004443x^6 - 0,00000075853x^5 - 0,00000417885x^4 + 0,00002998832x^3 + 0,00012965802x^2 - 0,00075811530x + 0,02347330683 \quad (2)$$

Dieses Polynom dient nur dem Auslesen der interpolierten Kurvenwerte, hat darüber hinaus aber keine biologische Realität. Ein Vergleich der Mortalität wurde für die drei Standorte Zwettl (Waldviertel, NÖ), Mönichkirchen (Wechsel, NÖ) und Andau (Seewinkel, Burgenland) vorgenommen. Während in Zwettl und Andau eine exzellente bzw. gute Übereinstimmung zwischen vorausgesagten und beobachteten Mortalitäten herrschte, war diese für den Standort Mönichkirchen nur befriedigend gut. Die Ursachen für diese Abweichung werden diskutiert und können der Verfeinerung des Modells dienen: dabei wird das hier beschriebene Wirkungssummenmodell als Werkzeug benutzt, welches es ermöglicht, weitere Klimafaktoren zu überprüfen.

Im letzten Schritt soll dann eine Auswahl von zukünftigen Klimaszenarien globaler Zirkulationsmodelle mittels Regionalisierungsmethode den lokalen Verhältnissen österreichischer landwirtschaftlicher Regionen angepasst werden. Die Wintermortalitätsmodelle werden mit den Temperaturen aus den Klimaszenarien angetrieben. Dies ermöglicht die Beurteilung des Überwinterungserfolges unter künftigen milderen Winterbedingungen.

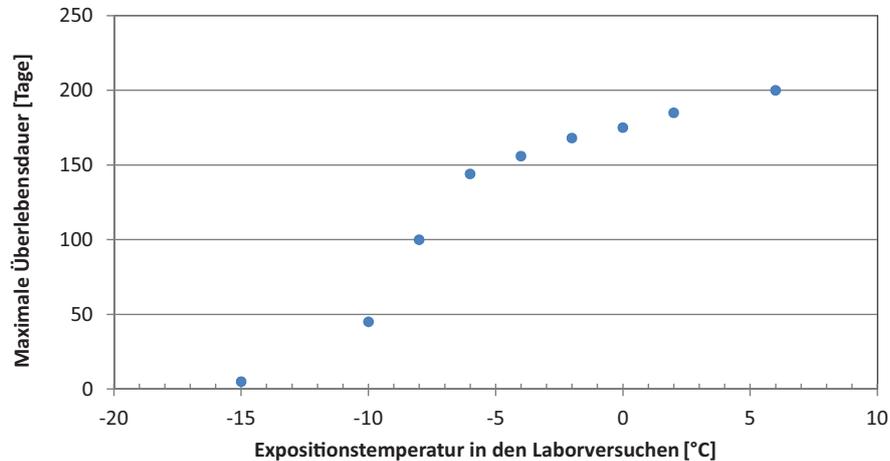


Abb. 1 – Maximale Überlebensdauer [Tage] der Larven von *Trogoderma granarium* in Laborexperimenten bei konstanter Expositionstemperatur.

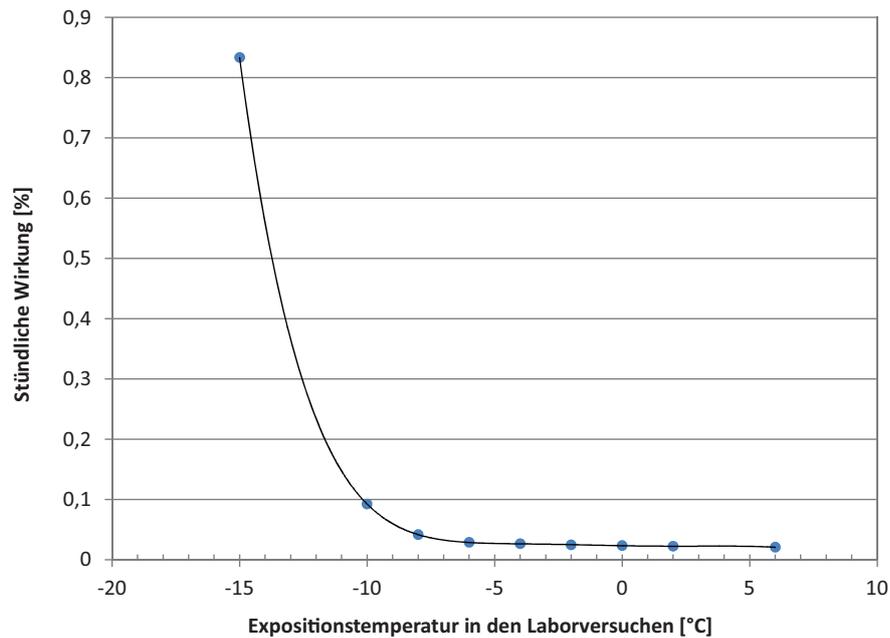


Abb. 2 – Stündliche Wirkung konstanter Kälte für *Trogoderma*-Larven. Die Einzelwerte lassen sich aus der jeweiligen maximalen Überlebensdauer in Abb.1 nach der Formel (1) errechnen.

## V35 Linking climate change adaptation and vulnerability assessments: Future impacts of vector-borne diseases in eastern Africa

Stefan Kienberger<sup>1,\*</sup>, Michael Hagenlocher<sup>1</sup>, Peter Zeil<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Geoinformatics – Z\_GIS, University of Salzburg

\* Contact: stefan.kienberger@sbg.ac.at

**Project:** HEALTHY FUTURES – Health, Environmental Change and Adaptive Capacity: Mapping, examining and anticipating future risks of water-related vector-borne diseases in Eastern Africa, FP7 EC Project

**Weblink:** [www.healthyfutures.eu/](http://www.healthyfutures.eu/) & [www.uni-salzburg.at/zgis/kienberger](http://www.uni-salzburg.at/zgis/kienberger)

**Duration:** 01.11 – 12.14

Environmental change, such as climate change, will affect and impact human health, which is a major concern for the global community. Much concern has focused on the future distribution and spread of infectious diseases, and in particular the negative health impacts of changes in transmission and outbreaks of vector-borne diseases (or VBDs) as a result of climate change. The impacts may be direct, in terms of outbreaks of disease among human populations, or indirect, in the form of outbreaks of diseases that affect domesticated animals or plants, and therefore jeopardise food security, agriculture-based economic activities and trade.

Within this presentation we will present the HEALTHY FUTURES project which is funded under the EC FP7 research program and started in January 2011 and will conclude in December 2014. The HEALTHY FUTURES project is motivated by concern for the health impacts of environmental changes. The project aims to respond to this concern through construction of a disease risk mapping system for three water-related high-impact VBDs (malaria, Rift valley fever and schistosomiasis) in Africa, accounting for environmental/climatic trends and changes in socio-economic conditions to predict future risk.

The presentation will present results on the assessment of disease hot spots for the Eastern African region. This will include the modelling of the social vulnerability to Malaria integrating a wide range of indicators, but also first results of disease models including (future) climate and environmental data. Given these results, the way forward to integrate relevant risk information within a Decision Support Tool in the context of climate change adaptation will be outlined.

## V36 Micrometeorological conditions and surface mass and energy fluxes on Lewis Glacier, Mt Kenya

Rainer Prinz<sup>1,\*</sup>, Lindsey I. Nicholson<sup>1</sup>, Thomas Mölg<sup>2</sup>, Georg Kaser<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute for Meteorology and Geophysics, Center for Climate and Cryosphere, University of Innsbruck

<sup>2</sup> Chair of Climatology, Institute for Ecology, Technical University Berlin

\* Contact: rainer.prinz@uibk.ac.at

The Lewis Glacier (LG) on Mt Kenya is one of the best-studied tropical glaciers, but full understanding of the interaction of the glacier mass balance and its climatic drivers has been hampered by a lack of long-term meteorological data. Here we present 2.5 years of meteorological data collected from the glacier surface from October 2009 to February 2012. The location of measurements is in the upper portion of Lewis Glacier, but this location experiences negative annual mass balance (Prinz et al. 2011) and the conditions are comparable to those experienced in the lower ablation zones of South American glaciers in the inner tropics (e. g. Favier et al. 2004).

In the context of other glaciated mountains of Equatorial East Africa, the summit zone of Mt Kenya shows strong diurnal cycles of convective cloud development as opposed to the Rwenzoris where cloud cover persists throughout the diurnal cycle (Lentini et al. 2011) and Kilimanjaro where clear skies prevail (Nicholson et al. 2013). Surface energy fluxes were calculated for the meteorological station site using a physical mass- and energy-balance model (Mölg et al. 2008) driven by measured meteorological data and additional input parameters that were determined by Monte Carlo optimization. Sublimation rate was lower than those reported on other tropical glaciers and melt rate was high throughout the year, with the glacier surface reaching the melting point on an almost daily basis. Surface mass balance is influenced by both solid precipitation and air temperature, with radiation providing the greatest net source of energy to the surface. Cloud cover typically reduces the net radiation balance compared to clear sky conditions, and thus the frequent formation of convective clouds over the summit of Mt Kenya, and the associated higher rate of snow accumulation are important in limiting the rate of mass loss from the glacier surface.

Total ablation rates at LG remain high even during exceptionally clear and dry conditions, when a marked increase in sublimation does not prevent high rates of surface melting. Although wet seasons are typically periods of positive mass balance at LG, this is not reliable as (i) wet seasons can fail, and (ii) during anomalously warm conditions, as occurred in the warm / wet extreme studied here (Fig. 1), even significant mass accumulation cannot offset the efficient removal of mass through high rates of surface melting. While the mass balance of Kersten Glacier (KG) on Kilimanjaro is only sensitive to solid precipitation, on Mt Kenya, correlation of melt energy with other atmospheric variables at LG indicates that mass balance variability is not driven by accumulation alone. Nevertheless, precipitation exerts the greatest control on surface energy balance by controlling the net shortwave receipts via the surface albedo, and months with positive mass balances generally only occur when total snow accumulation approaches  $5 \text{ kg m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ . In contrast to KG, at LG ablation is always dominated by melting and the energy balance conditions in the upper portion of LG are more closely comparable to those measured in the ablation zones of South American tropical glaciers. Under current conditions, summit precipitation levels are insufficient to sustain a glacier on Mt Kenya, and LG underwent strongly negative mass balance even in the upper reaches of the glacier during the measurement period, when precipitation anomalies were more frequently negative than positive in the context of the last decade. More details are given in Nicholson et al. (2013).

The analyses shown here form the basis for future glacier-wide mass and energy balance modelling to determine the climate proxy offered by the glaciers of Mt Kenya.

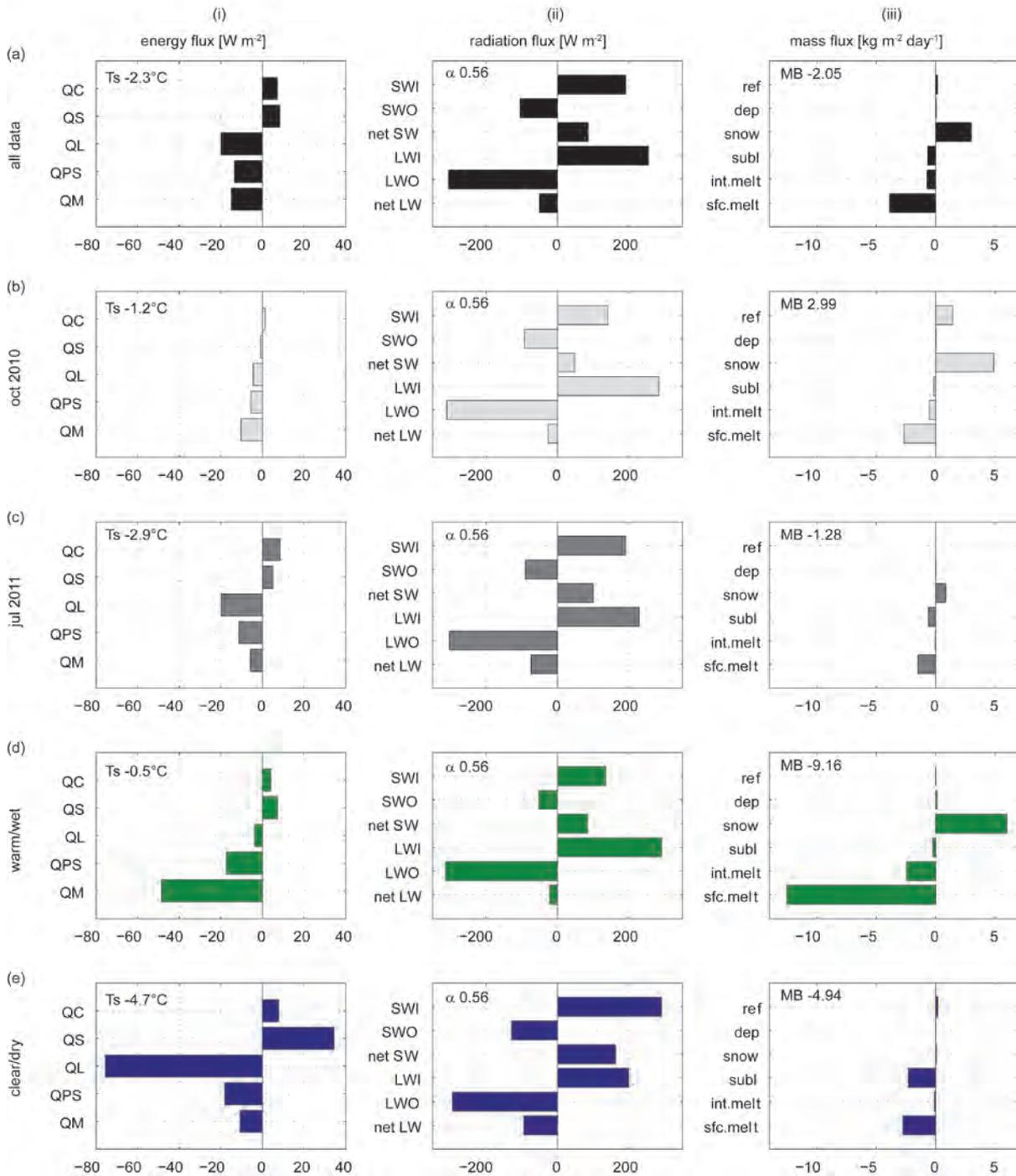


Fig. 1 – Summary of (columns) (i) mean energy flux density, (ii) radiation flux components and (iii) mass fluxes at the AWS site on LG in (rows) (a) the whole modeled period, (b) standard wet conditions (1–20 October 2010), (c) standard dry conditions (1–20 July 2011), (d) 20 days of warm/wet extreme (26/04/2010–15/05/2010) and (e) 20 days of clear/dry extreme (19/01/2012–7/02/2012).

### References

- Favier, V., P. Wagnon, J.-P. Chazarin, L. Maisincho, A. Coudrain 2004. One-year measurements of surface heat budget on the ablation zone of Antizana Glacier 15, Ecuadorian Andes, *J. Geophys. Res.* 109: (D18), D18105, doi:10.1029/2003JD004359.
- Lentini, G., P. Cristofanelli, R. Duchi, A. Marinoni, G. Verza, E. Vuillermoz, R. Toffolon, P. Bonasoni 2011. Mount Rwenzori (4750 m a.s.l., Uganda): Meteorological characterization and air-mass transport analysis, *Geogr. Fis. e Din. Quat.* 34: 183–193, doi:10.4461/GFDQ.2011.34.17.
- Mölg, T., N.J. Cullen, D.R. Hardy, G. Kaser, L. Klok 2008. Mass balance of a slope glacier on Kilimanjaro and its sensitivity to climate, *Int. J. Climatol.* 28, 881–892, doi:10.1002/joc.1589.
- Nicholson, L.I., R. Prinz, T. Mölg, G. Kaser 2013. Micrometeorological conditions and surface mass and energy fluxes on Lewis Glacier, Mt Kenya, in relation to other tropical glaciers, *Cryosph.* 7 (4): 1205–1225, doi:10.5194/tc-7-1205-2013.
- Prinz, R., A. Fischer, L. Nicholson, G. Kaser 2011. Seventy-six years of mean mass balance rates derived from recent and re-evaluated ice volume measurements on tropical Lewis Glacier, Mount Kenya, *Geophys. Res. Lett.* 38 (20): L20502, doi:10.1029/2011GL049208.

## V37 Photovoltaics in South America and prospects for regional development

Wolf Grossmann<sup>1,2</sup>, Thomas Schinko<sup>1,\*</sup>, Iris Grossmann<sup>3</sup>, Karl W. Steininger<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup> Wegener Center for Climate and Global Change, University of Graz

<sup>2</sup> International Center for Climate and Society, University of Hawaii at Manoa, Honolulu, Hawaii

<sup>3</sup> Center for Climate and Energy Decision Making, Carnegie Mellon University, Pittsburgh PA, USA

<sup>4</sup> Department of Economics, University of Graz

\* Contact: thomas.schinko@uni-graz.at

Availability of electricity is a basic precondition for social and economic development and for overcoming extreme poverty. Electricity from photovoltaics (PV) is becoming cost-competitive in ever more regions and installed capacity of PV seems to continue its global growth pattern of doubling of installed capacity every two years. This gives some new options for regional development in particular in remote regions.

Today in many rural regions, including remote parts of South America, no electricity is available at all. Recently, electricity from PV has achieved grid parity in most of the geographical area between 35° south and 35° north, in which two thirds of the global population live. The increasing competitiveness of PV drives construction of solar parks throughout South America. The solar project pipeline by country in 2013 is at 6.5 GW in Chile, i. e. 200 times Chile's present PV capacity, Brazil has a pipeline of 2.7 GW and Mexico 0.8 GW. These developments are driven by the growing need for electricity, high electricity prices, supportive government policies, and the recent rapid development of PV.

However, solar energy is subject to intermittency due to the daily cycle, summer and winter differences in insolation and shorter days during winter, and attenuation from clouds and other factors. Intermittency is the major remaining obstacle for widespread use of solar electricity. Intermittency can be reduced through a variety of options, in particular use of large amounts of energy storage, or through connection of spatially widely dispersed solar parks, possibly located on both global hemispheres in many time zones. The suitability of different solar configurations for reducing or even eliminating the effect of intermittency can be assessed with isolines of generation capacity ( $G$ ) and storage ( $S$ ). For one and the same load a smooth nonlinear relationship exists between generation capacity  $G$  and storage  $S$  that together can meet this load, i. e.  $G$  and  $S$  together give dispatchable electricity.

Here we analyze  $G$ - $S$  isolines for the Americas, starting with a large poor region in Brazil with the highest solar radiation in that country and discuss effects of use of storage vs. skillful selection and connection of locations or combinations of storage and optimal locations and the issue of transmission lines and their costs. International links between large solar parks could also give rise to extended trade in electricity. In the analysis we successively include more regions, some with lower irradiation, others with higher irradiation, along an east-west transect through Brazil, then adding regions in Chile, Peru and other South American countries and eventually including desert areas in North America. For all configurations we give costs for photovoltaic generation capacity, storage and transmission for supply of firm electricity and assess advantages and disadvantages of different options for regional policy.

A major finding of our analysis is that the largest PV configuration, the Pan-American setup, allows meeting the load with the lowest generation capacity and storage and hence lowest costs. South America could benefit in economic terms from such a Pan-American link, but North America would benefit considerably more. For South America, costs of solar electricity would decrease by 15%, whereas costs for North America would decrease by 65%. Next to the economic benefits through reduced electricity prices and intensified international trade in electricity, we see large potentials for local and regional development in developing countries. Through the enhancement of the electricity grid in the course of establishing an energy system based on Renewables, formerly unconnected areas could be provided with

electricity. This would enhance the standard of living in many rural and urban-poor areas. Furthermore, the establishment of large-scale solar power projects in developing countries increases the availability of jobs and opportunities for education for the local population. Higher demand for labor, especially skilled labor, could increase wages and improve economic development.

If economic revenues from electricity exports and foreign direct investments in large scale solar power projects are used and allocated sensibly, they can enable reduced inequality and poverty and increased living standards. Furthermore, producing the biggest share of electricity domestically reduces dependence on fossil fuel imports and hence improves energy security. Within the agricultural sector, electrification would enable irrigation based on desalination of brackish water, food preservation and storage, and food processing. However, to reap the potential local, regional and global benefits of large scale solar energy utilization it will be crucial to get all stakeholders on board of a participatory decision making process, focusing on human rights and socio-geographic settings, as early as possible.

### **Acknowledgements**

The first, second and fourth authors were supported by funds of the Oesterreichische Nationalbank (Austrian Central Bank, Anniversary Fund, project DEVELOP, number: 14451). The third author was supported by the Center for Climate and Energy Decision Making created through a cooperative agreement between the National Science Foundation (SES-0949710) and Carnegie Mellon University.

## V38 Utilizing the intra-specific variation in growth to develop management guidelines for Douglas fir under climate change: a proposed study in Austria and Bavaria

Debojyoti Chakraborty<sup>1,\*</sup>, Monika Konnert<sup>2</sup>, Christoph Matulla<sup>3</sup>, Konrad Andre<sup>3</sup>, Tongli Wang<sup>4</sup>, Manfred J. Lexer<sup>1</sup>, Silvio Schüler<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Institute of Silviculture, Department of Forest- and Soil Science, BOKU, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna

<sup>2</sup> Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht, Teisendorf

<sup>3</sup> Central Institute for Meteorology und Geodynamics, Vienna

<sup>4</sup> Centre for Forest Conservation Genetics, University of British Columbia, Canada

<sup>5</sup> Institute of Forest Genetics, Austrian Federal Research and Training Centre for Forest, Natural hazards and Landscape, BFW, Vienna

\* Contact: debojyoti.chakraborty@boku.ac.at

### Keywords

Douglas fir, provenance, climate change, forest modeling

### Abstract

Climate change poses serious challenges to sustainable management of forests throughout the world. Planting of alternative and also non-native tree species or different provenances better adapted or having a higher potential for adaptation to future climate conditions has been discussed as an important silvicultural measure to adapt forests to climate change. Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* var. (Mirb.) Franco) is considered as one of the most promising species in Austria and elsewhere, because it exhibits superior productivity, high wood quality and low risks for storm damage. It grows particularly well under warm and dry conditions where currently native conifers such as *Picea abies* are considered as vulnerable to drought, storm and insect infestations. Within its natural distribution, Douglas fir occurs under a wide range of climatic conditions. Although provenance experiments in many European countries already provided recommendations for the best seed material, the prospects of climate change provoke a reassessment and reanalysis of existing trial data. Within the ACRP joint project DouGLAS, we utilize provenance trial data from about 62 trials (Fig. 1) throughout Austria and Bavaria, Germany. The objective of our study is to understand the genetic variation of climate response. We use universal response and transfer functions to identify provenances that will allow stable and productive plantations also under future conditions. Moreover, our analysis will give general insights into the climate response of tree populations within a non-analogous climate.

The aims of the project are:

- To analyse the intra-specific genetic variation of the climate-growth relationship of Douglas fir.
- To identify the most important climatic factors that pose risks for growth of Douglas fir.
- To integrate Douglas fir provenances into the dynamic forest ecosystem model PICUS in order to assess forest management strategies for different sites and provenances.

The methods include:

- Multivariate analyses to determine the climate factors that promote or constrain growth of Douglas fir in the study area.
- Developing provenance specific transfer and response function and ultimately combining these two functions into a *Universal response function*.

- Parameterization and evaluation of the forest ecosystem model PICUS (e.g. Lexer & Hönninger 2001; Seidl et al. 2005) with several Douglas fir provenances in order to simulate and assess forest management strategies for different sites and provenances.

Preliminary analysis suggest strong variation in the growth performance of provenances, we found that in general the coastal provenances perform better in the study area.

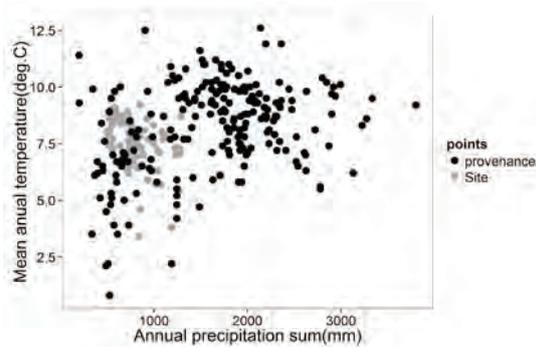


Fig 1. – Distribution of 62 test sites (grey circles) and provenances (black circles) in bioclimatic parameter space (some sites are climatically very similar and can hardly be distinguished on the figure).

### References

- Lexer, M.J., K. Hönninger 2001. A modified 3D-patch model for spatially explicit simulation of vegetation composition in heterogeneous landscapes. *For. Ecol. Manage.* 144: 43–65.
- Seidl, R., M.J. Lexer, D. Jäger, K. Hönninger 2005. Evaluating the accuracy and generality of a hybrid patch model. *Tree Phys.* 25: 939–951.

## V39 Zur Anpassung von Waldbäumen an den Klimawandel oder wie das Wetter während Blüte und Samenreifung das Wachstum und die Stresstoleranz der nachfolgenden Baumgeneration beeinflusst

Silvio Schüler<sup>1,\*</sup>, Stefan Kapeller<sup>1</sup>, Thomas Franner<sup>1</sup>, Thomas Thalmayr<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Forstgenetik, Bundesforschungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Wien

\* verantwortlicher Autor

**Projekt:** AdaptTree – Adapting forest tree species to future climates understanding the role of epigenetic variation on climate response of seedlings, Nr. K10AC0K00027

Waldbäume zeichnen sich durch eine lange Lebensdauer und lange Generationszeiten aus. Im Hinblick auf die derzeit stattfindenden und für die Zukunft erwarteten Klimaveränderungen sind diese Eigenschaften wenig vorteilhaft, denn eine genetische Anpassung an die neuen Bedingungen oder die Migration zu anderen Standorten kann aufgrund der starken Veränderungen in einer vergleichsweise kurzen Zeitspanne nicht erwartet werden. Neue Erkenntnisse zur Steuerung der Genexpression haben allerdings gezeigt, dass die Genexpression und damit auch adaptive Eigenschaften und deren Plastizität ganz maßgeblich von Umwelt- bzw. Klimafaktoren beeinflusst werden. So wurde für die Fichte gezeigt, dass die Bedingungen während der Blüte und Samenbildung (z. B. Tageslänge, Temperatur) Eigenschaften der daraus wachsenden Bäume wie Blattaustrieb und Wachstumsabschluss beeinflussen können. Bisher vorliegende Erkenntnisse beziehen sich aber vor allem auf experimentell gesteuerte Umweltbedingungen oder die Verbringung von Pflanzgut über größere geographische Breiten und auf definiertes genetisches Material der Baumart Fichte.

Im vorliegenden Projekt AdaptTree wurde dagegen überprüft, inwieweit die natürlichen Schwankungen der Wetterbedingungen zum Zeitpunkt der Baumblüte und Samenreifung einen Einfluss auf die adaptiven Eigenschaften der jungen Bäume haben. Zu diesem Zweck wurde Forstsaatgut von Fichte, Lärche und Kiefer aus unterschiedlichen Reifejahren des letzten Jahrzehntes, das von denselben Saatguterntebeständen bzw. Saatgutplantagen aus kommerziellen Beerntungen stammt, in einem zweijährigen Baumschulversuch angebaut. Bei der Auswahl der Reifejahre wurden gezielt Reifejahre mit sich stark unterscheidenden Wetterbedingungen ausgewählt. Diese können stark vereinfacht in warm-trockene und kühl-frische Jahre eingeteilt werden.

Die im Jahr 2011 ausgesäten Samenherkünfte wurden bis 2013 unter zwei verschiedenen Behandlungen angebaut: die Hälfte der Pflanzen unter „normalen“ Niederschlagsbedingungen (= Niederschlag Wien Mariabrunn), die andere Hälfte unter reduzierten Niederschlagsbedingungen (50 % des Niederschlages). Am Ende jeder Vegetationsperiode wurde Pflanzen entnommen und zahlreiche quantitative Merkmale gemessen. Zudem wurden zwei Trockenstressversuche im Glashaus durchgeführt und die Frostresistenz im Winter bzw. Frühjahr durch Nadeluntersuchungen geprüft. Die experimentellen Arbeiten und Messungen wurden im Sommer 2013 abgeschlossen. Für die statistische Analyse wurden sowohl unabhängige Vergleiche zwischen den Reifejahren der jeweiligen Samenherkunft als auch allgemeine lineare Modelle verwendet. Die nun vorliegenden Ergebnisse belegen eindeutig, dass eine Vielzahl von quantitativen Merkmalen der Sämlinge von den Wetterbedingungen des Reifejahres abhängen (siehe Abbildung). Für alle drei Baumarten wurden signifikante Unterschiede im Pflanzengewicht, Spross- und Wurzellänge gefunden. Zudem wiesen die Sämlinge warm-trockener Jahre von einigen Herkünften geringere Trockenschäden im Trockenstressversuch auf als Sämlinge aus kühl-frischen Jahren. Allerdings zeigten die verschiedenen Baumarten unterschiedliche Reaktionen und auch die zwischen den Reifejahren einer Herkunft beobachteten Differenzen variierten stark. Eine Ursache für die abweichenden Reaktionen der

Herkünfte ist sehr wahrscheinlich die unterschiedliche geographische Lage der Saatguterntebestände und die unterschiedlichen Differenzen der Wetterbedingungen der warm-trocken und kühl-frischen Jahre. Durch Berücksichtigung der jeweiligen Wetterbedingungen als kontinuierlich Variablen in allgemeinen linearen Modelle konnten die abweichenden Reaktionen der Herkünfte gewichtet und die Bedeutung der Wetterbedingungen während der Blüte und Samenreifung für eine Vielzahl an adaptiven Merkmalen bestätigt werden.

Insgesamt konnte das vorliegende Projekt die aufgestellten Hypothesen zur Bedeutung der Wetterbedingungen für die Ausprägung von adaptiven Merkmalen von Waldbäumen erstmalig in vivo bestätigen. Für Planungen über die zukünftige Versorgung mit Forstsaatgut, z. B. bei der Neuanlage und dem Management von Saatgutplantagen oder bei Herkunftsempfehlungen müssen diese neuen Erkenntnisse dringend berücksichtigt werden. Zudem erweitern die Ergebnisse unser Wissen über die Anpassungsfähigkeit von Wäldern und Waldökosystemen an sich ändernde Klimabedingungen. Anscheinend erlaubt die umweltgesteuerte Ausprägung von adaptiven Merkmalen Waldbäumen eine raschere Anpassung an sich ändernde Bedingungen als bisher vermutet.

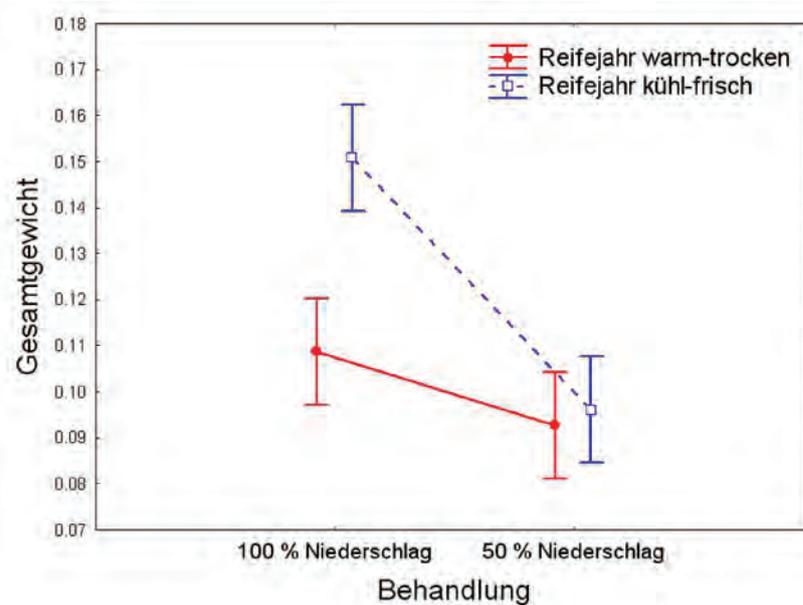


Abb. 1 – Auswirkung des Reifejahres und der Behandlungsvariante im Forstgarten auf das mittlere Gesamtgewicht einjähriger Fichtensämlinge. Sämlinge aus Saatgut das in warm-trockenen Jahren gereift ist zeigen ein geringeres Gewicht in beiden Behandlungen. Während das Gesamtgewicht der Sämlinge aus einem kühl-frischen Jahr durch den verringerten Niederschlag massiv verringert wird, zeigen die anderen Sämling nur geringe Gewichtseinbußen (alle Effekte: Behandlung, Reifejahr und die Interaktion von Behandlung & Reifejahr sind hoch signifikant).

## V40 Waldwachstum und Klima bei Fichte und Zirbe an Seehöhengradienten in Tirol

Sonja Vospernik<sup>1,\*</sup>, Kurt Nicolussi<sup>2</sup>, David Leidinger<sup>3</sup>, Herbert Formayer<sup>3</sup>, Thomas Pichler<sup>2</sup>, Jose Groff<sup>1</sup>, Heinrich Spiecker<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Institut für Waldwachstum, Department für Wald- und Bodenwissenschaften, Universität für Bodenkultur, Wien

<sup>2</sup> Institut für Geographie, Universität Innsbruck

<sup>3</sup> Institut für Meteorologie, Department Wasser-Atmosphäre-Umwelt, Universität für Bodenkultur, Wien

<sup>4</sup> Institut für Waldwachstum Universität Freiburg

\* Kontakt: sonja.vospernik@boku.ac.at

**Projekt:** ClimInterVal – Using forest growth data from the Austrian Central Alps to validate a climate interpolation model, ACRP 4<sup>th</sup> call

**Laufzeit:** 01.05.2012 – 31.07.2015

Räumlich interpolierte Klimadaten bilden die Grundlage für viele Studien über die Auswirkung des Klimawandels. Üblicherweise werden Klimainterpolationsmodelle an Wetterstationen evaluiert, die nicht zur Modellerstellung verwendet wurden. Es gibt jedoch keine Fehlerstatistiken für Orte ohne Wetterstationen. Evaluierungen fehlen daher insbesondere für den alpinen Raum, wo die Topographie einen starken Einfluss auf das Klima hat. In alpinen Gebieten und an der Waldgrenze ist oft die Temperatur ein limitierender Faktor für das Waldwachstum. Insbesondere die Temperatur der Sommermonate Juni-August, aber auch die Temperatur des vergangenen Herbst/Winter spielen hier eine Rolle. Neben der Temperatur wirken sich auch die Sonneneinstrahlung, Schneeakkumulation und Niederschlag auf das Waldwachstum der Hochlagen aus. Ziel des Projektes ClimInterVal ist es, waldwachstumskundliche Daten von Fichte und Zirbe (Bohrkerne, Dendrometermessungen) als proxy-Daten zur Evaluierung von Klimainterpolationsmodellen zu verwenden. In einem ersten Schritt wird die Beziehung zwischen Waldwachstum und Klima analysiert.

Das Projektgebiet liegt am Gerlospass (Durlaßboden, Schönnachtal) und im Hinteren Zillertal (Schlegeisspeicher, Zembachtal). Für die Klimastation Gerlos (1 350 m Seehöhe) gibt es seit 1961 Monatswerte, für die Klimastation Schlegeis (1 800 m) liegen seit 1981 stündliche Aufzeichnungen vor. Im Projektgebiet wurden an 24 Seehöhengradienten (1 300–2 100 m) mit unterschiedlicher Exposition Bohrkerne gewonnen. Die Seehöhengradienten umfassen 9–11 Probeflächen. Auf jeder Probefläche wurden an 3 Bäumen jeweils 2 Bohrkerne gezogen. Ebenfalls über die Seehöhe verteilt, wird darüber hinaus seit Projektbeginn auf 24 Probeflächen der Zuwachs stündlich mittels Dendrometer (die Dendrometer messen auch die Lufttemperatur) und die Bodentemperatur mittels Hobos gemessen. Die Jahrringserien wurden datiert, fehlende Jahrringe wurden identifiziert und die Serien wurden mit bestehenden Chronologien verglichen. Der Alterstrend wurde mittels einfacher regionaler Wachstumskurve (single regional curve standardisation) bereinigt. Insgesamt stehen 873 standardisierte Jahrringserien von Fichte und 497 Jahrringserien von Zirbe zur Verfügung. Anhand dieser Jahrringserien wurden Weiserjahre, Jahre in denen mehr als 70 % der Serien mindestens 10 % vom erwarteten Zuwachs abweichen, berechnet. Für die Weiserjahre wurde geprüft, ob sich die Abweichungen nach Seehöhenstufe unterscheiden. Weiters wurde mittels response function analysis zwischen Monatswerten der Klimastation und standardisierten Jahrringdaten geprüft, welche Monate den größten Einfluss auf das Wachstum haben. Aus den Bodentemperaturmessungen wurde der Zeitpunkt der Schneeschmelze berechnet.

Die Auswertungen zeigen, dass die mittlere Jahrringbreite bei der Fichte 1,51 mm bei der Zirbe 1,42 mm beträgt, wobei die Jahrringbreite mit der Seehöhe abnimmt. Positive Weiserjahre bei der Fichte

waren 2001, 1982, 1921, 1904, 1822; negative Weiserjahre 1995, 1984, 1954, 1948, 1918, 1913 und 1843; Für die Zirbe waren die positiven Weiserjahre 1994, 1982, 1976, 1958, 1935, 1927, 1921, 1914 und 1869; Negative Weiserjahre waren 1996, 1948, 1920, 1917, 1913, 1851, 1843; Zirbe und Fichte haben im Projektgebiet nur wenige Weiserjahre gemeinsam und reagieren differenziert auf das Klima. In manchen Weiserjahren zeigt sich ein deutlicher Trend in der Zuwachsreaktion mit der Seehöhe, in anderen Jahren lässt sich kein Muster erkennen (Abb. 1). Bei der Zirbe korreliert die Julitemperatur ( $r=0,42$ ) signifikant mit der Jahrringbreite, bei Fichte und Zirbe der Niederschlag im August ( $r=0,34$  bzw.  $0,24$ ). Die Analyse des Zeitpunkts der Schneeschmelze ergab folgendes: Im Jahr 2013 fand die Schneeschmelze in tiefen Lagen (1 300–1 400 m) auf allen Expositionen um den 15. April statt. In höheren Lagen etwa 10 Tage später. Auf der Nordseite sogar 20 Tage später.

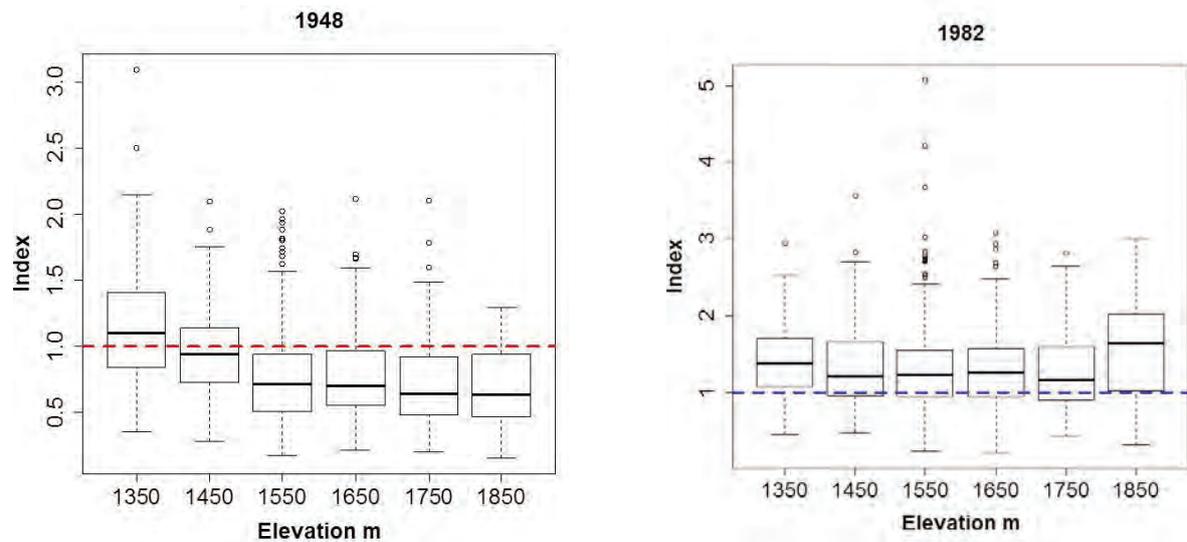


Abb. 1 – Mittlerer Jahrringindex über der Seehöhe in den Weiserjahren 1948 und 1982

## V41 Herausforderungen an die Siedlungswasserinfrastruktur durch Bevölkerungsänderung und Klimawandel

**Christian Mikovits<sup>1,\*</sup>, Wolfgang Rauch<sup>1</sup>, Alrun Jasper-Tönnies<sup>2</sup>, Thomas Einfalt<sup>2</sup>,  
Matthias Huttenlau<sup>3</sup>, Manfred Kleidorfer<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Arbeitsbereich Umwelttechnik, Universität Innsbruck

<sup>2</sup> hydro & meteo GmbH & Co. KG, Lübeck

<sup>3</sup> alpS – Centre for Climate Change Adaptation, Innsbruck

\* Kontakt: christian.mikovits@uibk.ac.at

**Projekt:** Dynalp – Dynamic Adaptation of Urban Water Infrastructure for Sustainable City Development in an Alpine Environment, ACRP 4<sup>th</sup> call, Nr. B175093, KR11AC0K00206

**Laufzeit:** 07.2012 – 06.2015

### Einleitung

Die Leistungsfähigkeit der urbanen Wasserungsinfrastruktur wird in einem hohen Maße durch die von der Oberfläche abflusswirksamen Wassermengen beeinflusst. Niederschlag trifft auf versiegelte Flächen, wird unter Umständen verunreinigt, dann durch die Kanalisation abgeführt und an der Kläranlage behandelt oder über Mischwasserentlastungen in Flüsse abgegeben. Bei Überlastungen der Kanalisation kann es zu lokalen Überflutungen mit entsprechenden Schäden und/oder zur Erhöhung der Mischwasseremissionen mit den daraus resultierenden Beeinträchtigungen der Gewässerqualität kommen. Niederschlagsintensitäten und die Größe und der Versiegelungsgrad der zu entwässernden Flächen sind damit die Haupteinflussfaktoren für die Leistungsfähigkeit bestehender Entwässerungsanlagen. Beide Faktoren unterliegen einem ständigen Wandel.

Bevölkerungswachstum und Stadtentwicklung führen zu einer Zunahme der versiegelten Flächen. Speziell der Anschluss neu besiedelter Flächen innerhalb eines Stadtgebietes an das bestehende Kanalisationssystem kann die Überflutungsgefahr erhöhen (Semadeni-Davies et al. 2008). Zusätzlich stellt der Klimawandel mit möglichen Änderungen der räumlichen und zeitlichen Niederschlagsmuster eine Herausforderung an die städtische Entwässerungsinfrastruktur dar. Ein besonderes Augenmerk gilt dabei Starkniederschlagsereignissen, aber auch längere Trockenperioden welche durch Sedimentation und Korrosion, infolge von Schwefelgasbildung betriebliche Probleme nach sich ziehen können. Eine Bewertung der möglichen Auswirkungen dieser sich ändernden Randbedingungen sowie das Aufzeigen möglicher Anpassungsmaßnahmen ist Ziel des ACRP Projektes „DynAlp“ (Dynamic Adaptation of Urban Water Infrastructure for Sustainable City Development in an Alpine Environment). Im Projekt werden für die Fallstudie Innsbruck kritische Stellen im Kanalsystem identifiziert und – im Hinblick der unsicheren zukünftigen Entwicklung – anpassungsfähige Lösungen gesucht. Dazu wird ein Kanalnetzmodell mit einem Stadtentwicklungsmodell gekoppelt und mit Niederschlagsserien aus Klimaprojektionen simuliert. Der vorliegende Beitrag legt seinen Schwerpunkt auf die Entwicklung und Anwendung des Stadtentwicklungsmodells. Der Einfluss unterschiedlicher Szenarien des sich ändernden urbanen Raums auf die Leistungsfähigkeit des Entwässerungssystems wird Klima-Impact-Analysen hinsichtlich des Niederschlages verknüpft.

### Modellentwicklung und Anwendung an der Fallstudie Innsbruck

Das Hauptsiedlungsgebiet der Stadt Innsbruck liegt im Inntal auf 574 m ü. A. und zählt mit Jahresende 2013 125 431 Einwohner mit Hauptwohnsitz und 23 426 Personen mit weiterem Wohnsitz. Etwa ein Drittel des 104,84 km<sup>2</sup> großen Gemeindegebietes ist als Dauersiedlungsraum klassifiziert. Prognosen für 2030 bzw. 2050 sehen einen Zuwachs der Bevölkerung auf 129 000 bzw. 135 000 Einwohner mit

Hauptwohnsitz in Innsbruck. Um diesen Bevölkerungszuwachs räumlich verteilen zu können wurde eine Software entwickelt, welche eine mögliche Entwicklung der Gebäude und Flächen in Jahresschritten simuliert. Als Eingangsdaten sind hierfür die prognostizierte Bevölkerungszahl und geographische Angaben zu potentiell besiedelbaren Flächen notwendig. Um die Qualität der Simulationsergebnisse zu verbessern, können zusätzliche Informationen zu Bebauungsdichte, maximale Gebäudehöhe, frühestmöglicher Besiedlungszeitraum und der Flächentyp (Wohnbereich, Geschäftsbereich, Industrie oder Mischgebiet) spezifiziert werden. Somit ist es möglich, unterschiedliche Entwicklungsszenarien (z. B. Verdichtung oder Ausbreitung) zu erstellen und zu vergleichen. Diese Flächenänderungen werden an eine hydrodynamische Kanalnetzsimulation übergeben, um die Auswirkungen auf die Kanalkapazität die potentielle Überflutungsgefahr und Gewässeremissionen zu untersuchen und sowie mögliche zukünftige Schwachstellen im System zu finden. Diese Ergebnisse werden mit den Resultaten von Kanalnetzsimulationen verglichen, welche durch Niederschlagsserien und deren möglichen klimabedingten Änderungen angetrieben werden. Die Herausforderung besteht hierbei in einem räumlichen und zeitlichen Downscaling auf die für die Siedlungswasserwirtschaft relevante Auflösung von 5 Minuten unter Berücksichtigung der durch die Alpen geprägten Topografie (WegCenter et al. 2012).

Tab. 1 – Änderung des effektiven Versiegelungsgrades und die Auswirkung auf das Überflutungsvolumen im Jahr 2030 in Relation zum Jahr 2000 für drei Szenarien

Jahr und Szenario	Änderung Versiegelung [rel. zu 2000]	Änderung Überstauvolumen [rel. zu 2000]
2000	-	-
2030 A	+9,4%	+17,2%
2030 B	+5,1%	+9,2%
2030 C	+6,2%	+10,8%

Tabelle 1 veranschaulicht exemplarisch die Auswirkung einer Zunahme an versiegelten Flächen im Stadtgebiet auf das Kanalsystem und des daraus resultierenden Überstaus. Somit kann eine Zunahme der versiegelten Fläche um rund 9 % zu einer Steigerung im Überstauvolumen von 17 % führen. Durch die Untersuchung unterschiedlicher Entwicklungsszenarien ist es möglich, mögliche Auswirkungen abzuschätzen und gleichzeitig Unsicherheiten in der Prognose zu berücksichtigen. Szenario A beschreibt hier beispielsweise eine moderate Entwicklung auf Basis der Statistik Austria Projektionen, Szenario B eine geringere Steigerung der Bevölkerung und Szenario C eine Bevölkerungswachstum analog zu Szenario A mit etwas geringerem wirtschaftlichem Wachstum (Mikovits et al. 2013).

Das Ziel liegt also nicht in einer möglichst exakten Vorhersage der Zukunft, sondern darin, die Basis zu schaffen, verschiedene Anpassungsstrategien auf Ihre Robustheit gegenüber Änderungen in den Randbedingungen und deren Auswirkungen auf das Risiko zu testen. Damit soll es möglich sein, Anpassungsmaßnahmen möglichst nachhaltig zu planen und flexible Lösungen zu entwickeln, mit denen potentiellen zukünftigen Herausforderungen entsprechend begegnet werden können.

### Referenzen

- Mikovits, C., W. Rauch, M. Kleidorfer 2013. Dynamics in urban development, population growth and their influences on urban water infrastructure. In: *Procedia Engineering*. Perugia: Elsevier.
- Semadeni-Davies, A. et al. 2008. The impacts of climate change and urbanisation on drainage in Helsingborg, Sweden: Suburban stormwater. *Journal of Hydrology* 350 (1-2): 114–125.
- WegCenter, BOKU-MET & ZAMG, 2012. *Reclip:Century*, Wien.

## V42 Zusammenhang von Ufervegetation und auftretenden Wassertemperaturen am Beispiel der Flüsse Lafnitz und Pinka

Gerda Holzapfel<sup>1,\*</sup>, Herbert Formayer<sup>2</sup>, Heidelinde Trimmel<sup>2</sup>, Philipp Weihs<sup>2</sup>, Florian Dossi<sup>3</sup>, Wolfram Graf<sup>3</sup>, Patrick Leitner<sup>3</sup>, Andreas Melcher<sup>3</sup>, Hans Peter Rauch<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Universität für Bodenkultur, Wien

<sup>2</sup> Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur, Wien

<sup>3</sup> Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement, Universität für Bodenkultur, Wien

\* Kontakt: gerda.holzapfel@boku.ac.at

**Projekt:** BIO\_CLIC – Das Potential der Ufervegetation zur Minderung von Effekten des Klimawandels auf biologische Lebensgemeinschaften kleiner bis mittelgroßer Fließgewässer, ACRP 4<sup>th</sup> call, Nr. B175079

**Webseite:** <http://bioclic.boku.ac.at/index.php>

**Laufzeit:** 01.04.2012 – 31.03.2015

Durch die unterschiedlichsten anthropogenen Nutzungsansprüche sind Fließgewässer in Zentraleuropa weitgehend naturfern gestaltet. Dynamische, natürliche Fließgewässer mit typspezifischen Habitatausstattungen sind rar. Als zusätzlichen Stressor sagen Klimaszenarien des IPCC für Zentraleuropa für alle Jahreszeiten eine Klimaerwärmung im 21. Jahrhundert voraus. Im Pannonischen Tiefland ist sogar ein Temperaturanstieg von 2–2,5 °C bis zur Mitte des Jahrhunderts möglich. Dabei werden besonders Extremwetterereignisse wie länger anhaltende Hitze- und Trockenperioden erwartet und ein öfteres Auftreten von Starkregenereignissen im Sommer ist möglich. Die globale Erwärmung zeigt bereits Auswirkungen auf die Europäischen Fließgewässersysteme und die mit ihnen verbundenen Ökosystemservices. In Kombination mit zusätzlichen negativen anthropogen verursachten Einflüssen wie Monotonisierung der Flüsse, intensiver agrarischer Nutzung des Umlandes oder Rodung der Ufervegetation, spitzt sich die Situation, vor allem in Tieflandflüssen besonders zu. Bei Niederwasserabflüssen kann die Wassertemperatur durch fehlende Ufervegetation kritische Werte erreichen und für wesentliche Änderungen in der Flussfauna verantwortlich sein. Eine intakte Ufervegetation kann hingegen die einfallende Strahlung bis zu 95 % vermindern und somit negative Einflüsse der Klimaerwärmung auf die Wassertemperatur reduzieren.

Ziel des Projektes BIO\_CLIC ist es (1) potentielle Minderungseffekte der Ufervegetation betreffend des Klimawandels und folgend deren Auswirkung auf benthische Invertebraten und Fischgesellschaften zu erkennen und zu verstehen und (2) Grundlagen für die Erstellung von einheitlichen Richtlinien für nachhaltige Flussrevitalisierungen in Bezug auf Einflüsse des Klimawandel auf Ökosystemservices und sozio-ökonomische Konsequenzen bereitzustellen.

Basierend auf Feldaufnahmen, die alle unterschiedlichen Habitattypen entlang des Flussverlaufes dokumentieren, wird eine Energiebilanz des Fließgewässers, das Wassertemperaturregime und der lokale Klimawandel modelliert. Des Weiteren wird der Einfluss der Beschattung auf die Wassertemperatur unter verschiedenen Klimaszenarien getestet. Mit Hilfe von empirischen und konzeptionellen Modellen werden die Auswirkungen des Klimawandels auf das Ökosystem beurteilt, um wasserbauliche Maßnahmen für mittelgroße Fließgewässer gewässerökologisch zu optimieren und für diese Anpassungsstrategien zu entwickeln.

Bisher lag der Schwerpunkt der Arbeiten auf Felderhebungen im Untersuchungsgebiet an Lafnitz und Pinka im Osten Österreichs. Maßgebliche Parameter, wie Wassertemperatur, Aufnahmen der Ufervegetation in einem Bufferstreifen von 50 m, Solarstrahlung mit Hilfe von hemisphärischen Fotografien, etc. wurden durch Messungen im gesamten Längsverlauf der beiden Flüsse gemessen. Parallel dazu wurden



## V43 Integrative Modellierung einer aggressiven Pflanzeninvasion mit Berücksichtigung von lückenhaftem Artverbreitungswissen

Thomas Mang<sup>1,3,\*</sup>, Franz Essl<sup>2,3</sup>, Dietmar Moser<sup>1,2,3</sup>, Ingrid Kleinbauer<sup>1</sup>, Stefan Dullinger<sup>3,1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Naturschutzforschung und Ökologie GmbH, VINCA, Wien; Projektleitung

<sup>2</sup> Umweltbundesamt, Abteilung für Biodiversität und Naturschutz, Wien; Projektpartner

<sup>3</sup> Department für Botanik und Biodiversitätsforschung, Wien

\* Kontakt: thomas.mang1@gmail.com

Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.; Asteraceae) is a North American native, annual weed species that aggressively invades Central Europe and imposes with its highly allergenic pollen and late summer flowering period a serious human health hazard. To better understand the driving forces behind the European ragweed invasion we use a novel, integrative invasion modelling approach that jointly considers processes of dispersal, growth, habitat suitability, propagule production and temporal variability. Modelling however is hampered by the available raw data: like most large-scale spatio-temporal invasion data our knowledge of the ragweed spread history stems from coincidental sightings or surveys with imperfect detection. As such only a portion of the truly extant populations are observed, and frequently so with a considerable delay to the population foundation event. Detection rates may further vary over space and time, resulting in heterogeneous bias patterns that inflate scientific analyses and may give rise to misguided management efforts.

We demonstrate that this imperfectly observed invasion data nature can be accounted for through hierarchical Bayesian modelling, in which the true yet unobserved biological invasion constitutes one model layer, and the human detection of the invasion a separate layer; both layers become jointly fitted using Markov chain Monte Carlo (MCMC). This hierarchical modelling approach not only provides more robust inferences on the invasion process itself, but as side effect also delivers estimates for the most likely realized invasion spread progress as well as human surveying efficiency.

For the common ragweed invasion the integration of detection uncertainty comprises a central model component as it has leverage impact on overall invasion conclusions. The model estimates that until recently detection rates were rather low and many more regions invaded than what has been recorded in the data; only since recently higher survey efforts have been invested does our invasion knowledge appear to overlap much better with the realized spread progress. Furthermore, essential invasion drivers, like the climate-dependence or dispersal capability, are shown to be clearly sensitive to a proper integration of detection aspects as the parameters associated with these processes differ significantly between the hierarchical model and a comparison model that is structurally identical but assumes a perfect match between data and spread history.

We conclude that integrative analyses of biological invasions are feasible using modern-day computational resources and comprise important setups for quantitative analyses of biological invasions. Not only are multiple biological processes considered concurrently, but hierarchical modelling also allows for a smooth integration of data stemming from various surveying schemes, and thus associated errors. Besides improving scientific invasion inferences the integrative approach can aid the development of more specific, applied management strategies as well as more targeted surveying schemes.

## V44 Gut beratene Klimapolitik? – Internationale Innovationen und Schlussfolgerungen für Österreich

Andrea Tony Hermann<sup>1,\*</sup>, Anja Bauer<sup>1</sup>, Michael Pregernig<sup>2</sup>, Sabine Reinecke<sup>2</sup>, Karl Hogl<sup>1</sup>, Till Pistorius<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut für Wald-, Umwelt- und Ressourcenpolitik, Universität für Bodenkultur, Wien

<sup>2</sup> Institut für Umweltsozialwissenschaften und Geographie, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg

\* Kontakt: andrea.hermann@boku.ac.at

**Projekt:** ReSciPI – Reshaping Science-Policy Interactions in Climate Policy: International Stock-Taking and Lessons for Austria, ACRP 3<sup>rd</sup> call

**Webseite:** [www.wiso.boku.ac.at/rescipi.html](http://www.wiso.boku.ac.at/rescipi.html)

**Laufzeit:** 01.09.2011 – 31.01.2014

Die effektive Verbindung von wissenschaftlichen Erkenntnissen und politischen Entscheidungen stellt seit langem eine große Herausforderung politischer Steuerung dar – vor allem im komplexen Bereich des Klimaschutzes und der Klimawandelanpassung. Das Forschungsprojekt *ReSciPI* („*Reshaping Science-Policy Interactions in Climate Policy*“) untersuchte innovative, internationale Modelle wissenschaftlicher Politikberatung in der Klimapolitik. Es liefert damit politikrelevante Erkenntnisse dazu, wie in Österreich (aber auch darüber hinaus) Klimawissenschaft und Klimapolitik möglichst produktiv verknüpft werden können. Dabei geht das Projekt über die Annahme eines einfachen, linearen Transfers von Wissen hinaus. Vielmehr wird Politikberatung als dynamischer, oft interaktiver Prozess des Austauschs und der Aushandlung zwischen verschiedenen Akteursgruppen konzeptualisiert.

Im ersten Projektabschnitt wurde eine Bestandsaufnahme der österreichischen Landschaft wissenschaftlicher Klimapolitikberatung durchgeführt, um die Stärken, Schwächen, Potenziale und Hindernisse für eine effektive Wissenschaft-Politik-Interaktion zu identifizieren. Dabei konnte eine Reihe von Spezifika bestimmt werden: Österreichische Klimapolitikberatung zeichnet sich durch Überschaubarkeit („Kleinheit“) der Klimaforschung und Klimapolitik, durch eine einflussreiche Rolle von Sozialpartnern und Verwaltung in der Vermittlung von wissenschaftlicher Expertise und die große Bedeutung informeller Kontakte für die Wissenschaft-Politik-Interaktion aus. Darüber hinaus finden sich ein starker Einfluss politischer Rationalitäten, mangelnde institutionalisierte Kommunikation von Forschungsergebnissen und deren Unsicherheiten sowie ein geringer Grad an Transparenz.

Der zweite Abschnitt des ReSciPI-Projekts zielte auf einen systematischen Überblick und Vergleich von 30 Institutionen wissenschaftlicher Politikberatung in zwölf Ländern. Die erhobenen Institutionalisierungsformen reichen von Forschungsinstitutionen mit Beratungsaktivitäten über wissenschaftliche Beratungsgremien und -prozesse bis hin zu Internet-gestützten Informationsdienstleistungen und -plattformen. Darüber hinaus hat die Bestandsaufnahme ein breiteres Spektrum an Beratungsaktivitäten identifiziert: Diese reichen von der Identifizierung von Wissensbedürfnissen und Forschungslücken, den Aufbau und die Koordinierung von beratungsbezogenen Akteursnetzwerken, die systematische Zusammenstellung und „Übersetzung“ wissenschaftlicher Informationen, die Bereitstellung von Entscheidungsunterstützungswerkzeuge und -methoden, die Analyse, Evaluation und Entwicklung von Politikoptionen, über personenbezogene Politikberatung und Konsultation, bis hin zu klassischen und interaktiven Formen von Öffentlichkeitsarbeit. Erfolgreiche Beratungsinstitutionen nehmen mehrere dieser Aktivitäten gleichzeitig wahr.

Der Schwerpunkt des dritten Arbeitspakets bestand darin, neun besonders innovative Beratungsinstitutionen in vier Ländern vertiefend zu untersuchen. Das Projekt identifizierte eine Reihe institutioneller Innovationen, die maßgeblich zu einer effektiven Wissenschaft-Politik-Interaktion beitragen: Die Vor-

aussetzungen für erfolgreiche Politikberatung werden häufig schon ganz zu Beginn durch *systematische Anstrengungen zur Identifizierung von Wissensbedürfnissen und Forschungslücken* geschaffen. Ein innovatives Beispiel dafür ist das niederländische Forschungsprogramm Knowledge for Climate (KfC). Die *Regionalisierung* von Beratung erweist sich als erfolgreiche Strategie im deutschen Forschungsprogramm KLIMZUG und im niederländischen KfC. In Schwerpunktgebieten arbeiten WissenschaftlerInnen mit Praxisakteuren in Forschungs- und Umsetzungsprozessen eng zusammen, um so Wissensbedürfnissen und Erwartungshorizonten der NutzerInnen gerecht zu werden. Die *zielgruppenspezifische Kommunikation* des deutschen Climate Service Centers (CSC) und des britischen United Kingdom Climate Impact Programme (UKCIP) sowie die *Verkoppelung (match-making)* zwischen WissensanbieterInnen und -nachfragerInnen durch das InfoSystem des schweizerischen ProClim- und den Call Down Service des schottischen Centre of Expertise on Climate Change (CXC) versuchen der Fragmentierung und schweren Zugänglichkeit von Informationen für NutzerInnen zu begegnen. Die Kombination von Eigenschaften von Ressortforschungseinrichtungen und inhaltlich spezialisierten Beiräten trägt zur politischen Relevanz des britischen Climate Change Committee (CCC) und seines Adaptation Sub-Committee (ASC) bei. Neben einem *eindeutigen politischen Mandat* verfügen die Einrichtungen über *eigene wissenschaftliche Kapazitäten* für Assessments und Synthesepapiere. Um der oft konstatierten fehlenden Berücksichtigung von wissenschaftlicher Expertise in politischen Entscheidungen entgegenzuwirken, verknüpft das Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK) natur- und wirtschaftswissenschaftliche Ergebnisse auf hohem Niveau mit praktischen Wissensbeständen in *transdisziplinären Formaten*. Viele Beratungsinstitutionen stellen *interaktive Entscheidungsunterstützungsinstrumente (Decision Support Tools)* bereit, um die Handlungen von EntscheidungsträgerInnen zu beeinflussen. Beispiele hierfür sind web-basierte Plattformen wie der vom CSC initiierte und koordinierte Klimanavigator, der Nutzer-spezifische Abfragen und Auswertungen ermöglicht, oder der UKCIP Adaptation Wizard, bei dessen Konzipierung relevante Stakeholder bereits eingebunden wurden. Ein zentrales Kriterium für erfolgreiche Politikberatung stellt außerdem der *Bezug zu konkreten Adressatengruppen* dar. Während verschiedene Fachministerien oftmals im Fokus wissenschaftlicher Beratungsanstrengungen stehen, führen Parlamente und deren Mitglieder häufig ein Schattendasein. Die in der Schweiz von ProClim- unterstützte Parlamentarische Gruppe „Klimawandel“ stellt eine der wenigen prominenten Ausnahmen dar. Obwohl Medien und die breite Öffentlichkeit oft nur „nebenher“ angesprochen werden, finden sich viele innovative Formen der Medien- und Öffentlichkeitsarbeit: Der deutsche WBGU und KLIMZUG-NORD setzen z. B. auf das Stilmittel des Comics, um ihre Botschaften zu Klimaanpassung plakativ zu vermitteln; das PIK betreibt ein Klimamuseum und entwickelt Brettspiele. Viele Institutionen setzen mittlerweile auf das Internet; manche betreiben über Blogs oder Apps bereits eine Art „Politikberatung 2.0“.

Die Ergebnisse des Projekts wurden in zwei Workshops in Österreich mit Vertreterinnen der Wissenschaft, Verwaltung, Politik und Zivilgesellschaft diskutiert. Die vorgestellten Modelle und Innovationen bieten eine Reihe von Anknüpfungspunkten für die produktive Verbindung von Klimawissenschaft und -politik in Österreich, wobei erfolgreiche Formate jedoch nicht allzu schematisch kopiert werden können oder sollten. Der Ländervergleich in ReSciPI hat deutlich gezeigt, dass Formen und Inhalte wissenschaftlicher Politikberatung stark vom jeweiligen politisch-kulturellen Kontext abhängig sind.

### Forschungsberichte aus dem ReSciPI-Projekt

- Hermann, A.T., A. Bauer, M. Pregernig, S. Reinecke, K. Hogl, T. Pistorius 2012. Die Interaktion von Wissenschaft und Politik in der österreichischen Klimapolitik. *InFER Diskussionspapier* 01/2012.
- Reinecke, S., A. Bauer, M. Pregernig, A.T. Hermann, T. Pistorius, K. Hogl 2013a. Scientific climate policy advice: An overview of national forms of institutionalization. *InFER Diskussionspapier* 02/2013.
- Reinecke, S., A.T. Hermann, A. Bauer, M. Pregernig, K. Hogl, T. Pistorius 2013b. Innovative climate policy advice: Case studies from Germany, the Netherlands, Switzerland and the UK. *InFER Forschungsbericht* 01/2013.

## V45 TERIM – Transition Dynamics in Energy Regions: An Integrated Model for Sustainable Policies

**Claudia R. Binder<sup>1,2,\*</sup>, Iris Absenger-Helmli<sup>3</sup>, Katja Bedenik<sup>1,2</sup>, Emile Chappin<sup>4</sup>, Gerard Dijkema<sup>4</sup>, Alessandra Goetz<sup>2</sup>, Maria Hecher<sup>2</sup>, Christof Knoeri<sup>2,6</sup>, Ulli Vilsmaier<sup>2,5</sup>**

<sup>1</sup> Human-Environment Relations, Department of Geography, LMU-University of Munich

<sup>2</sup> Institute of Systems Sciences, Innovation and Sustainability Research, University of Graz

<sup>3</sup> Energieregion Weiz-Gleisdorf

<sup>4</sup> Section Energy & Industry, Faculty of Technology, Policy and Management, TU Delft, The Netherlands

<sup>5</sup> Methodenzentrum und Institut für Ethik und transdisziplinäre Nachhaltigkeitsforschung, Leuphana Universität, Lüneburg

<sup>6</sup> Sustainability Research Institute, School of Earth & Environment, University of Leeds, UK

\* Contact: claudia.binder@lmu.de

**Project:** TERIM – Transition Dynamics in Energy Regions: An Integrated Model for Sustainable Policies, No: B068700

**Weblink:** [www.geographie.uni-muenchen.de/departament/fiona/departament/sozialgeographie/forschung/terim/index.html](http://www.geographie.uni-muenchen.de/departament/fiona/departament/sozialgeographie/forschung/terim/index.html)

**Project start:** 01.04.2011. Project duration: 36 months

### **Projectpartners:**

P1 Section Energy & Industry, Faculty of Technology, Policy and Management, TU Delft, The Netherlands

P2 European Centre for Renewable Energy Güssing, EEE

P3 Energieregion Weiz-Gleisdorf

P4 Chair for Human-Environment Relations, Department of Geography, University of Munich

### **Introduction**

Energy regions are claimed to play a key role for the transition of the energy system. They are regional initiatives which usually envision energy self-sufficiency by using regional energy sources and building a decentralized energy infrastructure. This project analyzes and models energy transitions of two Austrian energy regions: ökoEnergieLand, district Güssing and Energieregion Weiz-Gleisdorf. These regions were selected because they show significant differences in their initial conditions, applied strategies and transition processes. Furthermore, in both regions efforts to foster a transition towards a sustainable energy region started in the 90ties, providing data as well as committed stakeholders for collaboration.

### **Methods**

The project itself was designed in a transdisciplinary way with co-leadership from the energy regions. It consisted of three modules or work-packages: WP1: System Characterization; WP2: Dynamic Modeling; and WP3: Policy Development. The work-packages were performed in an iterative way. In each work-package a specific set of methods was applied.

For both regions detailed data about the regional energy resources, energy infrastructure and energy demand, in particular the building stock, its' size, technical standard, and development were collected. These data were used in a quasi-stationary and dynamic Energy Flow Model to simulate energy demand and supply given specific policy scenarios. An agent analysis allowed us to identify the key players in the region and to analyze the development of the agent networks. It was coupled to the analysis of the development of the regional institutions. As household play a key role in energy demand and supply a detailed analysis of the factors affecting households' decisions on renovation and new buildings was made. In do-

ing so, expert interviews were combined with a quantitative survey and simulation modeling. Finally, policy scenarios are being developed with the partners in the regions and tested with the simulation model.

## Results

1. For both regions the idea of regional development was the main driver for development. The topic of energy was chosen given the regional preconditions.
2. The strategies for development into an energy region were taken given their socio-economic and ecological boundary conditions. The regional comparative advantages were used to foster the development.
3. The energy systems' transition was mostly promoted visionary leaders, political agents, experts in the field of renewable energy, and agents in the societal fields of education, tourism, research and development, and economy. Their co-action in formal and informal settings is crucial for sustainable energy transitions.
4. The transition process in both energy regions is characterized by visionary, institutional, physical and external institutional milestones. The comparison of these milestones with the results of the energy flow analysis indicates that there is a clear dependency between visionary and institutional milestones preceding physical milestones. However a remarkable time delay between the vision, the institutional governance of the energy region and its actual impact on its physical energy system can be observed.
5. It has to be considered that when the transition process has reached the „acceleration phase“ according to Rotmans a kind of technical path dependency emerges which determines to a large extent the next steps to be taken. At that point a change in direction might be difficult to achieve.

## Policy simulation

Simulation of policy measures in the area of building renovation shows for the case of Weiz-Gleisdorf that (Fig. 1).

- Maintaining the current renovation rate of 0.8% would lead to a decrease in heating energy demand of about 55% to 1.8 TWh/year in the year 2050 and cumulatively 134 TWh until 2050.
- Maintaining the current renovation rate of 0,8% but increasing the energy standards would not significantly decrease the energy demand (1.72 TWh/year, cumulatively 134 TWh), but change the distribution of the energy standards in the housing sector.
- Increasing the current renovation rate to e.g. 1.6% would significantly affect the energy demand, decreasing it to 1.45 TWh/year, cumulatively 115 TWh over the years.
- If furthermore the energy standard is risen, energy demand would decrease down to 1.2 TWh/year, but again with little cumulative impact.

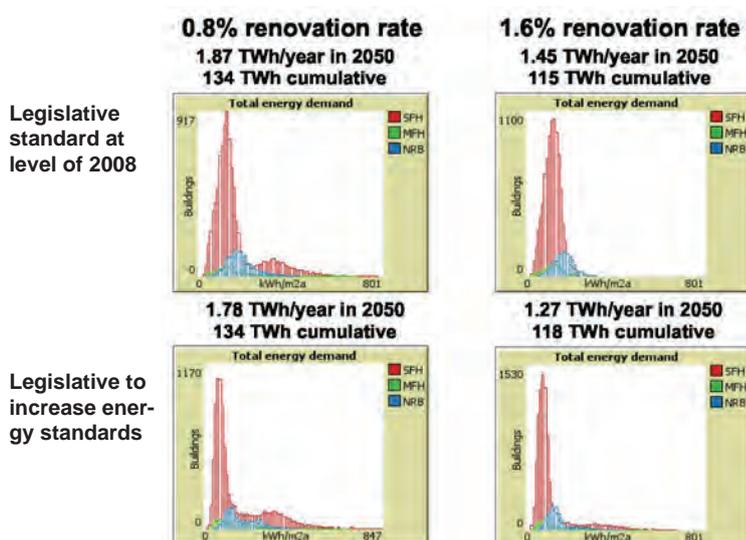


Fig. 1 – Simulation of renovation rates and different policy scenarios (Source: Knoeri et al., in prep).

Additional results showed that subsidies do significantly affect the energy standard chosen in renovation and new buildings. That is, if an increase in the renovation rate can be triggered than the subsidies might further support the transition of the energy system by increasing the energy standards of the buildings.

**V46 Austrian Carbon Calculator****Katrin Sedy<sup>1,\*</sup>, Alexandra Freudenschuss<sup>1</sup>, Gerhard Zethner<sup>1</sup>, Uwe Franko<sup>2</sup>, Ralf Gründling<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Umweltbundesamt Wien<sup>2</sup> Helmholtz Zentrum für Umweltforschung UFZ, Leipzig\* Contact: [katrin.sedy@umweltbundesamt.at](mailto:katrin.sedy@umweltbundesamt.at)**Projekt:** ACC – Austrian Carbon Calculator, ACRP 4<sup>th</sup> call, Nr. B175073**Webseite:** [www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/landwirtschaft/acc/](http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/landwirtschaft/acc/)**Laufzeit:** 03.2012 – 03.2015

Climate change will affect plant productivity due to weather extremes. However, adverse effects could be diminished and satisfying production levels may be maintained with proper soil conditions. To sustain and optimize the potential of agricultural land for plant productivity it will be necessary to focus on preserving and increasing soil organic carbon (SOC). Carbon sequestration in agricultural soils is strongly influenced by management practice.

The present management is affected by management practices that tend to speed up carbon loss. Crop rotation, soil cultivation and the management of crop residues are very important measures to influence carbon dynamics and soil fertility. For the future it will be crucial to focus on practical measures to optimize SOC and to improve soil structure.

To predict SOC turnover the existing humus balance model the application of the „Carbon Candy Balance“ was verified by results from Austrian long term field experiments and field data of selected farms. Thus the main aim of the project is to generate a carbon balancing tool box that can be applied in different agricultural production regions to assess humus dynamics due to agricultural management practices. The toolbox will allow the selection of specific regional input parameters for calculating the C-balance at field level. However farmers or other interested user can also apply their own field data to receive the result of C-dynamics under certain management practises within the next 100 years. At regional level the impact of predefined changes in agricultural management and crop rotations on the C-dynamics will be demonstrated.

Taking data on yield productivity under consideration the project also aims at developing recommendations for an optimal soil management under changing climatic conditions. The results will be applied, demonstrated and assessed in selected test regions in Upper and Lower Austria and discussed with key stakeholders and scientific experts.

Thus, the project shall build the knowledge base for the potential of soil carbon sequestration in agricultural soils for Austria with regard to different soil management practices including crop rotations better adapted to climate change.

**V47 DETECTIVE – DEcadal deTECTion of biodIVERSity in alpine lakes****Rainer Kurmayer<sup>1,\*</sup>, Stefan Blank<sup>1</sup>, Li Deng<sup>1,4</sup>, Hannes Pröll<sup>2</sup>, Christian Gabriel<sup>2</sup>, Roland Schmidt<sup>1</sup>, Roland Psenner<sup>3</sup>, Thomas Weisse<sup>1</sup>**<sup>1</sup> Institute for Limnology, Mondsee, University of Innsbruck<sup>2</sup> Red Cross Transfusion Service of Upper Austria, Linz<sup>3</sup> Institute of Ecology, University of Innsbruck<sup>4</sup> Institute of Ground Water Ecology, Helmholtz Zentrum München

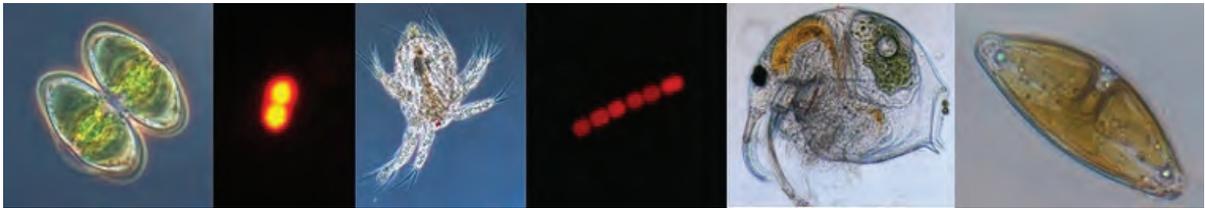
\* Contact: rainer.kurmayer@uibk.ac.at

Global warming is occurring at greater speed in the Alps when compared with the global average. This project aimed to link the changes in plankton composition of alpine lakes to climatic variation, as the discovery of the ecophysiological and ecological adaptations will be fundamental to conservation of these unique habitats. Plankton community composition was analyzed in five oligotrophic alpine lakes of the Niedere Tauern region (1700–2118 m a. SL) between 2009–2012 using (i) conventional (paleo) limnological tools such as the analysis of diatom frustules, chrysophyte resting stages or invertebrate remains collected in the sediment (traps), (ii) high-throughput sequencing to describe the genetic diversity of abundant plankton groups and to follow the (im)migration of key planktonic taxa. The DETECTIVE project takes advantage from detailed measurements of water temperature (thermistors installed at 2.5 m depth) and several proxies (diatom frustules, chrysophyte resting stages or invertebrate remains), which have been recorded in the same lakes about one decade ago (1998–1999).

In the present study, the same thermistors were used to estimate mean water temperature, duration of ice cover and the dates of spring and autumn mixing. Despite all parameters showed considerable year-to-year fluctuations, a statistically significant increase in weekly median water temperature ( $\sim 1^\circ\text{C}$ ) was observed for the months July and September (2009–2012). This rather gradual increase was confirmed for the month of July (2010–2012) by analyzing the weekly median air temperature at the most closely located meteorological stations (ZAMG: Sonnblick, Rudolfshütte, Schmittenhöhe, Obertauern). Although only gradual changes in water temperature were found, significant changes among the planktonic diatom and chrysophyte composition occurred. For example, opportunistic species such as *Asterionella formosa*, which was not observed among samples from 45 lakes of the NT region one decade earlier, occurred frequently in Lake Moaralmsee (MOA). According to the earlier investigations, we expected that Lake MOA would react most sensitively to global warming because of its undercooled ( $T_{\text{Aug}} = 8^\circ\text{C}$ ) but relatively nutrient rich ( $180 \mu\text{g/L N-NO}_3$ ) condition. In the same lake, the number of chrysophycean cyst morphotypes increased during the last decade, which was partly associated with new immigrating generalist species such as *Dinobryon divergens*. Similarly, immigration of diatom species known to be favoured by longer vegetation periods, i. e. *Fragilaria aff. delicatissima*, was observed in the warmer Lake Oberer Landschitzsee (OLA), ( $T_{\text{Aug}} = 13^\circ\text{C}$ ). We conclude that both the undercooled Lake MOA and the warmer Lake OLA already passed an ecological threshold, which was triggered by a gradual increase in average water temperature and coupled to a shorter duration of ice cover and earlier mixing in spring. These results suggest that significant changes in plankton community composition are not necessarily directly related to average water temperature but also to indirect factors such as the duration of ice cover, the date of spring mixing or the run off from the catchment. Consequently, alpine lakes can be regarded as sentinels for global warming effects that take place at least years before significant changes in average water temperature become apparent.

In order to characterize the modern planktonic community composition in relation to average water temperature we used ultra-deep sequencing of the 16S rRNA gene. The sequences were processed and analyzed using a sequenced analysis pipeline. For the 16S V3 and V6 regions, high quality sequences

were obtained in large quantity and in two cell size classes: 650 000 ( $> 1.0 \mu\text{m}$ ), 290 000 ( $0.2\text{--}1 \mu\text{m}$ ). The most abundant phyla comprised proteobacteria, bacteroidetes, actinobacteria, cyanobacteria, and eukaryotic algae. The lowest species diversity and richness was observed in the undercooled Lake MOA; a detailed comparison revealed that specific betaproteobacteria, sphingobacteria and eukaryotic algae such as *Asterionella* occurred, on average, in higher proportion in MOA and reduced species diversity. The individual communities differed consistently in bacterial community composition. Using direct gradient analysis, we determined the dependence of species (OTU) occurrence ( $> 0.1\%$  of total sequence numbers) on ice cover duration, macronutrients (DRSi,  $\text{Mg}^{2+}$ ) and trophic state (chlorophyll a). These results imply that during the more recent observation period local factors (altitude, water depth, nutrient concentrations) structuring the pelagic community in each lake played a substantial role, while regional effects such as the general temperature increase were of minor importance.



## V48 RADICAL – Risk Analysis of Direct and Indirect Climate effects on deep Austrian Lake Ecosystems – Eine (vorläufige) Endbilanz

Josef Wanzenböck<sup>1,\*</sup>, Rainer Kurmayer<sup>1</sup>, Harald Ficker<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Forschungsinstitut für Limnologie, Mondsee, Universität Innsbruck

\* Kontakt: josef.wanzenboeck@uibk.ac.at

**Projekt:** RADICAL – Risk Analysis of Direct and Indirect Climate effects on deep Austrian Lake Ecosystems, ACRP 1<sup>st</sup> call

**Webseite:** [www.uibk.ac.at/limno/research/projects/radical/](http://www.uibk.ac.at/limno/research/projects/radical/)

**Laufzeit:** 3 Jahre

**Projektpartner:** Britta Grillitsch, Claudia Guseck, Dominik Altmann, Cordula Bartel & Ingrid Walter, Department für Biomedizinische Wissenschaften bzw. Department für Pathobiologie, Veterinärmedizinische Universität Wien

Durch die vorhergesagten Klimaveränderungen sind signifikante Veränderungen in den österreichischen Voralpenseen zu befürchten. Wichtige Fischarten wie Saiblinge und Renken (*Coregonus lavaretus*) könnten durch die prognostizierte Wassererwärmung und Sauerstoffknappheit beeinträchtigt werden und zusätzlich durch Giftstoffe der Blaualgen. Die wichtige Blaualgenart *Planktothrix rubescens* (Burgunderblutalge) produziert teilweise Toxine, die auf Wirbeltiere, einschließlich der Fische, leberschädigende Wirkung haben. Daher hatte sich das vorliegende Projekt zum Ziel gesetzt demographische Modelle für Renken in österreichischen Voralpenseen zu entwickeln und anhand dieser die möglichen, zukünftigen Veränderungen in der Populationsentwicklung vorherzusagen. Dazu wurden auch Rechenmodelle zur Blaualgenentwicklung, aufbauend auf klimatische Variablen, verwendet um einerseits die empirisch gemessenen Schwankungen im Mondsee zu beschreiben und andererseits die Entwicklungen in zukünftigen Szenarien abzuschätzen. Toxikologische Untersuchungen zu den Blaualgengiften im Freiland (Mondsee) und Versuche in ökologisch relevanten, sublethalen Konzentrationsbereichen mit Embryonen und Jungfischen rundeten die Studie ab.

Im ersten Arbeitspaket (Fischökologie) wurden größen- und altersbasierte demographische Rechenmodelle für Renken entwickelt und ihre Vorhersagekraft mit empirisch gefundenen Populationsschwankungen (Daten von H. Gassner, Bundesamt für Wasserwirtschaft) verglichen. Matrizen-Modelle die auf den Größen der Fische basieren zeigten dabei deutliche Vorteile gegenüber Modellen die auf der Altersstruktur einer Population aufbauen. Daher wurden für weitere Simulationsrechnungen die größenbasierten Modelle bevorzugt. Zu Beginn des Projektes wurde mit Hilfe kommerzieller Software (RAMAS – Risk Analysis and Management Alternatives Software) gearbeitet, im weiteren Verlauf des Projektes ergab sich eine Kooperation mit dem Institute for Applied Systems Analysis (IASA) in Laxenburg, wodurch zu selbst programmierten Modellen in „R“ gewechselt wurde. Im letzten Projektjahr wurden die Rechenmodelle verfeinert um die direkten Effekte des erwarteten Temperaturanstieges zu integrieren (Arbeitspaket 4). Obwohl nach unseren Modellen die erhöhten Temperaturen nur geringe Auswirkungen auf das Wachstum der Fische haben werden, zeigen die Überlebensraten deutliche Abnahmen. Aus den Simulationen ergeben sich aufgrund der Zunahme der Wassertemperaturen deutlich negative Populationsentwicklungen unter den heutigen Bewirtschaftungsmaßnahmen (Ausfang und Besatz).

Die erfolgreiche Modellierung von Blaualgen (*Planktothrix*) – Wachstumsraten im saisonalen Verlauf – stellt ein neues Instrument in der Bewertung und Analyse von Unterschieden in der Cyanobakterienbiomasse zwischen einzelnen Vegetationsperioden dar. Nachdem die Unterschiede in der Cyanobakterienbiomasse zwischen den Vegetationsperioden häufig eher graduell unterschiedlich (als deutlich unter-

schiedlich) sind, war es bis jetzt technisch relativ schwierig, diese graduellen Unterschiede auf einzelne physikalische (und klimatische) Umweltfaktoren zurückzuführen. Mit dem etablierten Modell können jetzt selbst graduelle Unterschiede in den Umweltfaktoren quantifiziert und dadurch in ihrer Bedeutung analysiert werden.

Die Beobachtungen, dass die ökologisch relevanten Varianten der Blaualgengifte (Microcystine), in den natürlich vorkommenden Konzentrationen, keine unmittelbare Gefahr für die Eientwicklung und das Juvenilwachstum der Fische (Coregonen) darstellen steht derzeit noch im weitgehenden Widerspruch zu Literaturdaten. Falls diese Beobachtungen abgesichert werden können beinhalten diese Ergebnisse ein hohes Maß an Brisanz innerhalb des Forschungsgebietes.

Zusammenfassend wurden die Auswirkungen der Blaualgengifte auf die Populationsentwicklung der Renken vorläufig als vernachlässigbar eingestuft, zumindest in ökologisch realistischen Situationen, und sie wurden deshalb nicht explizit modelliert. Trotzdem sollten die Bewirtschafter der Gewässer die Verminderung des Populationswachstums bei erhöhten Temperaturen berücksichtigen und die Ausfänge entsprechend beschränken. Derzeit sehen wir keine unmittelbare Gefahr für den langfristigen Bestand der Reinanken in den Voralpenseen.

## V49 Einflüsse des Klimawandels auf Hochgebirgsseen der Alpen – Ein Blick zurück über die letzten 10 000 Jahre

Karin A. Koinig<sup>1,\*</sup>, Elena Ilyashuk<sup>1</sup>, Boris Ilyashuk<sup>1</sup>, Roland Psenner<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Ökologie, Universität Innsbruck

\* Kontakt: karin.koinig@uibk.ac.at

**Projekte:** MELTING (ÖAW, Alpenforschung, 2010 – 2013); NICKEL-CONTROL (Autonome Provinz Bozen, Forschungsförderung, 2011 – 2014)

**Webseite:** [www.uibk.ac.at/ecology/staff/persons/koinig.html.en](http://www.uibk.ac.at/ecology/staff/persons/koinig.html.en)

Der Alpenraum hat im Laufe der Zeit viele Warm- und Kaltperioden durchlaufen. Durch diese Schwankungen wurden alle Ökosysteme stark beeinflusst, wobei Hochgebirgsseen besonders sensibel auf Klimaschwankungen reagieren. Schon eine kurze Abkühlungsphase verursacht eine längere Eisbedeckung, sodass ein See von der Atmosphäre und dem Umland abgeschlossen bleibt. Die Wasserlebewesen haben dann weniger Nährstoffe zu Verfügung, und auch der Sauerstoffgehalt geht unter der Eisdecke stark zurück. Ganz anders während Warmzeiten, in denen das wärmere Seewasser, mehr Nährstoffe und die bessere Verfügbarkeit von Licht, zu einer „Blütezeit“ für Organismen führen. Deren Reste werden gemeinsam mit organischen und anorganischen Verbindungen als schlammige Ablagerungen am Seegrund gespeichert und bilden so mit der Zeit ein natürliches Archiv, das einen Blick zurück in die Vergangenheit, also in die Entwicklungsgeschichte der Seen erlaubt. Dadurch lässt sich gut untersuchen, wie sich ein See während lange zurückliegender kalter und warmer Perioden verhalten hat. Da man die Sedimentschichten datieren kann, kann man jeder Schicht ein Alter zuweisen. Unsere Hochgebirgsseen erlauben uns meist bis zum Ende der letzten Eiszeit zurückzublicken, also ungefähr 10 000 Jahre. Mit den Überresten mancher Organismen ist es auch möglich, Klimaschwankungen zu rekonstruieren. So gibt es kälteliebende Arten, die nur während sehr kalter Perioden vorkommen. Andere Arten benötigen warmes Wasser, um wachsen zu können. Aus dem Vorkommen dieser Arten, ist es dann möglich die Luft- oder Wassertemperaturen über die letzten ca. 10 000 Jahre zu berechnen.

Wir möchten die Ergebnisse von drei Hochgebirgsseen mit ganz unterschiedlicher Entwicklung vorstellen. Ein See liegt besonders hoch, auf ca. 2 800 m Seehöhe. Dieser See ist zeitweise das ganze Jahr über eisbedeckt gewesen, derzeit ist er ca. drei Monate im Sommer offen. Im Laufe der letzten 10 000 Jahre war er zuerst ganz nährstoffarm, erst allmählich könnten die Wasserorganismen in höherer Anzahl vorkommen. Dazu benötigen sie die Nährstoffe, die von den Pflanzen und spärlichen Böden aus dem Umland eingetragen wurden. Ungefähr zur der Zeit als Ötzi starb (also vor über 5 000 Jahren), als es wieder kälter wurde, geht diese nährstoffreichere Periode des Sees zu Ende. Aus den Organismen dieses Sees konnten wir eine Temperaturrekonstruktion über die letzten 10 000 Jahre berechnen.

Anders in einem etwas tiefer gelegenen See wo schon vor 5 000 Jahren mit der Almwirtschaft begonnen wurde. Dieser See erfährt durch den menschlichen Einfluss eine so starke Änderung, dass die Weidewirtschaft den größten Einfluss auf den See ausübt. Eine Klimarekonstruktion ist in diesem See nicht möglich, weil die Lebewesen viel stärker durch die Nährstoffe der Weidewirtschaft als durch Temperaturänderungen beeinflusst werden.

Ein dritter See liegt in der Nähe eines Blockgletschers. Wir können derzeit jeden Sommer beobachten, wie stark sich die chemische Zusammensetzung des Seewassers im Sommer ändert. Hier gehen wir der Frage noch, ob diese Änderung durch das Abschmelzen des Blockgletschers verursacht wird. Dann wäre die Klimaänderung der Hauptauslöser für die strakten chemischen Änderungen, die in diesem See beobachtbar sind.

So wollen wir aufzeigen, dass langfristige Klimaänderungen sehr verschiedene Auswirkungen auf Hochgebirgsseen haben.

## V50 **Apfelanbau in Zeiten des Klimawandels – Risiko Frostrocknis?**

**Barbara Beikircher<sup>1,\*</sup>, Chiara De Cesare<sup>1</sup>, Claudia Mittmann<sup>1</sup> & Stefan Mayr<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Botanik, Universität Innsbruck

\* Kontakt: barbara.beikircher@uibk.ac.at

**Projekt:** Winter-Schäden an Apfelbäumen: Ursachen, Effekte, Vermeidungsstrategien

**Laufzeit:** 01.04.2009 – 31.03.2014

Der Apfel zählt weltweit zu den wirtschaftlich bedeutendsten Obstsorten. Rund 12 % der europäischen Apfelernte stammen aus Südtirol, das mit ca. 18 000 ha auch das größte geschlossene Apfelanbaugelände in der EU ist. Das milde Klima ermöglicht zum einen eine hohe Produktivität zum anderen auch eine ausgezeichnete Qualität.

In den letzten Jahrzehnten wurden allerdings in unregelmäßigen Intervallen immer wieder sogenannte Winterschäden verzeichnet, die hohe finanzielle Verluste zur Folge haben. So mussten z. B. nach dem Schadwinter 2004/2005 rund 200 000 Bäume gerodet werden, viele weitere erbrachten in der darauf folgenden Saison nur einen reduzierten Betrag. Der wirtschaftliche Schaden belief sich auf mehr als sechs Millionen Euro. Das Schadbild der Winterschäden reicht von verzögertem Austrieb bis hin zum Absterben einzelner Kronenteile oder ganzer Bäume (Abb. 1). Zahlreiche Beobachtungen von Apfelbauern deuten darauf hin, dass Frostrocknis für das Auftreten dieser Schäden eine Rolle spielen könnte.

Um dies genauer zu untersuchen wurden an fünf Standorten im Südtiroler Vinschgau Versuchsflächen eingerichtet und seit 2009 Untersuchungen an sechs verschiedenen Apfelsorten durchgeführt. In regelmäßigen Abständen wurden die Funktionsfähigkeit des Wasserleitsystems im Baum, der Wassergehalt von Blättern, Rinde und Holz und der Stärkegehalt in Rinde und Holz erhoben. Diese hydraulischen Daten wurden der Entwicklung im Zuge des Austriebs und verschiedenen mikroklimatischen Parametern (Luft- und Bodentemperatur, Holztemperatur, Luft- und Bodenfeuchte, Windgeschwindigkeit, Strahlung) korreliert. Außerdem wurde die Toleranz verschiedener Gewebe gegenüber Trockenstress ermittelt. In einem Feldexperiment wurde weiters die Auswirkung von verlängertem Bodenfrost auf den Wasserzustand und die Entwicklung der Bäume untersucht.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Funktionalität des Wasserleitsystems im Winter sehr stark eingeschränkt ist und sich erst im Frühjahr im Zuge des Austriebs wieder erholt. Dieser saisonale Verlauf ist typisch für viele Laubgehölze und solange die Wasserversorgung aus dem Boden im Frühjahr gewährleistet ist, kommt es dabei zu keiner Beeinträchtigung der Pflanze. Eine ausreichende Wasserversorgung aus dem Boden im Frühjahr ist neben dem Niederschlag (bzw. Bewässerung) hauptsächlich von der Bodentemperatur abhängig. Aus einem gefrorenen Boden können Pflanzen kein Wasser aufnehmen. Auch eisfreier, aber kalter Boden kann die Wasseraufnahme einschränken, da das Wachstum der Feinwurzeln stark beeinträchtigt ist. Wenn gleichzeitig durch milde Lufttemperaturen der Austrieb der neuen Blätter vorangetrieben wird, kann es zu erheblichem Trockenstress (Frostrocknis) in der Pflanze kommen. Ob sich dieser Trockenstress schlussendlich in einer Schädigung der Pflanze bis hin zum Absterben äußert, hängt allerdings auch von der jeweiligen Sorte und dem Alter des Baumes ab: die Resistenz gegenüber Trockenheit zwischen den Apfelsorten variiert sehr stark, wobei jüngere Bäume generell empfindlicher sind als ältere.

Die aus dem Projekt gewonnenen Erkenntnisse lassen darauf schließen, dass die Winterschäden an Südtiroler Apfelbäumen tatsächlich in Zusammenhang mit Trockenstress in Form von Frostrocknis stehen. Damit es allerdings zu einem großen Schadereignis kommt, müssen mehrere ungünstige Faktoren zusammentreffen, allen voran ein früher Austrieb bedingt durch hohe Lufttemperaturen im Frühjahr bei gleichzeitig noch gefrorenen oder kaltem Boden.

Durch den Klimawandel und den damit verbundenen Anstieg der Lufttemperaturen im Frühjahr ist mit einem durchschnittlich früheren Einsetzen des Austriebs zu rechnen. Es ist deshalb zu erwarten, dass an ungünstigen Standorten (z. B. nordexponierte und / oder abgeschattete Standorte) das Risiko für Winterschäden und die damit verbundenen finanziellen Auswirkungen steigen werden. Besonders an diesen Standorten ist daher eine sorgfältige Sortenauswahl und eine vorausschauende Bewirtschaftung notwendig.



*Abb. 1 – Verzögerter Austrieb und abgestorbene Jungpflanzen auf Grund von Winterschäden. Im Hintergrund normal ausgetriebene Bäume.*

## V51 Freiraumstrukturelle Effekte auf das städtische Mikroklima – eine Simulationsstudie für Wien

Heidi Trimmel<sup>1,\*</sup>, Beatrix Gasienica<sup>1</sup>, Katrin Hagen<sup>1</sup>, Mario Köstl<sup>2</sup>, Wolfgang Loibl<sup>2</sup>, Stefan Pauleit<sup>3</sup>, Richard Stiles<sup>1</sup>, Tanja Tötzer<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut Städtebau, Landschaftsarchitektur und Entwerfen, Technische Universität Wien

<sup>2</sup> Energy Department, Austrian Institute of Technology GmbH, AIT

<sup>3</sup> Lehrstuhl für Strategie und Management der Landschaftsentwicklung, TU München

\* Kontakt: heidelinde.trimmel@boku.ac.at, urbanfabric@landscape.tuwien.ac.at

**Projekt:** UFT-ADI – Urban fabric types and microclimate response – assessment and design improvement, ACRP 3<sup>rd</sup> call

**Webseite:** urbanfabric.tuwien.ac.at/

**Laufzeit:** 01.5.2011 – 20.1.2014

Das Stadtklima unterscheidet sich vor allem aufgrund der Geometrie der Bebauung, der verwendeten Materialien sowie der fehlenden Vegetation und Versickerungsfähigkeit vom Klima im ländlichen Raum (Steward 2013) was zur Vergrößerung klimatischer Extreme und der Bildung von Hitzeinseln führt. Dementsprechend sind auch mögliche Auswirkungen des Klimawandels und Maßnahmen, die bereits heute gesetzt werden können, um zukünftigen negativen Entwicklungen entgegenzuwirken, ein wichtiges Thema für Städte. Für den thermischen Komfort der Stadtbevölkerung und somit der Lebensqualität einer Stadt spielt die Stadtstruktur- und die Freiraumgestaltung eine wesentliche Rolle.

Ziel des Projektes UFT-ADI war es zu untersuchen, wie sich unterschiedliche Stadt- und Freiraumstrukturen auf das dort vorherrschende Mikroklima auswirken. Aus diesen Erkenntnissen wurden besonders klimasensible Stadt- und Freiraumstrukturen identifiziert und Strategien abgeleitet, um negativen mikroklimatischen Effekten wie z. B. der Bildung lokaler sommerlicher „hot spots“ vorzubeugen und entgegenzuwirken.

Untersuchungsgebiet war die Stadt Wien, für welche mittels klimatischen, topographischen, freiraum- und geländespezifischen Indikatoren Stadtraumtypen (urban fabric types) abgegrenzt wurden. Aus den klimatisch extremsten Stadtraumtypen wurden jeweils konkrete Gebiete – in Folge Quadranten genannt – ausgewählt, die weiter untersucht wurden (für Details siehe Stiles et al. 2014 und Loibl et al. 2014).

Die mikroklimatischen Simulationen wurden mit Envimet 3.99 (Bruse 1998; Huttner & Bruse 2009) berechnet. Dieses Simulationstool ist ein dreidimensionales numerisches Prognose Modell, das auf den Gesetzen der Strömungslehre und Thermodynamik beruht und die Interaktion zwischen Oberfläche, Pflanzen und Luft speziell im urbanen Umfeld simuliert. Bevor Envimet für die Quadranten eingesetzt wurde, wurde das Modell mit Meßdaten aus einem Feldversuch in Seibersdorf verglichen. Die Notwendigkeit des für diese Version verfügbaren *forcings* der Lufttemperatur und -feuchtwerte im Tagesverlauf wurde bestätigt. Für das Projekt wurden in Folge Meßdaten der Station Wien Innere Stadt hierfür verwendet.

Für fünf ausgewählten Quadranten wurde der Status-quo, Szenarien 2050 und Varianten mit unterschiedlichen Freiraummaßnahmen wie Baumpflanzungen, Entsiegelung und reduziert intensive Dachbegrünung in unterschiedlichen räumlichen Positionierungen und Kombinationen untereinander berechnet. Es wurde jeweils ein ausgewählter, wolkenloser Hitzetag von Mitternacht bis zum nächsten Tag um 6 Uhr morgens simuliert. Aus den berechneten meteorologischen Parametern wurden jene Größen, die für den menschlichen thermischen Komfort eine Rolle spielen, wie z. B. Windgeschwindigkeit, mittlere Strahlungstemperatur, Lufttemperatur, Luftfeuchte sowie der thermische Komfort Index PMV (Fanger 1970) mit jenen der Status-quo Situation verglichen.

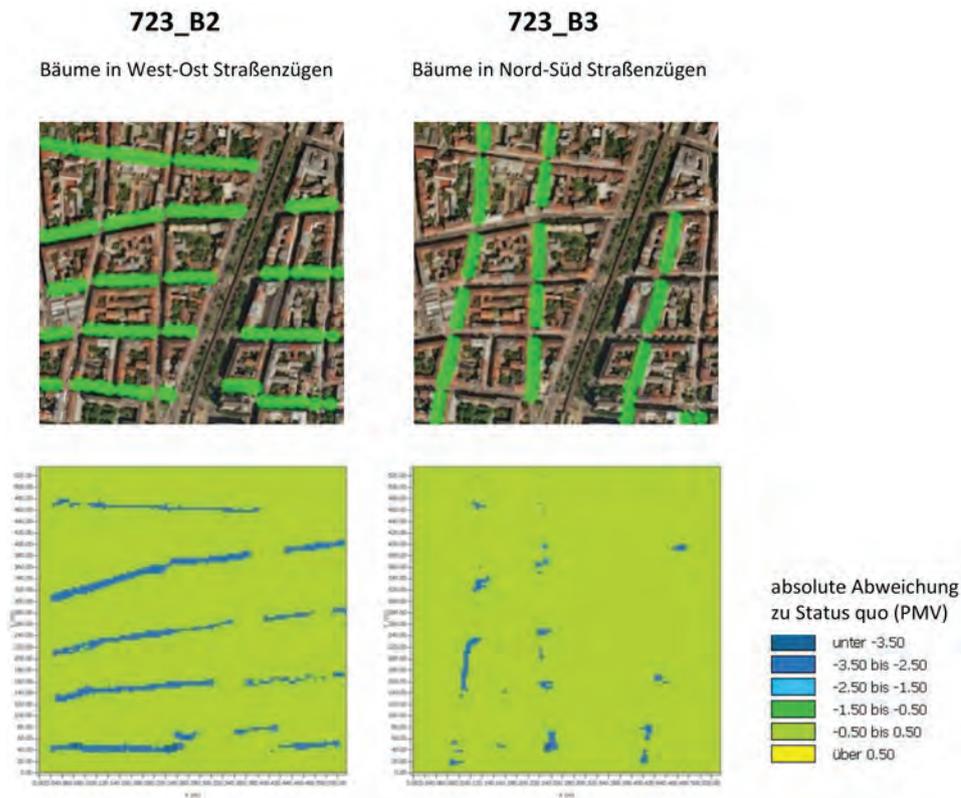


Abb. 1 – Skizze der zwei Gestaltungsvarianten "Bäume im West-Ost-" und "Bäume in Nord-Süd-Straßenzügen" und die Differenz des PMV Wertes zur Status quo Variante um 15h für den Beispielquadranten 723.

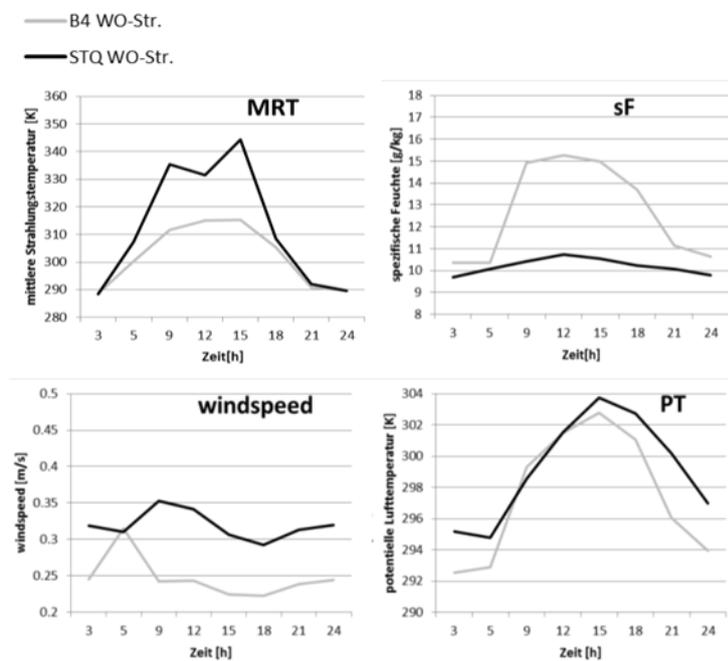


Abb. 2 – Tagesschwankungen: Mittlere Strahlungstemperatur (MRT), Windgeschwindigkeit (windspeed), spezifische Luftfeuchte (sF) und potentielle Lufttemperatur (PT) für die Gestaltungsvariante "Baumpflanzungen im Ost-West-Straßenverlauf" (B4) und für Status quo (STQ) für den Beispielquadranten 723.

Die Wirkung der unterschiedlichen Freiraummaßnahmen wurde speziell für die heißeste Tageszeit, 15 Uhr, genauer untersucht. Dabei wurden alle Varianten anhand der oben genannten Parameter miteinander verglichen. Im Quadrant 723 zeigt sich z. B. der Vorteil von Baumpflanzungen in West-Ost orientieren Straßenpflanzungen zu jenen in Nord-Süd orientieren Straßen zu dieser Tageszeit (Abb. 1).

Weiters wurden Mittelwerte über die gesamte Fläche gerechnet, um anhand eines Wertes einen groben Vergleich der zahlreichen Varianten zu ermöglichen. In einem weiteren Schritt wurden mittels Masken die Flächen einzelnen Freiraumtypen gesondert ausgewertet und auch Mittelwerte für diese Flächen über den Tag gerechnet. Als Beispiel sind die Ergebnisse der West-Ost orientierten Straßen im Quadranten 723 dargestellt (Abb. 2). Es zeigt sich, dass alle getroffenen Maßnahmen über den Tag gesehen eine Abkühlung bringen, ebenso wird das Tagesmaximum wie auch das Tagesminimum der Lufttemperatur in den Gebieten, in denen Maßnahmen getroffen wurden, abgesenkt.

Für die unterschiedlichen untersuchten Freiraumtypen wurden allgemeine Empfehlungen formuliert, durch welche Maßnahmen an welchen Punkten oder auf welchen Flächen, die dortige mikroklimatische Situation optimiert werden kann. Aber auch für die einzelnen Stadttypen wurden anhand der dort charakteristischen Freiraumstrukturen Maßnahmenpakete zusammengestellt.

### Referenzen

- Bruse, M., H. Feer 1998. Simulating surface-air-plant interactions inside urban environments with a three dimensional numerical model. *Env. Modelling and Software* 13: 383–384.
- Fanger, P.O 1970. *Thermal Comfort, Analysis and Applications in Environmental Engineering*. McGraw-Hill Company, US.
- Hutter, S., M. Bruse 2009. *Numerical modelling of the urban climate – A preview on ENVI-met 4.0*. Seventh International Conference on Urban Climate ICUC-7, 29 June – 3 July 2009 Yokohama, Japan.
- Loibl, W., R. Stiles, S. Pauleit, K. Hagen, B. Gasienica, T. Tötzer, H. Trimmel, M. Köstl, W. Feilmayr (2014, eingereicht). Coping with urban heat islands effects in Vienna by adapting open spaces – a simulation study. *GAI*A. Oekom-Verlag.
- Steward, D.I. 2013. Local Climates of the City. *Architectural Design* 4: 100–105.
- Stiles, R., W. Feilmayr, B. Gasienica, K. Hagen, M. Köstl, W. Loibl, S. Pauleit, R. Stiles, T. Tötzer H. Trimmel 2014. UFT-ADI – Urban fabric types and microclimate response – assessment and design improvement. Final Report. ACRP–Austrian Climate Research Program – 3<sup>rd</sup> call. <http://www.klimafonds.gv.at/foerderungen/projektberichte/forschung/> (01.03.2014).

## V52 **Some don't like it hot – Wie der Klimawandel die Fischfauna und die Nährstoffsituation in österreichischen Fließgewässern beeinflusst**

Irene Zweimüller<sup>1,\*</sup>, Andreas Melcher<sup>2</sup>, Florian Pletterbauer<sup>2</sup>, Thomas Hein<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department für Integrative Zoologie, Universität Wien

<sup>2</sup> Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement, Universität für Bodenkultur, Wien

\* Kontakt: Dr. Irene Zweimüller

**Projekt:** Wie und wo verändern sich die Österreichischen Flüsse durch den Klimawandel? Interdisziplinäre Analyse im Hinblick auf Fischfauna und Nährstoffe, Startclim13E

**Laufzeit:** 12 Monate

Wassertemperatur und Abflussraten prägen sowohl die Fischfauna als auch die Nährstoffumsetzprozesse in Fließgewässern. Beide unterliegen eindeutig dem Einfluss des Klimawandels. Während die Temperaturveränderung in Österreich durch eine Zunahme der Lufttemperaturen gekennzeichnet ist, zeigt die mögliche Entwicklung des Abflussgeschehens ein komplexeres Bild, das vor allem durch saisonale Verschiebungen geprägt ist. Klimamodelle (Roeckner et al. 2003; IPCC 2007) sagen für Mitteleuropa zunehmende Niederschlagsmengen im Winter und abnehmende Niederschlagsmengen im Sommer voraus, wobei kleinräumig abweichende Trends auftreten können.

In Österreich erscheinen gerade die wirtschaftlich wichtigen Salmoniden (z. B. Bachforelle, Äsche) als kalt-stenotherme Arten durch den Klimawandel potenziell gefährdet (Matulla et al. 2007). Vor allem die Sommertemperaturen stellen einen limitierenden Faktor für das Auftreten von Salmoniden dar.

Bei den Nährstoffen zeigen erste Untersuchungen teilweise eine deutliche Abhängigkeit der Konzentrationen von Temperatur und/oder Wasserführung, die allerdings stark zwischen den Nährstofffraktionen, aber auch zwischen den untersuchten Gewässerabschnitten variiert (Zweimüller et al. 2008; Zweimüller, Zessner, Hein in Vorbereitung).

Hier soll vor allem dargestellt werden, ob und wie die Veränderungen in der Nährstoffsituation sich auf die Fischfauna voraussichtlich auswirken wird. Besonders wichtig ist in diesem Zusammenhang die Entwicklung der Nitritwerte im Sommer. Nitrit steht im Verdacht, auch in geringen Mengen negative Auswirkungen auf die Fischfauna, besonders bei den Salmoniden, zu haben (Eddy & Williams 1987). Die Sommerwerte werden als kritisch erachtet, weil die erhöhte Aktivität der Fische im Sommer sie besonders anfällig für negative Einflüsse macht.

Die sommerlichen Nitritkonzentrationen weisen an Probestellen in niedrigen Seehöhen meist einen positiven Zusammenhang mit den Wassertemperaturen auf. Generell konnte aber auch eine breite Streuung im Zusammenhang Wassertemperatur-Nitritkonzentrationen beobachtet werden. Es kann also davon ausgegangen werden, dass die Nitritkonzentrationen besonders in den Niederlandflüssen durch den Klimawandel ansteigt. Auch die Größe des Einzugsgebiet, sowie die landwirtschaftliche Nutzung wirken sich deutlich auf die Nitritkonzentrationen aus. Diese Kombination aus Einflussfaktoren, die direkt dem Klimawandel unterliegen (z. B. Wassertemperatur) und solchen, die vom Klimawandel unbeeinflusst sind (z. B. Flussordnungszahl) bewirkt, dass die prognostizierten Änderungen der Nitritkonzentrationen an den verschiedenen Probestellen unterschiedlich ausfallen. Eine Analyse der Verbreitungsdaten von sechs Fischarten erbrachte, dass alle Arten von der Wassertemperatur beeinflusst sind. Bachforelle (*Salmo trutta*), Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*) und Äsche (*Thymallus thymallus*) werden negativ, Nase (*Chondrostoma nasus*), Barbe (*Barbus barbus*) und Keilfleckbarbe (*Pseudorasbora parva*) werden positiv von den Sommertemperaturen beeinflusst. Auch die hydraulische Spende während des Sommers (= Durchfluss / Größe des Einzugsgebiets) wirkt sich auf die Arten aus: bei fünf Arten wirken sich höhere

Spenden positiv aus, nur bei der Keilfleckbarbe war ein negativer Einfluss der Spende zu beobachten. Diese Ergebnisse lassen bereits erkennen, dass nur die Keilfleckbarbe – eine invasive Art, die sich in den letzten Jahrzehnten stark ausgebreitet hat – eindeutig vom Klimawandel profitiert. Dagegen sind vor allem für die Äsche negative Auswirkungen der steigenden Temperaturen und der sinkenden Wasserführung im Sommer zu befürchten. Nase und Barbe könnten von steigenden Temperaturen profitieren, allerdings wirken sich sinkende Durchflussraten im Sommer auch auf diese Arten negativ aus.

### Literatur

- Eddy, F.B., E.M. Williams 1987. Nitrite and Freshwater Fish. *Chemistry and Ecology* 3 (1): 1–38.
- IPCC 2007. Synthesis Report. Pachauri, R.K., A. Reisinger (eds.). Geneva: 104. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19544840> (01.03.2014).
- Matulla, C., S. Schmutz, A. Melcher, T. Gerersdorfer, P. Haas 2007. Assessing the impact of a downscaled climate change simulation on the fish fauna in an Inner-Alpine River. *International Journal of Biometeorology* 52: 127–137.
- Roeckner, E., G. Bäuml, L. Bonaventura, R. Brokopf, M. Esch, M. Giorgetta, S. Hagemann, I. Kirchner, L. Kornbluh, E. Manzini, A. Rhodin, U. Schlese, U. Schulzweida, A. Tompkins 2003. The atmospheric general circulation model ECHAM5. Max Planck Institute for Meteorology. Deutsches Klimarechenzentrum, Modellbetreuungsgruppe, Hamburg: 140.
- Zweimüller, I., M. Zessner, T. Hein 2008. Effects of climate change on nitrate transport in a large river: the Austrian Danube as an example. *Hydrological Processes* 22 (7): 1022–1036.

## V53 Evaluating the effect of plant water availability on inner-alpine coniferous trees based on sap flow measurements

Gerhard Wieser<sup>1,\*</sup>, Walter Oberhuber<sup>2</sup>, Roman Schuster<sup>2</sup>, Marco Leo<sup>1</sup>, Thorsten E.E. Grams<sup>3</sup>, Rainer Matyssek<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Alpine Timberline Ecophysiology, Federal Research and Training Centre for Forests, Natural Hazards and Landscape, BFW, Innsbruck

<sup>2</sup> Institute of Botany, Leopold-Franzens-Universität Innsbruck

<sup>3</sup> Ecophysiology of Plants, Department of Ecology and Ecosystem Management, Technische Universität München, Freising

\* Contact: Gerhard.Wieser@uibk.ac.at

**Project:** Transpiration of conifers in contrasting environments, FWF Project No: P 22206-B16

**Duration:** 06.2010 – 05.2014

Climate simulations anticipate an increase of mean summer temperature with synchronous decrease in summer precipitation during the course of the current century in Central Europe. As a consequence, transpiration of forest trees and stands may be altered along with soil water availability. In this study the effect of reduced plant water availability to conifers was investigated in an open *Pinus sylvestris* forest (*Erico-Pinetum typicum*; *Pinus sylvestris* 60%, *Picea abies* 20% and *Larix decidua* 20%) within the inner Alpine dry valley of the Inn River in Tyrol, Austria. For reducing plant water availability we installed a transparent roof construction above the forest floor to prevent precipitation to reach the soil. The roofed area covered 240 m<sup>2</sup> and included ten trees. A respective number of eleven trees served as controls in the absence of any manipulation. Roofing significantly reduced plant water availability as indicated in lower predawn needle water potentials. Sap flow density ( $Q$ ) was 63.47, and 24% lower in roofed *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, and *Larix decidua* trees, respectively as compared to control trees. Our findings suggest that *Pinus sylvestris* and *Picea abies* behaves "isohydric" as they close their stomata relatively early under conditions of reduced plant water availability and thus stabilize their water relations whereas *Larix decidua* behaves "anisohydric" and maintains high transpiration rates.

## V54 Growth response of *Pinus cembra* to experimentally modified soil temperatures and nutrient availability at the alpine treeline

Andreas Gruber<sup>1,\*</sup>, Ursula Peintner<sup>2</sup>, Gerhard Wieser<sup>3</sup>, Walter Oberhuber<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Botany, University of Innsbruck

<sup>2</sup> Institute of Microbiology, University of Innsbruck

<sup>3</sup> Federal Research and Training Center for Forests, Natural Hazards and Landscape, Innsbruck

\* Kontakt: a.gruber@uibk.ac.at

**Project:** Growth response of *Pinus cembra* to experimentally modified soil temperatures at the treeline, FWF Projekt No: P22836-B16

**Duration:** 01.11.2010 – 31.10.2015

Temperature is the paramount factor controlling tree growth at high altitudes and it is suggested that aside of air temperature also soil temperature has a direct effect on tree growth (Körner and Paulsen 2004). Soil temperature affects litter decomposition, nutrient uptake, root growth and respiration. There is also evidence that tree growth is interdependent among organs and that reduced root temperature can affect shoot growth (Hoch 2013). We have evaluated the impact of elevated and reduced soil temperature on growth of *Pinus cembra* at the treeline in the central Eastern Alps, using an *in-situ* experimental design, where only soil temperature was altered, while trees grow under environmental conditions.

The study was conducted at the treeline of a high altitude afforestation (*c.* 2 150 m a.s.l.) in the Sellrain Valley, Tyrol, using naturally grown trees of similar height (*c.* 3.5 m), age (*c.* 25 year) and provenance. Soil temperature in the root zone of six selected trees per treatment was altered by shading and heat-trapping using non-transparent and glasshouse foils mounted *c.* 20 cm above soil surface, respectively. Additionally six control trees and five trees for a nitrogen fertilisation treatment were selected. During two experimental seasons, radial growth (at *c.* 50 cm stem height) and sap flow were continually monitored. Additionally, fine root turnover and ectomycorrhizal abundance and composition were regularly measured.

Mean soil temperatures at 10 cm depth were reduced by 3.0 °C at the cooled vs. warmed plots during the growing seasons 2012 and 2013. However, due to soil water transport along the slope, soil moisture at 10 cm soil depth did not significantly differ between control plots and covered areas. Radial growth did not significantly increase on warmed soils, while on the cooled plots radial growth was unexpectedly enhanced and was significantly higher compared to control plots in the second year. Nitrogen fertilization led to significantly raised radial growth in both years, indicating that tree growth at the selected study area was not only limited by temperature but also by nutrient availability. Results suggest that aside of soil temperature also interspecific competition for nutrients among trees and low stature vegetation (dwarf shrubs, grasses) had strong impact on radial growth. While warmed and control plots showed dense understory vegetation, complete shading of the rooting zone prevented understory growth resulting in enhanced nutrient availability for tree growth on cooled plots. This is confirmed by results of mycorrhiza analysis, where the number of mycorrhized *Pinus cembra* root tips was considerably higher on cooled plots compared to all other treatments. Our results suggest that temperature driven advance of alpine treeline in the course of climate warming will be hampered by root competition with existing alpine grassland and dwarf-shrub communities.

### References

- Hoch, G. 2013. Reciprocal root-shoot cooling and soil fertilization effects on the seasonal growth of two treeline conifer species. *Plant Ecology & Diversity* 6: 21–30.
- Körner C., J. Paulsen 2004. A world-wide study of high altitude treeline temperatures. *Journal of Biogeography* 31: 713–732.

## V55 Etablierung von Fichten mit Resistenz gegen Fichtennadelblasenrost – Nachhaltige Sicherung gesunder Hochlagen-Wälder

Andrea Ganthaler<sup>1,2,\*</sup>, Stefan Mayr<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Botanik, Universität Innsbruck

<sup>2</sup> alpS – Centre for Climate Change Adaptation, Innsbruck

\* Kontakt: andrea.ganthaler@uibk.ac.at

**Projekt:** Fichtennadelblasenrost – Etablierung resistenter Fichtensorten und Untersuchung der Resistenzmechanismen, B04 Adapt AF-C ‚Rust-Resist‘

**Webseite:** [www.uibk.ac.at/botany/research/climate\\_change/timberline\\_ecotone/rust\\_fungus.html](http://www.uibk.ac.at/botany/research/climate_change/timberline_ecotone/rust_fungus.html) & [www.alp-s.at/cms/de/klimawandelanpassung/projekte-bio/b04-adaptaf-c/](http://www.alp-s.at/cms/de/klimawandelanpassung/projekte-bio/b04-adaptaf-c/)

**Laufzeit:** 01.11.2012 – 31.12.2015

**Projektpartner:** Universität Innsbruck, Landesforstgärten Tirol und Waldpflegeverein Tirol

Im Bereich der alpinen Waldgrenze werden Fichten häufig vom Fichtennadelblasenrost (*Chrysomyxa rhododendri*) infiziert. Der obligate Pilzparasit führt einen Wirtswechsel zwischen dem Hauptwirt Alpenrose (*Rhododendron sp.*) und dem Zwischenwirt Fichte (*Picea abies*) durch und infiziert die diesjährigen Nadeln kurz nach dem Austrieb. Wiederholte Infektionen führen zu einem stark verringerten Wachstum und Problemen bei der Naturverjüngung und Aufforstung von Fichtenwäldern. Die Folgen sind ökonomische Einbußen und eine Beeinträchtigung der Schutzfunktion alpiner Bergwälder.

In den letzten Jahren wurde ein starker Anstieg der Infektionsraten beobachtet. Als Ursache wird zum einen der Rückgang traditioneller Almbewirtschaftung und die nachfolgende Ausbreitung des Hauptwirts Alpenrose vermutet. Zum anderen könnte der Klimawandel die Interaktion zwischen Pilz und Fichte verändern und damit eine Ausbreitung der Infektion fördern.

Ziel des Projektes ist die Identifizierung von natürlich vorkommenden resistenten Fichten, die vegetative Vermehrung dieser Baumindividuen durch Bewurzelung von Stecklingen und der Aufbau eines resistenten Muttergartens. Damit soll zukünftig Pflanzenmaterial, das resistent gegenüber dem Fichtennadelblasenrost ist, für die Aufforstung von Hochlagen-Standorten zu Verfügung stehen und ein wichtiger Beitrag zur Sicherung gesunder alpiner Wälder geleistet werden.

Von 45 resistenten Fichten aus allen Teilen Tirols wurden im Frühjahr 2013 Zweige geerntet und bei kontrollierter Temperatur und Feuchtigkeit im Glashaus angezogen. Ca. 1 000 Stecklinge konnten erfolgreich bewurzelt werden und werden zurzeit im Forstgarten angezogen. Im Frühjahr 2014 erfolgt die Überprüfung der Resistenz mittels künstlicher Infektionsversuche. Anschließend ist die Anlage eines Muttergartens für die weitere Vermehrung geplant.

Ergänzend werden Untersuchungen zum bisher unbekanntem Resistenzmechanismus mittels genetischer und chemischer Analysen durchgeführt. Weiters erfolgt eine Charakterisierung der Pilzsporen, sowie Untersuchungen zur Infektionsdynamik, dem Infektionszeitraum und dem Einfluss verschiedener Klimafaktoren.

Das alpS-Projekt wird in einer Zusammenarbeit von Universität Innsbruck und den Unternehmenspartnern Landesforstgärten Tirol und Waldpflegeverein Tirol durchgeführt und verbindet Grundlagenforschung mit Forstpraxis und Umsetzung. Die neue Fichtensorte stellt eine wichtige Anpassungsstrategie der Forstwirtschaft an veränderte Umweltbedingungen und zukünftige Herausforderungen dar.

## **P01** EuMetNet Data Rescue – eine Initiative zur Rettung von historischen Klimadaten zur Erforschung des Klimas der Vergangenheit

**Ingeborg Auer<sup>1,\*</sup>, Barbara Chimani<sup>1</sup>, Anita Jurkovic<sup>1</sup>, Petra Mayer<sup>1</sup>, EuMetNet Expert Team on data rescue<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, ZAMG, Wien

<sup>2</sup> I. Auer, B. Chimani, A. Jurkovic (Österreich), M. Vandiepenbeeck (Belgien), M. Repka (Tschechien), J. Milkovic (Kroatien), M. Panayiotis, F. Tymvios (Zypern), A. Kallis (Estland), M. Huuskonen (Finnland), H. Mächel (BRD), M. Lakatos (Ungarn), S. Walsh (Irland), G. Mondacchini (Italien), L. Lizuma (Lettland), J. Kilpys (Litauen), A. van Engelen, G. Verver (Niederlande), E. Lundstad, (Norwegen), D. Limanowka, P. Kilar (Polen), E. Mateescu, A. Manea (Rumänien), D. Galo (Slovakei), M. Nadbath (Slowenien), W. Josefsson (Schweden), H. Kunz (Schweiz), J. Guijarro, M. Brunet, Marc Prohom (Spanien), M. McCarthy (Großbritannien)

\* Kontakt: ingeborg.auer@zamg.ac.at

**Projekt:** EuMetNet Climate Programme, Support to members' activity: Expert team on data rescue

**Webseite:** [www.zamg.ac.at/dare/](http://www.zamg.ac.at/dare/)

**Laufzeit:** 2013 – 2014

### **Motivation**

Lange Beobachtungsdatensätze sind für die Klimaforschung von großer Bedeutung. Sie erlauben die Erforschung des vergangenen Klimas in hoher zeitlicher sowie räumlicher Auflösung, und bilden die Basis für Reanalysen und Modellevaluierungen. Besonders die Reihen, die bis Ende 18./Beginn 19. Jahrhundert zurückreichen, stellen ein wichtiges Bindeglied zur Paläoklimatologie dar. Für räumlich hochaufgelöste Klimaanalysen ist europaweit die Datendichte an digital verfügbaren Beobachtungen allerdings erst ab 1960 ausreichend. Um jedoch die Klimavariabilität und besonders jene von Extremwerten ausreichend zu verstehen, sind viel längere Zeitreihen notwendig. Und obwohl weltweit seit geraumer Zeit bereits verschiedenste „Data Rescue“ Programme laufen (<http://www.climatol.eu/DARE>), existieren nach wie vor Millionen von Klimaaufzeichnungen, die vor Zerstörung und Verfall gesichert und digital verfügbar gemacht werden müssen, damit die Ergebnisse der Klimaforschung auf den bestmöglichen Datengrundlagen basieren.

### **Ziele**

EuMetNet ist der Verbund von 31 europäischen Wetterdiensten, in dessen Rahmen gemeinsame meteorologische Programme einzelner oder aller Mitglieder durchgeführt werden. EuMetNet DaRe möchte laufende Programme nicht duplizieren, sondern sie sinnvoll ergänzen. Daher wurden folgende Milestones definiert:

- Datendokumentation sowie Datenbestandsaufnahme von digital verfügbaren bzw. archivierten Papieraufzeichnungen (data inventory)
- Erhöhung der Anzahl von digitalisierten Datensätzen
- Homogenisierung von Datensätzen (Folgeprojekt)
- Bereitstellung der Daten in relevanten Datenbanken (Folgeprojekt)

### **Informationsquellen**

Um einen Überblick über die aktuelle Datenlage in Europa zu bekommen wurde ein Fragebogen entwickelt, der vorerst an alle europäischen Wetterdienste gesendet wurde. Neben detaillierten Angaben über die Datensituation ergab die Auswertung der Fragebögen folgendes:



## **P02 Wie schaut es aus mit dem Klima in Tirol? Das aktuelle Klima im Übergang von der Vergangenheit in die Zukunft**

**Susanne Drechsel<sup>1,\*</sup>, Giovanni Cenzone<sup>2</sup>, Barbara Chimani<sup>3</sup>, Francesco Domenichini<sup>2</sup>, Georg Erlacher<sup>1</sup>, Klaus Haslinger<sup>3</sup>, Johann Hiebl<sup>3</sup>, Anita Jurković<sup>3</sup>, Gianni Marigo<sup>4</sup>, Vera Meyer<sup>3</sup>, Johanna Nemeč<sup>3</sup>, Gernot Resch<sup>3</sup>, Harald Schellander<sup>1</sup>, Philipp Tartarotti<sup>5</sup>, Mauro Tollardo<sup>5</sup>, Lukas Tüchler<sup>3</sup>, Johannes Vergeiner<sup>1</sup>, Christoph Zingerle<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Kundenservicestelle für Tirol und Vorarlberg, Innsbruck

<sup>2</sup> ARPA Veneto, Dipartimento per la Sicurezza del Territorio – Servizio Meteorologico Regionale – Centro Meteo di Teolo, Italien

<sup>3</sup> Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien

<sup>4</sup> ARPA Veneto, Dipartimento per la Sicurezza del Territorio – Servizio Neve e Valanghe – Centro Valanghe di Arabba, Italien

<sup>5</sup> Hydrographisches Amt der Autonomen Provinz Bozen-Südtirol, Bozen, Italien

\* Kontakt: susanne.drechsel@zamg.ac.at

**Projekt:** 3PCLIM – Past, Present and Perspective Climate of Tirol, Südtirol-Alto Adige and Veneto

**Webseite:** [www.alpenklima.eu](http://www.alpenklima.eu)

**Laufzeit:** 10.2010 – 09.2014

Derzeit wird eine aktuelle und umfassende Auswertung des Klimas unserer Region unter der Leitung der ZAMG für Tirol und Vorarlberg erstellt. Im Interreg IV-Projekt 3PCLIM wird dabei der Großraum Tirol – Südtirol – Veneto unter die klimatische Lupe genommen. Der Fokus liegt auf der Auswertung der Klimaperiode 1981 – 2010.

Erstmalig gezeigt und interpretiert werden die Klimakarten, die aus den Basisparametern Temperatur und Niederschlag hergeleitet werden. Damit verknüpft sind interessante stationsbasierte Auswertungen in Nord-, Süd- und Osttirol, anhand derer die Bandbreite der grafischen Darstellungen demonstriert wird.

Auch die ersten aus den Messreihen abgeleiteten Trends werden präsentiert. Um aussagekräftige / signifikante Trends aufzuzeigen wurden dabei ausgewählte Schlüsselstationen homogenisiert sowie analysiert. Damit kann dann auch die Brücke zu den aus den regionalen Klimamodellen entnommenen Zukunftsszenarien geschlagen werden. Der Blick wird dabei auf die Perioden 2020–2050 sowie 2070–2100 gerichtet. Es stellt sich die Frage, inwieweit sich die beobachteten Entwicklungen in den Szenarien widerspiegeln bzw. verstärken oder abschwächen.

Ein innovativer Aspekt ist die Entwicklung einer Konvektionsklimatologie, die auf der Auswertung von Radar- und Blitzdaten fußt. Als Ergänzung zur Niederschlagsklimatologie werden die Untersuchungen über bevorzugte Entstehungs- und Auflösungsgebiete von konvektiven Niederschlagszellen in Hinblick auf tageszeitliche und saisonale Aspekte sowie verschiedene Sturmklassen präsentiert.

Ergebnisse zur Untersuchung der Gletscher als alpine Klimaindikatoren werden auf einem separaten Poster gezeigt.

Das Endprodukt Klimaatlas wird sowohl als interaktive, drei-sprachige Webseite als auch als gedrucktes Werk vorgelegt werden.

## **P03 Which homogenisation method is appropriate for daily time series of relative humidity?**

**Barbara Chimani<sup>1</sup>, Johanna Nemeč<sup>1,\*</sup>, Ingeborg Auer<sup>1</sup>, Victor Venema<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, ZAMG, Wien

<sup>2</sup> Meteorologisches Institut, Universität Bonn

\* Contact: johanna.nemec@zamg.ac.at

**Project:** CC-Impaty – Climate change impact on humidity

**Project duration:** 01.02.2013 – 31.1.2015

Data homogenisation is an essential part of reliable climate data analyses. Different tools for detecting and adjusting breaks in daily extreme temperatures ( $T_{min}$ ,  $T_{max}$ ) and daily precipitation sums were developed in the last years. Within the COST action ES0601 various methods for daily homogenisation were tested for their efficiency to homogenise daily temperature data.

Due to its influence on health, plants and construction relative humidity is a further parameter of great importance. On the basis of 6 networks of measured (and on a monthly basis homogeneous) relative humidity data, which cover different climatic areas in Austria, a synthetic data set for testing and validating homogenisation methods was built. Each network consists of four to six station time series with a minimum length of ten years. The so-called surrogate networks resemble the statistical properties (e.g. distribution of parameter, auto- and cross correlation within the network) of the measured time series, but are extended to 100 year long time series which are in a first step assumed to be homogeneous.

For creating the best possible surrogate dataset of relative humidity detailed statistical information on potential inhomogeneities is decisive. Information on the potential breaks was taken from parallel measurements available for some Austrian locations, mostly representing changes in instrumentation and/or station relocation. Beside changes in the distribution of the parameter the analyses includes an estimation of changes in the number of missing data, global and local biases, both on a seasonal and annual basis. An additional break is to be expected in the Austrian time series due to a change in observation time in 1970/1971. Since this change occurred simultaneously at all Austrian climate stations, standard homogenisation methods, which rely on a comparison with reference stations, are not able to detect or correct this shift. Therefore an independent correction method for this type of break, to be applied before homogenisation was developed. This type of change point was not included in the surrogate network.

Artificial inhomogeneities were introduced to the dataset in three steps: (1) deterministic change points: within one homogeneous sub-period (HSP) a constant perturbation is added to each relative humidity values, (2) deterministic + random changes: random changes do not change the mean of the HSP but can affect the distribution of the parameter, (3) deterministic + random changes + a clear trend signals.

In order to tests the efficiency of homogenisation methods, the procedure was separated in break detection and adjustment of inhomogeneities. The methods MASH (Szentimrey 1999), ACMANT (Domonkos 2011) and PRODIGE (Caussinus & Mestre 2004) were selected for break detection. Break detection is in all methods restricted to monthly, seasonal or annual data. Since we are dealing with daily relative humidity data, the amount of methods for break correction is reduced to MASH, Vincent, SPLIDHOM (Mestre et al. 2011) and the percentile method (Stepanek 2009).

Information on the statistical characteristics of breaks in relative humidity series, the correction method concerning the changed observation times and first results concerning break detection will be presented.

### Literatur

- Caussinus, H., O. Mestre 2004. Detection and correction of artificial shifts in climate time series. *Applied Statistics* 53 (3): 405–425.
- Domonkos, P., 2011. Adapted Caussinus-Mestre Algorithm for Networks of Temperature Series (AC-MANT). *International Journal of Geosciences* 2: 293–309.
- Mestre, O., C. Gruber, C. Prieur, H. Caussinus, S. Jourdan, 2011. SPLIDHOM: A Method for Homogenization of Daily Temperature Observations. *Journal of applied Meteorology and Climatology* 50.
- Stepanek, P., P. Zahradnicek, P. Skalak 2009. Data quality control and homogenization of fair temperature and precipitation series in the area of the Czech Republic in the period 1961–2007. *Adv. Sci. Res.* 3: 23–26.
- Szentimrey, T., 1999. Multiple Analysis of Series for Homogenization (MASH). Proceedings of the Second Seminar for Homogenization of Surface Climatological Data, Budapest, Hungary. *WMO, WCDMP-No.* 41: 27–46.

## **P04 Neue hochaufgelöste Kurz- und Langzeitrasterdatensätze der kurzwelligen Strahlungskomponenten und der Sonnenscheindauer für Grundlagen- und angewandte Forschung in Österreich**

**Marc Olefs<sup>1,\*</sup>, Wolfgang Schöner<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup> Abteilung für Klimaforschung, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik Wien

\* Kontakt: marc.olefs@zamg.ac.at, wolfgang.schoener@zamg.ac.at

In diesem Beitrag werden zwei neue Rasterdatensätze für die kurzwelligen Strahlungskomponenten und die Sonnenscheindauer in Österreich vorgestellt, die Güte der Datensätze gezeigt und mögliche Anwendungsbeispiele demonstriert. Beide Datensätze liegen in einer räumlichen Auflösung von 100 m x 100 m für das Staatsgebiet von Österreich vor und verwenden als Berechnungsgrundlage das an der ZAMG entwickelte Strahlungsmodell STRAHLGRID, das die atmosphärische Trübung, die Horizontabschattung, Bewölkung und Bodenalbedo sowie die Wechselwirkungen der Strahlung mit dem Gelände berücksichtigen kann.

Der Langzeitdatensatz deckt die Zeitperiode 1980–2013 ab, liegt in einer zeitlichen Auflösung von einer Stunde vor und beinhaltet die Direkt- und Diffustrahlung, sowie die Sonnenscheindauer. Atmosphärische Trübungs- und Bewölkungseffekte dieses Datensatzes wurden aus räumlich interpolierten Differenzen zwischen berechneten „clear-sky“ Werten (STRAHLGRID Model) und Bodenmessungen abgeleitet, wobei hierfür die Globalstrahlung mittels Angstrom Methode aus der Sonnenscheindauer berechnet wurde.

Der Kurzzeitdatensatz ist verfügbar für die Zeitperiode seit 2006 bis laufend und nutzt das volle Potential des state-of-the-art Strahlungsmodells STRAHLGRID. Der integrale Wasserdampfgehalt der Atmosphäre wird aus dem ZAMG Nowcasting Model INCA genommen, die Aerosolextinktion aus MODIS Satellitendaten (aerosol optical depth) mit Monats- oder Tagesauflösung abgeleitet. Die Bewölkungseffekte werden für die Direkt- und Diffustrahlung getrennt betrachtet: Für den direkten Anteil der Strahlung werden mittels gemessener Sonnenscheindauer kalibrierte und korrigierte MSG-2 Satellitendaten in 1x1 KM Auflösung verwendet (cloudtypes; analog INCA Bewölkung), für den diffusen Anteil wurden diese Satellitendaten mit neuen hochqualitativen Bodenmessungen der Diffustrahlung (ARAD Netzwerk) kalibriert. Die Werte der Bodenalbedo für die Gelände- und Mehrfachreflexionen werden aus Satellitendaten der Schneebedeckung (MODIS fractional snow cover) auf täglicher Basis abgeschätzt. Die hohe Auflösung der Satellitendaten ermöglicht es regionale Effekte der Bewölkung sehr genau zu quantifizieren (z. B. Hochnebel im Zillertal oder Ennstal).

Anhand eines an der ZAMG speziell entwickelten Softwaretools (APOLIS) ist es möglich diese Daten in kurzer Zeit als Punktzeitreihe oder Raster koordinatenbasiert zu extrahieren und bereitzustellen. Vorberechnete Tages-, Monats-, Jahres- und mittlere Monats- und Jahressummen (8, 10, 30 Jahre) sowie mittlere Tagesgänge für einzelne Tage oder ganze Monate inkl. Schwankungsbreite sind ebenfalls vorhanden. Zusammen mit der in APOLIS integrierten Umrechnung auf eine beliebig geneigte und orientierte Fläche bieten diese Datensätze somit auch eine exzellente Datengrundlage für z. B. Ertragsberechnungen oder Blendwirkungsgutachten in Bezug auf Solarenergienutzung oder Anwendungen im Bereich Energiebilanz in einer bisher noch nicht vorhandenen, flächendeckenden räumlichen Auflösung und Genauigkeit.

Beide Datensätze sind für rein wissenschaftliche Zwecke frei verfügbar und eignen sich für klimatologische und angewandte Fragestellungen gleichermaßen. Die Datensätze sind einem laufenden Update unterworfen und werden teilweise noch weiter verbessert.

**P05 i-Box: Studying Boundary Layer in Complex Terrain****Ivana Stiperski<sup>1</sup>, Mathias W. Rotach<sup>1</sup>**<sup>1</sup> Institute für Meteorologie und Geophysik, Universität Innsbruck

Complex terrain poses a significant challenge to climate modeling (as well as numerical weather prediction) on all scales of interest. This is especially true for turbulent exchange processes within the planetary boundary layer in complex terrain that still remain poorly understood and therefore inadequately parameterized within the models. Up to date, parameterizations of turbulent exchange between the surface (i. e. biosphere, cryosphere, hydrosphere) and the atmosphere rely heavily on scaling relations originally obtained over flat and homogeneous terrain. The limited number of studies that deal with this issue do not as yet provide a consensus if and under which specific conditions the scaling relations from flat terrain apply in truly complex topography and what the appropriate new scaling relations should be. Without this knowledge we are far from knowing the true transport of mass, momentum and energy in the climate system and its correct representation in the models. This means that many applications in the context of regional climate impact or adaptation, such as hydrological (run-off) modeling; mass balance on glaciers; alternative energy potential in complex terrain; snow availability for recreation (to name just a few) suffer from inappropriate knowledge of the related meteorological processes.

A test-bed for boundary layer processes in highly complex terrain, the so called Innsbruck Box (or i-Box for short), currently in operation by the University of Innsbruck, is designed to answer these questions and give vital information on the state of the boundary layer in truly complex terrain. i-Box represents an integrated approach combining three-dimensional long-term turbulence observations and high-resolution numerical modeling. Located in the Inn Valley, the six i-Box measurement sites cover representative topographic features of different slope, exposition and surface characteristics ranging from valley bottom to mountain top. The multi-year i-Box turbulence dataset is used in this contribution to test the applicability of Monin-Obukhov similarity theory (MOST) in truly complex terrain. The results show that selecting the appropriate quality criteria and post-processing methods is instrumental in providing a good fit to the theoretical curves. It is also shown that these curves differ from MOST in such a way that the efficiency of momentum transport is overestimated compared to flat terrain and the transport of energy underestimated, especially for near-neutral and stable conditions.

## P06 Die Nomenklatur „sehr seltener“ und „sehr rarer“ Ereignisse

Richard Werner<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> salzachwind gmbh, Dornbirn

\* Kontakt: rich-werner@tele2.at

Für die Aussagen zu Ereignissen im Wetterverlauf, bei Gutachten und in den klimatischen Beschreibungen ist eine taugliche Formulierung von seltenen Fällen (2,5 %-Anteil, Koch & Werner 2001) und Extremen zweckmäßig. Die Praxis zeigt, dass die Nomenklatur von Bericht zu Bericht auch wechselt und damit eine gleichartige Verwendung ausbleibt.

Aus der relativen Häufigkeit für stündliche Ereignisse kommt ein Autor häufig zu Worten, die unbestimmte Zahlen betreffen, die aber dennoch die sehr seltenen Ereignisse vermitteln müssen. Da sich eine Harmonisierung – sei es im eigenen Schreiben und Reden oder im gruppengeprägten Reden – als unerlässlich erweist, wird folgender Vorschlag präsentiert: Für vier Kategorien der relativen Häufigkeit werden unterschiedliche Begriffe eingeführt, die sowohl im Bereich der Veröffentlichungen als auch im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit (populäre Schriften, Radiowetterbericht) zweckmäßig und zielführend sind.

Die Nomenklatur beruht auf einer langen Arbeitsperiode von drei Jahrzehnten, in der Windstatistiken, Geruchshäufigkeiten und Föhntage mehrfach bearbeitet wurden. Der Ausdruck „sehr selten“ gelte daher für 1 %, „sehr rar“ für 1 ‰, „nahezu nie“ für 1 / 10 000 (Kartas 2012) und „geradezu unmöglich“ für 1 / 100 000.

Mit diesem Vorschlag werden vier Zehnerpotenzen abgedeckt, die in der Klimatologie bei der Referenzperiode von 30 Jahren mit rund 11 000 Tage eine gute Entsprechung hat. Die Bezeichnung „nahezu nie“ entspricht dann einem Tag in 30 Jahren. Die Ereignisse bei Datenreihen aus 10 Jahren in der Hydrographie werden für die letzte Kategorie für die extrem großen Mengen des stündlichen Abflusses vorgeschlagen.

Tab. 1 – Vorstellung von 3 Beispielen aus der Praxis

Nomenklatur	Relative Häufigkeit	Ausformuliert	Kurzes Tb
sehr selten	1 / 100	1 Monat in ca. 8 Jahren	
sehr rar	1 / 1000	ca. 10 Stunden pro Jahr	1 MWZ in 7 Tagen
nahe zu nie	1 / 10 000	1 Tag in 30 Jahren	
geradezu unmöglich	1 / 100 000	1 Stunde in 10 Jahren	ca. 1 Sek. pro Tag

MWZ ... Zehnminuten = Klimabeobachtung; Tb ... Zeitraum der Beobachtung

### Literatur

Koch E., R. Werner 2001. *Klima von Vorarlberg*.

Kartas H. 2012. mündliche Mitteilung im Oktober 2012.

## P07 Großskalige Wasserbilanzmodellierung zur Abschätzung des Wasserkraftpotentials europäischer Gebiete

Simon Frey<sup>1,3,\*</sup>, Robert Goler<sup>2,3</sup>, Herbert Formayer<sup>2</sup>, Hubert Holzmann<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstr. Wasserbau, Universität für Bodenkultur, Wien

<sup>2</sup> Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur, Wien

<sup>3</sup> alpS– Centre for Climate Change Adaptation, Innsbruck

\* Kontakt: simon.frey@boku.ac.at, frey@alps-gmbh.com

**Zugrundeliegendes Projekt:** MUSICALS B – Auswirkungen von möglichen Klimaveränderungen auf das Erzeugungspotential von Wasserkraftwerken

**Laufzeit:** 03.2011 – 03.2014

**Projektpartner:** BOKU, alpS, Verbund

Die Bedeutung von regenerativen Energien nimmt immer mehr zu. Eine wichtige Rolle hierbei stellt die Energiegewinnung aus Wasserkraft dar, da sie sehr effizient ist und zuverlässig zur Verfügung steht. 2010 wurden 10 % der in der EU benötigten elektrischen Energie durch Wasserkraft zur Verfügung gestellt. Dieser Wert soll bis 2020 auf 20 % ansteigen. Die Wasserkraftnutzung ist jedoch abhängig von der Verfügbarkeit der Ressource Wasser und wird damit direkt von Klimaänderungen beeinflusst. In Kooperation mit dem Energieversorger Verbund werden im Projekt MUSICALS B die Auswirkungen eines möglichen Klimawandelszenarios auf das Potential der Wasserkraftnutzung in großskaligen europäischen Gebieten untersucht.

Als Emissionsszenario wird A1B verwendet, da dies allgemein als ein wahrscheinliches Szenario angesehen werden kann. Unter Verwendung der Klimamodelle aladin/arpege, remo/ECHAM5 sowie RegCM3/ECHAM5 werden die klimatologischen Eingangsdaten für das hydrologische Modell erzeugt.

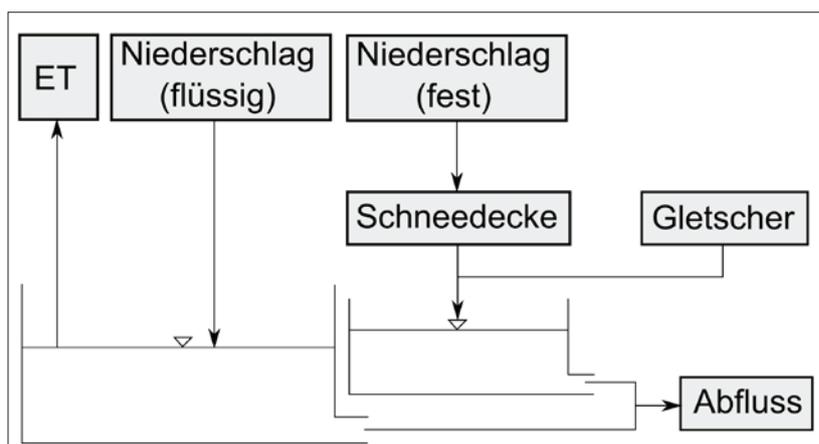


Abb. 1 – Schematische Darstellung des Wasserbilanzmodells WABI

Die hydrologische Modellierung erfolgt mit dem eigens für dieses Projekt entwickelten hydrologischen Wasserbilanzmodell WABI (siehe Abb. 1). Das Modell erfasst die Lufttemperatur in Höhenzonen mit einer vertikalen Auflösung von 500 m. Diese Unterteilung wird ebenso für die Berechnung der potentiellen Verdunstung nach Thornthwaite sowie für die Abbildung der Schneeprozesse mittels des Temperatur-Index-Verfahrens verwendet. Niederschlag geht als Flächenwert in das Modell ein. Die zeitliche Auflösung des Modells basiert auf Tageswerten, die Auswertung erfolgt jedoch auf Monatsbasis. Das Modell ist in der Lage den mittleren Jahresgang des Abflusses in den Gebieten mit Korrelationskoeffizienten ( $r_s^2$ )

von 0,91 bis 0,97 gut wiederzugeben. Des Weiteren konnten guten Übereinstimmungen anhand der Abflussdauerlinien gefunden werden. Übertragen auf das Energieerzeugungspotential konnten mithilfe von statistischen Verfahren signifikante Korrelationskoeffizienten (gebietsweise zwischen 0,75 und 0,95) erzielt werden.

In diesem Beitrag werden die Veränderungen im Energiegewinnungspotenzial der Alpenanrainer Frankreich, Schweiz, Italien und Deutschland im Zeitraum 2071 bis 2100 mit der Referenzperiode 1981 bis 2010 verglichen. Auf Österreich wird verzichtet, da dies im Kernteil des Projektes MUSICALS B behandelt wurde.



## **P08** Abflussszenarien im Einzugsgebiet der Ötztaler Ache unter Berücksichtigung von veränderten klimatischen Bedingungen und einer damit verbundenen veränderten Kryosphäre

**Kay Helfricht<sup>1,2,\*</sup>, Klaus Schneeberger<sup>1,3</sup>, Irene Welebil<sup>1</sup>, Herbert Formayer<sup>4</sup>, Matthias Huttenlau<sup>1</sup>, Katrin Schneider<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> alpS – Centre for Climate Change Adaptation, Innsbruck

<sup>2</sup> Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Innsbruck

<sup>3</sup> Institut für Geographie, Universität Innsbruck

<sup>4</sup> Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur Wien

\* Kontakt: helfricht@alps-gmbh.com

**Projekt:** StartClim2013.C – Abflussszenarien im Einzugsgebiet der Ötztaler Ache unter Berücksichtigung von zukünftigen Veränderungen der Kryosphäre

**Webseite:** [www.austroclim.at/index.php?id=startclim2013](http://www.austroclim.at/index.php?id=startclim2013)

**Laufzeit:** 07.2013 – 03.2014

Die jahreszeitliche Verteilung des Abflusses in alpinen Einzugsgebieten wird von den Schnee- und Eisresourcen der Kryosphäre stark beeinflusst. Mit einer Veränderung des Klimas verändern sich diese saisonalen und langfristigen Wasserspeicher und damit der Wasserhaushalt in Gebirgsregionen. Vergletscherte Einzugsgebiete wie das Ötztal reagieren hierbei besonders sensitiv auf Änderungen der Kryosphäre und den damit verbundenen hydrologischen Auswirkungen. Das Ötztal hat eine herausragende Stellung in der Österreichischen und internationalen Gletscherforschung und verfügt deswegen über eine umfassende Datengrundlage der Gletscherentwicklung der letzten Jahrzehnte. Zudem stellt das Ötztal eine alpine, vergletscherte Talschaft dar, die aufgrund der sozio-ökonomischen Nutzung (z. B. Tourismus und Wasserwirtschaft) äußerst sensitiv auf Änderungen des Naturraums reagieren.

In der vorliegenden Studie werden sowohl die direkten als auch die indirekten Auswirkungen des Klimawandels auf das Abflussregime und insbesondere auf das zeitliche Auftreten von Abflussspitzen untersucht. Direkte Auswirkungen werden durch einen geänderten Klimainput (Niederschlag, Temperatur) und indirekte durch eine veränderte Gletscherflächenverteilung berücksichtigt. Die Ableitung der Gletscherszenarien basiert auf den Gletschergrenzen und Höheninformationen der Gletscheroberflächen aus dem Österreichischen Gletscherinventar. Daraus wurde eine Eisdickenverteilung für die vergletscherten Gebiete des Ötztals modelliert. Ausgehend von dieser Eisdickenverteilung wurden Gletscherszenarien unter mehrfachen Abzug der beobachteten Höhenänderung und einer dem Klima entsprechend veränderten Massenbilanz generiert. Die so ermittelten Szenarien zukünftiger Gletscherflächenverteilungen wurden in die Ableitung der Flächendifferenzierung für die hydrologische Simulation integriert.

Für die Analyse möglicher zukünftiger Abflussverhältnisse wurde das halbverteilte hydrologische Modell HQsim verwendet, welches auf Basis der Abflusszeitreihen der Pegelmessstellen Brunau, Obergurgl und Vent kalibriert wurde. Dieses Modell wurde im Sinne einer Sensitivitätsstudie separat mit Gletscherszenarien, Szenarien mit verändertem Klimainput sowie mit kombinierten Szenarien für veränderte Gletscherflächen und verändertes Klima betrieben. Die mittlere saisonale Verteilung der Abflüsse sowie das veränderte zeitliche Auftreten von Hochwasserabflüssen wurde unter Zuhilfenahme der Direktionalstatistik, des Abflusskoeffizienten nach Pardé und der saisonaler Intensitätsveränderung analysiert.

Die Entwicklung der Gletschergeometrie zeigt zunächst einen Verlust vor allem im Volumen, bevor Flächenänderungen in Gebieten mit geringer Eismächtigkeit zum Tragen kommen. Die Szenarien zeigen einen Rückgang der vergletscherten Fläche und des Eisvolumens auf unter 20 % der heutigen Vergletscherung bis Ende des 21. Jahrhunderts. Die angewandte Methode zeigt eine Halbierung des Eisvolu-

mens bereits bis 2050. Der Einfluss der veränderten Gletscherflächen prägt sich deutlich im saisonalen Abfluss durch. Vor allem in den Sommermonaten mit einem hohen Anteil an Eisschmelze wird aufgrund der geringeren Gletscherflächen weniger Abfluss generiert. Erhöhter Abfluss in den Sommermonaten zeigt sich aufgrund vermehrter Eisschmelze bei Anwendung von Klimaszenarien unter Beibehaltung der heutigen Gletscherflächenverteilung. Eine Erhöhung des Abflusses ist aufgrund einer Anhebung der Schneefallgrenze in den Übergangsmonaten im Frühjahr und Herbst zu erwarten. Die Kombination von Szenarien der Gletscherflächen und veränderten Klimainput verbindet die separaten Ergebnisse und führt zu einem erhöhten Abfluss im Frühjahr, aufgrund der geringeren Gletscherflächen aber zu einer Reduktion des mittleren Abflusses im Sommer. Jährlichen Abflussmaxima verschieben sich von den Monaten Juli und August hin zu vermehrten Auftreten in den Monaten Mai und Juni.

Die Ergebnisse der Studie sollen in weiteren Projekten als Grundlage für eine Vulnerabilitäts- und Risikoanalyse verwendet werden, um Anpassungsmaßnahmen für sich ändernde hydrologische Rahmenbedingungen entwickeln zu können.



## **P09 Was für Niederschlagsdaten werden benötigt, um den Abfluss von extremen Starkregen zu simulieren? – Eine alpine Fallstudie**

**Alrun Jasper-Tönnies<sup>1,\*</sup>, Thomas Einfalt<sup>1</sup>, Manfred Kleidorfer<sup>2</sup>, Christian Mikovits<sup>2</sup>, Wolfgang Rauch<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> hydro & meteo GmbH & Co. KG, Lübeck

<sup>2</sup> Arbeitsbereich Umwelttechnik, Universität Innsbruck

\* Kontakt: jasper-toennies@hydrometeo.de

**Projekt:** Dynalp – Dynamic Adaptation of Urban Water Infrastructure for Sustainable City Development in an Alpine Environment, ACRP 4<sup>th</sup> call, Nr. KR11AC0K00206

**Laufzeit:** 07.2012 – 06.2015

Am 17. Juli 2010 trat in Innsbruck ein heftiges Gewitter mit starken Niederschlägen und Hagel auf. Die Niederschlagsmengen betragen zwischen 141/m<sup>2</sup> und 341/m<sup>2</sup> in 30 Minuten. Durch den Hagel und abgefallenes Laub kam es zu verstopften Gullies und Einläufen. Das führte zu einer Überschwemmung der historischen Altstadt, wo sich das Wasser bis zu einer Höhe von 60 cm aufstaute. Im Osten der Stadt betragen die Wasserstände bis zu 40 cm auf Straßen und Bürgersteigen. Schäden traten vor allem im Zentrum der Stadt auf: Mehrere Gebäude und Keller wurden geflutet, unter anderem die Bibliothek des Tiroler Landesmuseums.

Niederschlagsdaten sind die grundlegenden Eingangsdaten für Abflusssimulationen. Da die Simulationsergebnisse wesentlich von der Genauigkeit dieser Eingangsdaten abhängen, ist eine möglichst gute Datenbasis die Voraussetzung für realistische Simulationsergebnisse. Für die Kanalnetzmodellierung ist eine hohe zeitliche und räumliche Auflösung der Eingangsdaten erforderlich. In vielen Studien werden Niederschlagsdaten von Regenschreibern verwendet, die zwar zeitlich eine hohe Genauigkeit aufweisen, aber nur eine begrenzte räumliche Repräsentativität, wodurch es zu großen Abweichungen zwischen Simulationsergebnissen und Abflussmessungen kommen kann. Durch die Verwendung von Radarmessungen wird die räumliche Darstellung der Niederschläge verbessert, allerdings treten dabei andere Nachteile auf, die mit der Funktionsweise der Radarmessung zusammenhängen. In einem alpinen Gebiet sind die Niederschlagsintensitäten stark durch die Orographie beeinflusst und eine hohe räumliche Auflösung ist von besonderer Bedeutung. Andererseits werden durch die spezielle Orographie die Niederschlagsmessungen von Radar erschwert.

In diesem Zusammenhang wird anhand des Extremereignisses vom 17. Juli 2010 untersucht, wie sich Niederschlagsdaten aus verschiedenen Quellen auf die Ergebnisse einer Kanalnetzsimulation für die Stadt Innsbruck auswirken. Dafür wird eine hydrodynamische Kanalnetzmodellierung mit den folgenden Datensätzen durchgeführt:

1. INCA Reanalyse-Daten: INCA ist das operationelle Analyse- und Nowcastingsystem der ZAMG (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik). In die Daten gehen Prognosen von numerischen Wettermodellen (ALADIN, ECMWF) ein, sowie Stationsdaten, Radar- und Satellitenmessungen. Die Daten haben eine räumliche Auflösung von 1x1 km<sup>2</sup> und eine zeitliche Auflösung von 15 min.
2. Niederschlagsmessungen von Radar: Auf Basis von drei verschiedenen Radarprodukten, zur Verfügung gestellt durch AustroControl. Die Radarprodukte beinhalten das kartesische Komposit für Österreich auf einem 1 x 1 km<sup>2</sup> -Gitter und Volumendaten des Radars Patscherkofel in der Nähe von Innsbruck.

3. Regenschreiberdaten von vier Messstationen im Stadtgebiet Innsbruck. Die Stationen werden von der ZAMG und von den lokalen Abwasserbetrieben IKB (Innsbrucker Kommunalbetriebe) betrieben.

Die Datensätze unterscheiden sich durch das Messprinzip der zugrunde liegenden Daten, die Verfahren bei der Erstellung und hinsichtlich der Auflösung, wodurch sich jeweils Vor- und Nachteile ergeben. Alle Daten werden geprüft, die Radardaten korrigiert und mit Bodenmessungen angeeicht (Frerk et al. 2012).

Das Einzugsgebiet der Stadt Innsbruck hat eine Größe von ca. 2 030 ha, wovon 745 ha versiegelt sind. Das Kanalnetzsystem wird im Mischsystem entwässert und als hochaufgelöstes hydrodynamisches System modelliert, das aus 5 358 Knoten, 4 528 Teileinzugsgebieten, 5 695 Haltungen und 53 Überläufen besteht. Das gesamte System führt zu einer zentralen Kläranlage (Kleidorfer et al. 2013).

In dieser Arbeit wird diskutiert, wie die Wahl der Beobachtungsdaten die Ergebnisse der Kanalnetzsimulation in der Stadt Innsbruck beeinflusst und was die wichtigsten Ursachen für die Unterschiede sind. Zudem wird ermittelt, mit welchem Datensatz das extreme Starkregenereignis vom 17. Juli 2010 am besten räumlich und zeitlich abgebildet wird und mit welchem Datensatz optimale Simulationsergebnisse erzielt werden.

### Referenzen

- Frerk, I., A. Treis, T. Einfalt, M. Jessen 2012. Ten years of quality controlled and adjusted radar precipitation data for North Rhine Westphalia - methods and objectives. *9<sup>th</sup> International Workshop on Precipitation in Urban Areas, St. Moritz, 6–9 December*.
- Kleidorfer, M., A. Deletic, T.D. Fletcher, W. Rauch 2009. Impact of input data uncertainties on urban stormwater model parameters. *Water Science and Technology* 60 (6): 1545–1554.
- Kleidorfer, M., C. Mikovits, A. Jasper-Toennies, M. Huttenlau, T. Einfalt, W. Rauch 2013. Impact of a changing environment on drainage system performance. *12<sup>th</sup> International Conference on Computing and Control for the Water Industry, CCWI2013, Perugia, Italy*.

## **P10** Parametrisierung von hydroklimatologischen Waldbestandsprozessen für die Wasserbilanzmodellierung in alpinen Einzugsgebieten

**Elisabeth Mair<sup>1,\*</sup>, Ulrich Strasser<sup>1</sup>, Thomas Marke<sup>1</sup>, Gertraud Meißl<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Geographie, Universität Innsbruck

\* Kontakt: e.mair@uibk.ac.at

Aus meteorologischer Sicht weisen Wald und Freiland zahlreiche charakteristische Unterschiede auf, die zu signifikanten Veränderungen des Waldklimas und der Bodenhydrologie im Vergleich zum Freiland führen. Während meteorologische Stationsmessungen im Freiland über geeignete Verfahren räumlich interpoliert werden können, gilt es innerhalb eines Waldes den Einfluss der Bäume (z. B. Abschattung, langwellige Ausstrahlung) auf die mikrometeorologischen Bedingungen zu berücksichtigen. Zudem ist der Wald ein nicht zu vernachlässigender Interzeptionsspeicher, v. a. für Schnee, weshalb sich die Schneebedingungen in Freiland und Wald deutlich unterscheiden.

Die Berücksichtigung der Prozesse, welche im Wald aus hydrologischer und meteorologischer Sicht relevant sind, ist in den meisten hydrologischen Modellen nicht oder nur bedingt gegeben, aber insbesondere für schneehydrologische Untersuchungen in alpinen Einzugsgebieten unterhalb der Baumgrenze von großer Bedeutung. In diesem Beitrag wird eine robuste Methode zur Modifikation von meteorologischen Freilandmessungen für die speziellen Bedingungen im Wald vorgestellt. Die Validierung der Simulationsergebnisse erfolgt mit Mikrosensoren, welche die wichtigsten meteorologischen Variablen messen und jeweils paarweise auf Nachbarstandorten in Wald und Freiland installiert werden. Die Messergebnisse sollen der Quantifizierung der deutlichen Unterschiede zwischen Wald und Freiland dienen sowie eine Parametrisierung und Validierung des vorgestellten Ansatzes ermöglichen. Erste punkthafte Simulationen für Messstandorte in Wald und Freiland werden mit einem einfachen Excel-Tool durchgeführt. Eine flächenhafte Modellierung der Waldhydrologie wird im ACRP-Projekt „STELLA“ erfolgen (6. Ausschreibung, Projektstart 15. August 2014). Im Rahmen des Projektes wird das hydrologische Modell WaSiM um die neue Bestandsklimakomponente erweitert und mit einem geeigneten Energiebilanz-Schneemodell gekoppelt. Ziel des Projektes ist es, Landnutzungsszenarien in Kombination mit Klimaszenarien zu modellieren, um den Einfluss einer sich verändernden Landnutzung auf die (Schnee-) hydrologischen Prozesse zu bestimmen.

## **P11 Einfluss des Klimawandels auf die Sedimentfracht eines alpinen Einzugsgebietes**

**Oliver Sass<sup>1</sup>, Josef Schneider<sup>2</sup>, Andreas Gobiet<sup>3</sup>, Johannes Stangl<sup>1</sup>, Matthias Redtenbacher<sup>2</sup>, Georg Heinrich<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Geographie und Raumforschung, Universität Graz

<sup>2</sup> Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Technische Universität Graz

<sup>3</sup> Wegener Center für Klima und Globalen Wandel, Karl-Franzens-Universität Graz

**Projekt:** ClimCatch – Impact of climate change on the sediment yield of alpine catchments, Nr. KR11AC0K00345

Der globale hydrologische Zyklus hat sich in der jüngeren Vergangenheit intensiviert, was häufigere und/oder stärkere geomorphologische Schadensereignisse wie z. B. Murgänge befürchten lässt. Für Österreich ist jedoch eine zukünftige Häufung von auslösenden Starkregen keineswegs gesichert, außerdem sind in Wildbächen häufigere Auslöseereignisse nicht unbedingt mit größeren Schäden gleichzusetzen, da auch Fragen der Sedimentverfügbarkeit berücksichtigt werden müssen. Im vorliegenden ClimCatch-Projekt wird der mögliche Einfluss des aktuellen Klimawandels auf die Sedimentbilanz untersucht. Das Arbeitsgebiet ist das Schöttlbach Einzugsgebiet bei Oberwölz (Steiermark). Ein Hochwasserereignis im Juli 2011 verursachte dort erhebliche Schäden.

Im Rahmen des Projektes wurde zur Beurteilung des aktuellen Sedimenttransportes im Schöttlbach-Einzugsgebiet und den untergliederten Teileinzugsgebieten ein dichtes Messnetz installiert und durch andere Messmethoden ergänzt. In der oberen Region des Schöttlbachs wurden eine meteorologische Station, zwei zusätzliche Niederschlagsschreiber und zwei einfache Abfluss-Messstationen (Temperatur- und Drucksensor) errichtet. Am Auslass des Gebiets wurde eine große Abflussmessstation mit Temperatur-, Trübe- und Leitfähigkeitssensoren installiert. Für die zeitlich und räumlich hoch auflösenden Transportvorgänge wurden so genannte Sediment Impact Sensoren (SIS) entwickelt, die an einigen Stellen des Einzugsgebietes fest verbaut sind und ständig den Geschiebetransport dokumentieren. So wurden bereits 15 Sediment-Impact-Sensoren im Schöttlbach und seinen verschiedenen Zubringern installiert und liefern permanent Daten. Trotz dieses erfolgreichen Betriebes bringen die widrigen Umstände eines Wildbachs, wie der Schöttlbach einer ist, verschiedene Schwierigkeiten mit sich. Das führt dazu, dass die SIS laufend adaptiert und weiterentwickelt werden. Die Eichungen erfolgten im Labor und werden in der laufenden Messsaison auch im Gelände kalibriert. Zur Bestimmung von Transportweiten und des Bewegungsbeginnes einzelner Korngrößen werden sowohl Farbtracer- als auch Radiotelemetrietracersteine verwendet. Dafür werden einzelne Steine aus den Gewässern entnommen und exakt bestimmt (wägen, abmessen, fotografieren). Danach werden diese entweder farblich markiert oder aufgebohrt und mit Radiosendern ausgestattet, welche eine Wiederauffindung der – in die Gewässer erneut ausgebrachten – Steine ermöglicht.

Zur Bestimmung des Abflusses, der für die erwähnten Transportbetrachtungen der Sedimente nötig ist, wurden Pegelschlüssel erstellt, die rechnerisch mittels der frei verfügbaren Software Bed Load Analyzer (verfügbar unter [www.hydro.tugraz.at](http://www.hydro.tugraz.at)) berechnet und mit Hilfe von Durchflussmessungen (magnetisch-induktiv bzw. mittels Salztracer) kalibriert wurden. Erste Ergebnisse zeigen zum Beispiel, dass am Krumeggerbach Steine bis zu sechs Kilogramm bereits bei Abflüssen von 240 l/s in Bewegung geraten. In weiterer Folge sollen diese Beobachtungen einerseits für numerische Untersuchungen als Eingangs- und Kalibrierungsdaten Verwendung finden, andererseits aber auch zur Bilanzierung des Sedimenthaushaltes im gesamten Einzugsgebiet herangezogen werden. Die Quantifizierung des Sedimentaustrages aus dem

Einzugsgebiet erfolgt mit Hilfe volumetrischer Methoden, wobei die Kubaturen des am Auslass gelegenen Geschieberückhaltebeckens mit Hilfe von Terrestrischen Laser Scans (TLS) und der neuen photogrammetrischen Methode „Structure-from-Motion“ bestimmt werden. Ergänzend fließen auch noch Daten von Ausbaggerungsarbeiten mit in die Berechnung ein. Bei den Analysen der TLS-Daten des Rückhaltebeckenecken wurden extrem hohe Sedimentationsraten festgestellt, sodaß die starke Sedimentdynamik beispielsweise auch mehrere Fixpunkte zerstörte und damit die Auswertung erschwerte.

Zur Erfassung der Oberflächenveränderungen über die letzten Jahrzehnte wurde eine multitemporale Luftbildauswertung durchgeführt, hierbei wurden bereits bei ersten Auswertungen erhebliche Veränderungen erkannt. Erste Messungen zur Sedimentmächtigkeit (Geoelektrik-Messungen) wurden durchgeführt, dabei konnte bestätigt werden das die quartärzeitlichen Terrassensedimente an den Talflanken des Mittellaufs die bedeutendsten Sedimentquellen sind. Die durchgeführten Geoelektrik-Profile zeigen an einigen Stellen Sedimentmächtigkeiten von  $\geq 40$  Metern.

Bei der Analyse der vergangenen Hochwasserereignisse konnte kein fester Niederschlagsschwellenwert für die Auslösung schadenbringender Hochwasserereignisse festgestellt werden. So können beispielsweise Hochwässer ab ca. 25 mm Tagesniederschlag entstehen und werden erst bei 60 mm mit Sicherheit ausgelöst. Die vom Wegener Zentrum berechneten RCM-Szenarien zeigen Temperaturanstiege für die Region Oberwölz von +0,9 bis +2,4 °C. Weiters wird demnach ein Niederschlagsanstieg von +5,5 % im Jahresmittel erwartet (–0,4 % bis +15,0 %). Allgemein wird der ausgeprägteste Anstieg für Oktober prognostiziert. Interessant sind auch die Ergebnisse zum Vergleich mit dem Rest der Steiermark, dieser zeigt nämlich eine ausgeprägtere Niederschlagszunahme für den Region Murau.

## **P12** Geschiebehaushalt in Hochgebirgsbächen und dessen langfristige Entwicklung

**Stefan Achleitner<sup>1,\*</sup>, Johannes Kammerlander<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Arbeitsbereich Wasserbau, Universität Innsbruck

\* Kontakt: stefan.achleitner@uibk.ac.at

**Projekt:** DevoBeTA-CC – Development of Bedload Transport in Alpine Catchments under Climate Change, ACRP 5<sup>th</sup> call

**Laufzeit:** 07.2013 – 06.2016

**Projektpartner:** Thomas Einfalt und Alrun Jasper-Tönnies, hydro & meteo GmbH & Co. KG, Lübeck  
Michael Chiari und Johannes Hübl, Institut für Alpine Naturgefahren, Universität für Bodenkultur Wien

Der Geschiebehaushalt ist eine entscheidende Rahmenbedingung für die Morphologie alpiner Fließgewässer und ist deshalb von hoher Relevanz für eine Reihe von flussbaulichen und / oder gewässerökologischen Fragestellungen (vgl. Habersack et al. 2013). Ein nachhaltiges Management unserer Fließgewässer setzt deshalb die Kenntnis der zukünftig zu erwartenden Rahmenbedingungen voraus. Das ACRP-Projekt DevoBeTA-CC befasst sich mit den Auswirkungen des Klimawandels auf den Geschiebehaushalt in alpinen Einzugsgebieten und darauf aufbauend mit den Konsequenzen für die Flussmorphologie von größeren Talflüssen.

Der Schwerpunkt des Projektes liegt dabei auf der Langzeitbetrachtung der Hydrologie und dem damit einhergehenden Geschiebehaushalt von Hochgebirgsbächen, den Zubringern von alpinen Talflüssen. Die Mechanismen auf Basis aktueller und historischer Zustände bestmöglich zu erfassen bildet die Grundlage für Prognosen. Die Datengrundlage hierzu sind langjährige Aufzeichnungen (bis zu 48 Jahre) von Wasser- und Geschiebefrachten in energiewirtschaftlich genutzten Einzugsgebieten. Derzeit handelt es sich um zehn Wasserfassungen des Kraftwerks Kaunertal und elf Wasserfassungen der Kraftwerksgruppe Sellrain-Silz der Tiroler Wasserkraft AG (TIWAG). Die Einzugsgebiete variieren hinsichtlich Gebietsgrößen (zwischen 3 und 61 km<sup>2</sup>) aber auch sonstigen Einzugsgebietscharakteristiken wie Geologie, Neigungsverhältnissen, Bewuchs, etc.

An diesen Standorten wird das zufließende Bachwasser seit Jahrzehnten zumeist mit einem Tiroler Wehr gefasst und im Zuge dessen auch mengenmäßig erfasst. Ebenso wird das transportierte Geschiebe zu einem erheblichen Teil miteingezogen (Sommer & Lauffer 1982). Die Trennung des Reinwassers erfolgt in der anschließenden Entsanderkammer in der sich die mittransportierten Feststoffe absetzen. Mittels Sohlmembranen wird das Gewicht des sich entwickelnden Geschiebeablagerungskegels kontinuierlich registriert (Abb. 1). Neben dem eigentlichen Zweck, dem automatischen Auslösen von Spülungen, geben diese Messungen Aufschluss über die transportierten Geschiebemengen. Die Anzahl der Spülungen wird seit 1965 zumindest monatlich erfasst. Mit der Kenntnis der gespülten Geschiebemengen (Tschada 1975; Sommer & Lauffer 1982; Hofer 1985), erlauben die Daten eine Rückrechnung der jährlichen oder monatlichen Geschiebefrachten je Fassungsstandort. Neben der Aktualisierung und Erweiterung derartiger Auswertungen (Sommer & Lauffer 1982) lassen die mittlerweile bis zu 48 Jahre langen Zeitreihen auch vertiefte Analysen von langfristigen Entwicklungen, respektive Trends, zu.

In jüngerer Zeit (1985 bis 2013) stehen dem Projekt auch kontinuierliche Zeitreihen im 15-Minutenintervall zur Verfügung. Diese erlauben auch die genaue Erfassung der Spülzeitpunkte. Die einmalige zur Verfügung stehende Datengrundlage ermöglicht die Kalibrierung, sowie Weiterentwicklung von numerischen Modellen zur Langzeitsimulation des Abflusses und des Geschiebetransportes in alpinen Ein-

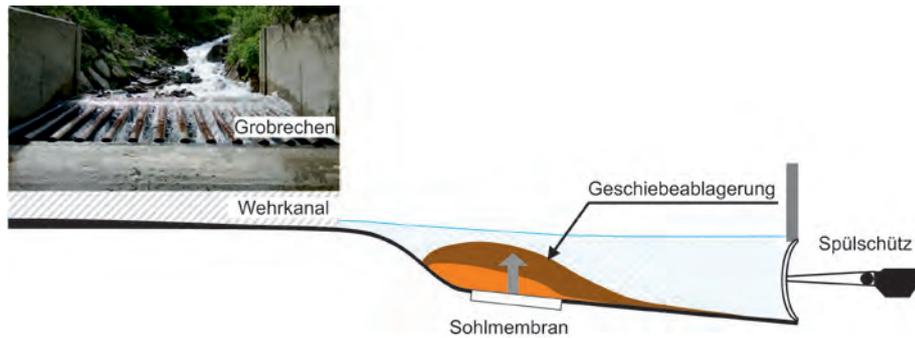


Abb. 1 – Schema der Geschiebemessung an den Wasserfassungen der TIWAG

zugsgebieten. Die Erfassung der Instationarität des Geschiebetransports im Sinne einer zeitlich variablen Transporteffizienz (unterschiedliche Transportrate bei gleichem Abfluss, vgl. Lenzi et al. 2004; Turowski et al. 2009) ist dabei ein Schwerpunkt.

Um nun die Auswirkungen des Klimawandels auf die Hydrologie und den Geschiebehaushalt in alpinen Einzugsgebieten abzuschätzen und die Bandbreite möglicher Entwicklungen aufzeigen zu können, bilden Klimaprojektionen eine Grundlage. Grundsätzlich sind diese für Österreich flächendeckend vorhanden (z. B. aus dem ACRP-Projekt reclip:century), werden allerdings hinsichtlich der zeitlich-räumlichen Auflösung für die hydrologische Langzeitsimulation kleiner, alpiner Einzugsgebiete angepasst. Dies macht ein weiteres „downscaling“ solcher Projektionen erforderlich. Die daraus gewonnenen Zeitreihen dienen als Eingangssignale für die hydrologische Modellierung, deren Ergebnisse wiederum die Rahmenbedingungen für den „Geschiebehaushalt der Zukunft“ darstellen.

### Literatur

- Habersack, H., B. Wagner, A. Schoder, C. Hauer 2013. Die Bedeutung von Feststoffhaushalt und Sedimentdurchgängigkeit für eine nachhaltige Nutzung der Wasserkraft. *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft*. 65 (9-10): 354–361, DOI: 10.1007/s00506-013-0108-0.
- Hofer, B. 1985. *Der Feststofftransport von Hochgebirgsbächen am Beispiel des Pitzbachs*. Dissertation an der Universität Innsbruck, Innsbruck.
- reclip:century, *Research for Climate Protection: Century Climate Simulations*, ACRP Project Number: A760437, 2011.
- Lenzi, M.A., L. Mao, F. Comiti 2004. Magnitude-frequency analysis of bed load data in an Alpine boulder bed stream. *Water Resources Research*: 40, W07201, DOI: 10.1029/2003WR002961.
- Turowski, J.M., E.M. Yager, A. Badoux, D. Rickenmann, P. Molnar 2009. The impact of exceptional events on erosion, bedload transport and channel stability in a step-pool channel. *Earth Surf. Process. Landf.* 34: 1661–1673. DOI: 10.1002/esp.1855.
- Sommer, N., H. Lauffer 1982. Untersuchungen über den Feststofftransport in Gebirgsbächen der Ostalpen. *Tagungsband des 14. Internationalen Talsperrenkongress*, Rio de Janeiro, Brasilien.
- Tschada, H. 1975. Beobachtungen über die Geschiebeführung von Hochgebirgsbächen. *Tagungsband der Interpraevent 1975*: 109–126.

## **P13 Langzeitmonitoring von Gletschern in Österreich: Strukturen, Daten und Anwendungen**

**Andrea Fischer<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Interdisziplinäre Gebirgsforschung, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Innsbruck

**Projekt:** Gletschermessungen 1891 –

**Webseite:** [www.glaziologie.at](http://www.glaziologie.at)

Für verschiedene Verwaltungsaufgaben und Behördenverfahren werden Daten und Unterlagen zur Größe und Ausdehnung von Gletschern, der Lage von Moränen und andere Kenngrößen des Klimas und der Klimaänderungen benötigt. Für Österreichs Gletscher und ihre Vorfelder sind für die verschiedenen Anwendungen unterschiedliche Datensätze verfügbar: Jährliche Gletschermassenbilanzen, Längenänderungen und Fließgeschwindigkeiten, Aufzeichnungen der Abflüsse, Klimadaten und Aufzeichnungen automatischer Kameras im Nahebereich verschiedener Gletscher sowie die Dokumentation der Flächen und Oberflächenhöhen aller Gletscher in den Inventaren zum Hochstand der kleinen Eiszeit um 1850, 1969, 1998 und 2008.

Die Datensätze werden von verschiedenen Bundes- oder Landesstellen sowie von diversen anderen Einrichtungen erhoben. Die Einrichtung der gemeinsamen Website der glaziologischen Forschungsinstitute Österreichs [www.glaziologie.at](http://www.glaziologie.at) stellt einen ersten Schritt zu einer besseren Zugänglichkeit der verschiedenen Datensätze dar.

Derzeit werden auf jährlicher Basis Massenbilanzen, Fließgeschwindigkeiten und Längenänderungen erhoben: Gletschermassenbilanzen werden (von Ost nach West) am Hallstätter Gletscher/Dachstein (IGF/ÖAW), in den Hohen Tauern auf, Wurtenkees, Kleinfleißkees, Goldbergkees, Pasterze (alle ZAMG), Stubacher Sonnblickkees (Hydrographie Salzburg), Äusseres Mullwitzkees, Venedigerkees (beide IGF/ÖAW), am Hintereisferner und Kesselwandferner (IMGI/UIBK), Vernagtferner (KAG/BAdW) und in der Silvretta am Jamtalferner (Verein Gletscher-Klima). Aufgelassen wurden die Messungen des Massenhaushaltes auf dem Vermunt- und Ochsentalgletscher (Silvretta) sowie am Sulztalferner (Stubai Alpen). Messungen der Ablation an einzelnen Pegeln werden am Taschachferner, Gepatschferner (Ötztaler Alpen) und am Schlattenkees (Hohe Tauern) durchgeführt.

Zeitreihen der Fließgeschwindigkeiten werden auf der Pasterze (KFUG, OeAV), am Ödenwinkelkees (Slupetzky), am Hintereisferner (OeAV) und am Kesselwandferner (Verein Gletscher-Klima) gemessen. Abflussmessungen in unmittelbarer Nähe des Gletschers gibt es am Vernagtferner (KAG/BAdW), am Stubacher Sonnblickkees und am Venedigerkees (beide Hydrographie Salzburg).

Längenmessungen werden vom Gletschermessdienst des OeAV jährlich an etwa 100 Gletschern durchgeführt. Damit werden die Veränderungen an mehr als 10 % aller österreichischen Gletscher jährlich in Zahlen und fotografisch dokumentiert.

Im Unterschied zu den Daten, die auf Feldmessungen beruhen, erfassen die auf Luftbildern bzw. LiDAR Daten beruhenden österreichischen Gletscherinventare alle österreichischen Gletscher. Aus den Inventaren sind die Änderungen der Gletscherflächen, aber auch des Gletschervolumens zwischen dem Hochstand um 1850 und heute abzuleiten. Diese Informationen über die Änderung des in den Gletschern gespeicherten Wassers werden durch die für etwa 70 österreichische Gletscher verfügbaren Eisdickendaten ergänzt.

Das Langzeitmonitoring an Österreichs Gletschern wird von folgenden Institutionen gefördert: Hydrographien der Länder Kärnten, Tirol und Salzburg, Nationalpark Hohe Tauern, Oesterreichischer Alpenverein, Verbund, Energie AG, Verein Gletscher-Klima.

Das Langzeitmonitoring findet in Zusammenarbeit mit den internationalen Netzwerken wie dem World Glacier Monitoring Service (WGMS), Long Term Ecological Research (LTER) und Global Observing Systems (GCOS/GTOS) statt. Ein Teil der in Österreich erhobenen Daten ist bereits auf den Datenbanken des WGMS ([www.wgms.ch](http://www.wgms.ch)) und des Alfred Wegener Institutes in Bremerhaven ([www.pangaea.de](http://www.pangaea.de)) abrufbar.

Im Zuge der Hoheitsverwaltung werden derzeit vor allem die Ausdehnung der Gletscherflächen im Rahmen von naturschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren sowie die Massenhaushalts- und Inventarsdaten im Rahmen von UVE und UVP Verfahren verwendet.



*Abb. 1 – Jamtalferner am 13.09.1969 und am 14.08.2013 (Bildarchiv OeAV Gletschermessdienst, Fischer).*

### Abkürzungen

IGF/ÖAW – Institut für Interdisziplinäre Gebirgsforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

IMGI/UIBK – Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck

KAG/BAAdW – Kommission für Erdmessung und Glaziologie (KEG, vormals Kommission für Glaziologie, KfG) an der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (BAAdW)

KFUG – Institut für Geographie und Raumforschung, Universität Graz

OeAV – Oesterreichischer Alpenverein

ZAMG – Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

## P14 Abschätzung der Volumenänderung der Gletscher in Tirol im 21. Jahrhundert

Wolfgang Gurgiser<sup>1</sup>, Ben Marzeion<sup>1</sup>, Martin Ortner<sup>1</sup>, Michael Kuhn<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Zentrum für Klima und Kryosphäre, Institut für Meteorologie und Geophysik, Innsbruck

**Kooperationspartner:** Hydrographischer Dienst Innsbruck, Hydrographisches Amt Bozen



Heute bedecken Gletscher in Nord- und Südtirol eine Fläche von rund 440 km<sup>2</sup> ( $\approx 2\%$  der Gesamtfläche). Trotz des geringen Anteils an der Gesamtfläche sind sie wichtige Faktoren im Wasserhaushalt einiger alpiner Einzugsgebiete, die zum Teil zur Stromerzeugung genutzt werden. In sehr trockenen Sommern ist Schmelzwasser von Alpengletschern auch für die großen Flüsse und Lebensräume im Alpenvorland von Bedeutung.

Seit der sogenannten kleinen Eiszeit um das Jahr 1850, dem letzten größeren Gletschervorstoß in den Alpen, haben die meisten Gletscher

mehr als die Hälfte ihrer Fläche und ihres Volumens verloren. Dadurch wurde zusätzlich zum jährlichen Niederschlag Schmelzwasser in die Flüsse abgegeben und der Durchfluss erhöht. Eine weitere Abnahme des Gletschervolumens wird jedoch diesen zusätzlichen Wasserbeitrag in den Sommermonaten reduzieren und somit unter anderem den Betrieb von großen Wasserkraftwerken in den Alpen beeinflussen.

Um die Entwicklung der Gletscher im 21. Jahrhundert abschätzen zu können, haben wir ein Modell entwickelt, das mit Hilfe von monatlichen Mitteltemperaturen und Niederschlagssummen den Massenhaushalt (Massengewinn durch festen Niederschlag abzüglich Massenverlust durch Schmelze und Verdunstung) einzelner Gletscher berechnen kann. Unter Einbeziehung von (mehrere Jahrzehnte lang) gemessenen Massenbilanzen kann das Modell sowohl optimiert als auch die Unsicherheiten seiner Ergebnisse erhoben werden.

Die für die Berechnung von Zukunftsszenarien notwendigen Temperatur und Niederschlagsdaten werden mit Klimamodellen berechnet. Nachdem verschiedene Klimamodelle leicht unterschiedliche Daten liefern, werden sogenannte Ensembles (eine Gletschermassenbilanzberechnung für die Daten von jedem Klimamodell) berechnet, um alle möglichen Entwicklungen zu berücksichtigen.

Die zukünftige Entwicklung von Temperatur und Niederschlag, die mit Klimamodellen berechnet wird, hängt auch sehr stark vom zukünftigen Ausstoß von Treibhausgasen (Kohlendioxid, Methan, etc.) ab. Nachdem die Entwicklung der Treibhausgasemissionen sehr unsicher ist, werden wiederum für verschiedene Schätzung Modellberechnungen durchgeführt.

Schlussendlich präsentieren wir eine Abschätzung der Gletscherentwicklung im Laufe des 21. Jahrhunderts in Nord- und Südtirol für verschiedene Emissionsszenarien (Treibhausgase). Die Ergebnisse sollen verschiedenen Betroffenen (z. B. Kraftwerksbetreiber, Touristiker, Bergbauern) helfen, sich auf zu erwartende Veränderungen vorzubereiten.

## **P15** Glacier Change in South-Tyrol, Italy – Airborne Laserscanning and Direct Surface Mass Balance Measurements

**Lorenzo Rieg<sup>1,\*</sup>, Stephan Galos<sup>2</sup>, Christoph Klug<sup>1</sup>, Rudolf Sailer<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Geography, University of Innsbruck

<sup>2</sup> Institute for Meteorology and Geophysics, University of Innsbruck

<sup>3</sup> alpS – Centre for Climate Change Adaptation, Innsbruck

\* Contact: lorenzo.rieg@uibk.ac.at

The glaciers of the Vinschgau region in South-Tyrol, Italy, are important water storages. During the melt season, their runoff feeds the Etsch-river, which is the main water source for the intensive fruit production in the inner alpine dry valley with very low precipitation rates. Nevertheless, relatively little is still known about the current state of the glaciers in the area, except from the glacier inventories for 1983, 1997 and 2005 / 2006 and a few glaciers, which are subject to mass-balance studies (like Langenferner, which is subject of detailed observations since the hydrological year 2003 / 04). The current study focuses on the glacier in the Vinschgau region and therefore covers the glaciers within the northern part of the Ortler-Cevedale group, as well as some glaciers in the southern part of the Ötztal Alps (Langtaufers, Matsch, Schnals and Pfossen valleys) which drain into the Etsch.

Three sets of airborne laser scanning (ALS) data have been used to calculate the recent changes in glacier area and volume. Data from 2004 / 2005 is available from the Autonomous Province of Bozen, while two other data acquisition campaigns were conducted in context of the project MALS (Multitemporal Airborne Laserscanning South-Tyrol) and the project “A physically based regional mass balance approach for the glaciers of the Vinschgau catchment – glacier contribution to water availability” in autumn 2011 and 2013. The extents of all glaciers in the study area have been delineated for all three dates, based on digital terrain models (DTM), hillshades and ALS intensity information. Those results are used to calculate changes in the glaciated areas. The three ALS data-sets have been used to calculate the volume change of the studied glaciers in the time between the individual ALS-campaigns.

The geodetic mass balance for all studied glaciers has been calculated, which means that changes in glacier volume between 2005 and 2013, as well as their altitudinal distribution have been calculated from the differences of the ALS-based DTM. The results of the mass-balance calculations for the single glaciers are interpreted with respect to their spatial distribution, taking topographic parameters such as altitudinal distribution of glacier area into account. Furthermore, the volume changes were used to cross-check the direct mass balance observations on Langenferner and to evaluate the representativity of these measurements for other glaciers in the region.

## **P16** Gletscher als alpiner Klimaindikator im 3PCLIM Projekt, Nordtirol

**Bernd Seiser<sup>1,\*</sup>, Andrea Fischer<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institute für Interdisziplinäre Gebirgsforschung, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Innsbruck

\* Kontakt: bernd.seiser@oeaw.ac.at

**Projekt:** 3PCLim-WP6, Interreg 4 Projekt

**Webseite:** [www.alpenklima.eu](http://www.alpenklima.eu)

Ziel des Interreg-IV-Projektes 3PCLIM ist ein, den aktuellen Erfordernissen entsprechendes, umfangreiches, vollständiges und einheitliches klimatologisches Grundlagenwerk für den Großraum Nordtirol – Südtirol – Veneto zu erstellen. Zusätzlich soll ein Ausblick auf die klimatischen Entwicklungen in den nächsten Jahrzehnten gegeben werden. Da Gletscher einen Indikator für klimatische Veränderungen darstellen werden für die Regionen Nordtirol, Südtirol und Veneto alle erhältlichen Gletscherdaten gesammelt und deren aktuelle Ausdehnung sowie zeitliche Veränderungen dargestellt.

Die gesammelten Daten stammen aus unterschiedlichen regionalen Gletscherinventaren, die mit Zusatzdaten wie Massenbilanzen, Längenänderungen und Gletscherhochständen um 1850 ergänzt werden. Da sich die Gletscherfläche seit 1850 um mehr als 50 % reduziert hat werden auch solche Gletscherrückgänge visualisiert und dargestellt.

Topografische Karten und Produkte aus klimatischen Zeitreihen wie z. B. mittlerer jährlicher Niederschlag oder mittlere jährliche Schneehöhen zeigen die klimatischen Bedingungen und Veränderungen in vergletscherten Gebieten und sind die Basis für weitere Forschungen.

## **P17** Der Einfluss zukünftiger Gletscherstände auf hydrologische Fragestellungen in den Öztaler Alpen

**Moritz Zimmermann<sup>1,2,\*</sup>, Matthias Huttenlau<sup>1</sup>, Katrin Schneider<sup>1</sup>, Johann Stötter<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> alpS – Center for Climate Change Adaptation, Innsbruck

<sup>2</sup> Institut für Geographie, Universität Innsbruck

\* Kontakt: zimmermann@alps-gmbh.com

**Projekt:** HydroX – Auswirkungen von hydrologischen Extremereignissen in alpinen Talschaften (in das Projekt eingebettete Masterarbeit)

**Webseite:** [www.alp-s.at/cms/de/klimawandelanpassung/projekte-hydro/h01-hydrox/](http://www.alp-s.at/cms/de/klimawandelanpassung/projekte-hydro/h01-hydrox/)

**Laufzeit:** 04.2010 – 03.2014

Alpine Gletscher werden auf die im aktuellen Fünften Sachstandsbericht des IPCC projizierten Temperaturanstiege entsprechend sensitiv reagieren. Das seit Mitte des 19. Jahrhunderts zu beobachtende und sich in jüngster Vergangenheit aufgrund der starken anthropogenen Klimabeeinflussung verstärkte Rückschmelzen der Gletscher wird sich weiter fortsetzen. Dadurch wird unter anderem das Abflussverhalten in alpinen Einzugsgebieten mit hohem Anteil der Eisschmelze am Abfluss wesentlich beeinträchtigt.

Aufbauend auf projizierten Temperaturanstiegen werden innerhalb der vorliegenden Arbeit (i) potenzielle Gletscherzustände in den Öztaler Alpen abgeleitet und (ii) damit einhergehende Änderungen des Abflussverhaltens der Öztaler Ache aufgrund einem veränderten Anteil der Eisschmelze bis zum Jahr 2050 untersucht. Die Grundlage für die Ableitung und zeitliche Einordnung möglicher Veränderungen der Gletscherausdehnungen im hinteren Ötztal stellt eine Auswertung der mittleren Temperaturzunahme unter Zugrundelegung des SRES A1B Szenarios des Vierten Sachstandsberichtes des IPCC mit drei regionalen Klimamodellen ALADIN, REMO und REGCM3 dar. Zukünftige Gletscherstände werden in Anlehnung an das einfache Konzept nach Paul et al. (2007) ermittelt. Bei dieser Methodik wird die Gleichgewichtslinie (*ELA – Equilibrium Line of Altitude*) bei stationärem Zustand der Gletscher in ihrer Höhenstufe nach oben verschoben. Mithilfe des Akkumulations-Ablations-Verhältnis von 2:1 für den Alpenraum können mit einem digitalen Geländemodell (DGM) sowie vorhandener Gletscherausdehnungen des Gletscherinventars von 2006, mögliche zukünftige Gletscherausdehnungen vereinfacht abgeleitet werden. Die weiterführenden möglichen Auswirkungen von veränderten Gletscherausdehnungen auf den Abfluss werden mit dem halbverteilten hydrologischen Modell HQsim berechnet.

Nach Paul et al. (2007) kann in den Schweizer Alpen von einem durchschnittlichen Anstieg der ELA von 140 m pro Grad Celcius Erwärmung ausgegangen werden. Diese Annahme wird auf die Öztaler Alpen übernommen. Die Auswertung der mittleren Temperaturzunahme während der Sommermonate für das hintere Ötztal ergibt eine mögliche Erhöhung der Temperatur bis 2050 um 2,7 °C gegenüber der mittleren Sommertemperatur der Referenzperiode 1980–2010. Dies zieht eine methodische Erhöhung der ELA im Rahmen dieser Arbeit von 370 m mit sich, wobei die zeitliche Entwicklung bis zur Erreichung der 2,0 °C Zunahme in 0,5 °C Schritte vorgenommen wird. Basierend auf diesem einfachen ELA-Ansatz reduziert sich die vergletscherte Fläche von Gletschern mit einer minimalen Flächenausdehnung von 500 000 m<sup>2</sup> aus dem Gletscherinventar von 2006 um rund 82 %, von rund 68 km<sup>2</sup> auf ca. 3,8 km<sup>2</sup>. Gletscherflächen kleiner 500 000 m<sup>2</sup> wurden nicht weiter berücksichtigt, da von deren gänzlichem Verschwinden ausgegangen wird.

Mögliche zukünftige Abflussverhältnisse unter Berücksichtigung von veränderten Gletscherausdehnungen und einem damit einhergehenden relativ geringeren Anteil der Eisschmelze am Abfluss, werden

mit dem halbverteilten Modell HQsim untersucht. Betrieben wird das Modell mit unterschiedlichen Gletscherausdehnungen und einem veränderten Klimainput durch Niederschlag und Temperatur.

Abschließend wird noch einmal darauf hingewiesen, dass die angewandte Methode zur Ableitung möglicher zukünftiger Gletscherausdehnungen ausschließlich auf einer Erhöhung der ELA und einer Beibehaltung des 2:1 Verhältnisses beruht, was prinzipiell den Zustand bei ausgeglichener Massenbilanz darstellt. Weitere wichtige Eigenschaften wie bspw. das Volumen, die laterale Schmelze sowie die temporär verzögerte Reaktion eines Gletschers auf Temperaturimpulse wurden nicht berücksichtigt.



## **P18 Annual and inter-annual variability of pollen accumulation in a Mt Ortles firn core**

**Daniela Festi<sup>1,\*</sup>, Werner Kofler<sup>1</sup>, Paolo Gabrielli<sup>2</sup>, Edith Bucher<sup>3</sup>, Volkmar Mair<sup>4</sup>, Klaus Oegg<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Botanik, Universität Innsbruck

<sup>2</sup> Byrd Polar Research Center, The Ohio State University

<sup>3</sup> Landesagentur für Umwelt, Biologisches Labor, Autonome Provinz Bozen

<sup>4</sup> Amt für Geologie und Baustoffprüfung, Autonome Provinz Bozen

\* Contact: daniela.festi@uibk.ac.at

Alpine glaciers represent an essential water resource for the wildlife as well as for human populations; moreover, they are exceptional palaeo-ecological archives, capable of retaining crucial information on past climate, environment and human activities. Unfortunately, glaciers are vulnerable to long-term climate change. As a matter of fact, their full retreat provides an unambiguous evidence of the ongoing climate warming. For the next decades a continuous warming is also predicted, triggering extended thawing of glacier ice and endangering the persistence of glaciers. This melting will have serious consequences: the release of environmental risky chemical substances trapped in the ice, the loss of essential water resources, the rise of the sea level, and finally the dissipation of a unique palaeo-environmental archive. In this perspective, it is crucial to investigate the existing glaciers before the climatic conditions alter the palaeo-records.

Alto dell'Ortles Glacier (46° 30' 32" N, 10° 32' 41" E) is located in the Eastern Italian Alps close to the boarder between Italy, Austria and Switzerland, and is as well the highest Eastern Alpine glacier. Ice temperature, stable isotopes and main ions analyses performed on a firn core taken on the top of the Mt. Ortles, have shown the suitability of this glacier for palaeoenvironmental studies. The present contribution provides the first results of the project PAMOGIS (Pollen analyses of the Mt Ortles glacier ice samples) and elucidates the potential of palynology as tool for ice core dating. In fact, an accurate chronology is essential for a correct interpretation of the data recovered from the ice record. Absolute time markers such as <sup>3</sup>H peaks and Sahara dust horizons, together with radiometric methods such as <sup>210</sup>Pb, radiocarbon from carbonaceous aerosol particles and AMS-dating, are commonly used to obtain an age depth model of ice cores. However, those methods do not provide an annual or seasonal time scale. On the contrary, our palynological results show that the pollen spectrum of the Ortles firn core shows seasonal and inter-annual variability, which enables the attribution of snow samples to three different flowering seasons and to winter. According to these four components a seasonal and annual chronology was established, proving that the 10 m firn core encompasses five years of snow accumulation and presents a clear seasonal palynological signal. These first results clearly show the potential of glacier pollen as a chronological tool that can contribute to the construction of a robust chronological model with a seasonal to annual resolution. This supports a more accurate interpretation of other proxies measured in glacier ice, such as stable isotopes, major ions and trace elements. Finally, this study is the first step and the base for future research on deeper ice cores on the Alto dell'Ortles Glacier (Ortles project: [www.ortles.org](http://www.ortles.org)).

## **P19** Future scenarios of soil water availability at managed grassland ecosystems in the Austrian Alps

**Albin Hammerle<sup>1,\*</sup>, Perluigi Calanca<sup>2</sup>, Matthias Themessl<sup>3</sup>, Andreas Gobiet<sup>3</sup>, Georg Wohlfahrt<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Ökologie, Universität Innsbruck

<sup>2</sup> Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich

<sup>3</sup> Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel, Karl-Franzens-Universität Graz

\* Contact: albin.hammerle@uibk.ac.at; www.biomet.co.at

Available soil water is a major constraint for numerous ecosystem functions and is likely to be considerably affected by projected shifts in temperature and precipitation. Quantifying likely future changes in soil water content is therefore essential for assessing impacts of climate change on ecosystem functions.

We present a data fusion approach addressing changes in soil water content of temperate grasslands in the Austrian Alps under future climate scenarios. We use a simple soil bucket model, characterized by an efficient structure and minimal requirements regarding meteorological inputs (solar radiation, precipitation and air temperature). The model is therefore suitable for the analysis of a wide range of ecological datasets.

Given a repository of soil water content and meteorological data collected at ten sites in the Eastern Alps as well as a set of downscaled regional climate scenarios, developed for the years 1961–2050 with five different regional/global climate models (CNRMRM, AITCCLM, KNMIRACMO, DMIHIR-HAM, ETHZCLM) we simulated soil water content conditions under these future climate scenarios.

Despite the simple model structure calibrated model runs do show a very good performance at the majority of investigated sites. Results show that if any trend can be found, the investigated ecosystems tend to higher soil water contents on average, associated with a distinct decrease in snow cover duration under future climate conditions. Regardless of these average trends some climate models cause an increasing frequency and a longer duration of extreme dry soil water conditions under future climate scenarios.

## **P20** Bedeutung der Niederschlagsverteilung für die Flüsse klimarelevanter Gase aus Böden des Pannonischen Raumes

**Kerstin Michel<sup>1,\*</sup>, Barbara Kitzler<sup>1</sup>, Helene Berthold<sup>2</sup>, Johannes Hösch<sup>2</sup>, Andreas Baumgarten<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Bundesforschungszentrum für Wald, BFW, Wien

<sup>2</sup> Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, AGES, Wien

\* Kontakt: kerstin.michel@bfw.gv.at

**Projekt:** LYSTRAT – Wirkung von klimainduziertem Trockenstress und Starkregenereignissen auf ökosystemare Funktionen, Wasserhaushalt, Ertragsfähigkeit und Biodiversität landwirtschaftlicher Böden des pannonischen Raumes: Effekte und Zukunftsstrategien für die Landnutzung, ACRP 2<sup>nd</sup> call

**Laufzeit:** 01.01.2011 – 31.12.2013

**Projektpartner:** Gerd Bachmann, Universität Wien; Alexander Bruckner, Universität für Bodenkultur, BOKU, Wien; Franz Hadacek, Universität Wien; Erwin Murer, Bundesamt für Wasserwirtschaft, BAW, Wien; Johann Zaller, Universität für Bodenkultur, BOKU, Wien

Klimaszenarien für den pannonischen Raum weisen auf eine Zunahme der Länge und Anzahl der Trockenperioden aufgrund abnehmender Niederschläge und auf eine Konzentration der Niederschläge auf wenige Ereignisse hin. Hierdurch sind deutliche Effekte auf den Wasserhaushalt von Böden zu erwarten. Welche Bedeutung ein geändertes Niederschlags- und somit Bodenfeuchteregime für die Freisetzung klimarelevanter Gase ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  und  $\text{CH}_4$ ) aus landwirtschaftlich genutzten Böden hat, ist bisher nicht geklärt. Ziel des Projektes ist es daher, die Auswirkungen von klimainduziertem Stress und Starkregenereignissen auf den Wasserhaushalt und die damit verbundenen Emissionen an klimarelevanten Gasen zu erfassen. Als Versuchsstandort dient die Lysimeteranlage Hirschstetten im Nordosten Wiens, die aus 18 grundwasserfreien Lysimetern besteht. Je drei Lysimeter pro Bodentyp (sandiger Tschernosem, tiefgründiger Tschernosem, Feuchtschwarzerde) werden Trockenperioden und Starkregenereignissen unterworfen (prognosticated rain, „prog.rain“). Die Beregnungsmenge und -verteilung für die übrigen Lysimeter, die als Kontrolle dienen, werden am langjährigen Niederschlagsdurchschnitt orientiert (current rain, „curr.rain“).

Die Freisetzung von  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  und  $\text{CH}_4$  wurde im Feiland von März 2011 bis November 2013 mittels der „closed-chamber“-Methode erfasst. Die Probenahme wurde jeweils im Zeitraum April bis Oktober im Abstand von zwei Wochen durchgeführt, ansonsten einmal pro Monat. Zeitgleich wurde die Bodentemperatur in 5 cm Tiefe gemessen sowie Bodenproben (0–5 cm) zur Bestimmung des gravimetrischen Wassergehaltes entnommen. Zur Interpretation der Gasmessungen wurden ausgewählte Basis- und mikrobielle Parameter bestimmt (Ammonium- und Nitratgehalte, pH-Wert, mikrobieller Biomassekohlenstoff und -stickstoff sowie die Zusammensetzung der mikrobiellen Gemeinschaft anhand von Phospholipidfettsäureprofilen).

Die untersuchten Böden reagierten rasch auf Veränderungen des Niederschlagsmusters. Am deutlichsten war dies bei der Feuchtschwarzerde zu erkennen, die mit erhöhten  $\text{N}_2\text{O}$ - und  $\text{CO}_2$ -Emissionen reagierte. Im ersten halben Versuchsjahr (2011) überstieg bei diesem Bodentyp die mittlere  $\text{N}_2\text{O}$ -Freisetzung der Variante „prog.rain“ die der Kontrolle deutlich ( $50,4 \mu\text{g N m}^{-2} \text{h}^{-1}$  vs.  $19,2 \mu\text{g N m}^{-2} \text{h}^{-1}$ ). Allerdings war die Variabilität zwischen den Feldwiederholungen sehr groß wie Standardfehler von 30.1 („prog.rain“) bzw.  $13,8 \mu\text{g N m}^{-2} \text{h}^{-1}$  („curr.rain“) zeigen. Nach diesem Zeitraum war für alle drei Bodentypen, von Einzelpeakereignissen abgesehen, hinsichtlich des zeitlichen Verlaufs bzw. der Freisetzungsraten eine weitgehende Angleichung der Gasflüsse ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$  und  $\text{N}_2\text{O}$ ) für die beiden Varianten zu beobachten. Das Emissionsniveau lag 2012 generell niedriger als im ersten Versuchsjahr.

Unter Berücksichtigung des gesamten Meßzeitraumes (März 2011 bis November 2013) kann – für alle drei Gase und Bodentypen – kein Trend aus den Daten abgeleitet werden, d.h. eine Veränderung des Niederschlagsmusters hat, zumindest innerhalb von drei Jahren, keine gravierenden Auswirkungen auf die Flüsse klimarelevanter Gase aus den untersuchten Böden. Wie beispielhaft in Abb. 1 für die  $N_2O$ -Flüsse der Feuchtschwarzerde gezeigt, weichen die Mediane der beiden Varianten weder innerhalb eines Versuchsjahres noch zwischen den Versuchsjahren signifikant voneinander ab.

Einzelpeakereignisse in Hinblick auf die  $N_2O$ -Freisetzung können teilweise durch die Nitratgehalte erklärt werden. Veränderungen in den Gehalten an mikrobieller Biomasse (Gesamtgehalt an Phospholipidfettsäuren) durch die Niederschlagsmanipulation waren im ersten, nicht aber im zweiten Versuchsjahr feststellbar. Die mikrobiologische Analyse der 2013 genommenen Proben steht noch aus.

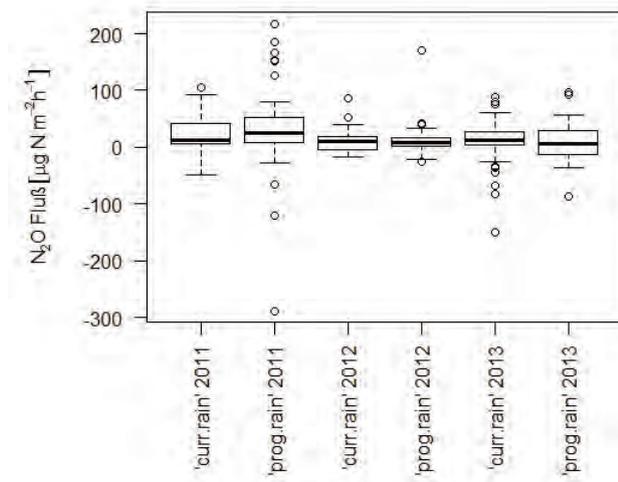


Abb. 1 –  $N_2O$ -Flüsse der Feuchtschwarzerde in der Kontrolle („curr.rain“) und der Trockenstressvariante („prog.rain“) für die drei Versuchsjahre. Die Grenzen der Boxen repräsentieren das obere und untere Quartil der Daten, die Länge der Whisker beträgt maximal das 1,5-fache des Interquartilabstandes.

## **P21 Chironomiden (Insecta: Diptera) als geeignete Beobachtungsorganismen zur Langzeitbeobachtung von alpinen Fließgewässern**

**Georg Niedrist<sup>1,\*</sup>, Leopold Füreder<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Ökologie, Universität Innsbruck

\* Kontakt: g.niedrist@student.uibk.ac.at, leopold.fureder@uibk.ac

**Projekt:** Gewässermonitoring Nationalpark Hohe Tauern, Projektleiter: Füreder Leopold

Weltweit bedrohen die Effekte des Klimawandels die Biodiversität in aquatischen Ökosystemen. Das beschleunigte Abschmelzen der Gletscher bewirkt Veränderungen der Wassermenge und -qualität in alpinen Fließgewässern. Diese hydrologischen Veränderungen werden die Biodiversität der hochangepassten Artengemeinschaften in Gletscherbächen beeinflussen. Im Rahmen des Projektes „Gewässermonitoring Nationalpark Hohe Tauern“ (2009–2012) wurden ausgewählte Fließgewässer in Anbetracht dieser bevorstehenden Veränderungen untersucht. Der Fokus dieser Arbeit, welche einen Bestandteil des Projektes bearbeitet, liegt in den Untersuchungen der räumlichen und zeitlichen Verteilung der Zuckmücken (Diptera: Chironomidae) in den alpinen Gebirgsbächen. Diese hochdiverse Insektenfamilie ist bekannt für ihre sensitiven Reaktionen auf Umweltveränderungen: deshalb und aufgrund ihrer hohen Individuendichte könnten Vertreter dieser Familie als geeignete Monitoringorganismen für langzeitliche durch den Klimawandel induzierte Umweltveränderungen herangezogen werden. Um dies herauszufinden wurden (I) räumliche und zeitliche Muster der Chironomidenzönosen aufgezeigt, (II) bachtypspezifische Gemeinschaften und Taxa festgestellt und (III) durch die Aufnahme wichtiger Umweltparameter entscheidende Faktoren identifiziert, welche die Ausprägung dieser typischen Gemeinschaften bewirken. Die Analyse von insgesamt 84 Proben und 22 179 Chironomiden zeigte deutliche räumliche und zeitliche Muster beim Vergleich von gletscherbeeinflussten und grundwassergespeisten Fließgewässerstrecken oberhalb und unterhalb der Waldgrenze: So stellten die Unterfamilie der Diamesinae den größten Teil der Chironomidengemeinschaft in höheren Lagen und in den gletscherbeeinflussten Gewässern dar. Zugleich wurde zu Beginn des Sommers (Juni) die höchste Artenvielfalt und Abundanz dieser Unterfamilie in den Extremlebensräumen festgestellt. In den verschiedenen Fließgewässerabschnitten wurde jeweils eine eigene Chironomidengemeinschaft nachgewiesen. Dies bestätigt das Potential dieser Insektenfamilie, anhand verschiedener Gemeinschaftsstruktur unterschiedliche Bedingungen in Fließgewässern aufzuzeigen. Mögliche generelle Muster dieser Gemeinschaftsstrukturen sind aber nur für Gebirgsbäche oberhalb der Waldgrenze anzunehmen, was ein Test der Ergebnisse in einem anderen vergleichbaren vergletscherten Hochgebirgstal ergab. Für diese Bachtypen (Gletscherbeeinflusster und vom Gletscher unbeeinflusster Gebirgsbach oberhalb der Waldgrenze) konnten Zeigerarten innerhalb der Chironomidae identifiziert werden: Gletscherbäche werden v.a. durch hohes relatives Vorkommen von kaltstenothermen Arten angezeigt, welche hohe anorganische Sedimentfracht tolerieren (*Diamesa steinboeckii* und *D. Gr. latitarsis*), während vom Gletscher unbeeinflusste, grundwassergespeiste Bäche in gleichen Höhenlagen von anderen kaltstenothermen, aber an klare Gewässer angepasste Arten (*Pseudokiefferiella parva* und *Diamesa Gr. cinerella/zernyi*) repräsentiert werden. Als ausschlaggebend für die Ausbildung unterschiedlicher Chironomidengemeinschaften konnten die Menge an benthischem organischen Materials, die maximale Wassertemperatur und die anorganische Sedimentfracht identifiziert werden. Derartige physikalisch-chemische Parameter werden durch die prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels eine Veränderung erfahren, wodurch sich auch die Gemeinschaftsstrukturen der Chironomidenzönosen (besonders aber die Abundanz und das Vorkommen der ermittelten Zeigerorganismen) einstellen werden. Die Voraussetzung, solche Veränderungen aufzeigen zu können, besteht in einer soliden taxonomischen Bearbeitung der benthischen Biozönosen und genauen Analysen der physikalisch-chemischen und habitatspezifischen Eigenschaften.

## P22 Auswirkungen von Trockenstress auf die Hydraulik von Pflanze

Markus Nolf<sup>1,\*</sup>, Stefan Mayr<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Botanik, Universität Innsbruck

\* Kontakt: markus.nolf@uibk.ac.at

**Projekt:** Drought-induced embolism in trees, shrubs and herbaceous species studied with a portable ultrasonic emission analysis system, Projekt: OEAW DOC-fellowship

**Laufzeit:** 01.05.2012 – 01.05.2015

Im Wassertransportsystem (Xylem) von Landpflanzen sind sowohl eine ausreichende hydraulische Effizienz als auch eine ausreichende hydraulische Sicherheit von zentraler Bedeutung. Bei Wasserknappheit können im Xylem Gasblasen (Embolien) entstehen, die den Wasserfluss blockieren und zu Einbußen der hydraulischen Effizienz und in der Folge zum Absterben von Pflanzenteilen oder ganzen Pflanzen führen können. Die hydraulische Sicherheit einer Pflanze (=Resistenz gegenüber Trockenstress) wird dabei maßgeblich von anatomischen Aspekten des Xylems bestimmt. Emboliebildung kann aber auch kurzfristig, z. B. durch Regulierung der Spaltöffnungen (Stomata) in den Blättern, vermieden werden.

Mit Hilfe hydraulischer und akustischer Methoden können Effizienz und Sicherheit untersucht werden: Verwundbarkeitskurven (Abb. 1) setzen die Emboliebildung in einem Spross oder Blatt und die Intensität der Austrocknung einer Pflanze (Wasserpotential) in Beziehung und ermöglichen so einen Vergleich der Hydraulik verschiedener Arten oder Populationen.

Wir stellen aktuelle Methoden zur hydraulischen Charakterisierung von Pflanzen vor (hydraulische Leitfähigkeitsmessungen, Monitoring von Ultraschall-Emissionen) und vergleichen unterschiedliche Strategien zur Anpassung an Trockenstress.

Im Licht der Prognosen eines zukünftigen Klimas mit steigenden Temperaturen und verringerten Niederschlägen ist die Charakterisierung der hydraulischen Grenzen essentiell für die Abschätzung von Auswirkungen auf Pflanzen.

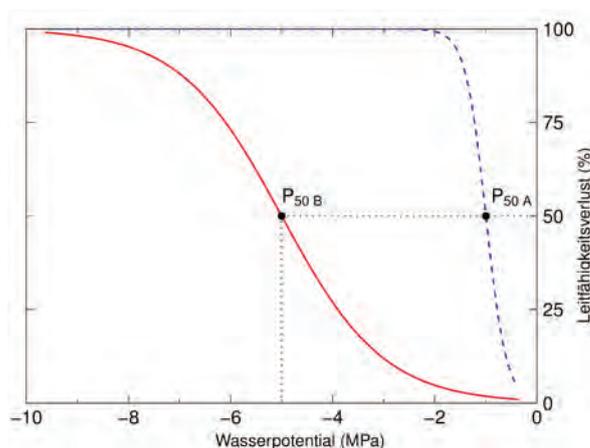


Abb. 1 – Die Verwundbarkeitskurven zweier Arten zeigen die Abhängigkeit der Wasserleitfähigkeit von der Intensität der Austrocknung (Wasserpotential). Das Wassertransportsystem von Art A (gestrichelte Linie) weist bereits bei geringer Austrocknung deutliche Schäden (Embolien) auf. Art B (durchgezogene Linie) ist dagegen besser an Trockenstress angepasst und resistenter gegen Emboliebildung. Der Kennwert P<sub>50</sub> beschreibt das Wasserpotential bei 50 % Leitfähigkeitsverlust.

## **P23 Tradeoffs between global warming and day length on the start of the carbon uptake period in seasonally cold ecosystems**

**Georg Wohlfahrt<sup>1,\*</sup>, Edoardo Cremonese<sup>2</sup>, Albin Hammerle<sup>1</sup>, Lukas Hörtnagl<sup>1</sup>, Marta Galvagno<sup>2</sup>, Damiano Gianelle<sup>3,4</sup>, Barbara Marcolla<sup>3</sup>, Umberto Morra di Cella<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Ecology, University of Innsbruck

<sup>2</sup> Climate Change Unit, Environmental Protection Agency of Aosta Valley, ARPA VdA, Aosta

<sup>3</sup> Sustainable Agro-ecosystems and Bioresources Department, Research and Innovation Centre, Fondazione Edmund Mach, San Michele all'Adige

<sup>4</sup> Foxlab, Research and Innovation Centre, Fondazione Edmund Mach, San Michele all'Adige

\* Contact: georg.wohlfahrt@uibk.ac.at

It is well established that warming leads to longer growing seasons in seasonally cold ecosystems. Whether this goes along with an increase in the net ecosystem carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) uptake is much more controversial. We studied the effects of warming on the start of the carbon uptake period (CUP) of three mountain grasslands situated along an elevational gradient in the Alps. To this end we used a simple empirical model of the net ecosystem CO<sub>2</sub> exchange, calibrated and forced with multi-year empirical data from each site. We show that reductions in the quantity and duration of daylight associated with earlier snowmelts were responsible for diminishing returns, in terms of carbon gain, from longer growing seasons caused by reductions in daytime photosynthetic uptake and increases in nighttime losses of CO<sub>2</sub>. This effect was less pronounced at high, compared to low, elevations, where the start of the CUP occurred closer to the summer solstice when changes in day length and incident radiation are minimal.

## **P24** Assessment of temperature effects and aquatic habitat on fish and benthic invertebrates

**Pablo Rauch<sup>1</sup>, Florian Dossi<sup>1</sup>, Wolfram Graf<sup>1</sup>, Martin Guldenschuh<sup>1</sup>, Patrick Leitner<sup>1</sup>, Andreas Melcher<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Hydrobiology and Aquatic Ecosystem Management, IHG, Department of Water, Atmosphere and Environment, BOKU, Vienna

**Project:** BIO\_CLIC – Potential of riparian vegetation to mitigate effects of climate change on biological assemblages of small and medium sized running waters, ACRP 4<sup>th</sup> call

**Webseite:** <http://bioclic.boku.ac.at>

**Duration:** 04.2012 – 03.2015

**Project partners:** Gerda Holzapfel, Hans Peter Rauch, Institute of Soil Bioengineering and Landscape Construction, IBLB, BOKU; Phillip Weihs, Heidi Trimmel, Institute of Meteorology, MET, BOKU

Freshwater ecosystems in Central Europe have to deal with a loss of habitat structures due to channelization, land use and other human pressures. Especially near-natural streams and rivers situated in lowland areas are nowadays very rare, which leads to a few remaining populations of sensitive benthic invertebrate and fish species and communities which are becoming severely fragmented. Additional pressures will be expected due to climatic changes. IPCC Climate scenarios predict rising temperatures in all seasons for the Central European area (Almaco et al. 2007). In Austria, eastern lowland areas are expected to be most affected with a predicted rise of air temperature of 2–2.5° C until 2040 (Formayer et al. 2009).

The project BioClic deals with the assessment of possible changes in the biotic communities of medium sized lowland rivers in face of a changing climate and the contribution of riparian vegetation to buffer adverse effects. The objectives of this study are (1) to assess the habitat availability and distribution to detect differences in faunal composition in relation to abiotic features, (2) to assess the possible impacts of a warming climate on benthic invertebrate- and fish communities in medium sized rivers and (3) to support river managers in implementing sustainable river restoration towards climate change adaptation. The rivers Lafnitz and Pinka (ecoregion 11- Hungarian Plains) were chosen as study area.

Austrian lowland and montane river regions cover a huge variety of topographic and climatic distinctions. Main factors for a sustainable preservation of benthic invertebrates and fishes are significantly connected to parameters like water temperature, oxygen availability, flow condition, substrate or structural diversity. Natural bank vegetation provides direct shading for water bodies and reduces the influx of solar radiation thus forming an own microclimate and avoiding water temperature increase. Extensive vegetated areas may even supply a cooling effect through reduced evaporation and increased relative air humidity. Additionally, the presence and input of woody debris is an essential driver of reshaping river morphology and habitat heterogeneity especially in lowland rivers. Some macroinvertebrate taxa are stenotopic dwellers of large woody debris in the aquatic or terrestrial ecosystems to serve as direct habitat and to successfully finish the complete life cycle.

Fish habitat preferences of nase, barbel and grayling were calculated using the Decision Tree technique (Chi-squared automatic interaction detectors; CHAID) to detect typical and atypical fish habitats along the river course. Additionally, a species inventory gives information on the current status of fish that can be linked to vegetation and meteorological analyses. The importance of the Lafnitz as one of the last remaining morphologically intact lowland streams in Austria is substantiated by a high species diversity. Nevertheless, agricultural activities and the disruption of the river continuum among other stressors have caused a significant decrease of biomass in the last decades especially for sensitive species.

The knowledge on biocoenotic composition linked to current water temperature availability enables the modelling of future scenarios under the consideration of seasonal aspects. It is expected that rising temperatures cause an upstream shift of species of both fish and benthic invertebrates resulting in increased pressure or even the loss of temperature sensitive species. Especially summer maximum temperatures exceeding certain thresholds are crucial for the survival of species.

As previous studies (Melcher et al. 2010, 2013; Schmutz & Jungwirth 2003) have already verified a significant temperature increase in the last decades, the influence of riparian vegetation is becoming an increasingly important factor in holistic river management practises due to its high contribution to the ecological health of riverine ecosystems.

### References

- Almaco, J., J.M. Moreno, B. Novàky, M. Bindi, R. Coroboy, R.J.N. Devoy, C. Giannakopoulos, E. Martin, J.E. Olesen, A. Shidenko 2007. Europe. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, C.E. Hanson (Eds.) Cambridge University Press, Cambridge, UK, 541–580.
- Formayer, H., P. Haas, C. Matulla, A. Frank, P. Seibert 2009. *Untersuchung regionaler Klimaänderungsszenarien hinsichtlich Hitze- und Trockenperioden in Österreich*. Endbericht zum Projekt StartClim2004.B.
- Melcher, A., F. Pletterbauer, S. Schmutz 2010. Fischfauna und Klimaänderung. In: *Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Auswirkungen des Klimawandels auf Hydrologie und Wasserwirtschaft in Österreich. Präsentation der aktuellen Studien, Fischfauna und Klimaänderung*: 135–144.
- Melcher, A., F. Pletterbauer, H. Kremser, S. Schmutz 2013. Temperaturansprüche und Auswirkungen des Klimawandels auf die Fischfauna in Flüssen und unterhalb von Seen. In: *Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband*. Springer-Verlag, Wien.
- Schmutz, S., M. Jungwirth 2003. Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Fischfauna. In: Kromp-Kolb et al. *Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Tierwelt*. Studie i.A. BMLFUW.

## **P25 Reagieren Kleinwaldbesitzer auf den Klimawandel?**

**Nina Mostegl<sup>1</sup>, Robert Jandl<sup>2</sup>, Ulrike Pröbstl-Haider<sup>1</sup>, Michael Suda<sup>3</sup>, Herbert Formayer<sup>4</sup>, Verena Melzer<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Landschaftsentwicklung, Erholungs- und Naturschutzplanung, BOKU, Wien

<sup>2</sup> Waldforschungszentrum, Wien

<sup>3</sup> TU München

<sup>4</sup> Institut für Meteorologie, BOKU, Wien

**Projekt:** Private Forest Adapt, ACRP 5<sup>th</sup> call, Nr. KR12AC5K01150

**Laufzeit:** 2013 – 2015

### **Die Herausforderung**

Kleinwälder nehmen in Österreich einen großen Teil der Waldfläche ein. Die Parzellengrößen sind mitunter extrem gering. Diese Wälder haben für den Besitzer wirtschaftlich oft keine Bedeutung, da sich durch den gesellschaftlichen Wandel ihr Lebensmittelpunkt teilweise an einem anderen Ort befindet. Da viele Kleinstwaldbesitzer nicht mehr in land- oder forstwirtschaftlichen Bereichen arbeiten, stehen ihnen weder die notwendigen Betriebsmittel (z. B. Werkzeuge) noch der professionelle Zugang zum Holzmarkt zur Verfügung.

Klimawandel betrifft alle Wälder. Es wird angenommen, dass sich im Zuge der "klimaangepassten Waldbewirtschaftung" ("adaptive forest management") die Anforderungen an Waldbesitzer verändern werden. Die Konzepte beinhalten verstärkte Monitoring-Aktivitäten und setzen voraus, dass Waldbesitzer in der Lage sind die entstehenden Gefährdungssituationen richtig zu interpretieren und dass sie sich bietende Gelegenheiten erkennen können.

Forstpolitische Maßnahmen erweisen sich bislang als effektiv bei Besitzern von Großwäldern. Durch Berichterstattungen über den Klimawandel und die persönliche und wirtschaftliche Betroffenheit der Großwaldbesitzer kann davon ausgegangen werden, dass diese Gruppe mit der Herausforderung des Klimawandels entsprechend umgehen wird.

Es ist allerdings zu befürchten, dass in den Kleinstwäldern keine oder nur bedingt geeignete Anpassungsmaßnahmen durchgeführt werden.

### **Die Methode: Ein Choice Experiment**

Der methodische Ansatz verbindet natur- und sozialwissenschaftliche Methoden.

**Wahl der Versuchsgebiete:** Versuchsgebiete müssen einen hohen Anteil an Kleinstwäldern aufweisen. Die Kleinstwälder müssen erreichbar sein.

**Ableitung von regionalen Klimaszenarien:** Für jedes Versuchsgebiet werden Zukunftsszenarien erstellt, die künftige Lufttemperatur und Wasserangebot projizieren. Extrem-Ereignisse werden nur teilweise abgebildet.

**Modellierung des Waldwachstums:** Die Entwicklung der Wälder unter zukünftigen Klimabedingungen wird durch Wachstums-Modelle visualisiert.

**Befragung der Akteure:** Mittels Fragebogen mit integriertem Choice Experiment werden die Einstellungen von Kleinstwaldbesitzern zu möglichen zukünftigen Wald-Entwicklungen und Wald-Management Strategien abgefragt. Der Fragebogen soll ferner zu einer Charakterisierung dieser Gruppe beitragen.

### **Verwertung der Ergebnissen**

Die Ergebnisse der Studie sollen den politischen Entscheidungsträgern und administrativen Akteuren einen tieferen Einblick in die zukünftigen Bedürfnisse und Entscheidungsprozesse von Kleinstwaldbesit-

zern bieten und Möglichkeiten aufzeigen, wie diese am Besten anzusprechen wären. Ferner sollen daraus Empfehlungen und Erkenntnisse für eine zukünftige Informationsvermittlung für Waldbesitzer abgeleitet werden. Durch das Erkennen von Defiziten können in Zukunft gezielte Informationskampagnen gestaltet werden.

## **P26** Vergleich von Kohlenstoffschätzmethoden für Wälder in Österreich und Europa

**Mathias Neumann<sup>1,\*</sup>, Christopher Thurnher<sup>1</sup>, Md. Humain Kabir<sup>1</sup>, Hubert Hasenauer<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institute für Waldbau, Department Wald und Bodenwissenschaften, Universität für Bodenkultur, Wien

\* Kontakt: mathias.neumann@boku.ac.at

**Projekt:** MOTI – Comparing MODIS Satellite versus Terrestrial Inventory driven Carbon Estimates for Austrian Forests, FORMIT – Enhancing the mitigation potential of European forests, ARCP-Projekt: ja (MOTI), Nr. K10AC1K00050

**Laufzeit:** 01.7.2010 – 30.6.2013

### **Keywords**

carbon, forest, biomass functions, biomass expansion factors, Austria, Europe

### **Abstract**

Terrestrische Messungen von Bäumen wie Brusthöhendurchmesser oder Baumhöhe werden häufig verwendet um auf den Kohlenstoffgehalt des Baumes zurückzuschließen.

In diesem Vortrag präsentieren wir den Effekt verschiedener Methoden zur Berechnung von Kohlenstoff für die wichtigsten Baumarten in Österreich und Europa (Fichte, Kiefer, Buche, Eiche und Birke) und untersuchen den Einfluss der Berechnungsmethode auf das Ergebnis.

Kohlenstoffschätzungen von Einzelbäumen geschehen in der Regel über allometrische Biomassefunktionen oder über Biomasseexpansionsfaktoren.

Für Europa (zwölf Länder) verwenden wir jene Modelle, die in den National inventory reports (Kyoto- und UNFCCC-reporting) verwendet werden. Diese entsprechen den Methoden, die in Zusammenarbeit mit den lokalen Organisationen, die mit der Durchführung der Nationalen Waldinventur betraut sind, entwickelt und empfohlen werden.

Für Österreich umfassen die Methoden die österreichischen Biomassefunktionen (ABF), Biomassefunktionen, die anhand von Allometrien von gemessenen Baumdatensätzen aufgenommen von Burger berechnet wurden (Burger 1929 bis 1953), Biomasseexpansionsfaktoren (BEF) und Empfehlungen des Weltklimarates (IPCC).

Da wir uns für den Effekt der Berechnungsmethode interessieren, haben wir einen generierten, standardisierten Datensatz verwendet, der eine ähnliche Anzahl Bäume und einen hypothetischen Bestand repräsentiert. Für jeden Baum wird der oberirdische Kohlenstoffgehalt sowie aufgeteilt auf verschiedenen Baumkompartimenten (Stamm, Äste, Nadeln / Blätter, Wurzeln) berechnet und verglichen.

Der Vergleich der Ergebnisse zeigt große Unterschiede zwischen den verschiedenen Berechnungsmethoden sowohl für Österreich als auch für Europa. Dies legt nahe, dass Kohlenstoffschätzungen von Waldgebieten sehr wesentlich von der gewählten Methode abhängen.

## **P27 Atmospheric environment affects stem water deficit and radial growth of conifers exposed to drought**

**Walter Oberhuber<sup>1,\*</sup>, Andreas Gruber, Werner Kofler<sup>1</sup>, Roman Schuster<sup>1</sup>, Irene Swidrak<sup>1</sup>, Gerhard Wieser<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Botanik, Universität Innsbruck

<sup>2</sup> Fachbereich Waldgrenzenökophysiologie, BFW, Institut für Naturgefahren, Innsbruck

\* Kontakt: walter.oberhuber@uibk.ac.at

**Project:** Conifer radial stem growth in response to drought, FWF projekt No: P22280-B16

**Duration:** 01.05.2010 – 31.05.2015

Based on several dendroclimatological studies it is well established that radial growth of conifers within dry inner Alpine valleys is strongly limited by precipitation in April through June and negatively influenced by summer air temperature (e.g. Pichler & Oberhuber 2007; Schuster & Oberhuber 2013). This inverse relationship between temperature and growth was thought to result from increasing tree water deficit ( $\Delta W$ ) when high temperatures prevail and evapotranspiration loss increases.  $\Delta W$  is regarded a reliable measure of drought stress in trees (Zweifel et al. 2005) and develops when transpirational water loss from leaves exceeds water uptake by the root system. In a recent study in a drought-prone mixed coniferous stand comprising *Pinus sylvestris*, *Larix decidua* and *Picea abies* we therefore monitored intra-annual radial growth and  $\Delta W$  during two consecutive growing seasons (2011 and 2012) by automatic dendrometers.  $\Delta W$  was calculated as the difference in stem size under increasingly dry conditions relative to the stem size under fully hydrated conditions. Environmental factors, which were most closely related to growth and  $\Delta W$  were determined. Our results revealed that (i)  $\Delta W$  and stem growth were more strongly controlled by the atmospheric environment, i. e., vapor pressure deficit, precipitation and temperature, than by soil water availability, (ii) highest  $\Delta W$  throughout the growing season was found in *Picea abies* most likely due to its low adaptability to drought-prone conditions and (iii)  $\Delta W$  peaked in late summer in all species. Results indicate that  $\Delta W$  is closely related to climate variables which influence transpiration and that the early decrease in stem growth of drought exposed conifers in late May/early June reported by Gruber et al. (2010) and Oberhuber et al. (2014) might be a response to seasonal increase of  $\Delta W$  due to high temperatures prevailing during summer. We therefore conclude that increasing temperature will affect plant water status through its effect on vapor pressure deficit, which increases exponentially when temperature increases (Breshears et al. 2013). Hence, climate warming may exacerbate the effects of drought, leading to widespread decline of tree vitality and increase in tree mortality rates at drought-prone sites (Oberhuber 2001; Eamus et al. 2013).

### **Acknowledgements**

This research was funded by the Austrian Science Fund (FWF), Project No. P22280-B16 “Conifer radial stem growth in response to drought”.

### **References**

Breshears, D.D., H.D. Adams, D. Eamus, N.G. McDowell, D.J. Law, R.E. Will, A.P. Williams, C.B. Zou 2013. The critical amplifying role of increasing atmospheric moisture demand on tree mortality and associated regional die-off. *Front Plant Sci.* doi: 10.3389/fpls.2013.00266

- Eamus, D., N. Boulain, J. Cleverly, D.D. Breshears 2013. Global change-type drought-induced tree mortality: vapour pressure deficit is more important than temperature *per se* in causing decline of tree health. *Ecol. Evol.* doi:10.1002/ece3.664
- Gruber, A, S. Strobl, B. Veit, W. Oberhuber 2010. Impact of drought on the temporal dynamics of wood formation in *Pinus sylvestris*. *Tree Physiol.* 30: 490–501.
- Oberhuber, W. 2001. The role of climate in the mortality of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) exposed to soil dryness. *Dendrochronologia* 19: 45–55.
- Oberhuber, W., A. Gruber, W. Kofler, I. Swidrak 2014. Radial growth in response to microclimate and soil moisture in a drought-prone mixed coniferous forest at an inner Alpine site. *Eur. J. For. Res.* doi:10.1007/s10342-013-0777-z
- Pichler, P., W. Oberhuber 2007. Radial growth response of coniferous forest trees in an inner Alpine environment to heat-wave in 2003. *For. Ecol. Manage.* 242: 688–699.
- Schuster, R., W. Oberhuber 2013. Drought sensitivity of three co-occurring conifers within a dry inner Alpine environment. *Trees* 27: 61–69.
- Zweifel, R., L. Zimmermann, D.M. Newbery 2005. Modeling tree water deficit from microclimate: an approach to quantifying drought stress. *Tree Physiol.* 25: 147–156.

## **P28 Antizipative Bewertung von Hochwasserrisiken unter Berücksichtigung von Veränderungen des Gefahrenpotentials und der Vulnerabilität**

**Benjamin Apperl<sup>2,\*</sup>, Mathew Herrnegger<sup>2</sup>, Karl Hognl<sup>1</sup>, Lukas Löschner<sup>3,\*</sup>, Hans-Peter Nachtnebel<sup>2</sup>, Clemens Neuhold<sup>1</sup>, Ralf Nordbeck<sup>1</sup>, Walter Seher<sup>3</sup>, Tobias Senoner<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Wald-, Umwelt- und Ressourcenpolitik, Universität für Bodenkultur, Wien

<sup>2</sup> Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiver Wasserbau, Universität für Bodenkultur, Wien

<sup>3</sup> Institut für Raumplanung und Ländliche Neuordnung, Universität für Bodenkultur, Wien

\* Kontakt: benjamin.apperl@boku.ac.at, lukas.loeschner@boku.ac.at

**Projekt:** RiskAdapt – Anticipatory Flood Risk Management under Climate Change Scenarios: From Assessment to Adaptation, ACRP 4<sup>th</sup> call

**Webseite:** [www.boku.ac.at/riskadapt/home.htm](http://www.boku.ac.at/riskadapt/home.htm)

**Laufzeit:** 01.9.2012 – 28.02.2015

**Projektpartner:** Universität für Bodenkultur, Wien: Institut für Wald-, Umwelt- und Ressourcenpolitik (InFER) (Projektleitung), Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiver Wasserbau (IWHW), Institut für Raumplanung und Ländliche Neuordnung (IRUB)

### **Abstract**

Das Projekt RiskAdapt untersucht und bewertet zukünftige Hochwasserrisiken unter Berücksichtigung beider Komponenten des Risikos, Gefährdung und Vulnerabilität. In einem dynamischen Forschungsansatz wird das zukünftige Hochwasserrisiko basierend auf dem aktuellen Risiko und potentiellen Auswirkungen von Klimawandel, Bevölkerungs- und Landnutzungsveränderungen abgeschätzt. Die Risikobewertung erfolgt auf zwei räumlichen Ebenen. Auf der Grundlage einer gesamtösterreichischen Risikobewertung werden auf der Makro-Skala Teilgebiete mit besonderem Handlungsbedarf identifiziert. Im Zuge von drei ausgewählten Fallstudien erfolgt eine detaillierte Bewertung der Hochwasserrisiken auf der Mikro-Skala. Dieser Beitrag präsentiert die Ergebnisse der österreichweiten Hochwasserrisikobewertung.

Die Bewertung des derzeitigen Hochwasserrisikos österreichischer Gemeinden berücksichtigt die Anzahl der potentiell von Hochwasser betroffenen Personen auf Basis der in der Hochwasserzonierung Austria (HORA) flächendeckend ausgewiesenen HQ200-Überflutungsflächen. Berücksichtigt werden dabei Personen mit Haupt- und Nebenwohnsitzen sowie Beschäftigte in den jeweiligen Gemeinden. Die potentiell betroffenen Personen werden dabei der Gesamtgemeindebevölkerung gegenübergestellt. Gemäß dieser anteilmäßigen Auswertung des aktuellen Hochwasserrisikos weisen regionale Zentren, z. B. Salzburg, sowie dicht besiedelte alpine Talräume mit eingeschränktem Dauersiedlungsraum, z. B. das Tiroler Inntal, ein erhöhtes Hochwasserrisiko auf.

Bei der Ermittlung des zukünftigen Hochwasserrisikos österreichischer Gemeinden werden Veränderungen des Risikos aufgrund von Änderungen der Risikokomponenten Gefährdung und Vulnerabilität analysiert. Um die Gefährdung und mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf zukünftige Hochwasserabflüsse abschätzen zu können, werden die Hochwasserabflüsse aus dem HORA-Datensatz um einen Klimazuschlagsfaktor erhöht und darauf basierend neue Überschwemmungsflächen ausgewiesen. Durch Vergleich mit den aktuellen Überschwemmungsflächen werden Veränderungen des Schadenspotentials für die einzelnen Gemeinden ausgewiesen. Da die zukünftige Anzahl der von Hochwasser betroffenen Personen unmittelbar von der zu erwartenden Bevölkerungsdynamik in den jeweiligen Gemeinden abhängt, werden zukünftige Veränderungen der Vulnerabilität durch Trendextrapolation der Bevölkerungsentwicklung abgeschätzt. Das zukünftige Hochwasserrisiko ergibt sich als Funktion der Veränderungen von Vulnerabilität und Gefährdung. Die Risikobewertung beruht auf der Annahme, dass sowohl eine

potentiell klimawandelbedingte Ausweitung von Überflutungsflächen als auch die Erschließung von Siedlungsgebieten in hochwassergefährdeten Bereichen das zukünftige Hochwasserrisiko erhöhen.

Die Risikobewertung wird durch qualitative Ergebnisse einer Sensitivitätsanalyse und durch eine Analyse der Adaptionkapazitäten ergänzt. Im Zuge der Sensitivitätsanalyse erfolgt eine ex post Auswertung von Schäden vergangener Hochwasserereignisse in Österreich (1999, 2002, 2005 und 2006). Dadurch können Regionen mit erhöhter Sensitivität identifiziert und Möglichkeiten der differenzierten Schadenpotentialausweisung analysiert werden. Um mögliche zukünftige Adaptionkapazitäten abschätzen zu können, werden politische Entscheidungsstrukturen und Entscheidungsprozesse auf Bundes- und Landesebene analysiert und maßgebliche Steuerungsmöglichkeiten ausgewiesen. Diese Ergebnisse dienen als Grundlage für detaillierte Analysen des Hochwasserrisikos auf der Mikroskala. Die kartographische Auswertung der zukünftigen Risikobewertung zeigt, dass Gemeinden mit großen potentiellen Überflutungsflächen und einer hohen Bevölkerungsdynamik eine Zunahme des Hochwasserrisikos zu erwarten haben. Dies trifft hauptsächlich auf Stadt-Umland Gemeinden im Flachland oder wachsende Gemeinden in alpinen Talräumen zu.

## P29 Dendritic snow production as a means to decrease vulnerability in winter tourism

Meinhard Breiling<sup>1</sup>, Michael Bacher<sup>2</sup>, Fred Best<sup>3</sup>, Sergey Sokratov<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Technik.Tourismus.Landschaft, TU Wien

<sup>2</sup> Institut für Alpine Naturgefahren, BOKU, Wien,

<sup>3</sup> Energy International Systems LTD, Port Talbot, UK

<sup>4</sup> Moscow State University, Faculty of Geography, scientific research laboratory of snow avalanches and debris flows

Recently there is a new way of producing natural like artificial snow. The dendrite generator (DG) simulates processes that take place in a natural cloud inside a container and thereby produces light fluffy snow between 80 kg and 200 kg/m<sup>3</sup> as compared to 450 kg/m<sup>3</sup> produced by conventional artificial snow production. The principle difference of the new method to produce snow is explained in Figure 1, the Nakaya diagram from 1954, here illustrated by Libbrecht in 2005. While conventional manmade snow requires cold and dry conditions, the lower circle in Figure 1, the artificial cloud produces dendritic snow in a more humid environment shown in the two upper circles in Figure 1. We discuss here, why the new quality of manmade snow is needed for the winter tourism industry. We will consider this from three categories, climate, economy and resource use.

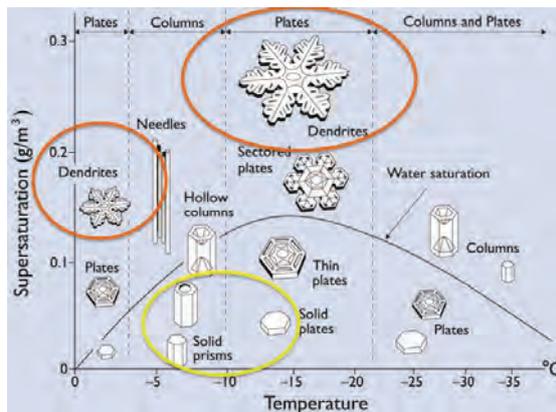


Fig. 1 – The Nakaya diagram from 1954, here illustrated by Libbrecht in 2005



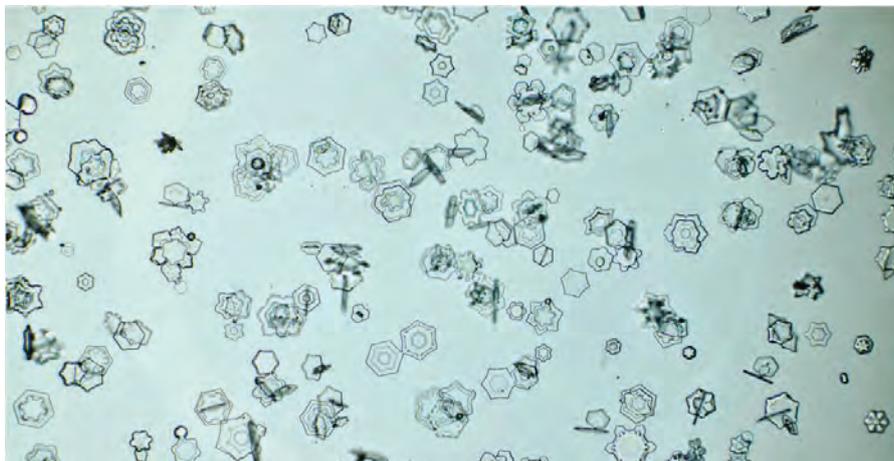
Fig. 2 – Dendrite generator snow is produced in a container

**Climate:** DG snow is produced in a container, shown in Figure 2, and not in the open environment. Due to this it is possible to produce snow at temperatures closer to 0°C. Consequently we should be able to gain more hours for snow production and therefore in the lower altitudes the efficiency increase is likely to be the highest. As the DG snow, shown in Figure 3, is like natural snow it will reflect more radiation and behave more like natural snow and should have a better environmental impact than the denser and poorer “frozen water” produced with existing conventional snow makers.

**Economy:** DG snow could either complement or substitute currently established artificial snow making. Today heavy weight conventionally produced snow is favoured for the preparation of ski runs. DG snow allows a sophisticated use of classified qualities of technically produced snow. New tourist products – like skiing in fluffy snow – become possible. Gradually DG snow will overtake larger shares of the market and the ways of preparing ski runs may be changed in the future. Where the light fluffy snow is acceptable larger areas could be covered with the same amount of water consumption.

**Resource aspects:** In conventional snow production, a considerable amount of water, up to 30%, is lost due to evaporation into the environment. Alternatively when using the DG most of this amount

remains in the snow making device. In addition, because the DG snow is less dense, further water savings are possible as it is unlikely that similar densities will be achieved by compressing the DG snow. Not only do the water savings reduce the energy requirements to transport the water to the snow making devices but the savings in water alone can have significant advantages.



*Fig. 3 – Dendrite generator snow*

## **P30 The alpS adaptation cycle – a strategic approach to adaptation research and practice in mountain regions**

**Eric Veulliet<sup>1</sup>, Johann Stötter<sup>1</sup>, Bruno Abegg<sup>1</sup>, Alexander Bauer<sup>1</sup>, Christian Ebner<sup>1</sup>, Christian Georges<sup>1</sup>, Angela Michiko Hama<sup>1,\*</sup>, Daniela Hohenwallner<sup>1</sup>, Matthias Huttenlau<sup>1</sup>, Markus Keuschnig<sup>1</sup>, Andreas Koler<sup>1</sup>, Steffen Link<sup>1</sup>, Christoph Neururer<sup>1</sup>, Stefan Ortner<sup>1</sup>, Christoph Prager<sup>1</sup>, Katrin Schneider<sup>1</sup>, Ursula Schwarzl<sup>1</sup>, Ulrich Strasser<sup>1</sup>, Volker Wichmann<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> alpS – Centre for Climate Change Adaptation, Innsbruck

\* Contact: hama@alps-gmbh.com

Focusing on applied research and consultancy services at the science-industry-policy interfaces, the alpS Centre for Climate Change Adaptation is one of Austria's Competence Centers for Excellent Technologies (COMET). In order to obtain implementable research results for sustainable adaptation in mountain regions, the Centre developed an approach that is governed by the *alpS adaptation cycle* following the steps of integrated risk management. It sequentially orders methodologies, starting with quantitative methods and becoming increasingly more qualitative in nature. The cycle is composed of the following elements:

**ClimPact** addresses climate change impacts on human-environment systems. Mostly quantitative methods are employed for impact analysis and assessment. This includes the development of scenarios for the natural environment and socio-economic scenarios on various scales.

Based on the climate change impact scenarios, **ClimRisk** analyses vulnerability, resilience, adaptive capacity and the cost/benefit of climate change impacts. Social, economic and ecological impacts of climate change are assessed from the perspective of the *alpS* open risk concept where not only the negative, but also the positive consequences of climate and socio-economic changes are taken into account.

Adaptation strategies and technologies are developed in **ClimFit** in a multi-stakeholder manner. A ranking of impacts is carried out with respect to, e.g., social groups, critical infrastructure or ecosystem services. Similarly, measures are prioritised according to their effectiveness, cost/benefit, adaptive capacity and pace of implementation.

**ClimCom** is dedicated to providing methodical support for education and outreach on adaptation. Strategies and formats are developed for target groups such as companies, the public sector, educators and students. Taking a participatory approach, this includes the development and offering of education programmes, trainings of trainers and public relations.

**ClimAct** represents the concrete implementation of climate change adaptation measures. As integrative part of adaptation, monitoring and evaluation are offered accordingly to identify achievements, emerging risks and opportunities and corrective measures.

This five-tiered adaptation process informs the design of more than 20 public-private partnership projects ranging from water resource management to adaptation concepts for tourist destinations. It provides a framework for individual projects and the integration of research and practice within and across *alpS*. A handbook to guide the implementation of the *alpS* adaptation cycle is produced, enabling its transferability to other actors in mountain regions.

This presentation will elaborate on the holistic approach and showcase examples. Benefits and challenges will be discussed as well as options of sharing the concept with the global mountain research, practitioner and policy community.

## **P31** Climate induced system status changes at slopes and their impact on shallow landslide susceptibility – the project's research plan

**Thomas Zieher<sup>1</sup>, Martin Rutzinger<sup>1,2</sup>, Michael Vetter<sup>1</sup>, Clemens Geitner<sup>1</sup>, Gertraud Meißl<sup>1</sup>, Frank Perzl<sup>3</sup>, Gerhard Markart<sup>3</sup>, Herbert Formayer<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Geography, University of Innsbruck

<sup>2</sup> Institute for Interdisciplinary Mountain Research, Austrian Academy of Sciences, Innsbruck

<sup>3</sup> Federal Research and Training Centre for Forests, Natural Hazards and Landscape, Innsbruck

<sup>4</sup> Institute of Meteorology, Center for Global Change and Sustainability, University of Natural Resources and Applied Sciences, Vienna

**Projekt:** C3S-ISLS – Climate induced system status changes at slopes and their impact on shallow landslide susceptibility, ACRP 5<sup>th</sup> call

**Weblink:** [www.uibk.ac.at/geographie/lidar/c3s/c3s.html](http://www.uibk.ac.at/geographie/lidar/c3s/c3s.html)

Shallow landslides imminently endanger human living and infrastructure in mountainous regions of the world. As these areas are often densely populated – especially in the Alpine region – it is essential to fully understand the processes involved in order to prevent impacts. Shallow landslides are usually understood as translational, slope-parallel gravitational mass movements comprising of a mixture of earth and debris with a maximum depth of 1–2 m. Under certain circumstances the initial sliding can turn into a flow-like movement leading to high velocities and runout distances. Shallow landslide susceptibility is differentiated into three classes. Predisposing factors involving topography, slope, geology and regolith characteristics (material strength and hydraulic properties) are regarded as a slope's natural predisposition towards sliding. Variable factors such as meteorological pre-conditions i. e. the soil's degree of saturation as well as land cover, land use and vegetation period represent the varying system status of a slope. Finally, in the course of triggering events such as heavy or prolonged rainfall (in other regions also earthquakes or volcanic activity) highly susceptible slopes are increasingly destabilized until sliding sets on. The project aims at determining shallow landslide susceptibility in time and space by means of statistical and physically-based modelling with a high degree of automation. For the respective case studies two different scales were defined. Predisposing factors shall be modelled statistically area-wide within the districts Feldkirch, Dornbirn and Bregenz in Vorarlberg, Austria. Therefore a landslide inventory is set up based on semi-automated classification of multitemporal orthophotos and airborne laser scanning derivatives. In combination with meteorological data this inventory is also used to derive precipitation thresholds for the onset of shallow landslides. The physically-based approach involving the TRIGRS model, demanding for detailed knowledge about regolith characteristics, is applied for a slope in the Laternser valley. Field work and suited laboratory tests yield the necessary geotechnical and hydraulic input parameters. The model is calibrated for past landslide events with known meteorological pre-conditions. In order to quantify the impact of climate change on shallow landslide susceptibility the results of scenario-based simulations are evaluated against current conditions. Finally, potentially affected areas are identified and shown in hazard maps.

## **P32 Welche Maßnahmen finden ältere Menschen bei Hitze in der Stadt cool? Ergebnisse der quantitativen Befragungen von älteren Menschen im Rahmen des STOPHOT-Projektes**

**Brigitte Alex<sup>1</sup>, Arne Arnberger<sup>1</sup>, Renate Eder<sup>1</sup>, Franz Kolland<sup>2</sup>, Anna Wanka<sup>2</sup>, Beate Blättner<sup>3</sup>, Henny Annette Grewe<sup>3</sup>, Peter Wallner<sup>4</sup>, Hans-Peter Hutter<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Landschaftsentwicklung, Erholungs- und Naturschutzplanung, Universität für Bodenkultur, Wien

<sup>2</sup> Institut für Soziologie, Universität Wien

<sup>3</sup> Fachbereich Pflege & Gesundheit, Hochschule Fulda

<sup>4</sup> Zentrum für Public Health, Institut für Umwelthygiene, Medizinische Universität Wien

\* Kontakt: brigitte.allex@boku.ac.at

**Projekt:** STOPHOT – Cool towns for the elderly – protecting the health of elderly residents against urban heat, ACRP 3<sup>rd</sup> call, Nr. B068678

**Laufzeit:** 01.04.2011 – 31.03.2014

### **Hintergrund**

In vielen Städten leidet die Bevölkerung während und nach Hitzeperioden unter den hohen Temperaturen, wobei besonders ältere Menschen (> 65 Jahre) betroffen sind: Die erhöhte Morbidität und Mortalität dieser Bevölkerungsgruppe während und nach Hitzeperioden wurden in mehreren Studien nachgewiesen (z. B. Kravchenko et al. 2013; Gabriel & Endlicher 2011; Anderson & Bell 2009).

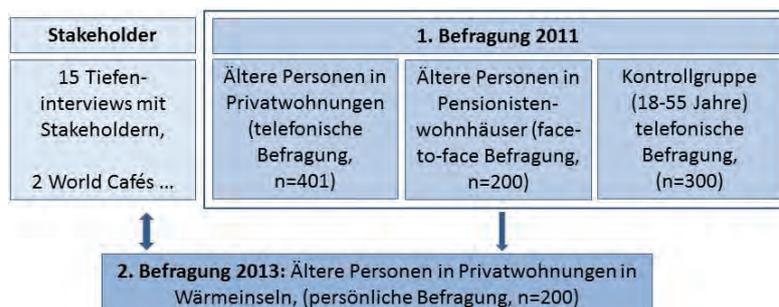
Es ist davon auszugehen, dass sich dieses Problem in Zukunft in Wien verschärfen wird. Einerseits ist von einer Zunahme von Hitzewellen, Hitzetagen sowie Tropennächten (Formayer et al. 2008) auszugehen. Andererseits nehmen die Anzahl älterer Personen sowie der Anteil jener Personen, die in schlechten Wohnverhältnissen leben, zu. Außerdem sind aufgrund verkürzter Aufenthalte in Krankenhäuser mehr kranke Menschen in ihren Wohnungen.

### **Ziele**

Das Ziel dieses inter- und transdisziplinären Projektes ist die Verbesserung der Lebensbedingungen älterer Personen (> 65 Jahre) während Hitzeperioden in Wien. Diese Studie ist die erste umfassende Untersuchung zu diesem Thema, u. a. wird das Risikobewusstsein von älteren Menschen für Hitze, die Wahrnehmung von Hitze, die Anpassungen ihres Verhaltens sowie ihre Strategien zur Verringerung der Hitzeexposition näher untersucht. Darauf aufbauend werden nachhaltigen Anpassungsstrategien auf individueller, organisatorischer und gesellschaftlicher Ebene entwickelt.

### **Methode**

Als erstes wurden Studienggebiete in Wien, die sowohl inner- als auch außerhalb von Wärmeinseln liegen und einen unterschiedlichen Anteil von Grünflächen sowie verschiedene sozio-ökonomischen Fakto-



*Abb. 1 – Auszug aus den Methoden des STOPHOT-Projektes*

ren aufweisen, identifiziert. In diesen ausgewählten Gebieten wurde 2011 eine quantitative Befragung (1. Befragung) von älteren Menschen durchgeführt (Abb. 1). Zusätzlich wurden 15 Tiefeninterviews mit Stakeholdern durchgeführt (Allex et al. 2013). Die Akzeptanz der vom Projektteam entwickelten und in einem Stakeholder-Workshop diskutierten Anpassungsstrategien wurde bei einer zweiten Befragung (2013) von älteren Menschen, die in Wärmeinseln leben, überprüft. Zentraler Teil dieses Fragebogens war ein visuelles Wahlmodell. Abschließend wurden die Ergebnisse in einem zweiten Workshop vorgestellt und diskutiert.

### Ergebnisse

Die Ergebnisse der ersten Fragebogenerhebung zeigen, dass ältere Menschen ihr Verhalten während Hitze dahingehend anpassen, dass sie leichtere Kleidung tragen, mehr trinken, ihre Aktivitäten in der Früh und am Abend verrichten und die Vorhänge zuziehen (jede Antwort mehr als 80 %). Ältere schränkten insgesamt ihre Aktivitäten bei Hitze stärker ein als jüngere Menschen. Die Mehrheit der älteren und jüngeren Personen blieb bei Hitze in der Wohnung. Als Grund wurde überwiegend genannt, dass die Temperatur in den Innenräumen weniger heiß ist. Wer die Wohnung verlässt, hat jedoch signifikant weniger Beschwerden bei Hitze (Arnberger et al. 2013).

Im Rahmen der zweiten Befragung wurden die StudienteilnehmerInnen gebeten, ausgewählte Anpassungsmaßnahmen gegen hohe Temperaturen einzuschätzen. Die am wichtigsten bewerteten Maßnahmen waren „mehr Schatten“ (z. B. mehr schattige Sitzgelegenheiten auf Plätzen / Gehwegen in der Stadt, mehr schattige, kühle Aufenthaltsbereiche in Parks, stärkere Beschattung der Haltestellen öffentlicher Verkehrsmittel). Informationsvermittlung wie „mehr Informationen zur Hitze im Radio und Fernsehen“, „mehr Informationen durch Hausärzte zum richtigen Verhalten bei Hitze“ und „mehr Temperaturanzeigen an öffentlichen Orten“ wurde als weniger wichtig eingeschätzt.

Obwohl die zweite Befragung nur in Hitzeinseln durchgeführt wurde, hat lediglich etwa die Hälfte der älteren Menschen das Gefühl, in einem besonders heißen Stadtteil von Wien zu wohnen. Diesen Personen war jede Maßnahme im Durchschnitt wichtiger als jenen, die nicht das Gefühl haben in einer Hitzeinsel zu leben. Auch jenen Personen, die angaben, während einer Hitzewelle Beschwerden zu haben (z. B. Müdigkeit, Kopfschmerzen), sind im Mittel die ausgewählten Maßnahmen wichtiger.

Die ersten Analysen der Ergebnisse ergaben somit, dass ältere Menschen möglichen Maßnahmen gegen Hitze positiv gegenüber stehen. In Wien wurden aber erst wenige Anpassungsmaßnahmen, die speziell ältere Menschen betreffen, umgesetzt. Im nächsten Projektschritt sollen Maßnahmen in einem Online-Manual gesammelt und näher beschrieben werden, um vor allem relevanten Stakeholdern eine Grundlage für die Verwirklichung von Maßnahmen zu bieten.

### Quellen

- Allex, B., A. Arnberger, A. Wanka, R. Eder, H.-P. Hutter, M. Kundi, P. Wallner, F. Kolland, B. Blättner, A.H. Grewe 2013. The elderly under urban heat pressure – strategies and behaviours of elderly residents against urban heat. In: Schrenk, M., V. Popovich, P. Zeile, P. Elisei (eds.). *Proceedings of the 18<sup>th</sup> International Conference on Urban Planning, Regional Development and Information Society*: 909–915.
- Anderson, B.G., M.L. Bell 2009. Weather-related mortality: how heat, cold, and heat waves affect mortality in the United States. *Epidemiology* 20 (2): 205–213.
- Arnberger, A., B. Allex, R. Eder, H.-P. Hutter, M. Kundi, P. Wallner, F. Kolland, A. Wanka, B. Blättner, H. Grewe 2013. Urban heat impacts on the elderly in Vienna: Stakeholder views and coping behaviours of elderly residents. Newsletter. *International Association for Urban Climate*: 12–15.
- Formayer, H., L. Clementschitsch, M. Hofstätter, H. Kromp-Kolb 2008. *Vor Sicht Klima! Klimawandel in Österreich, regional betrachtet Schwerpunkt Wien*. Studie im Auftrag von Global 2000, Wien.
- Gabriel, K., W. Endlicher 2011. Urban and rural mortality during heat waves in Berlin and Brandenburg, Germany. *Environmental Pollution* 159: 2044–2050.
- Kravchenko, J., A.P. Abernethy, M. Fawzy, H.K. Lysterly 2013. Minimization of heatwave morbidity and mortality. *Am. J. Prev. Med.* 44: 274–282.

## **P33 Bewertung von Hitze-Anpassungsmaßnahmen in der Stadt Wien. Erste Ergebnisse des Projektes „UHI-Strategieplan Wien“**

**Brigitte Alex<sup>1,\*</sup>, Ulrich Morawetz<sup>2</sup>, Christiane Brandenburg<sup>1</sup>, Doris Damyanovic<sup>3</sup>, Florian Reinwald<sup>3</sup>, Birgit Gantner<sup>1</sup>, Christina Czachs<sup>1</sup>, Martin Kniepert<sup>2</sup>, Jürgen Preiss<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Landschaftsentwicklung, Erholungs- und Naturschutzplanung, Universität für Bodenkultur, Wien

<sup>2</sup> Institut für Nachhaltige Wirtschaftsentwicklung, Universität für Bodenkultur, Wien

<sup>3</sup> Institut für Landschaftsplanung, Universität für Bodenkultur, Wien

<sup>4</sup> Wiener Umweltschutzabteilung Magistratsabteilung 22, Magistrat der Stadt Wien

\* Kontakt: brigitte.alex@boku.ac.at

### **Ziel**

Ein Ziel des Projektes „UHI-Strategieplan Wien“ ist die Identifikation relevanter Maßnahmen zur wirkungsvollen Reduktion urbaner Hitzeinseleffekte in Wien und die Bewertung dieser Maßnahmen im Hinblick auf ihre kleinklimatischen Auswirkungen, volkswirtschaftliche Kriterien, Umsetzungschancen, Akzeptanz durch Politik und Stadtbevölkerung, etc. Weiters sollen die Umsetzungsmöglichkeiten von ausgewählten Maßnahmen mit den Steuerungsinstrumenten und auf den unterschiedlichen Planungsebenen der Stadt Wien – insbesondere der Stadtplanung und -entwicklung – näher untersucht werden.

Diese Studie ist Teil des internationalen Central Europe Projektes „Urban Heat Islands – Entwicklung und Anwendung von Maßnahmen und Anpassungsstrategien zur Minimierung des globalen Phänomens urbaner Hitzeinsel“ (Laufzeit 2011–2014), in welchem acht Großstädte im Gebiet des Zentraleuropa-Programms (u. a. Prag, Stuttgart und Warschau) untersucht werden.

### **Methode**

In dem Forschungsprojekt werden planerische, stadökologische, sozialwissenschaftliche und volkswirtschaftliche sowie auch transdisziplinäre Methoden angewendet.

Aufbauend auf eine umfassende Recherche englisch- und deutschsprachiger Fachliteratur wurden Maßnahmen identifiziert, die in Wien zu einer Reduktion des urbanen Hitzeeffekts beitragen können. Diese in einem Katalog zusammengefassten Maßnahmen wurden unter Einbindung von ExpertInnen verschiedener Fachrichtungen (Meteorologie, Vegetationsökologie, Ökonomie, Grünraum etc.) hinsichtlich den Kriterien Klima, Lebensqualität für Menschen, Biodiversität, Kosten, Umsetzbarkeit und Akzeptanz mit Hilfe eines mehrstufigen Bewertungsschlüssels beurteilt. Die Ergebnisse dieser wissenschaftlichen Einschätzung wurden grafisch in Spiderwebs dargestellt und im Rahmen eines Living Labs mit weiteren ExpertInnen aus der Verwaltung nochmals überprüft.

Um Maßnahmen, die zur Reduktion des UHI-Effektes beitragen, auch monetär bewerten zu können, wurde in einem weiteren Arbeitspaket eine Contingent Valuation Befragung zu einem hypothetischen Referendum über die Einführung einer zweckgebundenen Gebühr für ausgewählte Hitzeadaptationsmaßnahmen (Bäume, Trinkbrunnen) in Wien durchgeführt. Der Fragebogen wurden an 3 792 Haushalte verschickt, die Rücklaufquote lag bei ca. 10 % (n = 385). Die Haushalte wurden nach der maximalen Höhe einer zweckgebundenen Gebühr zur Finanzierung von Straßenbäumen und Trinkbrunnen befragt. Unter Zuhilfenahme von Haushaltscharakteristika wurde der monetäre Nutzen der beiden Maßnahmen für ganz Wien hochgerechnet und den Kosten gegenübergestellt. Mittels einer Intervall-Regressionsanalyse wurde die Zahlungsbereitschaft bedingt auf Haushaltscharakteristika heruntergebrochen.

### **Erste Ergebnisse**

Bei der Bewertung der Maßnahmen zeigte sich, dass in Bezug auf das Meso- und Mikroklima vor allem stadtweite Maßnahmen, wie die Vernetzung von Grünräumen und große Parkanlagen am wirkungsvoll-

ten bewertet wurden. Einen positiven Einfluss haben aber auch u.a. die Errichtung von Baumreihen/Alleen oder der Einsatz von hellen/reflektierenden Materialien. Diese Maßnahmen werden hingegen auf der ökonomischen Ebene (Kosten bei der Errichtung und Erhaltung) von den ExpertInnen als sehr teuer bewertet. Hinsichtlich der Akzeptanz bei PolitikerInnen, BauherrInnen, BewohnerInnen etc. schnitten aber Maßnahmen wie die Errichtung von groß- und kleinflächigen Parks, Einzelbäume und die nachhaltige Sicherung des Baumbestandes gut ab.

Der Vergleich der Maßnahmen zeigt, dass jede Maßnahme ihre Stärken und Schwächen hat. Mit Hilfe der Spiderwebs können diese veranschaulicht und der Stellenwert der einzelnen Kriterien besser ausgearbeitet werden, so dass die Spiderwebs als Informationsgrundlage und Entscheidungshilfe bei der Maßnahmenauswahl helfen.

Im Rahmen der **Contingent Valuation Befragung** wurden die mittlere monatliche Zahlungsbereitschaft für die beiden Maßnahmen Bäume und Trinkbrunnen näher untersucht. Vorläufige Auswertungen ergaben, dass die Zahlungsbereitschaft für das Szenario Bäume (4,75 €) fünf mal so hoch wie jene für das Szenario Trinkbrunnen (0,84 €) ist. Die mittlere monatliche Zahlungsbereitschaft für das Szenario „Bäu-



Abb. 1 – Beispiel für ein Spiderweb; 3 = deutliche Verbesserung/hobe Akzeptanz/sehr niedrige Kosten bis -1 = Verschlechterung/keine Akzeptanz/sehr hohe Kosten

me und Trinkbrunnen“ ist 4,65 € pro Monat. Dass die mittlere Zahlungsbereitschaft dieses gemeinsamen Szenario sich nicht signifikant vom Szenario „Bäume“ unterscheidet, ist eine Form des in der Literatur oft beschriebenen Embedding-Effekts. Aggregiert man die Zahlungsbereitschaft aus dem konservativen Szenario „Bäume & Trinkbrunnen“ auf Wien hoch, so ist der geschätzte monetäre Nicht-Markt Wert um etwa 800 000 € pro Monat höher als die Kosten. Die Intervall-Regression zeigt, dass Hundebesitzer und höhere Einkommensbezieher eine statistisch signifikant höhere Zahlungsbereitschaft für Bäume haben. Befragte, die angaben, dass sie Parkplätze gegenüber Bäumen bevorzugen, hatten eine geringere Zahlungsbereitschaft für Bäume. Schließlich hatten jene, die an die Benutzung von Trinkbrunnen durch andere dachten, eine statistisch signifikant höhere Zahlungsbereitschaft.

Basierend auf den Ergebnissen der Befragung und der Bewertung der verschiedenen Maßnahmen wird im nächsten Arbeitsschritt anhand von zwei Beispielen aus der Stadtplanung und -gestaltung die Umsetzbarkeit des Maßnahmenkatalogs im Rahmen eines weiteren ExpertInnen-Workshop exemplarisch geprüft.

## **P34** Temperaturabhängigkeit zwischen Siedlungen und umliegenden Landschaftselementen in Südtirol

**Michael Heini<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Ökologie, Universität Innsbruck

\* Kontakt: michael.heini@uibk.ac.at

**Projekt:** Cooling Town, gefördert durch die Autonome Provinz Bozen – Südtirol, Abteilung Bildungsförderung, Universität und Forschung

**Webseiten:** [www.coolingtown.at](http://www.coolingtown.at), [www.uibk.ac.at/ecology/index.html.de](http://www.uibk.ac.at/ecology/index.html.de)

**Laufzeit:** 06.2011 – 05.2014

Die Klimaerwärmung führt vielerorts zu Temperaturextremen und sommerlichen Hitzewellen. Die Veränderungen haben weitreichende Folgen für die Nahrungsmittelproduktion, Biodiversität lokaler Ökosysteme oder die Wohnbarkeit und Lebensqualität von bestimmten Regionen. Erst seit Kurzem wird die Bedeutung der hohen Temperaturen in Städten auf die Gesundheit der Bevölkerung wahrgenommen. Studien in Spanien, Deutschland und Italien zeigen deutliche Zusammenhänge zwischen dem Auftreten von Hitze und Extremtemperaturen von über 36 °C und sinkender Arbeitsleistung, abnehmender mentaler und motorischer Fähigkeiten und Krankenhauseinweisungen. Das Auftreten von Temperaturen über 36 °C ist für Südtirol noch eher eine Seltenheit. Allerdings ist die Anzahl der Jahre, in denen diese Extremtemperaturen auftreten, von nur zwei Jahre zwischen 1955 und 1990 auf acht Jahre zwischen 1990 und 2009 deutlich angestiegen.

Städte werden häufig als sogenannte „Hitzeinseln“ bezeichnet. Dennoch können sie nicht losgelöst von ihrem Umland und dessen Temperaturen betrachtet werden. Berichte aus Wien und Stuttgart belegen die Wichtigkeit des Umlands für das Klima in den Städten; besonders großen Waldgebieten im Umfeld der Städte werden kühlende und luftreinigende Effekte attestiert.

Das Forschungsvorhaben „Cooling Town“ ([www.coolingtown.at](http://www.coolingtown.at)) beschäftigt sich mit dieser Temperaturabhängigkeit zwischen urbanen Räumen und ihren umliegenden Landschaftselementen und untersucht die Bedeutung von unterschiedlichen Landbedeckungen für die Temperaturen in den Siedlungsbereichen Südtirols. Anhand von über 100 Landsat-Satellitenbildern aus den Jahren 1984 bis 2011 wurden die Oberflächentemperaturen für die urbanen Regionen sowie deren näheres Umland für ganz Südtirol ermittelt. Daraus konnten Unterschiede zwischen den urbanen Temperaturen und den Temperaturen in der umliegenden Landschaft ermittelt werden. Diese Unterschiede wurden interpretiert anhand von Informationen aus digitalen Geländedaten, detaillierten Landnutzungskartierungen, Strahlungsmessungen sowie abgeleiteten Landschaftsmaßen und Vegetationsindizes (NDVI). Die Ergebnisse zeigen, dass die Temperaturunterschiede zwischen Stadt und Land in den meisten Fällen zwischen 3 K und 6 K liegen. Aufgrund einer beobachteten stärkeren Erwärmung des Stadtgebiets im Vergleich zum Umland sind trotz gleicher Einstrahlung bei hohen Temperaturen die Temperaturunterschiede größer. Außerdem sind sowohl die Durchgrünung der Städte als auch die Landnutzungsverteilung im Umland ausschlaggebend für die Temperaturunterschiede. Die Größe der Siedlungen zeigte jedoch keine Auswirkung auf die Ausprägung des „Hitzeinsel-Effekts“ und bereits Ortschaften von 20 ha zeigten deutlich höhere Temperaturen im Stadtgebiet verglichen zum Umland.

**P35 Changing transport and traffic risks – a CliPDaR spin off**

**Christoph Matulla<sup>1,\*</sup>, Joachim Namyslo<sup>2</sup>, Konrad Andre<sup>1</sup>, Julia Gringinger<sup>1,3</sup>, Barbara Chimani<sup>1</sup>, Brigitta Hollosi<sup>1</sup>, Tobias Fuchs<sup>2</sup>, Inge Auer<sup>1</sup>, Christian Mlinar<sup>4</sup>, Roland Gschier<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Central Institute for Meteorology and Geodynamics, ZAMG, Wien

<sup>2</sup> German Weather service, DWD, Germany

<sup>3</sup> University of Vienna

<sup>4</sup> Autobahn and high way financing stock corporation, ASFINAG, Wien

<sup>5</sup> Federal Ministry for Transport, Innovation and Technology, BMVIT, Wien

\* Contact: christoph.matulla@zamg.ac.at

The delivery of goods, people's mobility, the supply with services and the free accessibility of vital resources, as hospitals for instance, are indispensable for our society. All that is possible through functioning transport networks. Globalisation, changes in technology, demography and climate as well as the strong increase in freight traffic are fundamental challenges to the reinforcement of systems in place and the planning of future transport corridors. As for climate change we present an approach to estimate the rate and amount of change that has to be managed in the future by the transport authorities.

This assessment is based on combinations of climate elements that potentially harm the transport system. Such combinations (called climate indices, CIs) are evaluated for the past and the future. The evaluation of the past refers to the observation period; the assessment of the future is based on ensembles of climate projections, since a single projection does not allow deriving uncertainty based statements. Landslides originating from long term rain events may serve as an example. In 2013 a number of landslides caused substantial destruction and downtimes. The perhaps most prominent example took place in Tirol where the Felbertauern road was hit twice by landslides and the avalanche gallery was destroyed.

Figure 1 shows the change in three day long rain events (each day having at least 10 mm, adding up to a total larger than 37 mm) in the period 2071–2100 relative to 1961–1990 as an example of such CIs. There are regions showing no change and others with substantial increases, which predominantly occur close to topographic complex terrain. Such regions are characterized by precipitation induced by orographic lifting. Increases can be caused by the more frequent advection of moist air masses carrying more water vapour than observed so far. The findings rely on the so called KLIWAS8 ensemble used already by Matulla et al. (2013) in related cases and generated by Imbery et al. (2013). So 70% of the regional scale climate change realizations are encased between the left and right panels. Educated decisions regarding the planning of transport networks and the reinforcement of existing assets ought to be based on such an analysis, which supplies information on the geographical distribution of probable changes in the occurrence of hazardous situations. This is to be further elaborated in the presentation.

variation in number of precipitation periods with respect to pot. landslides (amount: >25.6mm/d, >37.3mm/3d) 2071–2100  
related reference: ensemble mean 1961–1990 (kliwas 8)

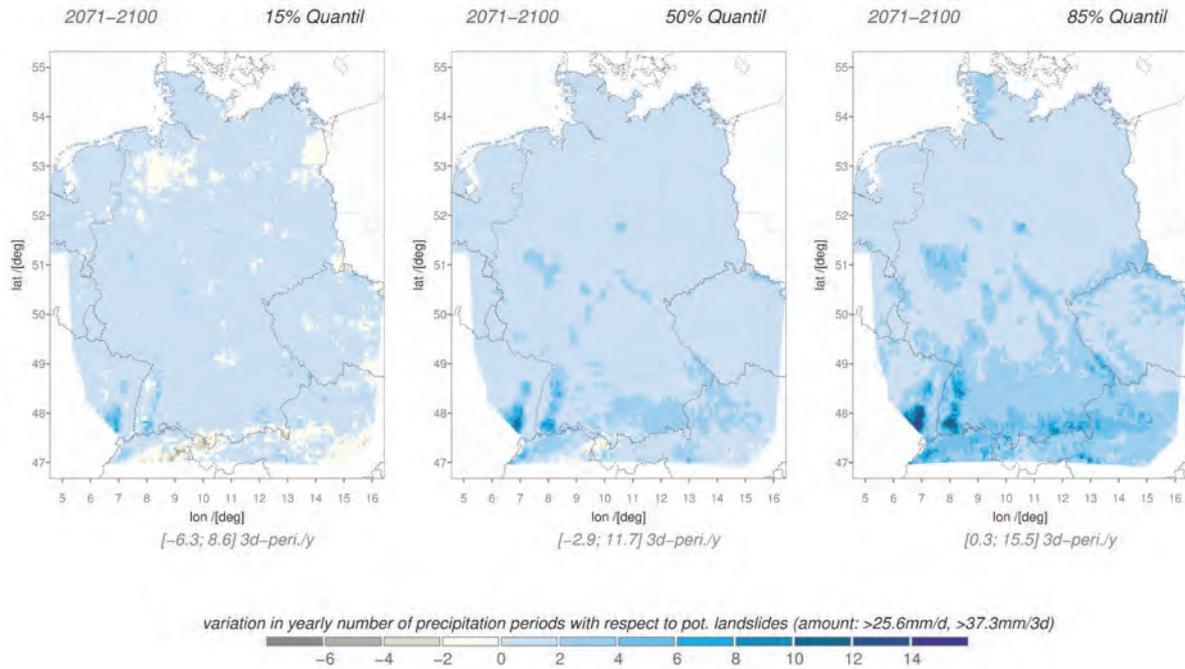


Fig. 1 – The panels show the 15<sup>th</sup>, the median and the 85<sup>th</sup> percentile of the change in three-rain-day-events exceeding together 37 mm whereby at least one day shows a sum of 25.6 mm or more, for the period 2071–2100 relative to the past (1961–1990). White areas indicate no change and black regions show substantial increases. The panels are based on the so called KLIWAS8 ensemble driven with SRES-A1B forcings.

## P36 SHARC-Stadtbaukasten: Kombination zweier Werkzeuge zur umfassenden Beratung und Monitoring städtischer Klima-Nachhaltigkeit

Markus Berchtold<sup>1,\*</sup>, Hinnerk Ries<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> heimat, Ingenieurbüro für Raumplanung, Unternehmensberatung, Schwarzenberg

<sup>2</sup> Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Climate Service Center, CSC, Hamburg

\* Kontakt: office@heimaten.com, hinnerk.ries@hzg.de

Die Verletzlichkeiten und Entwicklungschancen einer Gemeinde oder Stadt sind entsprechend ihrer Lage, Struktur, Einwohner, Funktionsfähigkeit und nicht zuletzt aufgrund des regionsspezifischen Einflusses des Klimawandels sehr individuell. Die Herangehensweisen der unterschiedlichen Akteure an das Querschnittsthema Klimawandel sind sehr divers.

Die Bandbreite an unterschiedlichen Auswirkungen des Klimawandels einerseits und an Herangehensweisen an den Klimawandel andererseits erfordern für die Beratung ein zugleich strukturiertes, umfassendes und vor allem flexibles Modell, das durch Wissen auf der ländlichen und urbanen Skala unterstützt wird.

Die Kooperation von SHARC und Stadtbaukasten leistet genau dieses:

SHARC legt mit seiner holistischen Bewertung die Schwachstellen und ihre systemischen Abhängigkeiten offen. Für die Bereiche Klimaschutz und Klimawandelanpassung bietet der Stadtbaukasten entsprechende Lösungen. Zum Monitoring der Effektivität implementierter Lösungen kommt wiederum SHARC zum Einsatz.

Das holistische Bewertungswerkzeug SHARC wurde nach anfänglicher Skepsis von den Vertretern der neun Pilotgemeinden (Stadt Feldkirch, Vorarlberg), ländliche Region Leiblachtal (Vorarlberg) mit Eichenberg, Hörbranz, Hohenweiler, Lochau, Möggers und ländlicher Planungsverband Achenal (Tirol) mit Achenkirch, Eben am Achensee, Steinberg am Rofan) grundsätzlich positiv aufgenommen. Die in die vier Prozessschritte „Werthaltungen und Ziele“, „Bestandserhebung“, „Planungen und Maßnahmenbe-



schreibung“ sowie „Umsetzung und Anwendung“ gegliederte Erhebung und die Ergebnis-Clusterung der ca. 500 Detailspekte in die Kategorien: Handlungsfähigkeit, Bebauung, Ökologie, Mobilität, Energie, Soziales, Ökonomie und Sicherheit ermöglichte den Gemeindevertretern einen transparenten, nachvollziehbaren Überblick über das individuelle Aufgaben- und Tätigkeitsspektrum. Die Erhebungsdauer in der Gemeinde/Stadt ist mit maximal acht Stunden sehr effektiv. Die mitgelieferten Anregungen zur kommunalen Entwicklung wurden positiv aufgenommen.

Am Beispiel Kiels, der Pilotstadt für die Anwendung des Stadtbaukasten zeigte sich, dass die Verbesserung der zwischenbehördlichen Kommunikation eine Grundvoraussetzung für den Anpassungsprozess ist. Eine weitere Grundvoraussetzung ist die Schaffung eines Konsenses über erwartete klimatische Bedrohungen und Ausgestaltung und Priorisierung von Anpassungsmaßnahmen zwischen den Akteuren. Dieser Konsens wird mittels Ausarbeitung eines Klima-Leitbildes definiert. Auch die Inventarisierung vorhandener Daten hat sich als ein wertvoller Fundus zur Ableitung klimarelevanten Wissens herausgestellt. Die wichtigste Lehre allerdings ist, dass ein flexibles Beratungsrahmenwerk nötig ist, um passgenau auf die städtischen Bedürfnisse antworten zu können. Mit seinem modularen Konzept versucht der Stadtbaukasten genau diese Flexibilität in der Beratung zu gewährleisten. Die einzelnen Module aus den Bereichen „Stadtspezifische Klimainfo“, „Stadtplanung“, „Lebensqualität“, „Wasser“, „Urbanes Grün“, „Klimaschutz“, „Priorisierung und Monitoring“, „Finanzierung“ und „Beteiligungsverfahren“ sind so konzipiert, dass sie sich als Klimaanpassungskomponenten in bestehende Entscheidungsketten integrieren. Diese effiziente Herangehensweise sowie die Kommunikation der Grenzen der Planbarkeit – verursacht durch Bandbreiten in Klimaprojektionen und sozioökonomischen Projektionen – treffen auf breite Akzeptanz in den Verwaltungen.

## **P37** Wie relevant ist der Klimawandel für die Kanalnetz bemessung? – Versuch einer Projektion auf Basis der Entwicklung der letzten 30 Jahre

Thomas Einfalt<sup>1</sup>, Alrun Jasper-Tönnies<sup>1,\*</sup>, Wolfgang Rauch<sup>2</sup>, Manfred Kleidorfer<sup>2</sup>

<sup>1</sup> hydro & meteo GmbH & Co. KG, Lübeck

<sup>2</sup> Arbeitsbereich Umwelttechnik, Universität Innsbruck

\* Kontakt: jasper-toennies@hydrometeo.de

**Projekt:** Dynalp – Dynamic Adaptation of Urban Water Infrastructure for Sustainable City Development in an Alpine Environment, ACRP 4<sup>th</sup> call, Nr. KR11AC0K00206

**Laufzeit:** 07.2012 – 06.2015

Der Klimawandel ist eine Tatsache: Beobachtungen zeigen steigende Temperaturen, zurückgehende Gletscher und Pflanzen und Tiere, die auf der Nordhalbkugel der Erde weiter nach Norden wandern. In dem Zusammenhang muss auch der Einfluss des Klimawandels auf die Städte untersucht werden, wo der größte Teil der Weltbevölkerung lebt.

Klimaprojektionen für die Mitte des Jahrhunderts zeigen eine Zunahme der Niederschläge im mittleren und nördlichen Europa, insbesondere in den Wintermonaten. Zahlreiche Forschungsprojekte und Veröffentlichungen untersuchen die Auswirkungen des Klimawandels auf die Verlässlichkeit von Kanalnetzen, untersuchen Anpassungsstrategien und berechnen Kosten. Klimawandel ist heute ein wichtiges Stichwort für die Beantragung von Forschungsgeldern. Jedoch wird der Klimawandel in der heutigen Ingenieurspraxis selten als treibender Faktor für Bau- oder Anpassungsmaßnahmen gesehen. Andere Erfordernisse an die Wasserinfrastruktur spielen eine wichtigere Rolle: die Reparatur und Rehabilitation von Kanalnetzen oder ihre Adaption an die demographische Entwicklung von Städten (Wachstum oder Schrumpfung) scheinen einen höheren Stellenwert für die Entscheidungsfindung für zukünftige Entwicklungen im Netz zu haben. Wie belastbar und wichtig sind also die Ergebnisse aus Klimaprojektionen in der Praxis für die Bemessung von Entwässerungssystemen – und ist es sinnvoll, bereits heute Bemessungsregeln anzupassen?

Um hierfür Antworten zu finden, werden wir folgende Aspekte diskutieren:

- Was können wir aus einem Vergleich der heutigen Situation mit der Situation der Stadthydrologie vor 30 Jahren lernen?
- Welches sind die treibenden Kräfte für die Veränderung von Kanalnetzen über die Zeit – außer Klimawandel? Insbesondere stellt sich die Frage ob Stadtentwicklung, Änderung der städtischen Infrastruktur und Bevölkerungsveränderung berücksichtigt werden müssen.
- Welchen Zuwachs an verfügbaren hydrologischen und meteorologischen Daten und damit verbundener Wissen hat es gegeben?
- Welche Änderungen in der Bemessung und den zugehörigen Vorschriften gab es zwischen 1980 und heute? Sind ähnliche Veränderungen auch in Zukunft zu erwarten? Welches ist der Einfluss von detaillierteren Bemessungsverfahren? Verlieren wir Bemessungssicherheiten?
- Gibt es „schlaue Lösungen“ für Kanalnetze, um sie flexibler oder sicherer zu machen?

Eine Auswertung der umfangreichen Darstellung von Colyer & Yen (1983) zeigt, dass erhebliche Fortschritte in den vergangenen 30 Jahren erzielt worden sind, dass aber auch der Wissenshorizont und die wesentlichen Probleme der Zeit andere waren. Da Planungshorizonte in der Wasserwirtschaft oft eine

Größenordnung von Jahrzehnten haben, ist eine Überlegung sinnvoll, welche möglichen technischen Entwicklungen in nächster Zeit zu erwarten sein könnten.

Aus dem Bericht von Colyer & Yen kann entnommen werden, dass die damalige Modellwelt und computertechnische Ausstattung – aus heutiger Sicht – als sehr rudimentär zu bezeichnen sind, zu erhebende Daten nicht klar festgelegt waren und fachliche Institutionen wie das IWA/IAHR Joint Committee on Urban Drainage gerade gegründet worden waren. In den letzten 30 Jahren kam es dann zu einer schrittweisen Verlagerung der Problemstellung von einer rein ingenieurmäßigen Aufgabe hin zu einem multidisziplinären Themengebiet/Fachgebiet (Fletcher et al. 2013). Darüber hinaus wurden zusätzliche Aspekte entwickelt und ausführlich bearbeitet, was auch auf Entwicklungen in anderen Sektoren zurückzuführen ist, z. B. die Verbesserung der Abwasserbehandlung in Kläranlagen oder die EU Wasserrahmenrichtlinie.

Was bedeutet das für künftige Entwicklungen? Wahrscheinlich ist, dass Messgeräte weiter verbessert und Datentransfer und Datenverwaltung weitere Fortschritte machen werden. Weiter ist damit zu rechnen, dass die Modelle noch schneller rechnen und umfassendere Ergebnisse produzieren und dass mehr Messdaten verfügbar werden. Auch Entwicklungen in Rechtsprechung und der Gestaltung von Richtlinien müssen berücksichtigt werden, ebenso wie stärkere Verknüpfungen mit anderen Fachrichtungen wie Meteorologie, Mikrobiologie oder Stadtplanung. In diesen Gebieten ist im kommenden Jahrzehnt mit weiteren deutlichen Fortschritten zu rechnen.

Ein Vergleich der Auswirkungen verschiedener Faktoren auf die Bemessung von Kanalnetzen zeigt, dass der Faktor Klimawandel die heutige wissenschaftliche Diskussion dominiert. Berücksichtigt man, dass insbesondere außerhalb von Europa in großen Städten der Ausbau der Kanalnetze wesentlich vom dynamischen Bevölkerungswachstum bestimmt wird, legt das die Hypothese nah, dass der Klimawandel in seiner Wichtigkeit für die Auslegung von Kanalnetzen überbewertet wird. Bevölkerungsveränderung bzw. Änderungen in der versiegelten Fläche (sowohl Zunahme als auch Abnahme) haben ebenso wie alternde Infrastruktur und Änderungen in der Stadtstruktur (z. B. Entwicklung neuer Stadtviertel) einen erheblichen Einfluss auf die Bemessung von Kanalnetzen – allerdings gibt es nur begrenzte oder selten genutzte Möglichkeiten, diese Entwicklungen zu modellieren. Ein Grund hierfür mag sein, dass die Berücksichtigung der Stadtentwicklung noch recht neu ist, während die Verbindung zwischen der Meteorologie und der Wasserwirtschaft in den vergangenen Jahrzehnten deutlich verbessert wurde (Niederschlag ist eine wesentliche Einflussgröße für die Entwässerungsplanung). Ebenso wurden in der Vergangenheit viele Entwicklungen durch eine Verbesserung im Gewässerschutz getrieben (z. B. Beschränkung der Mischwasseremissionen). Aktuelle Entwicklungen wie genauere Messverfahren oder der größer werdenden Bedeutung von neuen (Mikro)schadstoffen legen nahe, dass es damit auch in Zukunft zu einer Verschärfung der technischen Richtlinien und damit verbundenen notwendigen Maßnahmen kommen wird.

Da sowohl Klimawandel als auch technischer und institutioneller Fortschritt und Stadtentwicklung regional sehr unterschiedlich sind, erscheint es für viele Regionen heute ratsam die Bemessungsvorschriften für Kanalnetze nicht zu ändern, sondern auf eine reguläre Erneuerung der Kanalisation oder Neubau von Stadtvierteln zu warten. Andererseits haben Kanalrohre eine Lebensdauer von etwa 100 Jahren – und so beeinflussen heutige Entscheidungen die Entwässerungssituation bis weit in die Zukunft. Aus diesem Grunde suchen Ingenieure heute nach „schlauem Lösungen“, die mehr Flexibilität und Anpassungsmöglichkeiten in einem Kanalnetz ermöglichen, welches dadurch für kommende Aufgaben und Veränderungen gut vorbereitet ist.

### Literatur

- Colyer, P.J., B.C. Yen 1983. Current Issues and Future Needs in Urban Storm Drainage. *Water Res.* 17 (9): 1067–1071.
- Fletcher, T.D., H. Andrieu, P. Hamel 2013. Understanding, management and modeling of urban hydrology and its consequences for receiving waters: A state of the art. *Advances in Water Resources* 51: 261–279.

## **P38 Reshaping institutions and processes in the transition towards renewable energy: Lessons from bottom-up initiatives**

**Martin Kislinger<sup>1</sup>, Manfred Füllsack<sup>1</sup>, Alfred Posch<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Systemwissenschaften, Innovations- und Nachhaltigkeitsforschung, Universität Graz

**Project:** Reshape, ACRP 5<sup>th</sup> call

**Duration:** 01.03.2013 – 28.02.2015

**Projectpartner:** Institut für Systemwissenschaften, Innovations- und Nachhaltigkeitsforschung, Universität Graz; Soziologisches Forschungsinstitut an der Georg-August-Universität Göttingen

Taking into account disappointments in recent climate negotiations on the international level as well as the lack of supranational authorities, it becomes clear that there is a need for reshaping processes and institutions for further progress in climate policy. Here, bottom-up initiatives may become important cornerstones in the transformation towards a carbon neutral and adaptive society.

As is the case in Austria, various forms of bottom-up initiatives are taking root, extending over all provinces. The range includes classical initiatives on the level of communities and associations, but also local and regional energy suppliers have taken the initiative and provide opportunities for their customers to invest and participate in renewable energy production. Latest research on energy cooperatives in Austria (Schreuer 2012) describes the development paths as a) replication of other initiatives by information exchange and word of mouth, b) growth of small initiatives to mid-size enterprises, and c) entry of new actors in the scene such as profit-orientated energy suppliers offering citizen investment models.

The aim of this paper is to present and discuss crucial methodological aspects for modelling innovation adoption and diffusion processes on bottom-up initiatives in the Austrian energy sector in the field of photovoltaics. For the analysis, two research streams are combined, a complex systems approach in combination with an extended empirical research step on a case basis. This combination is supposed to provide a well-founded insight into the social and psychological factors influencing the involved agents' behaviour.

The system model is grounded on the classical Bass diffusion model (Bass 1969), and Rogers' diffusion research (Rogers 2003), as well as in network theory (Granovetter 1973; Watts 2004; Newman 2010). An agent-based modelling framework is selected, allowing to capture the behaviour of individual agents, considering individual decisions, dispositions and inclinations. Theoretical and empirical research in the field of innovation diffusion demonstrate adoption behaviour as a function of individual preferences (McFadden 2001; Szabo & Fath 2007; Perc & Szolnoki 2010) and social network influences (Kahn 2007; Valente 2009; Tran 2012), both of which are not typically integrated in diffusion models. The agent-based model will attempt to integrate both factors, with special consideration of quantitative threshold values.

Regarding the network influence, which presumably plays a significant role in the emergence of bottom-up initiatives, several factors have to be taken into consideration including early adopters and their social environment, direct and indirect exposure to adopters, strong and weak social ties and relevant communication channels. Potential adopters form their individual attitudes on the base of others, who are also forming their attitude in the same way, implying a reciprocal or circular relationship. In this respect, the presentation will survey the applicability of different network topologies, the rulesets of network influence, and discuss them on a case-by-case basis.

### References

- Bass, F.M. 1969. A new product growth for model consumer durables. *Management Science* 35 (5): 215–227.
- Granovetter, M.S. 1973. The strength of weak ties. *American Journal of Sociology* 78 (6): 1360–1380.
- Kahn, M.E. 2007. Do greens drive hummers or hybrids? Environmental ideology as a determinant of consumer choice and the aggregate ecological footprint. *Journal of Environmental Economics and Management* 54: 129–145.
- McFadden, D. 2001. Economic choices. *American Economic Review* 91: 351–78.
- Newman, M.E.J. 2010. *Networks. An introduction*. Oxford: Oxford University Press.
- Perc, M. & A. Szolnoki 2010. Coevolutionary games a mini review. *Biosystems* 99: 109–25.
- Rogers, E.M. 2003. *Diffusion of Innovations*. New York: Free Press.
- Schreuer, A. 2012. *Collective citizen ownership of green electricity plants. Country case studies Austria and Germany*. Research report, Inter-University Research Centre for Technology, Work and Culture (IFZ), Graz.
- Szabo, G. & G. Fath 2007. Evolutionary games on graphs. *Physics Reports* 446: 97–216.
- Valente, T. 2009. *Diffusion processes in social networks*. In: Meyers RA, editor. *Encyclopedia of complexity and systems science*. Springer-Verlag.
- Tran, M. 2012. Agent-behavior and network influence on energy innovation diffusion. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation* 17: 3682–3695.
- Watts, D. 2004. *Small worlds. The dynamics of networks between order and randomness*. Princeton: Princeton University Press.

## P39 Den Ausbau der Windenergie sozial verträglich gestalten? Eine inter- und transdisziplinäre Annäherung

Thomas Schauppenlehner<sup>1</sup>, Patrick Scherhauser<sup>2,\*</sup>, Stefan Höltinger<sup>3</sup>, Boris Salak<sup>1</sup>, Johannes Schmidt<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institut für Landschaftsentwicklung, Erholungs- und Naturschutzplanung, Universität für Bodenkultur, Wien

<sup>2</sup> Institut für Wald-, Umwelt- und Ressourcenpolitik, Universität für Bodenkultur, Wien

<sup>3</sup> Institut für Nachhaltige Wirtschaftsentwicklung, Universität für Bodenkultur, Wien

\* Kontakt: patrick.scherhauser@boku.ac.at

**Projekt:** TransWind – The transition of the Austrian energy system to a high penetration of wind energy – A participatory integrated assessment of the social acceptance, ACRP 5<sup>th</sup> call

**Webseite:** [www.transwind.boku.ac.at](http://www.transwind.boku.ac.at)

**Laufzeit:** 09.2013 – 08.2015

Das Erreichen ambitionierter Klimaziele nach 2020 erfordert den weiteren Ausbau erneuerbarer Energien. Windenergie gilt auf Grund hoher Kosteneffizienz im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energien und großer Ressourcenverfügbarkeit als eine der wichtigsten Technologien zur Erreichung einer CO<sub>2</sub>-armen Stromproduktion. Der Ausbau von Windenergie ist jedoch mit Konflikten verbunden: technische und ökonomische Rahmenbedingungen treffen auf soziale und ökologische Herausforderungen.

Das Projekt **TransWind** untersucht in einem partizipativen und integrativen Bewertungsprozess, wie verschiedene Ausbauszenarien für Windenergie in Österreich aussehen könnten, indem quantitative Modellierungen der ökonomischen, rechtlichen und technischen Rahmenbedingungen (vgl. Schmidt et al. 2013) in einem weitreichenden Stakeholderprozess zum Einsatz kommen. In gemeinsam ausgewählten lokalen Fallstudien wird daraufhin untersucht, wie die lokale Bevölkerung auf spezifische Windkraftprojekte und Ausbauszenarien auf Basis interaktiver 3-D Visualisierungen reagiert. Im Mittelpunkt steht das Konzept der sozialen Akzeptanz. Die soziale Akzeptanz ist dabei abhängig von einem komplexen Set an individuellen und gesellschaftlichen Indikatoren, Präferenzen und (Wert)Vorstellungen, die auf institutionellen und sozio-politischen Arrangements basieren. Ausgangspunkt der Analyse ist das Akzeptanzdreieck von Wüstenhagen et al. (siehe Abb. 1), welches im Fortlauf des Projekts angepasst, erweitert oder transformiert werden soll.

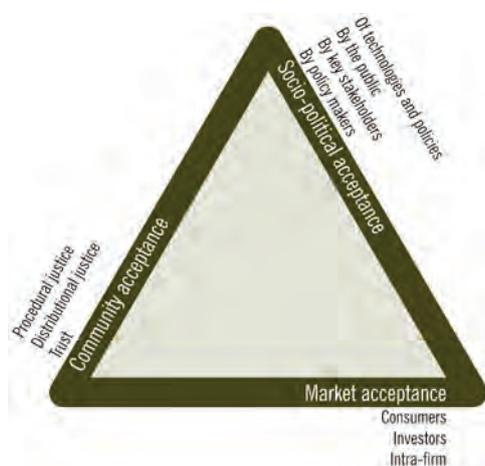


Abb. 1 – Wüstenhagen, Wolsink & Bürer 2007

**Trans Wind** nähert sich seinen Zielen mit Hilfe von sechs integrativen bzw. transdisziplinären Phasen. Der Aufbau einer Stakeholdergruppe sowie die ersten *zwei* Arbeitsschritte (ein Weltcafé mit den TeilnehmerInnen der Referenzgruppe und ein Online-Fragebogen) werden im Mittelpunkt des Vortrags stehen.

Als Voraussetzung für das transdisziplinäre Arbeiten im Projekt wurde eine 34 Personen umfassende Stakeholder- bzw. Referenzgruppe gebildet, in der alle namhaften RepräsentantInnen der Windbranche sowie Behörden, Interessensvertretungen und Umwelt- und NaturschützerInnen vertreten sind. Die Zusammenstellung basierte auf transparenten und nachvollziehbaren Selektionskriterien. Die Referenzgruppe hat sich bereits im zweiten Projektmonat konstituiert und deren Mitglieder wurden auf der Projektwebseite (siehe [www.transwind.boku.ac.at](http://www.transwind.boku.ac.at)) veröffentlicht. Bei einem ersten Treffen wurden die Regeln der Zusammenarbeit, die Aufgabengebiete und Einflussmöglichkeiten der Stakeholder diskutiert und beschlossen. Diese Referenzgruppe ist damit das zentrale Dialogforum im Projekt und soll eine durchgehende Beteiligung sowie eine stetige und gleichberechtigte Kommunikation zwischen dem wissenschaftlichen Projektteam und den ExpertInnen sicher stellen.

In einem ersten integrativen Schritt wurde mit den TeilnehmerInnen der Referenzgruppe ein Weltcafé veranstaltet, wo in vier Tischgruppen zentrale Fragen der sozialen Akzeptanz von Windkraftanlagen besprochen und dargelegt wurden. Die Resultate dieser Gruppendiskussion werden gemeinsam mit jenen der geplanten Einzelinterviews in die Überarbeitung des Akzeptanzdreiecks einfließen. Im Mittelpunkt der zweiten transdisziplinären Projektphase stand die Entwicklung eines Online-Fragebogens, mit dessen Hilfe die Mitglieder der Referenzgruppe Ausschlusszonen definieren können. Die Ergebnisse der Befragung werden in die Modellierung der Windpotentiale aufgenommen und dienen als Grundlage verschiedener Ausbauszenarien, die beim zweiten Stakeholderworkshop (geplant für Mai 2014) vorgestellt und von den TeilnehmerInnen bewertet werden.

Insgesamt verfolgt **Trans Wind** vier zentrale Ziele:

1. Entwicklung eines konzeptionellen und methodologischen Ansatzes zur Erforschung der sozialen Akzeptanz von Windkraftprojekten;
2. Integrative Analyse durch die Zusammenführung subjektiver und objektiver Parameter bei der Bewertung von Windkraftprojekten;
3. Informationsgewinn hinsichtlich der Unsicherheiten und Bedürfnisse von Stakeholdern und deren Relevanz für Entscheidungsprozesse;
4. Entwicklung neuer Ansätze bei der Kommunikation von Planungsinhalten in partizipativen Prozessen (Visualisierung).

### Literatur

- Schmidt, J., G. Lehecka, V. Gass, E. Schmid 2013. Where the wind blows: Assessing the effect of fixed and premium based feed-in tariffs on the spatial diversification of wind turbines. *Energy Economics* 4 (C): 269–276.
- Wüstenhagen, R., M. Wolsink, M.J. Bürer 2007. Social acceptance of renewable energy innovation: An introduction to the concept. *Energy Policy* 35 (5): 2683–2691.



Tab. 1 – Anzahl der in Österreich eingereichten UVPs je Projekttyp (Auswahl von Projekttypen).

Kategorie	Projekttyp	Anzahl UVPs
Energie	Starkstromleitungen	5
	Windenergie	74
Verkehrsinfrastruktur	Straße (§23a)	53
	Landesstraßen B	20
	Schiene (§23b)	23
	Flughäfen	7
	Häfen	0
Wasserwirtschaft	Hochwasserschutz	5
	Wasserkraftwerke & Stauanlagen	20
Produktion und Verarbeitung	Produktion und Verarbeitung	12
Deponie	Abfalldeponie	37
Schigebiete	Schigebiete oder Seilbahnen	12
Rohrleitungen	Rohrleitungen	12
Bergbau	Fest- und Lockergesteinsabbau	29
Wohnen/Einkaufen	Einkaufszentren	9
	Städtebau	2
Freizeit	Golfplätze	20
	Freizeit und Vergnügungsparks	2
	Sportstadien	3
Land- und Forstwirtschaft	Landwirtschaft	4
	Forstwirtschaft	0

Quelle: UVP Datenbank des Umweltbundesamts, Stand 20.2.2014, eigene Darstellung

agierende ProjektwerberInnen für hochrangige Straßen-, Schienen- und Wasserverkehrswege, für Starkstromleitungen, für Wasserkraftwerke, für Windkraftanlagen, für Skigebiete und für Städtebauprojekte wurden in ENVISAGE-CC kontinuierlich eingebunden.

Es wurde sowohl das Problembewusstsein dieser Schlüsselakteure projektbezogener UVP betrachtet, als auch die in der Projektentwicklung bereits gängige Praxis im Umgang mit Aspekten des Klimawandels aufgenommen. Darauf aufbauend wurden jene Themengebiete der Schutzgüter aufgezeigt, in denen es durch den Klimawandel zu Veränderungen kommen kann.

Eine Orientierungs- und Entscheidungshilfe wird derzeit erarbeitet, um die ProjektwerberInnen zu unterstützen, mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf bestimmte Projekttypen besser einschätzen zu können. Diese Orientierungs- und Entscheidungshilfe wird aufzeigen, in welchen Verfahrensschritten der Projektplanung Veränderungen durch den Klimawandel in Zukunft verstärkt berücksichtigt werden könnten. Damit wird ein Beitrag geleistet, mögliche durch den Klimawandel verursachte Schäden und Kosten bei konkreten Großprojekten durch eine vorausschauende Projektierung und Planung im Vorhinein zu minimieren.

Dank gilt folgenden Organisationen (in alphabetischer Reihenfolge), welche ENVISAGE-CC als InterviewpartnerInnen und TeilnehmerInnen von zwei Stakeholder-Workshops zur Verfügung standen:



ASFINAG Bau Management GmbH – Aspern Development AG – Austrian Power Grid AG – Energie Burgenland-Windkraft GmbH – Fachverband der Seilbahnen – ÖBB Infrastruktur AG – Ökoenergie – Stadt Wien, MA 21 – Verbund (AHP) – via donau – Österreichische Wasserstraßen-Gesellschaft mbH

## **P41 Opportunities for (and of) International Co-operation and Dialogue in the Field of Climate Change**

**Maximilian Wollner<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Zentrum für Soziale Innovation, Wien

Climate change is a global challenge, the causes and impact of which are not taking into consideration national or European borders. Consequently, climate change issues have to be dealt with on a much wider global basis. This also challenges traditional concepts of knowledge production and utilisation. The model of producing knowledge in one lab or country and applying it in this country and, involving technology transfer, in others can be questioned. How to ensure coordination of research efforts and mutual learning? Would collaborative research production be the more effective model to tackle global challenges like climate change?

As of now, a wealth of knowledge in the field of climate change research has already been generated by numerous research projects around the world (national, bilateral, multilateral). However, efforts at different levels run in parallel; exchange and uptake of results can still be improved. Coordination between research projects is one way of achieving this, also contributing to the enhancement of research results and future collaborative research.

The poster will present to the scientific community and science policy makers the opportunities of and for international co-operation and dialogue in climate change research. Benefits of co-operation will be discussed and available opportunities for co-operation presented. As to the latter, emphasis will be put on inter-regional co-operation opportunities (with e. g. the rapidly developing ASEAN region and Latin America) as facilitated by EU Framework Programme funded projects. A focus will also be on new challenges and opportunities in Horizon 2020, the new EU Framework Programme for Research & Innovation.

## **P42** Climate change induced rainfall patterns affect wheat productivity and agroecosystem functioning dependent on soil types

**James Tabi Tataw<sup>1</sup>, Fabian Baier<sup>1</sup>, Florian Krottenthaler<sup>1</sup>, Bernadette Pachler<sup>1</sup>, Elisabeth Schwaiger<sup>1,2</sup>, Stefan Whyldal<sup>2</sup>, Herbert Formayer<sup>3</sup>, Johannes Hösch<sup>4</sup>, Andreas Baumgarten<sup>4</sup>, Johann G. Zaller<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Zoology, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna

<sup>2</sup> Austrian Institute of Technology (AIT), Tulln

<sup>3</sup> Institute for Meteorology, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna

<sup>4</sup> Institute for Soil Health and Plant Nutrition, Austrian Agency for Health and Food Safety (AGES), Vienna

Wheat is a crop of global importance supplying more than half of the world's population with carbohydrates. We examined, whether climate change induced rainfall patterns towards less frequent but heavier events alter wheat agroecosystem productivity and functioning under three different soil types. Therefore, in a full-factorial experiment *Triticum aestivum* L. was cultivated in 3 m<sup>2</sup> lysimeter plots containing the soil types sandy calcaric phaeozem, gleyic phaeozem or calcic chernozem. Prognosticated rainfall patterns based on regionalised climate change model calculations were compared with current long-term rainfall patterns; each treatment combination was replicated three times. Future rainfall patterns significantly reduced wheat growth and yield, reduced the leaf area index, accelerated crop development, reduced arbuscular mycorrhizal fungi colonisation of roots, increased weed density and the stable carbon isotope signature ( $\delta^{13}\text{C}$ ) of both old and young wheat leaves. Different soil types affected wheat growth and yield, ecosystem root production as well as weed abundance and The interaction between climate and soil type was significant only for x. Our results suggest that even slight changes in rainfall patterns can significantly affect the functioning of wheat agroecosystems. These rainfall effects seemed to be little influenced by soil types suggesting more general impacts of climate change across different soil types. Wheat production under future conditions will likely become more challenging as further concurrent climate change factors become prevalent.

## Das Climate Change Centre Austria (CCCA)



### Warum?

Eine starke, qualitativ hochstehende Klimaforschung in Österreich, die international profiliert und gesellschaftlich gut verankert ist – diese Vision ist ein Ziel der sich seit vielen Jahren vernetzenden österreichischen KlimaforscherInnen. Das CCCA wurde daher 2011 als Allianz der österreichischen Klimaforschungsinstitutionen gegründet – das CCCA ist Anlaufstelle für Forschung, Politik, Medien und Öffentlichkeit für alle Fragen zur Klimaforschung in Österreich.

### Wofür?

Als koordinierende Einrichtung zur Förderung der Klimaforschung in Österreich verfolgt das CCCA die Ziele:

- Stärkung der österreichischen Klimaforschung
- Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses / Unterstützung des Wissenstransfers
- Beratung von Politik und Gesellschaft

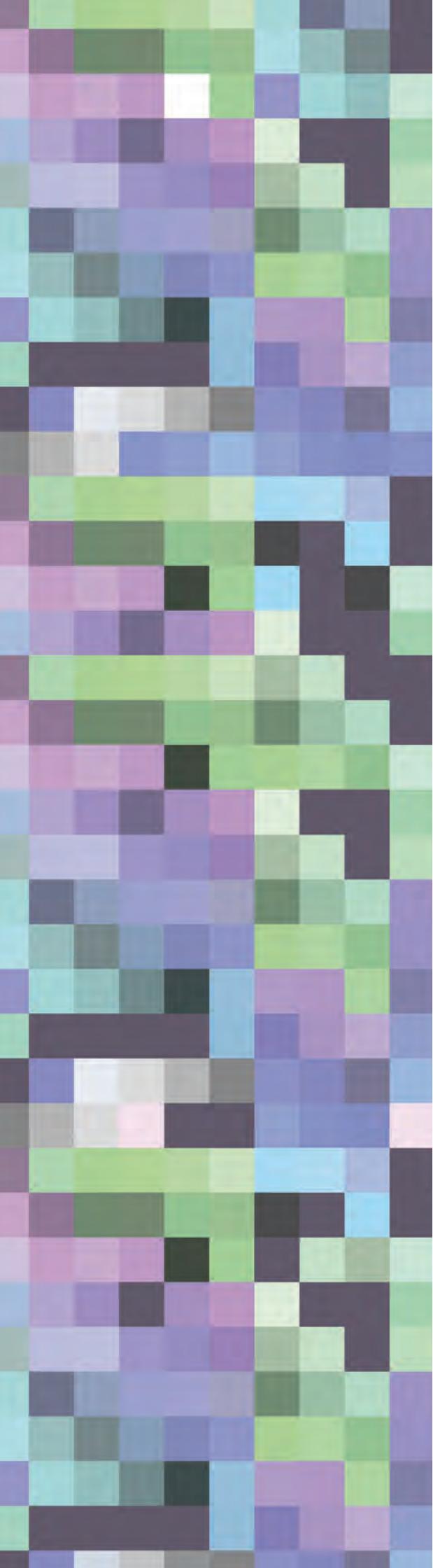
### Wer?

- CCCA-Mitglieder: Aktuell sind im CCCA 21 österreichische Klimaforschungsinstitutionen organisiert, darunter acht Universitäten.
- CCCA-Einrichtungen: Die CCCA Geschäftsstelle dient u. a. der Unterstützung aller CCCA-Aktivitäten und stellt deren Kontinuität sicher. Das CCCA Servicezentrum wurde sowohl als Anlaufstelle für Anfragen aus Wissenschaft und Forschung als auch aus Zivilgesellschaft, Politik und Wirtschaft zu allen Fragen des Klimawandels eingerichtet. Zudem wird ein CCCA Klimadatenzentrum aufgebaut, in dem alle für die Klimaforschung relevanten Daten für die NutzerInnen verfügbar gemacht werden sollen.
- CCCA-Vorstand: Dieser setzt sich aus 9 VertreterInnen verschiedener Mitgliedsorganisationen zusammen.

### Wie?

- Die breite thematische Verankerung der Mitglieder – von der »klassischen« naturwissenschaftlichen Klimaforschung bis zur sozio-ökonomischen und geisteswissenschaftlichen Erforschung von Ursachen und Folgen des Klimawandels – ist die Grundlage, eine gemeinsame und fächerübergreifende nationale Forschungsstrategie zum Klimawandel zu entwickeln und zu implementieren.
- Informationen und Daten zum Klimawandel, seiner Ursache und Folgen für Forschung und Gesellschaft aufbereiten. Dazu werden die Erfahrungen und Kompetenzen der CCCA Gemeinschaft zusammengeführt und die Kooperation mit bestehenden Angeboten gesucht.
- Kontinuierliche und dauerhafte Vernetzung und Kooperation zwischen den Mitgliedern durch gezielten Informationsaustausch, Vernetzungsveranstaltungen, Unterstützung der Bildung von Projektkonsortien, ...
- Gezielte Vernetzung zwischen der Forschung und den Bereichen Verwaltung, Wirtschaft, Öffentlichkeit
- Jährliche Organisation des Österreichischen Klimatags
- Das BMWFW fördert das CCCA als Kooperationsprojekt von 24 PartnerInnen (Universitäten, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, Ministerien, Bundesländer) im Rahmen der Hochschulraum-Strukturmittel.
- ....

Weitere Informationen über das CCCA finden Sie unter [www.ccca.ac.at](http://www.ccca.ac.at) oder beim CCCA-Info-Stand am 15. Österreichischen Klimatag.



**Veranstalter:**



**gemeinsam mit**



**Gesponsert von:**

