



Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

1919
2019
100 JAHRE
WISSENSWERFT
Universität Hamburg



38. JAHRESTAGUNG DES ARBEITSKREIS KLIMA

TAGUNGSBAND

25. - 27. OKTOBER 2019

TAGUNGSHOTEL JESTEBURG

IMPRESSUM

AUSRICHTER

Prof. Dr. Jürgen Böhner
Universität Hamburg
Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften
Institut für Geographie
Bundesstraße 55
20146 Hamburg
Tel. +49 40 42838-4960
juergen.boehner@uni-hamburg.de

ORGANISATION

Vanessa Reinhart, vanessa.reinhart@uni-hamburg.de
Johannes Weidinger, johannes.weidinger@uni-hamburg.de

LAYOUT UND REDAKTION

Anne-Sophie Jesemann

TAGUNGsort

Tagungshotel Jesteburg
Itzenbütteler Str. 35
21266 Jesteburg
www.tagungshotel-jesteburg.de
Tel. +49 4183 93 90
info@tagungshotel-jesteburg.de

Die Treibhausgasemissionen, die durch die Aktivitäten dieser Tagung einschließlich Ihrer Reisekosten entstehen, werden durch ein Gold Standard Klimaschutzprojekt („Aufforstung in Indien“, GS 4240) kompensiert. Für weitere Informationen besuchen Sie bitte die ARKTIK-Website: <http://co2mpensate.com/>

PROGRAMM

FREITAG 25.10.19		
ab 11:00 Uhr	Anmeldung im Tagungshotel Jesteburg	
13:30 Uhr	Begrüßung	Jürgen Böhner
	1. SESSION - AKTUELLE HERAUSFORDERUNGEN	JÖRG BENDIX
13:45 Uhr	Scientists for Future: Die Verantwortung der Klimaforschung im Anthropozän	Joachim Rathmann
14:15 Uhr	The 2018 heatwave in subarctic Europe and its effect on urban heat island intensities in Haparanda, North Sweden	Oliver Konter, Manuel Dienst, Joachim Fallmann, Geogios Frangkoulidis, Jenny Lindén, Jan Esper
14:45 Uhr	Die Auswirkung des Ungleichgewichts zwischen Klima und Gletschern auf den zukünftigen Anstieg des Meeresspiegels	Ben Marzeion
15:15 Uhr	Kaffeepause + Check-in	
	2. SESSION - MODELLIERUNG	HEIKO PAETH
16:15 Uhr	REMOLAND: Verbesserung des Landoberflächenmoduls in REMO durch Einbindung von neuen höher aufgelösten Datensätzen für die Statistischen Landoberflächenparameter	Katrin Ziegler, Felix Pollinger, Daniel Abel, Heiko Paeth
16:45 Uhr	REMOLAND: Die Erweiterung von REMO um ein 5-Schichten-Bodenschema	Daniel Abel, Felix Pollinger, Katrin Ziegler, Heiko Paeth
17:15 Uhr	Modellierung von Niederschlägen und Temperaturen auf Kilometer Auflösung auf Globaler Ebene	Dirk Nikolaus Karger, Olaf Conrad, Jürgen Böhner, Niklaus Zimmermann
17:45 Uhr	Diskussion	
18:30 Uhr	Abendessen	
20:00 Uhr	Abendvortrag „Ein Kätzchen und zwei Elefanten - Foci in der Klimadiskussion“	HANS VON STORCH
21:00 Uhr	Social Event - Kicker + Kegeln, Tagungshotel Jesteburg	Johannes Weidinger, Vanessa Reinhart

SAMSTAG 26.10.19

3. SESSION - STADTKLIMA I		BENJAMIN BECHTEL
9:00 Uhr	BMBF-Fördermaßnahme „Stadtklima im Wandel“ Phase II	Ute Fehrenbach, Tom Grassmann, Achim Holtmann, Fred Meier, Katharina Scherber, Dieter Scherer
9:10 Uhr	Sondierung der urbanen Grenzschicht mit unbemannten Luftfahrtsystemen im Rahmen des Verbundprojekts „Stadtklima im Wandel / Urban Climate unter Change [UC ²]“	Andreas Philipp, Christoph Beck, Luca Glawion, Alexander Groos, Anja Langhein, Erik Petersen, Johanna Redelstein, Martin Roith, Matthias Schörner, Annette Straub, Selina Tannheisser
9:40 Uhr	Klimaerlebnis Würzburg - Stadtklima erleben	Christian Hartmann, Heiko Paeth
10:10 Uhr	Der Weg zu einem komplexen integrierten Modellierungsansatz für das städtische System unter Berücksichtigung von klimawandelinduzierten wasserbedingten Stressfaktoren	Franziska Hanf, K. Heinke Schlünzen, Jörg Knieling, Jürgen Oßenbrügge, CLICCS-C1 „Water from 4 sides“ Team
10:40 Uhr	Postersession + Kaffeepause	
12:00 Uhr	AK SITZUNG	ELKE HERTIG
13:00 Uhr	Mittagessen	
4. SESSION - STADTKLIMA II		EBERHARD PARLOW
14:00 Uhr	Ergebnisse aus der U-Bahn-Klimatologie - Zehn Jahre Forschung, drei Forschungsprojekte	Markus Brüne, Andreas Pflitsch
14:30 Uhr	Urban Climate Observatory Berlin - Quantifizierung des turbulenten vertikalen Austausches von Wärme, H ₂ O und CO ₂ zwischen Stadtoberfläche und Atmosphäre	Fred Meier, Daniel Fenner, Achim Holtmann, Dieter Scherer
15:00 Uhr	Mobile Messung der räumlichen Verteilung von Partikelmasse im Stadtgebiet Augsburgs	Erik Petersen, Johanna Redelstein, Andreas Philipp
15:30 Uhr	Postersession + Kaffeepause	
5. SESSION - METHODEN DER KLIMATOLOGIE I		DIETER SCHERER
16:30 Uhr	Daily variability of air quality (PM ₁) explained by meteorology using a Machine Learning approach	Roland Stirnberg, Jan Cermak, Martial Haeffelin, Simone Kotthaus, Julia Fuchs, Hendrik Andersen, Miae Kim
17:00 Uhr	Phase-height measurements over Europe during 5 solar cycles - Long-term variability and trends of the mesosphere	Dieter H.W. Peters, Günter Entzian
17:30 Uhr	Fog and low clouds in the Namib: Spatiotemporal patterns and synoptical-scale controls	Hendrik Andersen, Jan Cermak, Julia Fuchs, Peter Knippertz, Irina Solodovnik, Marco Gaetani, Luca Lelli,
18:00 Uhr	Temporal variation of formaldehyde and its meteorological drivers at Zugspitze mountain	Roland Vogt, Sebastian Sippel, Michael Leuchner
18:30 Uhr	Abendessen	
20:00 Uhr	Social Event - Kieztour auf die Reeperbahn in Hamburg	Johannes Weidinger, Vanessa Reinhart

SONNTAG 27.10.19

6. SESSION - METHODEN DER KLIMATOLOGIE (DENDRO)		DIETER ANHUF
9:00 Uhr	Towards a dendrochronological date of the Laacher See Eruption	Frederick Reinig, Paolo Cherubini, Stefan Engels, Jan Esper, Giulia Guidobaldi, Olaf Jöris, Christine Lane, Daniel Nievergelt, Clive Oppenheimer, Cornelia Park, Hardy Pfanz, Felix Riede, Hans-Ulrich Schmincke, Martin Street, Lukas Wacker, Ulf Büntgen
9:30 Uhr	Auswirkungen klimatischer Extremjahre auf das Baumwachstum von Kiefern auf Korsika	Sonja Szymczak, Emilie Garel, Frédéric Huneau, Sébastien Santoni, Jörg Bendix, Isabel Knerr, Katja Trachte, Johannes Barth, Tobias Juhlke, Robert van Geldern, Martin Häusser, Achim Bräuning
10:00 Uhr	Towards a robust millennium-length temperature reconstruction from tree rings in the European Alps	Claudia Hartl
10:30 Uhr	Kaffeepause	
7. SESSION - METHODEN DER KLIMATOLOGIE III		CHRISTOPH SCHNEIDER
10:50 Uhr	A tool for detecting the on- and off- set of the rainy season, heat and dry spells, climate parameter threshold, calculation of ETo and their interactions with Sea Surface Temperatures - A first test with data from Ixtepec/Mexico	Stefan Krottethaler, Giuliano Maselli Locosselli, Roel Brienens, Dieter Anhuf
11:20 Uhr	Die Sommersaison in Stationsdaten Lindenberg	Peter Carl
11:50 Uhr	Near surface air temperature lapse rates over complex terrain: A WRF based analysis of controlling factors and processes for the Central Himalayas	Ramchandra Karki, Shabeh Hasson, Jürgen Böhner, Lars Gerlitz
8. SESSION - PROJEKTVORSTELLUNGEN		JÜRGEN BÖHNER
12:20 Uhr	Projektvorstellung: Digital Making for everyone and everywhere! Forschen (lernen) im mobilen Makerspace	Marco Otto, Alexandra Schulz und Loes van Schaik
12:40 Uhr	Projektvorstellung: Report aus dem TREELINE Projekt und Stand der Publikation des Klimadatensatzes aus dem Rolwalingtal	Johannes Weidinger
13:00 Uhr	Verabschiedung	

POSTER

NAME	TITEL	
Baumann, Miriam	Anpassung des Stadtklimamodells PALM-4U für Würzburg (Arbeitsbericht)	41
Bechtel, Benjamin	Auf dem Weg zur globalen Local Climate Zone Karte	42
Beck, Christoph	Abc – Augsburg bleibt cool. Ein Projekt zur Förderung der Klimaanpassung durch die Identifizierung urbaner Hitze-Hotspots	43
Carl, Peter	Klimavariabilität im „Hiatus“-Regime	44
Fuchs, Julia	Patterns and drivers of urban clouds	45
Harr, Lorenz	Luftqualität auf Schulwegen - Mobile Low-Cost-Feinstaubmessungen in der Mainzer Neustadt	46
Holtmann, Achim	Die städtische Wärmeinsel Berlins während heißer Episoden – wird sie verstärkt oder abgeschwächt?	47
Hüser, Charlotte	Untersuchung des Temperatur- und Strömungsregimes im Eingangsbereich einer Lavahöhle am Beispiel der Akeakamai auf Big Island, Hawaii, USA	48
Jahn, Sally	Statistische Modellierung kombinierter Ozon- und Temperaturextremereignisse in Zentraleuropa	49
Jeemann, Anne-Sophie	Modellierung der NO ₂ -Konzentration in Hamburg mit neuronalen Netzen	50
Karama, Alphonse	Rainfall fluctuation analysis and prediction using a multiple linear regression model. Case of Rwanda in Central East Africa.	51
Ketzler, Gunnar	Lokale Kaltluft und Klimaanpassung im Mittelgebirgsvorland	
Kilian, Markus	Climate based tool to calculate costs of adaptations of climate impacts	52
Knerr, Isabel	Wettertypabhängige Grenzschichtbedingungen auf Korsika – Entwicklung und Ausbildung der planetaren Grenzschicht	53
Kolbe, Christine	Precipitation retrieval over the Tibetan Plateau from the geostationary orbit - Part 1: Precipitation area delineation with Elektro-L2 and Insat-3D	54
Koller, Stephanie	Gesundheitsrelevante Einflüsse von Luftinhaltsstoffen und meteorologischen Bedingungen	55
Krug, Alexander	Auftreten von Hitze- und Ozonereignissen und ihre Verbindung zur Mortalität in Berlin und weiteren Städten Deutschlands in den Jahren 2000 – 2017.	56
Labenski, Pia	Detection of Geothermal Anomalies with Annual Cycle Parameters obtained from Satellite-Derived Land-Surface Temperature Data	57
Merkenschlager, Christian	Abschätzung zukünftiger Hitzeereignisse in Augsburg anhand unterschiedlicher Analogmethoden	58
Pauli, Eva	Fog and low stratus distribution relative to land cover in Europe	59
Pohl, Marius	Räumliche Ableitung eines neuen, durch Nebel angetriebenen Ökosystems im tropischen Tiefland	60
Redelstein, Johanna	Sondierung der Grenzschicht mit Unbemannten Luftfahrtsystemen, Ceilometer und SODAR RASS mit Fokus auf die Feinstaubbelastung	61

NAME	TITEL	
Rösner, Benjamin	Analysis of geostatistical texture features of satellite data in the context of machine learning	62
Schneider, Christoph	Auswirkung des Hitze- und Trockenjahres 2018 auf landwirtschaftliche Gemüsebetriebe in Brandenburg	63
Scholze, Nicolas	Climate Vulnerability in the Trinational Upper Rhine Region	64
Schönbein, Daniel	BigData@Geo: Ein Klimaatlas für Unterfranken	65
Schulze-Neuhoff, Hubertus	Die drei oder vier „Klimawunder“ und mehr	66
Schwab, Niels	Blue Intensity shows more stable dendroclimatic signal than tree-ring width at a Himalayan treeline	67
Steinrücke, Monika	Alternative Konzepte zum Umgang mit Regenwasser in der Stadt	
Straub, Annette	Abschätzung des Thunderstorm Asthma Risikos in der Region Augsburg mit Hilfe von Wetterlagenklassifikationen	68
Sungur, Leyla	Minderung Städtischer Klima- und OzonRisiken (MiSKOR)	69
Thanheiser, Selina	Optimierung von Zirkulationstypklassifikationen mit Konditionierung auf Trockenperioden im Süden Mitteleuropas	70
Thiel, Kira	Meteorological forcing and mass balance response of Glacier No. 1, Chinese Tien Shan, derived by the COupled Snowpack and Ice surface energy and mass balance model in PYthon (COSIPY)	71
Trachte, Katja	Analyse von Niederschlagsereignissen entlang eines Nord-Süd Gradienten in den tropischen Anden unter Verwendung vertikaler Mikro-Regen-Radare (MMR)	72
Turini, Nazli	Estimating high spatiotemporal resolution rainfall from MSG-1 and GPM IMERG based on machine learning: case study for Iran	73
van der Linden, Lara	Untersuchung über die thermische Situation innerhalb des Schwelmer Eisenbahntunnels unter dem Einfluss jahreszeitlich bedingter Veränderungen der Außenwitterung	74
Vorndran, Michaela	Forecasting radiation fog by combining station measurements and satellite data using machine learning	75
Wachter, Paul	Langfristige Veränderungen der antarktischen Meereisvariabilität im Jahresverlauf basierend auf 40 Jahren Passiver Mikrowellen Fernerkundung	76
Wachter, Paul	Raum-zeitliche Variabilität des Southern Annular Mode (SAM) und dessen Einfluss auf antarktische Oberflächentemperaturen	77
Warmuth, Mengjie	Savanna fires simulated by regional climate system model REMO	78
Wehberg, Jan	Bereitstellung räumlich hochauflösender Witterungsdaten und Prognosen zur verbesserten Abschätzung des Risikos für Buchdruckerbefall (<i>Ips typographus</i>)	79
Werner, Melanie	Entwicklung des Vorkommens von <i>Hordeum murinum</i> in der Urban Heat Island Hamburgs	80

ABSTRACTS

AKTUELLE HERAUSFORDERUNGEN



Scientists for Future: Die Verantwortung der Klimaforschung im Anthropozän

JOACHIM RATHMANN

Markante Diskrepanzen zwischen Umweltwissen und Umwelthandeln sind gut untersucht und valide belegt. Mit den Schulstreiks Fridays for future (FFF), setzt sich eine zunehmend globale Bewegung für schnelle und effektive Klimaschutzmaßnahmen ein. Inzwischen unterstützen zahlreiche andere Organisationen die FFF-Bewegung, unter anderem auch die Scientists for Future. Dass sich Experten und Intellektuelle in einen öffentlichen Diskurs einbringen, ist oft notwendig und vielfach selbstverständlich. So protestierten 1957 Physiker in der „Göttinger Erklärung“ gegen die atomare Bewaffnung in Deutschland. Dies kann als Beispiel dafür angesehen werden, wie Experten verantwortlich Einfluss auf den öffentlichen Diskurs und damit Politik nehmen. Bei Scientists for Future ist die Lage jedoch anders, denn die Unterzeichner sind nicht primär Klimawissenschaftler, die sich öffentlich einbringen. Das führt zu der Frage, welche Position nun Wissenschaft in einer offenen, demokratischen Gesellschaft ausübt.

Zunächst wird dafür argumentativ auf den ersten Positivismusstreit der 1960er Jahre zurückgegriffen sowie auf die in den letzten Dekaden im angelsächsischen Raum erfolgte neue Auseinandersetzung um die Wertneutralität von Wissenschaft. Wissenschaft findet Erklärungen und muss sich der Grenzen des Wissbaren immer bewusst sein. Aber ist es Aufgabe der Wissenschaft, das Klima zu „retten“? Denn Wissenschaft, die gesellschaftlich mehr fordert, sich mehr Gewicht verleiht, politisiert sich; agiert in Hybris, denn damit übernimmt sie eine Rolle, die ihr in einer offenen Demokratie nicht zustehen kann. Wissenschaft, die sich öffentlich politisch positioniert, muss sich einer größtmöglichen Wertneutralität stellen.

Ist dabei der Gedanke einer Selbstbeschränkung ein gänzlich absurder? Diese gibt es aus ethischen Überlegungen in biologisch-medizinischen aber auch militärtechnischen Forschungen. Bezogen auf die Klimaforschung ist durchaus auch eine Selbstbeschränkung vorstellbar. Denn sobald sich Wissenschaft in die Öffentlichkeit drängt, muss sie um das höchste Gut, das sie in der Gesellschaft repräsentiert – Glaubwürdigkeit – kämpfen. Gleichzeitig ist die klimaethische Debatte bislang in ihrer Bereichsbestimmung erstaunlich schwach konturiert, denn der theoretische Diskurs innerhalb der Klimaforschung um die Verantwortung und die Rolle der Klimaforschung in der Gesellschaft hat gerade erst begonnen.

The 2018 heatwave in subarctic Europe and its effect on urban heat island intensities in Haparanda, North Sweden

OLIVER KONTER, MANUEL DIENST, JOACHIM FALLMANN, GEORGIOS FRAGKOULIDIS,
JENNY LINDÉN, JAN ESPER

The summer of 2018 was characterized by a large-scale and persistent heatwave throughout central and northern Europe. At Europe's northern most boundary, in subarctic northern Scandinavia, July temperatures exhibited the highest recorded monthly mean (TM), maximum (TX), and minimum (TN) values in its 159-year long history since the beginning of observations, which in Haparanda, one of the longest meteorological station records in northern Europe, started in 1860. The exceptionally high $TM=20.3^{\circ}\text{C}$ of July 2018 exceeded the double standard deviation over the 1860-2018 period, followed, at some distance, only by 2003, 1925, and 1941. Although higher daily TMd, TXd and TNd were occasionally recorded over the 67-year period from 1951-2017 covered by diurnal data, July 2018 included an unprecedented persistent heatwave extending over 9 consecutive days. The unusual weather pattern was characterized by due to stable conditions of high pressure and anticyclonic circulation, associated with a blocking of the westerly cyclonic flow. The heatwave generated the highest urban heat island (UHI) intensities recorded in a high-resolution sensor network in Haparanda over a 5-year period 2013-2018. Although higher monthly TM simultaneously show a tendency to increase UHI intensities, a consistent linear relationship in daily resolution for July 2018 cannot be confirmed. Our results prove that the heatwave of July 2018 spanned to the arctic margins of Europe affecting presumably not only vegetation dynamics but also demonstrably the living conditions of the inhabitants of urbanized areas in the region.

Die Auswirkung des Ungleichgewichts zwischen Klima und Gletschern auf den zukünftigen Anstieg des Meeresspiegels

BEN MARZEION

Gletscher waren im 20. Jahrhundert für rund 40 % des Anstiegs des globalen mittleren Meeresspiegels verantwortlich und werden auch im 21. Jahrhundert einen großen Beitrag zum Meeresspiegelanstieg leisten. Ein besseres Verständnis der Ursachen, Mechanismen und Zeitskalen des Gletscherrückgangs ist deswegen von großer Relevanz für die Entwicklung und Bewertung von Strategien zur Anpassung an den Klimawandel.

Mit Hilfe eines numerischen Modells wurden Projektionen der globalen Gletscherentwicklung im 21. Jahrhundert erstellt. Unabhängig vom verwendeten Emissionsszenario beschleunigt sich der Massenverlust bis in die Mitte des 21. Jahrhunderts. Erst in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts werden die Unterschiede in den Raten des Massenverlusts signifikant.

Die Ursache für die späte Reaktion der Gletscher auf große Unterschiede in zukünftigen Emissionen von Treibhausgasen ist das heute bestehende Ungleichgewicht zwischen Gletschern und Klima. Durch die Bestimmung von Gleichgewichtszuständen zeigen wir, dass rund ein Drittel des heute in Gletschern gespeicherten Eises unter heutigen Klimabedingungen langfristig schmelzen würde. Das bedeutet, dass ein großer Teil des zukünftigen Massenverlustes der Gletscher ihre Reaktion auf Klimaänderungen der Vergangenheit ist. Wir bestimmen auch die Gleichgewichtssensitivität der globalen Gletschermasse auf Änderungen des CO₂-Gehalts der Atmosphäre und kommen zu dem Ergebnis, dass jedes heute emittierte kg CO₂ langfristig rund 15 kg Gletschereisverlust verursachen wird.

ABSTRACTS

MODELLIERUNG



REMOLAND: Verbesserung des Landoberflächenmoduls in REMO durch Einbindung von neuen höher aufgelösten Datensätzen für die statischen Landoberflächenparameter

KATRIN ZIEGLER, FELIX POLLINGER, DANIEL ABEL, HEIKO PAETH

In Kooperation mit dem Climate Service Center Germany (GERICS) soll im Projekt REMOLAND (Laufzeit: 2018-2020) das Landoberflächenmodul des regionalen Klimamodells REMO verbessert werden. Durch den Bedarf an immer höher räumlich aufgelösten Klimamodellen zwecks Anpassung an die regionalen Auswirkungen des Klimawandels wird es nötig, neue Prozesse und höher aufgelöste Anfangsdaten in die Modelle zu integrieren. Basierend auf der bewährten REMO2015 Version werden neben der Implementierung eines nicht-hydrostatischen Ansatzes, einiger Komponenten des Vegetationsmodells JSBACH und eines 5-schichtigen Bodenschemas die Auswirkungen verschiedener Datensätze für Topographie und Boden getestet und miteinander verglichen. Trotz Fokussierung der Analysen auf die EUR-CORDEX Region sollen die Maßnahmen so eingebaut werden, dass ein weltweiter Einsatz des verbesserten regionalen Klimamodells (RCM) möglich ist. Deshalb wurden vier neue topographische Datensätze (SRTM, AW3D30, ASTER GDEM V2 und TanDEM-X) ausgewählt und miteinander verglichen. Nur der ASTER GDEM-Datensatz, der eine räumliche Auflösung von 30m besitzt, konnte mit einer annähernd globalen Datenabdeckung (83°N/S) und ohne erkennbare systematische Fehler mit dem bisher in REMO integrierten GTOPO30-Datensatz (1 km) mithalten. Für neue Bodendaten wurden ein höher aufgelöster FAO-Datensatz (10 km statt bisher 50 km), der Soilgrids-Datensatz (1 km) und die HWSD (Harmonized World Soil Database, 1 km) mit jeweils den Bodeneigenschaften Bodentextur sowie Sand- und Tonanteil in den Präprozessor von REMO integriert. Vergleichende Analysen der Eingangsdatensätze und der Vergleich von verschiedenen Modellierungsergebnissen miteinander sowie mit Beobachtungsdaten werden vorgestellt.

REMOLAND: Die Erweiterung von REMO um ein 5-Schichten-Bodenschema

DANIEL ABEL, FELIX POLLINGER, KATRIN ZIEGLER, HEIKO PAETH

Im EFRE-Projekt BigData@Geo werden für die Modellregion Unterfranken hochaufgelöste Klimaprojektionen erstellt, die analysiert und anschließend lokalen Akteuren aus Land- und Forstwirtschaft sowie der Öffentlichkeit bereitgestellt werden. Da die bisherigen Klimamodelle die geforderte raum-zeitliche Auflösung noch nicht beinhalten, wird das regionale Klimamodell REMO im Zuge dieses Projekts und in Zusammenarbeit mit dem Climate Service Center Germany (GERICS) weiterentwickelt.

Neben weiteren Verbesserungen (nicht-hydrostatische Atmosphäre, höher aufgelöste statische Landoberflächenparameter, Landnutzungsänderung etc.) ist eine realistischere Betrachtung der Bodenhydrologie durch die Einführung eines 5-Schichten-Bodenschemas unabdingbar, um die neuen Anforderungen an das Modell zu erfüllen. Darüber hinaus ist das Ziel der Arbeit neben der bereits implementierten vertikalen Wasserbewegung auch horizontale Flüsse zwischen einzelnen Gitterzellen zu berücksichtigen, da nur so eine der Fragestellung angemessene Modellierung der Bodenhydrologie erfolgen kann.

Aktuell beinhaltet REMO ein sogenanntes Bucket-Schema, das die Bodenhydrologie als Einheit ohne vertikale Unterteilung behandelt. Die Bodentiefe entspricht der Wurzeltiefe und ist damit abhängig von der Vegetationsklasse. Folglich steht das gesamte Wasser des Bodens für die Transpiration zur Verfügung. Evaporation kann nur auftreten, wenn die Bodenfeuchte mindestens 90 % der Feldkapazität erreicht hat.

Beim 5-Schichten-Schema erfolgt eine vertikale Gliederung des Bodens in Schichten, deren Mächtigkeit mit der Tiefe zunimmt. Die maximale Tiefe liegt bei ca. 10 Metern oder beim anstehenden Gestein. Durch die Verfügbarkeit von Wasser unterhalb der Wurzelzone und die Möglichkeiten des kapillaren Aufstiegs und der Versickerung steht mehr Wasser für Pflanzen und damit für die Transpiration zur Verfügung. Der Wassergehalt in der obersten Schicht sorgt ebenfalls für eine realistischere Repräsentation der Evaporation.

Erste vergleichende Ergebnisse der bodenhydrologischen Schemata untereinander sowie mit Beobachtungsdaten von E-OBS werden vorgestellt.

Modellierung von Niederschlägen und Temperaturen auf Kilometer Auflösung auf Globaler Ebene

DIRK NIKOLAUS KARGER, OLAF CONRAD, JÜRGEN BÖHNER, NIKLAUS ZIMMERMANN

Globale Zirkulationsmodelle (GCMs) und Reanalysis Daten stehen heute bereits mit einer Auflösung von fast 25 km zur Verfügung. Für viele Anwendungen ist diese Auflösung jedoch noch zu grob, und vor allem ökologische, landwirtschaftliche und hydrologische Studien benötigen höher aufgelöste Klimadaten. Um die Lücke zwischen der groben Auflösung und der Auflösung die von vielen Impact-Studien benötigt wird, zu schließen, wird häufig ein statistisches Downscaling der grob aufgelösten Modelle in Kombination mit interpolierten Beobachtungsdaten von Klimastationen vorgenommen. Hier stellen wir den CHELSA-Algorithmus (Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas) vor, der für das Herunterskalieren von Niederschlag und Temperatur auf 1 km eine Kombination von mechanisch abgeleiteten Prädiktoren, Modellausgabestatistiken und Beobachtungskorrekturen von Klimastationen benutzt. Der Temperaturalgorithmus basiert auf einer statistischen Methode, die Lufttemperaturen unter Einbeziehung von Sonneneinstrahlungseffekten auf hoher Auflösung generiert. Der Niederschlagsalgorithmus beinhaltet orographische Prädiktoren wie Windfelder, Talexposition und Grenzschichthöhe mit einer anschließenden Korrektur durch Beobachtungen. Wir können zeigen, dass die aus dem CHELSA-Algorithmus gewonnenen Daten im Vergleich zu ähnlichen Standard-Rasterprodukten und Stationsdaten eine höhere räumliche und zeitliche Präzision haben. Zusätzlich vergleichen wir die Leistung der herunterskalierten Klimadaten in angewandten Studien, insbesondere mittels Artarealmodellierung und Biodiversitätsmodellierung, und zeigen, dass wir die Genauigkeit der Modelle erhöhen können.

ABSTRACTS

STADTKLIMA I



BMBF-Fördermaßnahme ‘Stadtklima im Wandel’ Phase II

UTE FEHRENBACH, TOM GRASSMANN, ACHIM HOLTSMANN, FRED MEIER, KATHARINA SCHERBER, DIETER SCHERER

„Stadtklima im Wandel“ tritt, bestehend aus drei Modulen mit je einem Forschungsverbund, in Phase II ein: „Modellbasierte Stadtplanung und Anwendung im Klimawandel 2“ (A: MOSAIK-2), „Dreidimensionale Observierung und Modellierung atmosphärischer Prozesse in Städten“ (B: 3DO+M) und „Grundlagen für die Operationalisierung von PALM-4U – Praktikabilität und Versteigungsstrategie“ (C: ProPolis). Die Module arbeiten in enger Kooperation zusammen. Modul A wird das Stadtklimamodell PALM-4U weiterentwickeln. In ProPolis werden u.a. neue Anwendungsfelder für PALM-4U erschlossen und eine Versteigungsstrategie für die langfristige Bereitstellung des Modells entwickelt. Der Fokus in 3DO+M liegt auf der Qualitätssicherung von PALM-4U durch allgemeine und anwendungsspezifische Modellevaluierung sowie den hierfür spezifisch benötigten Messungen. Mit Daten und Software-Tools, die nach Open Data, Open Source und Open Access-Strategien veröffentlicht werden, wird die Entwicklung der PALM4-U Workbench für Praxisanwender sowie die Weiterentwicklung von PALM-4U zum Community-Modell unterstützt. PALM-4U und die Beobachtungsdaten werden für wissenschaftliche Beiträge zur internationalen Stadtklimaforschung eingesetzt. Das Fachgebiet Klimatologie der Technischen Universität Berlin ist mit dem Teilprojekt (TP) 1: „Koordination Fördermaßnahme und Modul B, Evaluierung und wissenschaftliche Nutzung des Stadtklimamodells PALM-4U“ an 3DO+M beteiligt. Neben der Koordination von Fördermaßnahme und Modul B, betreibt TP1 die Weiterentwicklung des Datenstandards und entwickelt ein auf Open Source Software basierendes Datenmanagementsystem. Daten mit einer Open bzw. einer Research Licence und diverse Tools werden über Datenportale zur öffentlichen Nutzung bereitgestellt. Validierungsstudien für Berlin umfassen verschiedene meteorologische Variablen. Sensitivitätsstudien sollen den Einfluss der Modellgebietsgröße und der vertikalen und horizontalen Auflösung auf die PALM-4U Ergebnisse zeigen. Anwendungsspezifische Evaluation findet mittels Untersuchungen der intraurbanen Variabilität von Hitzestress in Berlin statt. Real-case Simulationen werden innerstädtische und mikroskalige Variationen relevanter atmosphärischer Phänomene in der städtischen Grenzschicht aufzeigen.

Sondierung der urbanen Grenzschicht mit unbemannten Luftfahrtsystemen im Rahmen des Verbundprojekts „Stadtklima im Wandel / Urban Climate Under Change [UC²]“

ANDREAS PHILIPP, CHRISTOPH BECK, LUCA GLAWION, ALEXANDER GROOS, ANJA LANGHEIN, ERIK PETERSEN, JOHANNA REDELSTEIN, MARTIN ROITH, MATTHIAS SCHÖRNER, ANNETTE STRAUB, SELINA TANNHEISSER

Im Modul 3DO (3-Dimensional Observation) des Verbundprojekts „Stadtklima im Wandel/ Urban Climate Under Change“ ([UC]²) wurden neben Langzeitbeobachtungen vier Intensivmesskampagnen jeweils in Hamburg, Stuttgart und Berlin durchgeführt um Antriebs- und Validierungsdaten für das neu entwickelte Stadtklimamodell PALM-4U (Parallel Large Eddy Simulation Model for Urban Boundary Layers) zu erhalten. Hierbei wurden insbesondere Techniken zur Vertikalsondierung eingesetzt, die neben Lidar, Ceilometer oder Radiosonden unbemannte Luftfahrtsysteme (UAS für „unmanned arial systems“) umfassten. In Berlin wurden hierzu an bis zu drei Standorten stündliche UAS-Aufstiege bis 300 m über Grund in vier dreitägigen IOPs (Intensive Observation Periods) synchron zu weiteren mobilen und stationären Messungen durchgeführt. Eingesetzt wurden hauptsächlich selbstkonstruierte Starrflügler mit 1,4 m Spannweite und ca. 1300 g Abfluggewicht. Lediglich an stark beengten Standorten wurden Hexakopter vom Typ M600 eingesetzt. Gemessen wurden Lufttemperatur und -feuchte sowie indirekt Windrichtung und -geschwindigkeit. Die Nachbearbeitung der Rohdaten umfasst Korrekturen von Ausreißern und Seonsorträgheit sowie Windberechnung und mündet in der Formatierung im neu entwickelten Netcdf-basierten Datenformatstandard UC2 (finale Version 1.3). In den einzelnen IOPs (zwei im Winter und zwei im Sommer) konnten verschiedene stadtklimatologische Phänomene beobachtet werden. So tritt in den Daten der ersten IOP im Januar 2017 der Wärmeinseleffekt mit vertikalem Cross-Over-Effekt deutlich zutage. Tiefergehende Analysen der Flugdaten erlauben hierbei eine Abschätzung der Rolle der Turbulenzentwicklung im Tagesgang. In weiteren IOPs lassen sich systematische innerstädtische Gradienten zwischen Standorten in Moabit, Charlottenburg, Steglitz und Tempelhof erkennen. Bei einer IOP in Stuttgart im August 2017 konnte die sommerliche Grenzschichtentwicklung im Vorfeld und während eines Konvektiveignisses beobachtet werden. Die Daten stehen für die Validierung in der zweiten Phase des Verbundprojektes zur Verfügung und werden künftig als Open-Data veröffentlicht werden.

Klimaerlebnis Würzburg - Stadtklima erleben

CHRISTIAN HARTMANN, HEIKO PAETH

Städte zeichnen sich gegenüber ihrem Umland durch ein eigenes Klima aus. Insbesondere an Hitzetagen steigen die Temperaturen in der Stadt gegenüber dem Umland stark an. Vor allem Städte, wie Würzburg, die eine Kessellage mit einer dichten Bebauung und relativ wenig Stadtgrün aufweisen, sind davon stark betroffen. Der Untersuchungsstandort Würzburg liegt in Unterfranken; einer Region, die besonders vom Klimawandel mit vermehrten Hitzewellen und häufigen Trockenphasen betroffen ist. Vor allem in der Innenstadt wird es in Zukunft zu erheblichen Steigerungen der Hitzetage und Tropennächte kommen, wodurch die Lebensqualität der Menschen drastisch reduziert wird. Im Rahmen des Forschungsprojektes „Klimaerlebnis Würzburg“ wurden acht Messstationen in Würzburg errichtet. Die Messpunkte unterscheiden sich dabei hinsichtlich ihres Versiegelungs- und Begrünungsgrades. Über einen Zeitraum von drei Jahren wird an jedem Standort sowohl das Wetter aufgezeichnet als auch die Leistung der dortigen Bäume gemessen. Das Projekt soll dabei aufzeigen, wie sich das Klima und die Leistung der Bäume an den verschiedenen Standorten in der Stadt unterscheiden. Im Fokus steht dazu auch das Ziel, das Stadtklima für die Bevölkerung „erlebbar“ zu machen. Hierfür werden die Messwerte alle zehn Minuten via Datenfunk auf einen Server übertragen und können somit grafisch leicht verständlich aufbereitet in Echtzeit im Internet aufgerufen werden. Die versiegelten Standorte im Stadtzentrum zeigen dabei tendenziell höhere Temperaturen als jene mit einem höheren Begrünungsgrad im Umland. Insbesondere an heißen Tagen konnte dabei in den Abendstunden ein Temperaturkontrast von bis zu 6 °C gemessen werden. Ferner zeigen sich Unterschiede hinsichtlich der Anzahl von Sommer- und Hitzetagen sowie Tropennächten.

Der Weg zu einem komplexen integrierten Modellierungsansatz für das städtische System unter Berücksichtigung von klimawandelinduzierten wasserbedingten Stressfaktoren

FRANZISKA HANF, HEINKE SCHLÜNZEN, JÖRG KNIELING, JÜRGEN OßENBRÜGGE, CLICCS-C1 „WATER FROM 4 SIDES“ TEAM

Das Exzellenzcluster „Klima, Klimawandel und Gesellschaft“ (CLICCS) umfasst sowohl Grundlagenforschung zu Klima- und Sozialdynamik als auch die transdisziplinäre Untersuchung von Mensch-Umwelt-Wechselwirkungen. Dabei orientiert sich CLICCS an der übergeordneten Frage: „Welche Klimazukünfte sind möglich und welche sind plausibel?“. Drei CLICCS-Projekte konzentrieren sich auf die Entwicklung von Szenarien zur nachhaltigen Anpassung an den Klimawandel auf regionaler Ebene, wo der Klimawandel für den Menschen sichtbar wird und eine nachhaltige Anpassung lokal realisiert werden kann. Eines von ihnen, CLICCS-C1, untersucht die gekoppelte Mensch-Umwelt-Dynamik auf städtischer Ebene. Da bereits umfangreiche Kenntnisse über thermisch-bedingte städtische Stressfaktoren vorliegen, fokussiert CLICCS-C1 auf durch den Klimawandel induzierte wasserbedingte Stressfaktoren. CLICCS-C1 zielt darauf ab, einen komplexen integrierten Modellierungsansatz für das städtische System zu entwickeln und anzuwenden, das (i) die wissenschaftliche Bewertung mehrerer wasserinduzierter Auswirkungen auf die sozialen Aspekte des städtischen Systems und dessen Rückkopplungen ermöglicht, (ii) für die Entwicklung nachhaltiger Anpassungsszenarien geeignet ist und (iii) bei Entscheidungen unterstützt, indem die Auswirkungen von Anpassungsszenarien auf verschiedene Nachhaltigkeitsziele bewertet werden. Ein wesentliches Merkmal des Modellierungskonzepts ist die Integration der wasserbedingten Stressfaktoren, wie Grundwasseranstieg, Sturmfluten, Flussüberschwemmungen und Sturzfluten ausgelöst durch Starkniederschläge. Die Wechselwirkungen der Stressfaktoren sowohl untereinander als auch mit Komponenten des Sozialsystems im Stadtsystem spielen dabei eine wichtige Rolle. In dem Vortrag werden der Forschungsansatz sowie erste Schritte der Modellentwicklung vorgestellt.

Danksagung: CLICCS-C1 wird gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder – EXC 2037 „Klima, Klimawandel und Gesellschaft“ – Projektnummer: 390683824, Dies ist ein Beitrag zum Centrum für Erdsystemforschung und Nachhaltigkeit (CEN) der Universität Hamburg.

ABSTRACTS

STADTKLIMA II



Ergebnisse aus der U-Bahn-Klimatologie – Zehn Jahre Forschung, drei Forschungsprojekte

MARKUS BRÜNE, ANDREAS PFLITSCH

Ohne U-Bahnen ist der öffentliche Nahverkehr in unseren Städten nicht zu denken. 563 Millionen Fahrgastfahrten fanden mit der Berliner U-Bahn 2017 statt; eine Steigerung von 19% gegenüber 2007. Die Klimatologie innerhalb der Tunnelröhren und Bahnhöfe stand bisher nur wenig im Fokus der Wissenschaft. Die BMBF geförderten Forschungsprojekte OrGaMIR, OrGaMIRplus und OPRHEUS erweiterten das grundlegende Wissen der Klimatologie unterirdischer Systeme deutlich. Im Untergrund fehlen kühlende Strahlungsprozesse, der Austausch von Luftmassen ist durch relativ wenige Öffnungen zur Außenatmosphäre stark eingeschränkt und die ständigen Bremsvorgänge der U-Bahn-Züge gehen mit einem erheblichen Eintrag thermischer Energie einher, es bildet sich ein eigenständiges Klimasystem heraus. All dies führt zu einer deutlichen Überwärmung der unterirdischen Nahverkehrssysteme. Die thermischen Unterschiede zwischen Oberfläche und Untergrund haben Ausgleichsströmungen zur Folge. Es bildet sich, je nach klimatologischer Situation, eine Hintergrundströmung heraus, diese ist nicht statisch. Neben dem Personenkomfort, besonders im Spätsommer kann es zu hohen Temperaturen kommen, ist die Hintergrundströmung für die Sicherheit relevant. Im Brandfall bestimmt diese die Zugbahnen des Rauches. Empirische Messungen mit Tracergas ergaben, dass die Ausbreitungswege luftgetragener Partikel Deckungsgleich mit den zur Oberfläche führenden Evakuierungsrouten sind. Daher ist es von besonderem Interesse, die Richtung der Hintergrundströmung zu kennen. Da die Installation von vielen Anemometern aus Kostengründen nicht in Frage kommt, wurde im jüngstem F&E Projekt ORPHEUS die Optische Frequenzbereichsreflektometrie (ODFR) als lineare Temperaturmessmethode angewandt. Entlang einer bis zu 20 km langen Strecke können so tausende von einzelnen Temperaturwerten erfasst werden. Ursprünglich wird diese Methode in Brandmeldesystemen eingesetzt, aber die so ermittelten räumlich und zeitlich hochaufgelösten Daten lassen ebenfalls Rückschlüsse auf die Strömungsrichtung im Tunnel zu. Für große U-Bahn Systeme könnte der Einsatz weniger OFDR Messsysteme alle Tunnelstrecken überwachen. Aus den gewonnenen dynamischen Temperaturinformationen lassen sich die Luftmassenbewegungen ermitteln und als Eingangsdaten einer adaptiv dynamischen Fluchtwegelenkung im Katastrophenfall nutzen. Zusätzlich könnten die Daten zur Branddetektion und zur Lokalisierung besonderer thermischer Belastungen herangezogen werden.

Urban Climate Observatory Berlin – Quantifizierung des turbulenten vertikalen Austausches von Wärme, H₂O und CO₂ zwischen Stadtoberfläche und Atmosphäre

FRED MEIER, DANIEL FENNER, ACHIM HOLTMANN, DIETER SCHERER

Die experimentelle Erforschung der Stadtatmosphäre am Fachgebiet Klimatologie war bisher hauptsächlich auf bodennahe Messungen beschränkt. Diese werden langfristig in Berlin und Umland mit dem Stadtklimamessnetz (Urban Climate Observation Network, UCON) seit den 1990er Jahren realisiert. Eine Quantifizierung der Wechselwirkungen, d.h. der turbulenten Austauschprozesse zwischen der urbanen Atmosphäre und der dreidimensionalen Stadtoberfläche, erfordert jedoch Messungen im und insbesondere über dem Gebäude- und Vegetationsbestand. Um diese Forschungslücke zu füllen, wurde das langfristige Forschungskonzept eines Stadtklima-Observatoriums (Urban Climate Observatory, UCO) entwickelt. Ein zentraler Bestandteil des UCO sind Eddy-Kovarianz Messungen an zwei Standorten in Berlin. Diese ermöglichen die direkte Messung des turbulenten Austausches von Energie, H₂O und CO₂ zwischen Stadtoberfläche und Atmosphäre. Am Standort TU Campus Charlottenburg werden diese Messungen mit einem 10 Meter hohen Mast auf dem TU-Hauptgebäude seit Juli 2014 durchgeführt. Am Standort Rothenburgstraße in Berlin-Steglitz wurde ein 40 m hoher Stahlgittermast installiert und instrumentiert. Seit Juni 2018 werden dort Eddy-Kovarianz Messungen in verschiedenen Höhen (40, 30, 20, 10, 2 Meter) realisiert. Das Eddy-Kovarianz System besteht jeweils aus einem kombinierten open-path Gasanalysator und 3D-Ultraschallanemometer (Campbell Scientific, IRGASON). Simultan werden 3D-Windfeld, Sonic-Temperatur, CO₂- und Wasserdampfkonzentration sowie Luftdruck mit 20 Hz erfasst. Die Software EddyPro (Version 6.2.1) wird zur Qualitätskontrolle der Rohdaten und zur Berechnung der turbulenten Flüsse für 30-Minuten Intervalle verwendet. Die jahres- und tageszeitliche Variation der turbulenten Flüsse und Strahlungsbilanzgrößen werden in diesem Beitrag präsentiert. Hierbei werden insbesondere witterungsbedingte Einflüsse und Unterschiede in den turbulenten Flüssen aufgrund der Stadtstruktur diskutiert. Aufgrund der heterogenen Stadtstruktur im Umfeld der Messstationen werden die Quellflächen der turbulenten Flüsse modelliert und in die Analyse mit einbezogen. Der hohe Vegetationsanteil am Standort Rothenburgstraße führt zu großen Unterschieden im Bowen-Verhältnis und des CO₂-Flusses während der Sommermonate im Vergleich zum Standort TU Campus Charlottenburg. Während der Vegetationsperiode sind am Standort Rothenburgstraße die CO₂-Flüsse am Tage negativ (CO₂ Senke) im Gegensatz zum Standort in der Innenstadt.

Mobile Messung der räumlichen Verteilung von Partikelmasse im Stadtgebiet Augsburgs

ERIK PETERSEN, JOHANNA REDELSTEIN, ANDREAS PHILIPP

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) geförderten Projektes Smart Air Quality Network (SmartAQnet), zur Untersuchung der Verteilung urbaner Luftschadstoffe, fanden im Stadtgebiet Augsburg mehrere intensive Messkampagnen im Herbst 2018 sowie im Frühjahr und Sommer 2019 statt. In diesem Kontext führte das Institut für Geographie der Universität Augsburg als Projektpartner im SmartAQnet Verbund Messungen meteorologischer Größen sowie der Partikelmasse durch. Dies geschah an bis zu drei Standorten im Stadtgebiet Augsburg mit unbemannten Luftfahrssystemen (UAS) des Typs DJI Matrice 600 pro. Neben den luftgestützten Messungen wurde in den intensiven Messkampagnen zusätzlich eine feste Fahrradrouten mit einem mit Messsensorik ausgestatteten Fahrrad befahren. Die Wahl der Messroute fiel so aus, dass sie drei Teilstücke bereits vorhandener und dauerhafter Messrouten sowie die innerstädtischen UAS Standorte miteinander verbindet. So kann eine Vergleichbarkeit gewährleistet werden. Die Partikelanzahl und Masse wurde in beiden Fällen (UAS und Fahrrad) mit dem Alphasense OPC-N2 oder -N3 gemessen und die meteorologischen Größen Lufttemperatur und Luftfeuchte wurden mit einem SHT75 oder SHT85 von Sensirion aufgezeichnet. Erste Analysen der dauerhaft gefahrenen Fahrradrouten zeigen im Allgemeinen eine Tendenz zur Abnahme der Partikelmasse hin zum Stadtrand, wobei der direkte Innenstadtraum geringere Belastungen aufweist als die innenstadtnahen und Vorstadtbereiche. Anhand der beschriebenen Messkampagnen sollen diese ersten Ergebnisse mit Hilfe statistischer Verfahren wie ordinary Kriging überprüft werden.

ABSTRACTS

METHODEN DER KLIMATOLOGIE I



Daily variability of air quality (PM₁) explained by meteorology using a Machine Learning approach

ROLAND STIRNBERG, JAN CERMAK, MARTIAL HAEFFELIN, SIMONE KOTTHAUS, JULIA FUCHS,
HENDRIK ANDERSEN, MIAE KIM

This contribution quantifies drivers of air pollution using machine learning (ML). A novel statistical approach is presented, which allows to retrace the ML model decisions and attributes importance values to input features with respect to the model outcome. This way, multivariate meteorological influences on daily variations of air quality are quantified and discussed. Implications of high ambient particle concentrations on human health are known and well documented. High pollution situations are not exclusively driven by anthropogenic activities, but also due to changes in meteorological conditions. Focusing on data from the Site Instrumental de Recherche par Télédétection Atmosphérique (SIRTA), located 25km southwest of Paris, the mechanisms of how peak pollution events unfold in time are the focus of this study. The use of Gradient Boosted Regression Trees (GBRT) is proposed. GBRT is an ensemble learning technique similar to the Random Forest approach. It sequentially adds predictors to an ensemble, with each new predictor correcting its predecessor. The model is trained on speciated PM₁ measurements and meteorological data at SIRTA for the years 2012-2018. Separate models are set up by year for each species. Evaluated against observed concentrations, coefficients of determination range from 0.44-0.66. Models are tested for their sensitivity to changes in meteorological conditions. The contribution of each feature to individual PM₁ predictions is derived using SHapleyAdditive exPlanation (SHAP) values. To calculate SHAP values for a feature, an explanatory model with that feature present, and another model with the feature withheld is calculated. The differences in model predictions are then determined. Due to interactive effects between the features, the effects of withholding one feature are calculated for all possible subsets. The most dominant influence is associated with wind direction as it determines whether air masses carry elevated particle numbers from the adjacent Paris city and other continental sources or cleaner, maritime air. Peak pollution events are driven by a combination of local source and regionally transported particles. In winter, temperatures below ~5°C constitute a major driver for all particle species. Particularly high temperatures (above ~25°C) lead to increased concentrations of organic matter, sulfates and black carbon. MLH positively influences PM₁ concentrations up to a height of ~800m.

Phase-height measurements over Europe during 5 solar cycles – Long-term variability and trends of the mesosphere

DIETER H.W. PETERS, GÜNTER ENTZIAN

Since the end of 1950s, that means over more than 5 solar cycles, field strength measurements of the broadcasting station, Allouis (Central France), have been performed at Kühlungsborn (54° N, 12° E, Mecklenburg, Northern Germany). These so-called indirect phase-height measurements of low frequency radio waves (here with a frequency of 162 kHz) are used to study the long-term variability and trends of the mesosphere over Europe. The advantages of the method are the low costs and the simplicity of operation, with a daily loss rate of data lower than 3 %. The reanalyzed forth release of standard-phase height (SPH) are presented and discussed. The SPH-series are anti-correlated to the solar cycle because stronger photo-ionization is linked with higher number of electrons, which reduces the SPH. Furthermore the statistical analysis of the SPH-series shows a significant overall trend in the order of hundred meters per decade induced by a shrinking stratosphere due to global warming but with strong intra-decadal variability in winter. The derived thickness temperature of the mesosphere decreased statistically significant over the period 1959-2016 after pre-whitening with summer means of solar sun spot numbers. The trend value is in the order of about -1.06 K/ decade if the stratopause trend is excluded. The amount of linear regression is weaker, -0.8 K/ decade for the period of 1963-1985 (2 SCs), but stronger, -1.6 K/ decade during 1995-2016 (last 2 SCs).

Fog and low clouds in the Namib: Spatiotemporal patterns and synoptical-scale controls

HENDRIK ANDERSEN, JAN CERMAK, JULIA FUCHS, PETER KNIPPERTZ, IRINA SOLODOVNIK, MARCO GAETANI, LUCA LELLI, ROLAND VOGT, SEBASTIAN SIPPEL

This contribution presents spatiotemporal patterns of fog and low clouds (FLC) in the Namib region and shows that most of FLC variability in the central Namib can be explained synoptic-scale mechanisms. Fog is a defining element of the Namib-region climate and a crucial source of water for many species and ecosystems. Still, little is known on the patterns and processes of Namib-region FLCs, in large part due to the very sparse observational records. Specifically, there is an ongoing debate in the scientific literature concerning the relevance of different mechanisms responsible for fog formation in the region. In this contribution, data from multiple satellite platforms and station measurements are used to paint a coherent picture of the spatial and temporal patterns of Namib-region FLCs. Observations are analyzed on different scales and combined with reanalysis data and modeled air-mass backtrajectories. The main findings are: 1) Clear spatial and seasonal patterns of FLC occurrence exist, with diurnal FLC characteristics closely related to the distance to the coastline. 2) Namib-region FLCs are almost always associated with the advection of marine boundary layer air masses. 3) The variability of FLC coverage in the central Namib is driven by seasonally varying synoptic-scale mechanisms. The findings give a complete picture of FLCs in the Namib and point to a region that is dominated by advective processes, but where FLC occurrence is limited by different factors during different seasons. The findings lead to a better understanding of Namib-region FLC and broaden the understanding of low clouds along the southwestern African coastline and the southeast Atlantic.

Temporal variation of formaldehyde and its meteorological drivers at Zugspitze mountain

MICHAEL LEUCHNER

Formaldehyde (HCHO) is a key substance in atmospheric chemistry, an important radical source in the remote free troposphere, precursor of ozone, and an important indicator of atmospheric photochemical activity. It is also known as a human and animal carcinogen. HCHO is emitted directly by incomplete combustion and evaporation from anthropogenic processes as well as from natural and biogenic sources. This paper presents results from a unique in situ dataset of continuous HCHO measurements at the remote high-altitude site Environmental Research Station Schneefernerhaus discussing daily and seasonal variation and the influence of large-scale synoptic conditions and air-mass origin on the observed concentrations. The average daily course exhibited maxima in the afternoon and minima at night, however differing between seasons. The general strong seasonal variation with average values for winter, spring, summer, and fall of 0.350, 0.529, 0.986, 0.429 ppbv, respectively, could be well explained by secondary production following photochemical activity. The large variability of HCHO mixing ratios within the seasons was shown to be influenced by different factors in this complex topography such as mixing of air masses from the planetary boundary layer and the free troposphere, advection of differently aged air from various source regions, and local meteorological conditions. An analysis of the impact of large-scale weather types, cyclonicity, and flow directions revealed that the cleanest air masses were advected from westerly directions in particular under cyclonic conditions while southerly cyclonic and northerly/northwesterly anticyclonic conditions led to the highest HCHO levels.

ABSTRACTS

METHODEN DER KLIMATOLOGIE II



Towards a dendrochronological date of the Laacher See Eruption

FREDERICK REINIG, PAOLO CHERUBINI, STEFAN ENGELS, JAN ESPER, GIULIA GUIDOBALDI, OLAF JÖRIS, CHRISTINE LANE, DANIEL NIEVERGELT, CLIVE OPPENHEIMER, CORNELIA PARK, HARDY PFANZ, FELIX RIEDE, HANS-ULRICH SCHMINCKE, MARTIN STREET, LUKAS WACKER, ULF BÜNTGEN

The precise date of the Laacher See eruption (LSE), central Europe's largest Late Pleistocene volcanic event around 12,900 years ago, is still unknown. Here, we introduce a combined approach of dendrochronological, wood anatomical, and radiocarbon measurements, to provide an annual, or even sub-annual date for this major Plinian eruption. Based on excavated trees that were killed during the explosive LSE and buried by its pyroclastic deposits, we describe how a firm date of the LSE can be achieved, and how such temporal precision would further advance our understanding of the potential, direct and indirect, environmental and societal impacts of the LSE. Moreover, we discuss the relevance of a precise date of the LSE for improving Europe's terrestrial and aquatic geochronology during the Late Glacial period, and outline how the proposed, interdisciplinary dating approach can be applied to other large, yet undated, volcanic eruptions.

Auswirkungen klimatischer Extremjahre auf das Baumwachstum von Kiefern auf Korsika

SONJA SZYMCZAK, EMILIE GAREL, FRÉDÉRIC HUNEAU, SÉBASTIEN SANTONI, JÖRG BENDIX, ISABEL KNERR, KATJA TRACHTE, JOHANNES BARTH, TOBIAS JUHLKE, ROBERT VAN GELDERN, MARTIN HÄUSSER, ACHIM BRÄUNING

Der Mittelmeerraum gehört zu einer der Regionen, die durch eine deutliche Änderung des hydrologischen Budgets am stärksten vom Klimawandel betroffen sein werden. Dies zeigt sich u.a. in einer Zunahme von Extremereignissen. Dabei können die Extreme zeitlich nah beieinander liegen, wie die Sommer 2017 und 2018 auf der Mittelmeerinsel Korsika gezeigt haben. Während 2017 die niedrigsten Niederschlagssummen seit Beginn der Messungen registriert wurden, war der Sommer 2018 extrem feucht mit lokal mehr als der doppelten Niederschlagsmenge des langfristigen Mittelwerts. Die Wasserverfügbarkeit stellt besonders in sommertrockenen Gebieten einen wichtigen Faktor für das Baumwachstum dar. Während an Standorten mit mächtigen Böden und hoher Wasserhaltekapazität Winterniederschläge gespeichert und in Trockenperioden genutzt werden können, stellen die Sommerniederschläge an Standorten mit geringmächtigen Böden die einzige Wasserquelle dar. Durch die hohe Auflösung des Klimaarchivs Baum ist es möglich, die Reaktionen auf einzelne Extremjahre zu untersuchen. Wie zwei Kiefernarten auf Korsika auf das unterschiedliche Wasserangebot in den Sommern 2017 und 2018 reagiert haben, zeigen wir in diesem Beitrag. Dabei werden entlang eines Höhengradienten von Meereshöhe bis 1600 m ü. NN verschiedene Parameter wie Jahrringbreiten, Baumwachstum, holzanatomische Besonderheiten und Sauerstoffisotope betrachtet. Die Dauer der Vegetationsperiode nimmt temperaturbedingt mit der Höhe ab. An allen Standorten ist die Vegetationsperiode 2018 deutlich länger als 2017 gewesen und in den Dendrometerdaten als eine kontinuierliche Zunahme des Stammumfangs zu erkennen, während die Sommertrockenheit 2017 durch eine Stagnationsphase in den Dendrometerkurven sichtbar ist. Auf Zellebene ist das Jahr 2018 durch ein späteres Einsetzen der Spätholzbildung gekennzeichnet. Auch anhand der Sauerstoffisotopenwerte in der Jahrringzellulose, im Ast- und Nadelwasser lassen sich die unterschiedlichen klimatischen Bedingungen ablesen sowie die verwendeten Wasserquellen identifizieren. Bäume an Standorten mit Zugang zu tieferem Bodenwasser sind nicht so stark von der sommerlichen Trockenheit 2017 beeinflusst worden wie Bäume an Standorten mit geringmächtigen Böden, die auf die sommerlichen Niederschläge als Wasserquelle angewiesen sind. Unsere Studie kann somit helfen zu identifizieren, welche Waldbestände in Zukunft am stärksten vom Klimawandel betroffen sein werden.

Towards a robust millennium-length temperature reconstruction from tree rings in the European Alps

CLAUDIA HARTL

Skillful proxy records, spanning the entire past millennium, are urgently needed to place recent warming into a historical context and to compare with the differently forced Medieval Warm Period. A variety of climate archives can be used for reconstructing past climate variability, including tree-rings, marine and lake sediments, speleothems and ice cores, for example. Tree-ring chronologies provide annual resolution and are thus an essential source for the reconstruction of climate variability over the past centuries to millennia. At elevational and latitudinal treelines, temperature variability is fingerprinted in tree-ring width and maximum latewood density data providing essential information on past climate. Here we present preliminary results of a recently started project on the development of a tree-ring based millennium-length temperature reconstruction in the Swiss Alps. Living trees do not reach millennial age in the European Alps, meaning that timbers from historical buildings have to be used to extend a chronology back into time. The exact provenance of the timber material is, however, unknown and climate signals may vary between trees from treeline and non-treeline sites. The chronology building and the derivation of a temperature reconstruction has to be implemented with caution. We performed a living tree multiple-site sampling along elevational transects to analyse the changes of climate signals inherent to that tree-ring data. We furthermore develop a living tree-based provenance model which will be applied to the historical material for estimating its origin and to gain robust climate signals.

ABSTRACTS

METHODEN DER KLIMATOLOGIE III



A tool for detecting the on- and off- set of the rainy season, heat and dry spells, climate parameter threshold, calculation of ETo and their interactions with Sea Surface Temperatures - A first test with data from Ixtepec / Mexico.

STEFAN KROTTETHALER, GIULIANO MASELLI LOCOSSELLI, ROEL BRIENEN, DIETER ANHUF

Presented is a function collection in the R programming environment for generating new insights derived from daily environmental data. Analyzing climate–growth relationships is one of the key areas in dendrochronological research. In this area classical approaches use monthly means for temperature and sums for precipitation as well as seasonal values to access climate-growth-relationships. They do not reflect the distribution of precipitation and extreme temperature effects such as heat waves, dry spells or approximating or exceeding certain threshold values of precipitation and/or temperature as this package does. Another aspect contemplated by the functions and especially important in tropical areas is the timing of rainfall events and especially the on- and offset of the rainy season. Despite plant competition, not means and the monthly sums of certain parameters are important for plant growth but their distribution, extremes and timing. Another feature implemented is the calculation of the potential daily incoming solar radiation on top of atmosphere for any specific location and its relation to the corresponding daily precipitation data. This allows the interpretation of the combined effects between incoming radiation, day length and precipitation on tree growth. Based on the incoming radiation and the day length Potential Evapotranspiration (ETo) is calculated by four different methods. Furthermore some classical techniques are automatized such as download and correlation building of most available up to date SST-indexes and calculation of Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index (SPEI), respectively and the Standardized Precipitation Index (SPI). The functionality and new insights of this approach is demonstrated on the basis of an example from Ixtepec/Mexico, using a stable carbon and oxygen isotope chronology derivate from tree rings.

Die Sommersaison in Stationsdaten Lindenberg

PETER CARL

Die erweiterte Sommersaison (01.03.–11.11., d.h. 256 Tage) in den Tagesmittel-Temperaturen der Klimastation Lindenberg (Mark) wird seit 2017 in Serien von begleitenden Zeitreihen-Analysen in ihrer innersaisonalen Entwicklung verfolgt, um das Vorhersage-Potenzial langsamer Anteile der Bewegung zu erkunden und zu nutzen (BMUB-Projekt B.A.U.M im Rahmen der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel). Im Fokus stehen hierbei die hochsommerlichen Hitzewellen. Die Analyse wurde inzwischen auf das gesamte Jahrhundert vorliegender Daten (seit 1906) erweitert mit dem Ziel einer Übersicht über unterschiedliche Typen von Saisonverläufen im Regionalklima und deren mögliche Klassifizierung, sowie einer Bewertung von Prognose-Möglichkeiten auf Datenbasis über den Zeithorizont der numerischen Wettervorhersage hinaus. Nachdem für die Saison 2013 eine Modenstruktur gefunden wurde, deren führende Komponenten geradezu archetypischen Charakters sind für eine tropisch-subtropische Signatur, nämlich der intrasaisonalen Monsundynamik wie sie in einem einfachen troposphärischen GCM realisiert ist, wurden ein ähnlicher Saisonverlauf bis zum Hochsommer 2018 gefunden und auf dieser Basis die starke Hitzewelle ca. 30 Tage ‚vorausgeahnt‘. Dieser Typ Dynamik beginnt mit einem abrupten, subkritischen Übergang in den 30-60tägigen Aktivitätszyklus des borealen Sommermonsuns, auf dessen innersaisonalen Entwicklung die Prognose auch in unseren Breiten konzeptionell aufbauen kann – wenn er denn realisiert ist. 2019 war in dieser Hinsicht zunächst eine Enttäuschung, bis klar wurde, dass das System offenbar einen alternativen, den superkritischen, Pfad in die Saison eingeschlagen hat, bei dem die zyklische Dynamik sich allmählich (in Amplitude und Periodenlänge) aufbaut, bis hin zur Kulmination in der Hitzewelle (2019 schon im Juni, 2014 erst im Juli), und danach ebenso wieder abklingt. Die Entdeckung dieses zweiten Pfades in den Regionaldaten ist gestützt durch eine im Frühsommer im Modell zum subkritischen Übergang in die Saison koexistierende globale Lösung, die mit stark reduzierter Aktivität der troposphärischen Strahlströme einhergeht (und u.a. massive Niederschläge auf dem indischen Subkontinent mit sich bringt). Die führende, superkritische Mode in der Saison 2019 war erst mit Beginn der Hitzewelle in den Lindenberg-Daten stabil angelegt und folgt dann ihrer Eigenentwicklung bis in den September hinein, stellt sich also als im weiteren Verlauf vorhersagbar heraus, obwohl über weite Strecken von kurzperiodischer Aktivität gekennzeichnet – und daher vor allem in der Zeit-Frequenz-Ebene als robuste Struktur erkennbar. Die Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung einer topologisch fundierten Systemkenntnis für die Bewertung von Vorhersagen auf Datenbasis. Auch für die frühzeitige Einschätzung des Saisonverlaufs im Regionalklima dürfte ein Blick in die „Küche“ der globalen intrasaisonalen Klimadynamik lohnen.

Near surface air temperature lapse rates over complex terrain: A WRF based analysis of controlling factors and processes for the Central Himalayas

RAMCHANDRA KARKI, SHABEH HASSON, JÜRGEN BÖHNER, LARS GERLITZ

Raum-zeitliche Schwankungen der oberflächennahen Temperatur sind von signifikanter Bedeutung für die Analyse und Modellierung klima-sensitiver Prozesse. Klima-Impakt-Studien nutzen häufig eine konstante Temperatur-Lapse-Rate (LRT), um räumlich verteilte Temperaturdaten zu generieren, die als Input für hydrologische, glaziologische oder vegetations-ökologische Modelle verwendet werden. Es ist allerdings allgemein anerkannt, dass LRTs eine ausgeprägte räumliche und zeitliche Variabilität aufweisen. In unserer Studie untersuchen wir mit Hilfe des WRF-Modells (Weather Research and Forecasting) die Faktoren und Prozesse, welche die Temperatur-Felder in komplexem Gelände und somit die LRT beeinflussen. Die Region Rolwaling im zentralen Himalaya, die sich durch ein vergleichsweise dichtes Netz von meteorologischen Stationen auszeichnet, dient als Test-Region. Wir analysieren eine hochaufgelöste WRF-Simulation (1km) für ein gesamtes hydrologisches Jahr (Juni 2014 - Mai 2015), um den gesamten saisonalen Zyklus zu erfassen und somit die relevanten Prozesse in unterschiedlichen Jahreszeiten zu identifizieren. Um die Reaktion des Modells auf Landbedeckungs- und Geländeeigenschaften zu testen, werden zusätzliche Simulationen mit künstlich generierten Oberflächen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass WRF die Prozesse, welche die LRT steuern, zufriedenstellend abbildet. Ein negativer LRT-Bias ist allerdings während der Trockenzeit zu beobachten. Die simulierten Temperaturfelder weisen zwei LRT-Minima (eine geringe Abnahme der Temperatur mit der Höhe) im Winter sowie während der Monsun-Periode auf. Zwei LRT-Maxima (starke Abnahme der Temperatur mit der Höhe) sind in den Zwischen-Jahreszeiten ausgebildet. Während die LRT in den tief eingeschnittenen Himalaya-Täler einen deutlich ausgeprägten Jahresverlauf aufweist, sind die großen Höhen (> 4500 m) durch eine geringere LRT-Variabilität gekennzeichnet. In der Vor- und Postmonsun-Zeit verursachen die hohe Netto-Einstrahlung und der geringe latente Wärmestrom an schneefreien Oberflächen eine starke fühlbare Erwärmung in niedrigen Höhenlagen. Gleichzeitig hat die Schneebedeckung in hohen Lagen eine verringerte Erwärmung zur Folge. Dieser Kontrast trägt zur Ausbildung steiler LRTs bei. Während der Monsunzeit führen die großflächige Feuchtigkeitzufuhr und die damit verbundene latente Wärmeabgabe im Bereich des Kondensations-Niveaus zu einer Erwärmung der Hänge und somit zu einer Verringerung der LRT. Dieser Effekt wird durch die Berg-Talwind-Zirkulation, die zu einer Durchmischung der Troposphäre beiträgt, weiter verstärkt. Stark ausgeprägte katabatische Winde und daraus resultierende Temperaturinversionen verursachen verringerte (stellenweise negative) LRTs während der Winter-Saison. Insgesamt unterstreicht die realitätsnahe Abbildung der raum-zeitlichen LRT-Variabilität in der hochauflösenden Simulation das Potenzial meso-skaliger Klimamodelle für die Analyse klimatischer Veränderungen und deren Folgen in Hochgebirgsräumen.

ABSTRACTS

PROJEKTVORSTELLUNGEN



Projektvorstellung: Digital Making for everyone and everywhere! Forschen (lernen) im mobilen Makerspace

MARCO OTTO, ALEXANDRA SCHULZ, LOES VAN SCHAİK

Ein Projekt im Rahmen des Fellowships für Innovationen in der Hochschullehre 2018 von Marco Otto, Alexandra Schulz und Loes van Schaik, Technische Universität Berlin Digitalisierung hält Einzug in alle Lebens- und Wissensbereiche und erleichtert u.a. die Generierung von Wissen und Fakten erheblich. Aber wie entsteht dieses Wissen/diese Fakten z.B. über unsere Umwelt tatsächlich? Was registriert heute ein digitales Messgerät, was früher der Mensch meist zeitaufwendiger beobachtet hat? Dieser Prozess muss nicht nur von Spezialisten*innen verstanden und gestaltet werden, sondern auch von den Anwendern*innen wie z.B. Umweltplanern*innen und Architekten*innen. Diese vorrangig „nicht-technischen“ Berufszweige haben derzeit jedoch keine bis wenige Inhalte dazu in ihrem Curriculum. Mit einfachen Tools, die auch ohne spezielle Informatikkenntnisse die Nutzung und den Einstieg ins „Embedded Computing“ möglich machen, kann diese Lücke geschlossen werden. Die Basis dafür bildet ein mobiler Makerspace – ein mit allen erforderlichen technischen Komponenten bestückter Rollwagen, der es ermöglicht, kleine Messinstrumente und -stationen mit einfachen Low-Cost-Sensoren zu bauen und zu programmieren. Am Beispiel zweier Projekte im B.Sc. Ökologie und Umweltplanung wurde Sommersemester 2019 erprobt, wie Studierende nicht nur als Beobachter, sondern als gestaltende Akteure in einem Projekt mitwirken und im Sinne des forschenden Lernens selbst alle Phasen eines Forschungsprojekts durchlaufen können. Dabei wurde der Prototyp einer Wetterstation entwickelt und Low-Cost-Sensoren zur Messung der Bodenfeuchte im Feldeinsatz getestet, gebaut und eingesetzt. Bauanleitungen zu den Stationen, dem mobilen Makerspace als auch didaktische Erfahrungen und Hinweise aus den ersten Lehrveranstaltungen finden sich unter: <http://mobiler-makerspace.de/>

Projektvorstellung: Report aus dem TREELINE Projekt und Stand der Publikation des Klimadatensatzes aus dem Rolwalingtal

JOHANNES WEIDINGER, JÜRGEN BÖHNER, LARS GERLITZ, RAMCHANDRA KARKI, MICHAEL MÜLLER, UDO SCHICKHOFF, THOMAS SCHOLTEN

Hochgebirgsregionen gelten als besonders sensitive Indikatoren für rezente Klimaänderungen. Globale Gletscherrückgänge, geoökosystemare Veränderungen und Anpassungsstress von Hochgebirgsfauna und -flora sind prominente Beispiele für Reaktionen auf die globale Erwärmung. Jedoch sind gerade hochgelegenen Bergregionen oft schwer zugänglich und somit messtechnisch kaum erschlossen. Das gilt insbesondere für weniger entwickelten Regionen der Erde, wie dem Nepal Himalaya, wo längerfristige, standardisierte Klima- und Bodenmessungen kaum verfügbar sind. Vor diesem Hintergrund wurde im April 2013 im Rolwaling Himal (Gaurishankar Conservation Area) ein Klimamessnetz inklusive Sensorik für Bodenparameter installiert und dieses seitdem mehrfach erweitert. Aufgezeichnet werden die Klimaparameter Niederschlag [mm], Globalstrahlung [Wm^{-2}], Windgeschwindigkeit [ms^{-1}] und -richtung [$^{\circ}$], Lufttemperatur [$^{\circ}\text{C}$] und relative Feuchte [%] in ca. 2 m Höhe über Geländeoberfläche in hoher zeitlicher Auflösung (3 min). Die Standorte wurden unter besonderer Berücksichtigung der Geländetopologie und Exposition der Hänge ausgewählt. Seit Oktober 2017 sind neben den bestehenden 8 Klimastationen 2 zusätzliche Messstationen eingerichtet worden, die ein Monitoring von Energieflüssen zwischen Podo-, Bio- und Atmosphäre ermöglichen. Im Einzelnen gemessen werden Bodentemperatur [$^{\circ}\text{C}$], -feuchte [pF], -leitfähigkeit [mS], -wärmestrom [Wm^{-2}], Lufttemperatur [$^{\circ}\text{C}$] und -feuchte [%] im und 1 m über Bestand, Luftdruck [hPa], Globalstrahlung [Wm^{-2}] im Bestand sowie lang- und kurzwellige Ein- und Ausstrahlung [Wm^{-2}] über Bestand, Windgeschwindigkeit [ms^{-1}] und -richtung [$^{\circ}$] sowie IR-Oberflächentemperaturen des Kronendachs [$^{\circ}\text{C}$]. Die Bodensensoren zeichnen stündlich Bodenoberflächentemperaturen [$^{\circ}\text{C}$] sowie die Bodenfeuchtigkeit [pF] und Temperaturen [$^{\circ}\text{C}$] in 10 cm Tiefe auf. Da Ende September 2019 Messreihen über 6 Jahre vorliegen, sollen diese Datensätze im Journal Earth System Science Data (ESSD - open access) der wissenschaftlichen Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden.

ABSTRACTS

POSTER



Anpassung des Stadtklimamodells PALM-4U für Würzburg (Arbeitsbericht)

MIRIAM BAUMANN, HEIKO PAETH

Das an der Universität Würzburg laufende Forschungsprojekt ‚BigData@Geo: Big Data in der Geographie – Fortschrittliche Umwelttechnologien mittels AI im Web‘ widmet sich der Erforschung von Zusammenhängen und Wechselwirkungen im natürlichen regionalen Umweltsystem. Die gesammelten Ergebnisse über die Veränderungen der Umwelt sollen mittels eines webbasierten Wissens- und Informationsportals verfügbar gemacht werden. So erlangen die Verantwortlichen aus den Bereichen der Land- und Forstwirtschaft sowie der Landschafts-, Stadt- und Regionalplanung die Möglichkeit, selbstständig auf relevante und nutzerfreundliche Daten zugreifen zu können. In diesem Rahmen ist die Entwicklung eines hoch aufgelösten Erdsystemmodells zur Modellierung des Klimawandels (→REMO) in Nordbayern vorgesehen.

Ziel ist es, den Output von REMO als Input für das angewandte Parallelized Large-Eddy Simulation Model for Atmospheric and Oceanic Flows (PALM) zu verwenden, um so ein möglichst realistisches Stadtklimamodell für Unterfranken zu betreiben und damit das Maintal mit Fokus auf Würzburg zu simulieren. Unter Berücksichtigung des Klimawandels im 21. Jahrhundert sollen so die Auswirkung variabler Bebauung und der Einfluss von Grünflächen sowie Vegetation auf das Stadtklima untersucht werden, insbesondere auch, wenn sich Randbedingungen oder Nutzung ändern.

Nachdem geographische Eingangsdaten mit Informationen zu unter anderem Topographie und Bebauung gesammelt und vorverarbeitet wurden, soll ein gebietsspezifischer statischer Antrieb zur Betreibung des Stadtmodells PALM erstellt werden, wobei eine Auflösung zwischen 1m und 50m möglich ist. Des Weiteren wird für die Verknüpfung von PALM mit REMO der REMO-Output zur Erstellung dynamischer Eingangsdaten herangezogen. So können unterschiedliche Zeitsequenzen für einzelne Tage betrachtet und die Ergebnisse mit historischen, gegenwärtigen (beides in Form von Beobachtungswerten) und zukünftigen Szenarien verglichen werden. Eine versuchsweise Veränderung realer Werte der Topographie, Nutzung oder des Vegetationsbestandes soll darüber hinaus Analysen zu thermischen Bedingungen in der Stadt Würzburg und Umland ermöglichen.

Auf dem Weg zur globalen Local Climate Zone Karte

BENJAMIN BECHTEL, MATTHIAS DEMUZERE, GERALD MILLS

Sowohl bei der Charakterisierung von urbaner Landnutzung als auch der Ableitung von 3D-Gebäudemodellen wurden zuletzt erhebliche Fortschritte erzielt. Für die Charakterisierung von Stadtgebieten auf Nachbarschaftsebene (local scale) gibt es verschiedene Ansätze, denen es jedoch an Konsistenz und damit an Vergleichbarkeit mangelt. Daraus resultiert eine Lücke in Maßstab und in der Semantik, um Städte auch im mittleren Maßstab abzubilden. Die Stadtklimatologie ist jedoch auf eine konsistente Beschreibung von Form und Funktion von Städten in verschiedenen Skalen angewiesen, um ihre klimatischen Auswirkungen darzustellen und Klimaschutz- und Anpassungsoptionen zu bewerten. Vor wenigen Jahren wurde die Typologie der Local Climate Zones (LCZ) (Stewart & Oke 2012) als allgemeine Beschreibung von Stadtgebieten im km-Maßstab vorgeschlagen und schnell zum Standard. Bechtel und Daneke (2012) haben gezeigt, dass LCZ mithilfe multispektraler Landsat-Daten und machine learning abgeleitet werden kann. Die Methodik wurde daher vom World Urban Database and Access Portal Tool (WUDAPT) (Bechtel et al. 2015) übernommen, einer internationalen Crowd-basierten Initiative, die darauf abzielt, klimarelevante Daten von Städten weltweit abzuleiten. In jüngerer Zeit begannen sich andere wissenschaftliche Bereiche für das Konzept zu interessieren, und die LCZ-Kartierung erregte die Aufmerksamkeit in der Bildanalyse-Community (Yokoya et al. 2018).

Während die Zahl der Entwickler und Nutzer dieser Methoden schnell wächst, ist die Abdeckung der WUDAPT Datenbank weiter auf etwa 100 Städte weltweit und einige regionale Karten beschränkt. Großräumige Charakterisierungen werden hauptsächlich durch das variable spektrale Erscheinungsbild der LCZ aufgrund unterschiedlicher Baumaterialien und Planungsrichtlinien sowie biophysikalischer Eigenschaften durch den klimatischen Hintergrund behindert. Darüber hinaus ist die Verarbeitung von Daten in größeren Maßstäben anspruchsvoll. In jüngerer Zeit wurden verschiedene Anstrengungen unternommen, um dieses Framework auf größere Regionen zu skalieren, was insbesondere durch die Verwendung von Cloud-Computing-Ressourcen der Google Earth Engine ermöglicht wird. In einem ersten Schritt wurde für Eingangsdaten von verschiedenen Satelliten (z. B. Sentinel 1, Sentinel 2 und DMSP-OLS-Nachtlichter) die Übertragbarkeit von LCZ-Trainingsdaten auf andere Städte analysiert. Auf dieser Basis werden erste großräumige Karten für Europa, Nordamerika und Indien erstellt und evaluiert, die zu einer globalen Karte zusammengeführt werden sollen.

Literatur

Bechtel B, Alexander PJ, Böhner J, Ching J, Conrad O, Feddema J, Mills G, See L, Stewart I (2015) Mapping Local Climate Zones for a Worldwide Database of the Form and Function of Cities. ISPRS Int J Geo-Inf 4:199–219

Abc – Augsburg bleibt cool. Ein Projekt zur Förderung der Klimaanpassung durch die Identifizierung urbaner Hitze-Hotspots

CHRISTOPH BECK, SABRINA BECKMANN, MICHAEL HIETE, KLAUS MARTIN, ANDREAS REPPER,
MICHAEL SCHNEIDER

Im Zuge des höchstwahrscheinlich weiter fortschreitenden Klimawandels wird für Deutschland eine Zunahme der Häufigkeit und der Intensität sommerlicher Hitzewellen erwartet. Insbesondere in Städten führt eine gesteigerte Hitzebelastung zu generellen Einbußen des Wohlbefindens und der Leistungsfähigkeit der betroffenen Bevölkerung. Für in hohem Maße vulnerable – z.B. ältere – Personen können darüberhinaus eklatant nachteilige Gesundheitswirkungen resultieren, wie es während des Hitzesommers 2003 – mit mehreren 10.000 hitzebedingten Todesfällen in Europa – auf drastische Weise deutlich wurde.

Das vom Bundesumweltministerium geförderte Forschungsprojekt “Abc – Augsburg bleibt cool” soll die Stadt Augsburg bei der Anpassung an die zunehmende Häufigkeit und Intensität von Hitzewellen unterstützen.

Die wesentlichen Projektziele sind:

- die Identifizierung von Hitze-hotspots im öffentlichen Raum und in Wohnungen in Augsburg. Ein zentrales Element des Projektes ist hierbei die aktive Bürgerbeteiligung, durch die Verteilung von mehreren hundert Low-cost Sensoren zur Erfassung sommerlicher Hitzebelastung in Wohnungen.
- die Entwicklung eines 3D-Stadtmodells zur räumlich differenzierten Erfassung und Darstellung der Hitze-Hotspots.
- die Sensibilisierung der Bevölkerung für die Problematik und den Selbstschutz. Dazu werden Micro-Events und Befragungen durchgeführt.
- die Information und Vernetzung von Akteuren aus den Bereichen Stadtplanung, Stadtgrün, Wärmeschutz von Gebäuden und Bevölkerungsschutz, im Rahmen von Transferworkshops.
- und - als zentrale Augsburger Beteiligung - die Abschätzung der Wirksamkeit verschiedener Klimaanpassungsstrategien (z.B. Fassadenbegrünung, Strassenbegleitgrün, ...) mittels numerischer Mikroklimasimulationen.

Klimavariabilität im „Hiatus“-Regime

PETER CARL

Mit dem ENSO-Ereignis von 1997/98 wurde das Klimasystem aus einer eher ruhigen Driftbewegung seit den 1980er Jahren (ENSO 1982/83) in ein Regime hoher Variabilität ‚gekickt‘. Dies wird in zwei bidekadischen Analysen anhand der von der Climate Research Unit (CRU) der University of East Anglia herausgegebenen, desaisonalisierten monatlichen bodennahen Lufttemperaturen (SAT) von Nord- und Südhemisphäre (NH, SH) demonstriert. Analyse-Methode ist das „Matching Pursuit“ Verfahren von Mallat & Zhang (1993), ausgestattet mit einem im sechsdimensionalen Signalraum hoch aufgelösten ‚Wörterbuch‘ von ca. 1010 frequenzmodulierten, und dadurch sehr flexiblen, Testsignalen. Dieses Verfahren (MP-FM) zerlegt jede Zeitreihe in eine in Form von Formeln (nicht nur von „Bildern“) bereitgestellte Modenstruktur nach dem Kriterium jeweils erfasster maximaler Signalenergie. Es enthält als Sonderfälle die Fourier- und die Wavelet-Transformation. Um den dynamischen Typ der Klimabewegung zu erkunden, werden die Temperaturdaten mit denen für zwei dynamische Indices (NAO und SO) zu einem vierdimensionalen Bild kombiniert und mit ebenso konstruierten dekadischen Analysen der instrumentellen Periode verglichen. Obwohl die (unvermeidliche) Desaisonalisierung der hemisphärisch gemittelten Temperaturdaten methodisch nicht unbedingt kompatibel ist, Signale sicherlich etwas verfälscht und die Interpretation erschwert, sind teilweise dynamische Strukturen erkennbar, wie man sie von einfachen dynamischen Modellen her kennt. Darunter sind Muster, die an heterokline Trajektorien erinnern, ebenso wie zyklische oder sogar lineare (Teil-) Zusammenhänge. Auch das „Hiatus“-Regime könnte auf einfachere dynamische Systeme zurückführbar sein. Die Analyse legt jedenfalls den Versuch nahe, einfache Modelle gewöhnlicher Differentialgleichungen aus diesen Daten zu extrahieren, wie von Essex & Tsonis (2018) vorgeschlagen, um darin enthaltene dynamische Grundstrukturen zu modellieren.

Patterns and drivers of urban clouds

JULIA FUCHS, JAN CERMAK

In view of a growing population, land cover changes, the increase of global mean temperatures and extreme weather events, the understanding of processes which lead to changes of urban cloud and precipitation patterns are increasingly important. While the understanding of drivers influencing the urban heat island is advanced, the knowledge of the interactions between the urban environment and cloud processes has fundamental lacks. The aim of the contribution presented here is to improve the understanding of anthropogenic impact on cloud and precipitation patterns in urban areas.

In this study relevant drivers of urban cloud micro- and macrophysical properties including the urban heat island effect, aerosol concentration as well as large-scale dynamics are investigated using satellite observations, ground-based observations and mesoscale models. Preliminary case studies show a decrease of low cloud cover over Paris compared to surrounding regions during a winter day, while fair-weather cumulus are increased during a summer day. A better quantification of these observations and assessment of underlying processes can have implications for urban modeling, planning and risk mitigation.

Luftqualität auf Schulwegen - Mobile Low-Cost-Feinstaubmessungen in der Mainzer Neustadt

LORENZ HARR, OLIVER KONTER, DAMIAN WANTUCH, JAN ESPER

In unserem aktuellen Forschungsprojekt werden wir die Feinstaubkonzentrationen auf Wegen zu Grund- und weiterführenden Schulen in der Mainzer Neustadt messen. Die Messungen finden mobil zu Fuß mit eigens dafür entwickelten Messgeräten statt. Zur Simulation der unterschiedlichen Größen von Kindern und Erwachsenen, werden die Messwerte auf zwei Höhen (1.00m/1.60m) aufgenommen. Es werden Low-Cost Feinstaubsensoren verwendet, die weniger als 400€ pro Sensor kosten, aber nicht nur die Möglichkeit bieten relative Messwerte zu erzeugen, sondern nach Kalibrierung und Validierung die Messungen der deutlich teureren stationären Messgeräte offizieller Messstationen sinnvoll ergänzen zu können. Hierbei werden nicht nur Stäube der Größen PM_{2.5}, PM₁₀, sondern ebenso die Parameter Temperatur, relative Luftfeuchte standortgenau (GPS) gemessen und auf einer SD-Karte lokal gespeichert. Gleichzeitig werden die Messdaten über das Handynetz auf einen Server verschickt und erlauben ein Live-Monitoring und Auswertung der Messergebnisse. Die über mehrere Wochen angelegte Untersuchung zu Hauptverkehrszeiten soll Aufschluss über die Feinstaubwerte und deren Verteilung in den Straßenzügen um die pädagogische Einrichtungen der Mainzer Neustadt geben, die von ca. 2500 Schülerinnen und Schüler sowie Schulbediensteten jeden Schultag genutzt werden.

Die städtische Wärmeinsel Berlins während heißer Episoden – wird sie verstärkt oder abgeschwächt?

DANIEL FENNER, ACHIM HOLTSMANN, FRED MEIER, INES LANGER, DIETER SCHERER

Die Lufttemperatur in Städten ist typischerweise höher als im umliegenden unbebauten Umland, ein Phänomen das als städtische Wärmeinsel bezeichnet wird. Zahlreiche Studien zeigen, dass die Intensität dieser Wärmeinsel (englisch: urban heat island intensity, UHII) während heißer Episoden verändert ist, wobei jedoch gegensätzliche Belege existieren. Während einige Studien eine Verstärkung der UHII während heißer Episoden zeigen, zeigen andere eine Abschwächung. Dieser Gegensatz soll in der vorliegenden Arbeit genauer untersucht werden. Dazu werden umfangreiche Messdaten für einen Zeitraum von vier Jahren (2015 – 2018) herangezogen. Messdaten „traditioneller“ meteorologischer Messstationen von bekannter Qualität sowie Daten von hunderten privaten Wetterstationen, welche qualitätsgeprüft werden, werden für den Raum Berlin, Deutschland, analysiert. Insbesondere soll untersucht werden, inwieweit die Wahl (1) des Zeitraums für die Identifizierung heißer Episoden (Tag oder Nacht) und (2) des Ortes für die Identifizierung (Stadt oder Umland) die Ergebnisse beeinflusst. Die gegensätzlichen Ergebnisse der Veränderung der UHII während heißer Episoden werden erklärt und diskutiert und mit den vorherrschenden Wetterbedingungen (z.B. Strahlung, Windgeschwindigkeit, Luftfeuchte) in Verbindung gebracht.

Untersuchung des Temperatur- und Strömungsregimes im Eingangsbereich einer Lavahöhle am Beispiel der Akeakamai auf Big Island, Hawaii, USA

CHARLOTTE HÜSER, MICHAEL KILLING-HEINZE, ANDREAS PFLITSCH

Ziel der Abschlussarbeit war die Untersuchung des Temperatur- und insbesondere des Strömungsregimes im Eingangsbereich von Lavahöhlen. Diese erfolgte anhand des Messfelds im Bereich des Breakrooms, einem im weiteren Eingangsbereich der Akeakamai befindlichen Raumes, und der Hauptöffnung dieser ausgekühlten Lavahöhle auf Big Island im US-Bundesstaat Hawaii.

Diese Arbeit sollte zu einem besseren Verständnis der komplexen klimatischen Bedingungen und Vorgänge innerhalb der Akeakamai beitragen, indem auf folgende Fragestellungen eingegangen wird:

- a) Lässt sich aus den Daten der beobachteten Strömungsrichtungen im Haupteingangsbereich der Höhle und im Breakroom ein Strömungssystem ableiten?
- b) Welche Rolle kommt der Lufttemperatur im Zusammenspiel mit der Strömungsrichtung zu?
- c) Welchen Einfluss übt die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb der Höhle auf die Strömungsrichtung aus?

Um diese Fragen zu beantworten, wurden Daten verschiedener Langzeitmessreihen und einer eigens konzipierten Messkampagne ausgewertet, die im April 2017 an mehreren Standorten innerhalb der Höhle erhoben worden sind. Diese Langzeitmessreihen wurden durch eigenständig installierte Bändchen zur Erfassung der Strömungsrichtung, sogenannte Makanimeter, erweitert. Im Zuge dieser Arbeit wurde das Höhlenklima der Akeakamai durch die Analyse feiner Schwankungen der Strömungsrichtung im oberen Eingangsbereich und dem Breakroom beschrieben. Mithilfe dieser Messungen und des spezifischen Versuchsaufbaus unter dem Einsatz ausgewählter Messinstrumente wurde eine Datengrundlage geschaffen, anhand derer das Zusammenspiel klimatischer Parameter innerhalb der Höhle erklärt werden kann. Anschließend wurden Vorschläge für weitergehende Forschungen formuliert, welche zu einem intensiveren Verständnis der mikroklimatischen Prozesse innerhalb der Akeakamai beitragen können.

Statistische Modellierung kombinierter Ozon- und Temperaturextremereignisse in Zentraleuropa

SALLY JAHN, ELKE HERTIG

Luftverschmutzung stellt eines der größten Umweltrisiken für die Gesundheit dar. Bodennahes, troposphärisches Ozon (O_3) gilt als einer der schädlichsten Luftschadstoffe und ist stark abhängig von den vorherrschenden meteorologischen Bedingungen. Neben Ozon kann auch die Exposition gegenüber hohen Lufttemperaturen hitzebedingte Erkrankungen hervorrufen. Hohe Lufttemperatur in Verbindung mit intensiver Sonneneinstrahlung begünstigen die Bildung von bodennahem Ozon. Extremwerte beider Faktoren treten deshalb häufig in Kombination auf und verursachen eine sich noch verstärkende Gesundheitsbelastung. Schwerpunkt der vorliegenden Forschungsarbeit ist daher, den Einfluss von meteorologischen Bedingungen auf das kombinierte Auftreten von extremen Ozonkonzentrationen und Temperaturwerten in Europa im Zeitraum 1993-2012 zu analysieren und die wichtigsten Schlüsselfaktoren für diese kombinierten Ereignisse zu ermitteln. Extrema werden anhand von Perzentilen (75%- und 90%-Perzentil) sowie nach Ozonrichtlinien der Weltgesundheitsorganisation WHO ($100 \mu g/m^3$) definiert. Datengrundlagen bilden der täglich maximale 8-Stunden-Mittelwert von Ozon (MDA8O₃, EEA), die beobachtete tägliche maximale Lufttemperatur (TX, ECA&D) und meteorologische Variablen (Reanalyse-Datensatz ERA5, ECMWF). Basierend auf der Hauptsaison erhöhter Ozon- und Temperaturwerte (April–September) und einer ausreichenden Datenverfügbarkeit und -qualität werden 84 Stationen in Zentraleuropa zur Analyse herangezogen. Ein Ansatz der logistischen Regression (penalized logistic regression), basierend auf einem mehrstufigen Verfahren zur Modellbildung, wird entwickelt, um stationsbasiert die Wirkung von meteorologischen Bedingungen auf kombinierte extreme Ozon- und Temperaturextremereignisse im Observationszeitraum zu untersuchen. Im Zuge des Klimawandels werden sich die globalen und regionalen meteorologischen Zustände verändern und es ist, neben dem Anstieg der mittleren Lufttemperaturen, auch mit einer Zunahme von wärmeren und heißeren Sommern in Mitteleuropa zu rechnen. Neben einer höheren und häufigeren Hitzebelastung in Europa wird auch durch die voraussichtlich erhöhten bodennahen Ozonkonzentrationen die gesundheitliche Belastung zunehmen. Ein weiterer Fokus der Arbeit ist daher, mögliche zukünftige Veränderungen der Frequenz, Stärke und Andauer solcher gesundheitsbelastender, kombinierter Extremereignisse durch Einbindung der generierten statistischen Modelle in Projektionen globaler generalisierter Zirkulationsmodelle abzuschätzen.

Modellierung der NO₂-Konzentration in Hamburg mit neuronalen Netzen

ANNE-SOPHIE JESEMANN

Die Luftbelastung durch Stickoxide (NO, NO₂) in deutschen Städten wurde im Jahr 2018 in Politik und Medien häufig diskutiert. Vielerorts wird der gesetzlich vorgegebene Grenzwert von 40 µg/m³ regelmäßig überschritten, darunter auch in Hamburg. Seit Juni 2018 gelten auf einigen Strecken Einfahrtsbeschränkungen, die dabei helfen sollen, die lokalen Stickoxidkonzentrationen zu reduzieren.

In der zugrundeliegenden Arbeit wurde versucht, die Konzentration von NO₂ am Standort der Luftmessstation Stresemannstraße mithilfe neuronaler Netze zu modellieren. Dafür wurden meteorologische Daten des Wettermastes der Universität Hamburg, sowie Daten zu Schadstoffkonzentrationen des Luftmessnetzes Hamburgs als Input verwendet. Zur Modellierung wurden mehrere vollvernetzte Multi-Layer-Perceptronen (MLP) mit simpler Netzstruktur eingesetzt und mit Daten zwischen einem und bis zu zehn Jahren trainiert. Anschließend wurden diese mit dem Modell einer linearen Regression verglichen.

In allen Tests konnte mit neuronalen Netzen ein höheres Bestimmtheitsmaß (R^2) und ein niedrigerer mittlerer absoluter Fehler (MAE) erzielt werden, als mit der linearen Regression. Es konnte in darauf folgenden Optimierungsverfahren außerdem ermittelt werden, dass die Berechnung der Konzentration durch das MLP am Besten funktioniert, wenn der Zeitraum der Trainingsdaten 4 Jahre beträgt.

Das hier entwickelte Modell könnte auch an anderen Standorten genutzt werden, um genauere Prognosen zu Schadstoffkonzentrationen zu machen, so dass Lücken im Luftmessnetz leichter geschlossen werden können. Es kann außerdem verwendet werden, um potentielle Maßnahmen zur Luftreinhaltung, wie beispielsweise Einfahrtbeschränkungen, hinsichtlich ihrer Wirksamkeit zu bewerten.

Rainfall fluctuation analysis and prediction using a multiple linear regression model. Case of Rwanda in Central East Africa

ALPHONSE KARAMA, HEIKO PEATH

The objective of this project is to construct a multiple linear regression model for seasonal rainfall prediction in the region of Central East Africa, including Rwanda. During this work, the long-term rainfall characteristics are presented spatially. The area which is considered cover a longitude of 150E to 55 0E and a latitude of 150S to 150N and monthly precipitations CRU data from 1949 to 2000 are used. The selected region comprises 20 countries of Central East Africa in which rainfall has similarities because their climate is controlled in regard to the tropical climate types which relates to the position of the Inter Tropical Convergence Zone (ITCZ).

In Rwanda rainfall has two peaks. The first is observed during April and the second during November. These results are highly related to the results published by other authors stipulating that Rwanda has four climatic seasons. These seasons which are considered in the project's region are represented by Rwanda as well. The long rainy (March, April and May) and short rainy (September, October and November) seasons alternate with long dry (June, July and August) and the short dry (December, January and February).

Results for the long rainfall season show that the correlation between PC1 and rainfall time series is 0.452 while correlation between PC2 and rainfall time series is 0.235 with explained variance of 25.9 %. For short rainfall season the relationship between PC1 and rainfall time series is 0.701 while correlation between PC2 and rainfall time series is 0.180 with explained variance of 52.4 %. During Long rainfall season the relationship between fitted values and PC1 is 0.354 while correlation between PC2 and fitted values series is -0.226 with explained variance of 17.6 %. For short rainfall season the relationship between PC1 and fitted values is 0.613 while correlation between PC2 and rainfall time series is 0.082 with explained variance of 38.2 %.

In conclusion to above results, observations of PC1 and PC2 are added in order to get good variability helping in good seasonal rainfall prediction.

Climate based tool to calculate costs of adaptations of climate impacts

MARKUS KILIAN, ERIK CHAVEZ, VALERIO LUCARINI, MICHAEL GHIL

The increase of global atmospheric temperature caused by anthropogenic activity together with natural climate variability, influences the changing statistics of local meteorological variability. More severe and frequent weather extremes, as well as changes in weather patterns affect local and regional economic activity. However, it is changes in regional- and planetary-scale variability that drive the non-stationarity of local meteorological variability. This manuscript proposes a methodology aimed at analyzing changes in local meteorological variability, as caused by changes in large-scale climate.

First, we select a weather index capturing a specific meteorological hazard of interest for each small-scale pixel of a regular grid by using random forests. Next, we select heuristically the climate driver that is likely to most strongly affect the small-scale weather indices defined in the previous step. Finally, we select the climate model that best simulates the evolution in time of the primary driver. This three-step procedure is illustrated by applying it to projections of drought and extreme heat during spring and summer in Western Europe. Physical explanations of the variation in projections of drought and heat waves statistics to climate model is provided.

Wettertypabhängige Grenzschichtbedingungen auf Korsika – Entwicklung und Ausbildung der planetaren Grenzschicht

ISABEL KNERR, KATJA TRACHTE, EMILIE GAREL, FRÉDÉRIC HUNEAU, SÉBASTIEN SANTONI, MARTIN HÄUSER, TOBIAS JUHLKE, SONJA SZYMCAK, JÖRG BENDIX

Vor dem Hintergrund von zukünftigen Klimaveränderungen wird im Mittelmeerraum eine Abnahme der sommerlichen Niederschläge prognostiziert bei einer gleichzeitigen Zunahme von intensiveren Regenereignissen. Um mögliche Unsicherheiten in den Prognosen zu reduzieren, ist es von besonderer Bedeutung, die Niederschlagsvariabilität sowohl in Abhängigkeit von Schichtungsstabilität und Wasserdampftransport als auch ihre treibenden Faktoren besser zu verstehen.

Über Niederschlagsentstehung und –verteilung auf Korsika, welche im Einfluss von groß- und kleinskaligen Zirkulationsmustern stehen, ist wenig bekannt.

Das Ziel dieser Studie ist die Untersuchung der Entwicklung von Struktur und Höhe der planetaren Grenzschicht auf Korsika, um die Mechanismen der Niederschlagsvariabilität besser zu verstehen. Diese (wer?) bildet über topographisch geprägten Gebieten lokale Änderungen aus, wohingegen sie über homogenen und flachen Gebieten einheitlich entwickelt ist. Die Höhe der Grenzschicht steigt mit zunehmender Geländehöhe stärker an und kann durch lokale Windzirkulationen, wie beispielsweise durch das Berg-Tal-Windsystem, weiter begünstigt werden. Bei Ausbildung von lokalen Winden wird im Tagesverlauf Wasserdampf ins topographisch geprägte Landesinnere transportiert. Die dadurch resultierende Cumulus-Konvektion lässt die Grenzschichthöhe weiter ansteigen, was zu einem direkten Austausch von Wasserdampf mit der freien Troposphäre führt. Lokale Winde treten in allen Regionen der Insel an rund 30% der Tage vor allem in den Sommermonaten auf, wenn der Einfluss des Subtropen-Hochs zunimmt.

Die Grenzschichthöhe wird mit Hilfe von zeitlich hochaufgelösten Windfeldmessungen (3D-Ultrasonic Anemometer) an der West- und Ostküste abgeleitet. Entlang eines West-Ost-Höhengradienten können zudem der Wasserdampftransport und räumliche Unterschiede der Niederschlagsvariabilität besser verstanden werden.

Precipitation retrieval over the Tibetan Plateau from the geostationary orbit - Part 1: Precipitation area delineation with Elektro-L2 and Insat-3D

CHRISTINE KOLBE, BORIS THIES, SEBASTIAN EGLI, LUKAS LEHNERT, HANS MARTIN SCHULZ, JÖRG BENDIX

The distribution of precipitation on the Tibetan Plateau (TiP) is not yet understood due to various factors. Satellite-based precipitation retrieval can provide comprehensive information on precipitation in a high spatial-temporal resolution. The precipitation area needs to be classified properly before precipitation rates can be retrieved. The aim of this feasibility study is to delineate precipitation areas over High Asia using geostationary (GEO) data from Elektro-L2 and Insat-3D. A machine learning approach (Random Forest, RF) is used to delineate precipitation areas over High Asia using the GEO data and a precipitation product of the Global Precipitation Measurement Mission (GPM). The GPM product is used as a reference for the precipitation area delineation. From this product, we use the IMERG gauge calibrated microwave precipitation estimates. To improve the RF models, we tested various optimization schemes. The results from this study will be further used to retrieve precipitation rates on the TiP and will provide information on the precipitation processes in High Asia and their relation to atmospheric circulation dynamics. We present the results of the precipitation area delineation scheme for the TiP using RF.

Gesundheitsrelevante Einflüsse von Luftinhaltsstoffen und meteorologischen Bedingungen

STEPHANIE KOLLER, ELKE HERTIG

Schon lange Zeit ist bekannt, dass außergewöhnlich starke und langanhaltende Hitzewellen negative gesundheitliche Auswirkungen für die Bevölkerung haben, die sich in einer Verstärkung bestehender Erkrankungen und Übersterblichkeit bestimmter Risikogruppen äußert (Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin 2018). Mit der Hitze einher gehen oftmals austauscharme Verhältnisse, die einen starken Anstieg der Konzentration an bestimmten Luftinhaltsstoffen bewirken, oder an deren sekundäre Bildung (z.B. Ozon) beteiligt sind (Kuttler 2009). Viele dieser Luftinhaltsstoffe haben in größeren Mengen eine starke Schadwirkung auf den menschlichen Organismus (Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin 2018). Das Ziel des Projektes ist es dazu beizutragen, das tatsächliche Gefahrenpotential gesundheitsrelevanter lufthygienischer und klimatologischer Parameter zu untersuchen. Dies geschieht durch die Quantifizierung der Auswirkungen einer verstärkten Exposition gegenüber Luftinhaltsstoffen und Temperaturextremen auf die menschliche Gesundheit. Als medizinische Datengrundlage stehen hierfür die Notaufnahmedaten des Universitätsklinikums Augsburg zur Verfügung. Neben der Diagnose werden Zusatzinformationen wie Alter, Geschlecht, Wohnort und Vorerkrankungen der Patienten herangezogen. Unter den Luftinhaltsstoffen wird der Fokus auf Ozon, Stickstoffdioxid und Feinstaub gelegt. Diese Stoffe sind in Deutschland in gesundheitsrelevanter Hinsicht von größter Bedeutung (Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin 2018). Bei den meteorologischen Rahmenbedingungen stehen in erster Linie hohe Temperaturen im Vordergrund, da diese nicht nur in direkter Hinsicht eine Belastung darstellen, sondern wie im Fall von Ozon auch einen entscheidenden Einfluss an der Bildung von Ozonmolekülen tragen (Vogel et al. 2000). Doch auch eine Vielzahl weiterer meteorologischer Parameter wie der Niederschlag, die relative Luftfeuchte und die Windgeschwindigkeit sowie die synoptische Situation spielen bei den Bildungs- und Abbauprozessen sowie der Verteilung von Schadstoffen eine große Rolle (Helbig, Baumüller, Kerschgens 2013).

Mit Hilfe dieser Daten soll zunächst die Kernfrage beantwortet werden, ob sich lufthygienische und meteorologische Belastungssituationen in den Notaufnahmedaten zeigen. Weitere tiefergehende Fragestellungen lauten:

- Welche Ausprägungen weisen die Korrelationen auf?
- Welchen Faktoren kann das größte Gefahrenpotential zugeschrieben werden?
- Welches ist die häufigste umweltbezogene Erkrankung?
- Welche Wetterlagen tragen ein überdurchschnittlich hohes Risiko?
- Welche gesundheitlichen Gefahren birgt der Klimawandel?

Im Idealfall kann durch die Analyse auch eine Kurzzeitvorhersage hervorgehen, aus der sich auf Grundlage der Wetterbeobachtung ableiten lässt, ob mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit bestimmte Krankheitsbilder in der Notaufnahme auftreten werden. Das Projekt wird gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) und die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - Projektnummer 408057478.

Literatur

- Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin [Hrsg.] (2018): Atmen: Luftschadstoffe und Gesundheit. Berlin.
- Helbig A., Baumüller J., Kerschgens M. [Hrsg.] (2013): Stadtklima und Luftreinhaltung. 2. Aufl. Berlin.
- Kuttler W. (2009): Zum Klima im urbanen Raum. Klimastatusbericht 2008. Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), Offenbach, 6 -12.
- Vogel H., Memmesheimer M., Reimer E., Winkler P., Fiedler F. (2000): Typischer zeitlicher Verlauf von Photosmog-Episoden. In: promet, 2000, 26(3/4): 112-120. Photosmog I. Frankfurt am Main.

Auftreten von Hitze- und Ozonereignissen und ihre Verbindung zur Mortalität in Berlin und weiteren Städten Deutschlands in den Jahren 2000 – 2017

ALEXANDER KRUG, DANIEL FENNER, ACHIM HOLTMANN, DIETER SCHERER

Sowohl Hitzeereignisse als auch schlechte Luftqualität stellen eine große Herausforderung für die menschliche Gesundheit dar. In vielen Untersuchungen konnte sowohl erhöhte Lufttemperatur, als auch eine erhöhte Ozonkonzentration mit zunehmender Mortalität assoziiert werden. Oft werden beide Stressoren jedoch als gegenseitige Störvariablen behandelt. Unter Anwendung eines ereignisbasierten, explorativen Risikoansatzes wurden am Beispiel Berlins sowohl Hitzeereignisse und Ereignisse erhöhter Ozonkonzentration als auch deren kombiniertes Auftreten während der Jahre 2000 bis 2017 identifiziert und hinsichtlich ihrer ereignisspezifischen Mortalitätsraten verglichen.

Während nur ein schwacher Zusammenhang zwischen der Stärke „reiner“ Ozonereignisse und deren Ereignis-spezifischen Mortalitätsraten nachgewiesen werden konnte, ist der Zusammenhang bei „reinen“ Hitzeereignissen stärker. Kombinierte Hitze-Ozon-Ereignisse zeigen zudem signifikant höhere Mortalitätsraten im Vergleich zu reinen Hitzeereignissen. In Berlin konnte diese Kombination aus Hitze und Ozon für 40 % aller Hitzeereignisse nachgewiesen werden, insbesondere bei intensiven und langen Ereignissen.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Lufttemperatur ein Haupttreiber für erhöhte Mortalität ist und eine zusätzlich erhöhte Konzentration bodennahen Ozons einen verstärkenden Effekt auf die Mortalität während Hitzeereignissen darstellt. Der Beitrag präsentiert Ergebnisse einer Fallstudie am Beispiel der Stadt Berlin, sowie erste Zwischenergebnisse einer Untersuchung für weitere Großstädte Deutschlands.

Detection of Geothermal Anomalies with Annual Cycle Parameters obtained from Satellite-Derived Land-Surface Temperature Data

PIA LABENSKI, FRANK GÖTTSCHE, JAN CERMAK

This contribution presents an approach to identify geothermally promising areas based on the annual variability of land surface temperature (LST) in satellite data. The detection of geothermal anomalies using remote sensing methods would be useful for systematically identifying areas with geothermal activity on large scales and even in remote areas. Surface temperature anomalies can be identified by mapping spatial differences in LST derived from remotely sensed thermal infrared (TIR) data. However, the extraction of a geothermal signal from LST data involves a number of difficulties, e.g. due to masking effects caused by surface properties, topography and weather conditions and is furthermore limited by the spatio-temporal resolution of the available LST data.

In this contribution, which is part of a Master thesis, daily 1 km LST data from MODIS/Aqua are used to explore whether geothermal anomalies can be detected by applying the annual temperature cycle (ATC) model proposed by Bechtel (2015). The ATC model describes annual LST variations with a harmonic function, which uses the three annual cycle parameters (ACP) mean, amplitude and phase shift. The idea behind this approach is to capture the average variation during the annual LST cycle independent of short-term fluctuations, e.g. due to meteorological conditions. The ACP can provide insights into the thermal characteristics of a surface (as shown in urban heat island studies) and thus might also reveal differences between geothermal and non-geothermal sites. In order to minimize the influence of insolation, only night-time data are employed. LST's dependence on altitude is accounted for by applying a lapse rate correction based on a digital elevation model (DEM). Additionally, topographic slope and aspect corrections will be considered if this should prove to be necessary. Furthermore, effects due to different land covers / vegetation will be tested and included in the analysis. Finally, the ACP obtained with the model will be employed to create geothermal anomaly maps, which will be validated against existing maps of known geothermal features. The results and identified regions will then be investigated further with higher resolution satellite data.

Abschätzung zukünftiger Hitzeereignisse in Augsburg anhand unterschiedlicher Analogmethoden

CHRISTIAN MERKENSCHLAGER

Infolge des zu erwartenden Anstiegs des anthropogenen Treibhauseffekts sind klimawandelbezogene Risiken zu erwarten, die sich auch auf Bewohner städtischer Ballungsräume negativ auswirken können. Vor allem Hitzewellen stellen dabei ein erhebliches Gefährdungspotential für die menschliche Gesundheit dar. Um die Intensität der Wärmebelastung für die Bewohner urbaner Ballungsräume jedoch präziser abschätzen zu können, sind detaillierte Beschreibungen solcher Systemereignisse nötig, da vor allem in Städten verschiedene Einflussfaktoren wie Bausubstanz oder Grünflächenanteil ausgeprägte kleinräumige Variationen der Auswirkungen solcher Ereignisse bewirken. Für die Beschreibung dieser Ereignisse soll hier auf verschiedene Analogmethoden zurückgegriffen werden.

Die Analoge werden einerseits anhand eines Abgleichs der Temperaturen der Wetterstation Augsburg-Mühlhausen (DWD) und der Temperaturdaten des ERA5-Reanalysedatensatzes ermittelt, andererseits auf Grundlage der vorherrschenden großräumigen Zirkulation an dem betreffenden Tag und der Analoge. Hierfür werden zunächst die zeitlichen Trends in allen vorhandenen Datensätzen entfernt. Anschließend wird für jeden Tag der Validierungsperiode eine Stichprobe gebildet, die alle Tage der Kalibrierungsperiode umfasst, die maximal ± 15 Tage von dem zu ersetzenden Tag des Jahres entfernt liegen. In der Folge wird diese Stichprobe mittels dreier unterschiedlicher Analogmethoden in drei Schritten so weit dezimiert, dass am Ende das Analog, welches die größte Übereinstimmung in Bezug auf Temperatur und Zirkulation mit dem zu ersetzenden Tag aufweist, übrig bleibt.

Für die Projektionen werden die enttrendeten Modellläufe ausgewählter generalisierter Zirkulationsmodelle anhand derselben Methode mit den Reanalysedaten abgeglichen, um so die jeweiligen Analoge aus dem Beobachtungszeitraum für die zukünftigen Perioden zu ermitteln. Anschließend werden die Temperaturen der Station Augsburg-Mühlhausen herangezogen, die aufgrund der Analogmethode das Pendant zur Reanalyse stellen, um so die zukünftigen Temperaturzeitreihen zu modellieren. Im letzten Schritt werden die Trends der unterschiedlichen Modellläufe wieder mit einbezogen, wodurch die unterschiedliche Entwicklung unter den verschiedenen repräsentativen Konzentrationspfaden berücksichtigt wird.

Fog and low stratus distribution relative to land cover in Europe

EVA PAULI, HENDRIK ANDERSEN, JAN CERMAK

In this study fog and low stratus (FLS) distribution relative to land cover in continental Europe is investigated. While datasets based on geostationary satellite observations exist that allow for the investigation of spatial and temporal patterns of FLS, the relationship of these patterns to land cover has not been studied explicitly. Here, spatial and temporal patterns of FLS were analyzed in relation to land surface parameters as well as two land cover classifications. The FLS dataset from Egli et al. (2016) as well as the land surface parameters were derived from Meteosat geostationary satellite data, providing sufficient spatial and temporal resolution over 10 years. A gradient boosting regression trees (GBRT) model was built, modeling FLS distribution with different land surface and meteorological parameters over a focus area in Europe. The advantage of this machine-learning approach is the ability to explicitly, synchronously and quantitatively link suspected determinants of FLS to its occurrence. The results indicate that FLS in continental Europe occurs most frequently over agricultural and urban land cover and rarely over shrubland and open spaces with little vegetation cover. This general pattern could be partly influenced by the geographic position and elevation of land cover types. The model shows good performance ($R^2 > 0.9$) with performance results depending on modeling time frame, grid size and input parameters. The main drivers of FLS occurrence are meteorological (wind speed, mean surface pressure, FLS distribution of the previous day) as well as land surface temperature and evapotranspiration. Land cover modulates these conditions through changes in albedo and fraction of vegetation cover. Further studies will investigate the influence of land cover on cloud properties and the effect of land cover changes on fog and low stratus.

Literatur

Egli, S.; Thies, B.; Drönner, J.; Cermak, J.; Bendix, J. (2016): A 10 year fog and low stratus climatology for Europe based on Meteosat Second Generation data. In: Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society 143 (702), S. 530–541. DOI: 10.1002/qj.2941.

Räumliche Ableitung eines neuen, durch Nebel angetriebenen Ökosystems im tropischen Tiefland

MARIUS POHL, LUKAS LEHNERT JÖRG BENDIX

Eine aktuelle Untersuchung der epiphytischen Diversität in tropischen Wäldern der Neotropis ergab eine unerwartet große Vielfalt im Tiefland Französisch-Guayanas. Durch die Bildung nächtlichen Strahlungsnebels, verstärkt durch katabatische Drainageabflüsse aus dem umliegenden Gelände, wird das Wachstum von Epiphyten gefördert. Dieser neue Diversitäts-„Hotspot“ wird in Analogie zu den bekannten tropischen Bergnebelwäldern als „Tropischer Tieflandnebelwald“ bezeichnet. Im Rahmen dieses durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft geförderten Projekts wird die Hypothese getestet, ob der neu entdeckte Waldtyp in den Tropen verbreitet ist, sofern das lokale Gelände die Bildung nächtlichen Strahlungsnebels zulässt. Unter anderem können tropische Tieflandgebiete im Westen Ecuadors als mit dem Standort Französisch Guayana vergleichbare Gebiete potentiell Nebelwälder beherbergen. Die vorliegende Studie basiert auf Satellitendaten, da keine Daten operativer Nebelmessungen in den Untersuchungsgebieten zur Verfügung stehen. Da das Auftreten des Strahlungsnebels ein nächtliches Phänomen ist, können lediglich Daten der Nachtüberflüge verschiedener Satelliten als Datengrundlage dienen. Genutzt werden Überflugsdaten der MODIS Aqua Plattform mit einer räumlichen Auflösung von einem Kilometer, sowie Daten der Satellitenplattform CALIPSO. Auf Basis der Satellitendaten wird ein maschinelles Lernverfahren genutzt, um die Höhenlage vorherzusagen. Für die Analyse liegen Satellitendaten der Jahre 2008 bis einschließlich 2017 vor. Die Validierung der Nebelvorhersage erfolgt auf Basis von in situ Messungen in Ecuador und bereits vorliegender Daten aus Französisch Guayana. Potentielle Tieflandnebelwaldgebiete werden auf Basis des ASTER DEM und Landsat Vegetation Continuous Fields abgeleitet.

Sondierung der Grenzschicht mit Unbemannten Luftfahrtsystemen, Ceilomter und SODAR RASS mit Fokus auf die Feinstaubbelastung

JOHANNA REDELSTEIN, ERIK PETERSEN, ANDREAS PHILIPP, KLAUS SCHÄFER

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) geförderten Projektes Smart Air Quality Network (SmartAQnet) wird ein Messnetz zur Untersuchung der Luftqualität in Augsburg aufgebaut. Neben stationären Messungen werden auch mobile Messungen mit Fahrrädern und Unbemannten Luftfahrtsystemen (UAS) durchgeführt, sowie Fernerkundungsmessgeräte wie Ceilometer und SODAR-RASS eingesetzt. Täglich wird morgens bei geeignetem Wetter ein Aufstieg bis in eine Höhe von 500 m mit einem UAS auf dem Sportgelände der Universität Augsburg durchgeführt. Hierbei werden vertikale Profile von Temperatur (SHT75), Feuchte (SHT75), Wind (Algorithmus) und Feinstaub (Alphasense OPC-N2) gemessen. Auf einer mehr als einjährigen Datenbasis werden die Ergebnisse über meteorologische Einflüsse auf die Variation der Feinstaubbelastung dargestellt. Besonderes Augenmerk liegt auf den Informationen über die atmosphärische Schichtung sowie dem Vergleich von unterschiedlichen Messprinzipien. Ein besseres Verständnis dieser komplexen Prozesse unterstützt das Wissen über die Qualität der Luft, die wir atmen.

Analysis of geostatistical texture features of satellite data in the context of machine learning

BENJAMIN RÖSNER

Currently used geostatistical texture features are used with fixed parameters for e.g. lag and window size over all channels of one satellite data scene. It is assumed that this approach is not extracting the information of each individual channel optimally since the reach of the spatial dependence might differ between channels. This is especially important if the derived texture features are used as input features in machine learning applications. Therefore different parameters of texture features for multiple channels of MSG Seviri data and their implications for machine learning algorithms are analysed.

Auswirkung des Hitze- und Trockenjahres 2018 auf landwirtschaftliche Gemüsebetriebe in Brandenburg

HANNAH HERRMANN, HANNA MARIS, CHRISTOPH SCHNEIDER

Welche Auswirkungen hatte das Hitze- und Trockenjahr 2018 auf landwirtschaftliche Gemüsebetriebe in Brandenburg? Um die Frage zu beantworten wurde zunächst die meteorologische Situation 2018 im Detail beleuchtet und daraufhin untersucht, inwiefern sich diese Gegebenheiten auf lokaler Ebene auf die Erträge und den Gewinn niedergeschlagen haben. Anpassungsstrategien wurden vor allem im Bereich ökologischen Landbaus und solidarischer Landwirtschaft näher betrachtet und bewertet. Das Ziel der Untersuchung ist es, herauszustellen, inwiefern klimatische Extreme wie der Sommer 2018, die absehbar im Zuge fortschreitenden Klimawandels zukünftig gehäuft auftreten werden, Auswirkungen auf die Landwirtschaft in Ostdeutschland haben und wie damit umgegangen werden kann. Um diese Fragen zu beantworten wurde mit Agrar- und Klimadaten gearbeitet sowie Experteninterviews herangezogen. Die Hypothesen sind einerseits, dass die Dürre Auswirkungen auf die Erträge und die wirtschaftliche Situation der Betriebe hatte sowie andererseits, dass ökologische Anbaumethoden und solidarische Betriebsstrukturen eine geeignete Anpassungsstrategie gegen meteorologische Extremereignisse sind. Es wird herausgearbeitet, inwiefern die Erträge einzelner Gemüsepflanzen verschiedentlich stark im Jahr 2018 von den meteorologischen Gegebenheiten beeinflusst wurden. Die Ertragseinbußen haben sich außerdem differenziert auf den Gewinn ausgewirkt, oft jedoch in abgeschwächtem Maße. Da die Wahrscheinlichkeit solcher Extremwetterereignisse mit dem Klimawandel in Zukunft steigt, ist eine angemessene Anpassung der Landwirtschaft essentiell. Es wird dargestellt, dass einige der allgemeinen Anpassungsstrategien dem ökologischen Landbau inhärent sind und bereits jetzt praktiziert werden. Daher ist der ökologische Landbau zumindest als eine ergänzende Anpassungsstrategie an den Klimawandel geeignet. Die solidarische Landwirtschaft hat darüber hinaus Einfluss auf die wirtschaftliche Situation eines Betriebes und kann speziell bei existenzbedrohenden Extremereignissen ein ausschlaggebender Faktor für die Sicherung des Betriebes sein. Daher ist auch die solidarische Landwirtschaft teilweise als Anpassungsstrategie geeignet.

Climate Vulnerability in the Trinationl Upper Rhine Region

NICOLAS SCHOLZE, NILS RIACH, RÜDIGER GLASER, MICHAEL KAHLE

This contribution examines vulnerability towards climate change focusing on small and medium-sized businesses in the Trinationl Metropolitan Region Upper Rhine (TMUR). Climate vulnerability is conceptualized by drawing on frameworks by Füssel and Klein (2006) and Umweltbundesamt (2017), which differentiate between climatic stressors, exposition, sensitivity, impacts and adaptive capacity as components of vulnerability. The findings show that climatic change already affects the TMUR significantly and in many ways. The regional spatial pattern and temporal evolution of the relevant climatic stressors such as tropical nights or heavy precipitation are identified and the vulnerability towards these climatic stressors is analyzed and categorized, applying an indicator based approach to the vulnerability concept on a community level. The findings of this quantitative approach show that especially the urban agglomerations of the TMUR are increasingly impacted by climate change, as well as flood prone areas along some of the region's secondary rivers. The result visualizes the potential impacts of climate change on the community level and highlights the regional hot spots of climate vulnerability as well as lesser affected areas. In a second, rather qualitative approach, climate vulnerability is analyzed sector-wise and presented using impact chains. The structure of the impact chains is derived from hermeneutic interview analysis which reflects on the categories of the applied vulnerability concept. The impact chains are designed to synthesize the complexity of climate change impacts onto a given sector in the TMUR and can be used as a starting point for climate adaptation planning within enterprises.

BigData@Geo: Ein Klimaatlas für Unterfranken

DANIEL SCHÖNBEIN, FELIX POLLINGER, HEIKO PAETH, LUZIA KEUPP

Im Rahmen des BigData@Geo Projekts der Universität Würzburg wird ein Webportal analog zum regionalen Klimaatlas in Koordination mit lokal ansässigen Kleinunternehmen entwickelt. Hierzu wird ein Ensemble von sechs Klimamodellen aus EURO-CORDEX mit 0.11° horizontaler Auflösung herangezogen. Nach einer räumlichen Interpolation auf ein 1x1km-Gitter innerhalb des Regierungsbezirks Unterfranken wird für jedes Modell eine lineare Biaskorrektur von bodennaher Temperatur und Niederschlag anhand von gerasterten Beobachtungsdaten des DWD durchgeführt. Als Referenzzeitraum dient die Periode 1970-1999. Anschließend wird die klimatische Entwicklung im 21. Jahrhundert entlang der Konzentrationspfade RCP4.5 und RCP8.5 evaluiert.

Neben monatlichen, saisonalen und annuellen Mittelwerten aus Monatsdaten von Niederschlag, Mittel-, Minimum-, und Maximumtemperatur, werden diverse allgemeine und agrarmeteorologische Indizes aus Tagesdaten abgeleitet. Hierzu zählen Tage mit Wechselfrost, Eistage, letzter und erster Kalendertag mit Frost im Frühjahr bzw. Herbst, Beginn, Ende und Dauer der thermischen Vegetationsperiode, Spätfrostwahrscheinlichkeit und zeitlicher Versatz, Sommertage, Hitzetage, Tropennächte, Huglin-Index, regenreiche Tage, Starkniederschlagsereignisse, Trockentage, sowie Anzahl, mittlere und maximale Dauer von Dürreperioden. Anschließend werden gleitende Mittel über 30 Jahre gebildet, aus denen schließlich der Ensemblemittelwert berechnet wird. Dieser wird letztlich im Webportal unter <https://www.bigdata-at-geo.eu/> visualisiert.

Die drei oder vier „Klimawunder“ und mehr

DIPL. MET. HUBERTUS SCHULZE-NEUHOFF

Klimawunder I nach HSN: Parallelität / alle ca. 10-15 Jahre heißer Sommer / Jahre:

1874, 1884, 1894, 1904, 4x jeweils heiße Juli
 1807, 1811, 1822, 1834, 1846, 1859 heiße Sommermonate + Jahre
 1905, 1911, 1921, 1934, 1947, 1959 heiße Sommermonate
 (1947 kein warmes Jahr wegen extrem kaltem Winter)
 2003 + 2018

Klimawunder II: Parallelen der Kaltsommer + April:

1805, 1813, 1816, 1821 (14.7, 14.1, 14.5 °C)
 1907, 1913, 1916, 1919 (14.7, 14.9, 15.1 °C)
 Juli 1919: Rekordkälte 14.4, siehe Zeitreihe Temp.)
 1817 und 1917: jeweils kälteste April, siehe Zeitreihe Temp.-Deutschland

Klimawunder III: ca. 35 - 40- Jahre-Takt heißer Juli

(in Klammern die Monatswerte von De Bilt, 2018er Wert von Deutschland) :

1719 (20.0), 1757 (19.0), 1794 (19.2), 1834 (20.7),
 1873+74 (je 20.7), 1911 (20.7), 1947 (20.9 und 21.9), 1983 (20.1),
 2018 (20.3)

Differenz 38, 37, 2x je 40 Jahre, 3 x je 36 und zuletzt 35 Jahre !
 siehe Zeitreihe der Temperatur Deutschland und Berlin, De Bilt,
 Hohenpeißenberg und Frankfurt in Klima von old wetterzentrale

Klimawunder IV, Parallelität im 18., 19. und 20. Jahrhundert der Winterkälte
 und fast exakter 10-Jahre-Januar-Takt im 19. Jahrhundert ab 1861 und
 3x im 20. Jht ab 1985:

1729 (-4.2), 1740 (-8.5), 1755 (-5.8), 1784+85 (-6.9), 1795 (-8.5)
 1829 (-5.7), 1838 (-10.0), 1848 (-9.4)
 1841 (-5.1), 1850 (-6.5), 1961 (-5.6), 1971 (-5.0), 1981 (-5.8), 1991
 (-4.4, Dez), 1901 (-3.1)
 1929 (-10.4), 1940 (-9.6), 1947 (-5.5 Jan und -8.0 Feb), 1956 (-8.0),
 ..., 1985+86 (-6.9), 1996 (-4.7), 2005 (-3.7), 2010 (-5.3 Jan, -5.6 Dez)
 Winter 1996, 2006 und 2010 hier bei Monatswerten

Klimawunder V: die Hochwasserparallelen:

1820, 1825, 1844 +59 +61, 1882, dann lange Pause bis 1920
 1920, 1924+25; 1946 ++47 + 58 +66, 1983 (2x), 1993, 95 +97 und zuletzt
 2003, dann lange Pause bis 2020?

Quellen:

Berliner Daten, hier: <http://old.wetterzentrale.de/klima/tberlintem.html>
<https://www.wetterkontor.de/de>
<http://www.pegeldeutschland.de/hochwasserstatistikmosel.html>

Blue Intensity shows more stable dendroclimatic signal than tree-ring width at a Himalayan treeline

NIELS SCHWAB

Climatologically heterogeneous mountain regions such as the Himalaya lack dense climate station networks and long records. In consequence, climate proxy networks might increase spatial resolution and length of information on climate parameters. Here we present a first application of Blue Intensity (BI) climate proxies (early wood BI, late wood BI, delta BI) in the Himalaya. BI is the intensity of the blue channel of light reflected from the wood surface. It correlates strongly to an established climate proxy i.e., wood density. Wood density is measured by various comparatively expensive X-ray techniques. In consequence, BI is termed a cheap “surrogate” for wood density. We derived BI from Himalayan Silver Fir (*Abies spectabilis*) tree-rings, in order to determine BI-climate relationships and their stability compared to tree-ring width (TRW) - climate relationships. Analyses were conducted using more than one-century long gridded temperature and precipitation data. The results showed significantly unstable dendroclimatic signals over time. However, early wood BI exhibited a stable positive correlation with spring temperature over the entire analysed period from 1902 to 2012. Correlations of all BI parameters with climate variables resulted in longer significant evolving window correlations in comparison to TRW. In general, we found significant static correlations of BI parameters to a larger extent, with climate variables showing higher correlation coefficients. Contrary to early wood BI, TRW correlated weakly with climate in early and mid-20th century. These results suggest *Abies spectabilis* BI to be a suitable surrogate for wood density parameters and a promising climate proxy for the Himalaya.

Abschätzung des Thunderstorm Asthma Risikos in der Region Augsburg mit Hilfe von Wetterlagenklassifikationen

ANNETTE STRAUB, STEFANIE SEUBERT, PATRICK OLSCHESKI, DANIELA BAYR, ATHANASIOS DAMIALIS, FRANZISKA KOLEK, MICHAEL GERSTLAUER, CHRISTOPH BECK, ANDREAS PHILIPP

Thunderstorm Asthma bzw. gewitterbedingtes Asthma beschreibt das gehäufte Auftreten zum Teil schwerer Asthmaanfälle im Zusammenhang mit Gewitterereignissen, v.a. während der Pollen- und Pilzsporensaison. Dieses Phänomen wurde bereits in mehreren Ländern beobachtet und kann bei extremen Ereignissen schwerwiegende Folgen für die Betroffenen haben. Dennoch sind weder die Mechanismen, die zu gewitterbedingtem Asthma führen, noch die Eigenschaften der (Gewitter-)Wetterlagen, bei denen mit erhöhten Asthmahäufigkeiten zu rechnen ist, bisher eindeutig geklärt. Im Rahmen des Projekts „Thunderstorm Asthma in der Region Augsburg“ (TARA) wird der Zusammenhang zwischen Asthmahäufigkeiten und Gewittern erstmals für Bayern mit Fokus auf der Region Augsburg untersucht. Ziele sind die Quantifizierung dieses Zusammenhangs sowie die möglichst umfassende Charakterisierung der für Asthma relevanten Gewittersituationen. Hierzu werden verschiedene meteorologische Datensätze (Blitzdaten, Flächenniederschlag, großskalige Analysedaten, lokale Stationsdaten) mit Informationen zu asthma-bedingten Notarzteinsätzen und Pollendaten kombiniert. Nachdem erste, lediglich saisonal differenzierte Analysen für verschiedene bayerische Städte schwache aber dennoch signifikante Zusammenhangssignale ($\alpha=0,1$) ergeben haben, werden die Daten mit auf die Zielgröße „Asthmanotfälle“ hin optimierten Wetterlagenklassifikationen weiter stratifiziert. Die so gebildeten Klassen werden auf Unterschiede hinsichtlich der meteorologischen Situation und der Aeroallergenbelastung getestet und der Zusammenhang zwischen Asthmahäufigkeit und Gewittern innerhalb der Klassen geprüft.

Im Rahmen des Verbundprojektes „Klimawandel und Gesundheit“ wird das Forschungsvorhaben durch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) sowie durch das Bayerische Staatsministerium für Gesundheit und Pflege (StMGP) gefördert.

Minderung Städtischer Klima- und OzonRisiken (MiSKOR)

LEYLA SUNGUR, ANDREAS TSCHUSCHKE, CHRISTOPH THOMAS, JOHANNES LÜERS

Das Forschungsprojekt „Minderung Städtischer Klima- und OzonRisiken“ (MiSKOR) ist Teil des Verbundprojekts „Klimawandel und Gesundheit“ und wird von der Universität Bayreuth durchgeführt. Es hat zum Ziel anwendbare Planungshilfen für mittelgroße Städte zu entwickeln, um die negativen Folgen durch den Urbanen Wärmeinsel-Effekt abzumildern und somit die Gesundheitsrisiken der Einwohner zu verringern. 3 übergreifende Maßnahmen sind in Bearbeitung:

- Auswertung von Messdaten meteorologischer Zustandsgrößen von urbanen und ländlichen Regionen in Nordbayern
- zusätzliche Prozessstudien mit einem dichten Mikroklimanetzwerk sowie räumlich hochauflösenden mobilen Messungen in der Stadt Bayreuth
- prozessgestützte Modellierung von Windströmung, Wärmeeffekten und Ozonbildungspotential in mittelgroßen Städten.

Die erste Arbeit (BA) untersucht den klimatischen Einfluss des Roten Mains auf die Stadt Bayreuth. Bisherige Beobachtungen am Roten Main lassen vermuten, dass sich kalte Luft durch das Flusstal flussabwärts bewegt, sich währenddessen erwärmt und somit zum Kühlen der Stadt beitragen könnte. Fahrradgestützte Messungen wurden daher entlang einer 16 km langen Route durchgeführt, um die korrekte Lufttemperatur mit zugehörigem Standort aufzuzeichnen. Im Messzeitraum vom 21.8. - 26.8.19 fanden pro Tag drei Messungen statt. Somit liegen durchgängige Messreihen und Tagesgangprofile zur Auswertung vor. Statistische Analysen sollen den Luftaustausch entlang des Roten Mains durch die Innenstadt aufzeigen und quantifizieren. Die zweite Arbeit (MA) baut auf das Mikroklimanetzwerk der Stadt Bayreuth und dessen Ergebnisse bezüglich verschiedener Klimate im Stadtgebiet auf. Ziel ist es, planerische Maßnahmen für die Stadt Bayreuth zu entwickeln, die den Urbanen Effekt mildern können. Anhand numerischer Modellierung unter Verwendung des PALM-4U Models (Univ. Hannover), soll die aktuelle bioklimatische Situation Bayreuths abgebildet werden. Zudem wird anhand verschiedener Modell-Szenarien überprüft, ob gezielte Maßnahmen das Stadtklima signifikant beeinträchtigen können. Im Mittelpunkt sind Methoden der numerischen Modellierung, Programmierung und Datenaufarbeitung. Die Basis stellen hochaufgelöste Geo- und Katasterdaten der Stadt Bayreuth sowie erhobene Klimadaten der Universität Bayreuth dar. Beide Arbeiten sind für die Stadtverwaltung Bayreuths und die kommunale Klimapolitik sowie für die Wissenschaft im Bereich der Stadt- und Regionalklimaforschung von Interesse.

Optimierung von Zirkulationstypklassifikationen mit Konditionierung auf Trockenperioden im Süden Mitteleuropas

SELINA THANHEISER, MARKUS HOMANN, ANDREAS PHILIPP, CHRISTOPH BECK, JUCUNDUS JACOBET

Die Abschätzung regionaler Extremereignisse in Mitteleuropa unter dem Einfluss des Klimawandels beinhaltet im Rahmen des bilateralen Forschungsprojekts WETRAX+ (WEather Patterns, Cyclone TRacks and related precipitation eXtremes) neben Starkniederschlägen auch eine Bewertung des Zusammenhangs zwischen atmosphärischen Zirkulationstypen und Trockenperioden. Das Untersuchungsgebiet liegt im Süden Mitteleuropas und umfasst Österreich, Teile Deutschlands, der Schweiz und der Tschechischen Republik. Mit Hilfe der COST733 classification Software wurden großräumige atmosphärische Zirkulationstypen abgeleitet. Für die Klassifikation wurden atmosphärische Variablenfelder aus gegitterten täglichen JRA55-Reanalysedaten (Japanische Meteorologische Agentur 2018) und tägliche Niederschlagsdaten auf Basis von 1756 Wetterstationen im Untersuchungsgebiet (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik 2018) verwendet. Alle Eingangsgrößen wurden im Klassifikationsprozess spezifisch gewichtet. In einem ersten Schritt wurden geeignete trockenheitsrelevante atmosphärische Variablen analysiert. Anschließend wurde die Klassifikation mit Niederschlagsdaten erweitert. Bei der Optimierung der Klassifikation hinsichtlich von Trockenperioden werden verschiedene Ansätze zur räumlichen und zeitlichen Differenzierung betrachtet und miteinander verglichen. Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine Kombination der atmosphärischen Variablen mittlerer Meeresspiegelluftdruck (hPa), relative Luftfeuchtigkeit (%), zonale Windrichtung (m/s), meridionale Windrichtung (m/s), letztere auf dem 700 hPa Level und Temperatur (K), Level 2 m, zur besten Abbildungsleistung der Klassifikation führt. Die Variablen- und Gewichtungskombinationen sollten an die Form der Niederschlagsdaten (stationsbasiert oder gegittert) angepasst werden und unterscheiden sich je nach Zielgröße (Starkniederschlagsereignisse oder Trockenperioden).

Meteorological forcing and mass balance response of Glacier No. 1, Chinese Tien Shan, derived by the COupled Snowpack and Ice surface energy and mass balance model in PYthon (COSIPY)

KIRA THIEL, ANSELM ARNDT, HUILIN LI, ALEXANDRA HAMM, PUYU WANG, ZHONGQIN LI,
CHRISTOPH SCHNEIDER

Urumqi Glacier No. 1 in the Chinese Tien Shan is the most important benchmark glacier with the longest measured mass balance record in China since 1959. It is located in Xinjiang province and forms the headwaters of the Urumqi River. Generally, glaciers in the Tien Shan, both in China and Kyrgyzstan, are strongly retreating. Glacier meltwater is a considerable contribution to downstream freshwater supplies used both for agriculture and urban areas. A comprehensive investigation of future prospects of water resources must take future glacier response into account. Therefore, it is important to investigate possible changes of melt water supply at high spatial and temporal resolution related to physical processes such as the atmospheric forcing, sublimation, refreezing, densification, etc. In this study, we use the newly updated COupled Snowpack and Ice surface energy and mass balance model in PYthon (COSIPY) in its 2-dimensional spatially distributed version to simulate energy and mass fluxes of Urumqi Glacier No. 1 since the year 2000. Available observational data include weather station data from on and close to the glacier, runoff data, and mass balance data based on ablation stakes. COSIPY is forced by downscaled reanalysis data (ERA5), including air pressure, air temperature, cloud cover, relative humidity, solar radiation, solid or total precipitation, and wind speed at hourly resolution. ERA5 data is downscaled to the location of the glacier by statistical methods. The cooling effect of the stable boundary layer over the glacier and its stable stratification are considered based on average lapse rates from the free atmosphere and the glacier. We aim at constraining the albedo based on remote sensing imagery. We present detailed spatial and temporal patterns of energy and mass fluxes, calculated based on a high-resolution digital elevation model. We relate these to observations. Future work will include coupling COSIPY with an ice dynamical model, and with a subsequent hydrological model.

Analyse von Niederschlagsereignissen entlang eines Nord-Süd Gradienten in den tropischen Anden unter Verwendung vertikaler Mikro-Regen-Radare (MMR)(COSIPY)

JOCHEN SEIDEL, KATJA TRACHTE, JOHANNA ORELLANA-ALVEAR, RAFAEL FIGUEROA, ROLANDO CÉLLERI, CIRO FERNANDEZ UND CHRISTIAN HUGGEL

Die Niederschläge in den tropischen Anden sind aufgrund der ausgeprägten Topographie und der lokalen Zirkulationsmuster durch eine hohe raum-zeitliche Variabilität gekennzeichnet. Im Allgemeinen sind in dieser Region zahlreiche Niederschlagsbeobachtungen verfügbar, jedoch weisen diese oft Unsicherheiten sowie Datenlücken auf mit einer zeitlich eher groben Auflösung (meist Tagesdaten). In dieser Studie präsentieren wir eine Auswertung von zwei zeitlich hochaufgelösten Niederschlagsdatensätzen, die mittels Mikro-Regen-Radaren (MMR) an zwei Standorten in den tropischen Anden zwischen Februar 2017 und Januar 2019 in Cuenca (Ecuador) und Huaraz (Peru) erfasst wurden. Das Ziel ist (i) die Erfassung und Analyse von Niederschlagsereignissen entlang eines Nord-Süd Gradienten im tropischen Andinen Hochgebirge anhand ihrer Häufigkeit und Dauer, sowie (ii) eine Klassifizierung von Niederschlagstypen. Für letztere wurden drei Niederschlagstypen (stark konvektiv, schwach konvektiv und stratiform) unter Verwendung der vertikalen Fallgeschwindigkeiten und eines Fuzzy-Logic-Ansatzes unterschieden. Im Ergebnis zeigt sich, dass die Mehrheit der Ereignisse an beiden Standorten eine Dauer von 3 Stunden nicht überschreitet. In Huaraz beschreibt das Niederschlagsverhalten während der Hauptregenzeit (Oktober - April) einen ausgeprägten Tageszyklus mit den häufigsten Ereignissen zwischen 14:00 und 24:00 Uhr Ortszeit. Dieser Tageszyklus ist in Cuenca weniger stark ausgeprägt, insbesondere durch vermehrte nächtliche Niederschlagsereignisse im Vergleich zu Huaraz. Die Klassifizierung in Niederschlagstypen hat darüber hinaus verdeutlicht, dass die nächtlichen Ereignisse beider Standorte überwiegend stratiform sowie schwach konvektiv geprägt sind, wohingegen hochreichende Konvektion fast ausschließlich thermisch-induziert in den Tagstunden auftritt.

Estimating high spatiotemporal resolution rainfall from MSG-1 and GPM IMERG based on machine learning: case study for Iran

NAZLI TURINI, BORIS THIES, JÖRG BENDIX

A new satellite-based technique for rainfall retrieval in high spatio-temporal resolution (3km, 15 minutes) for Iran is presented. The algorithm is based on the infrared bands of Meteosat Second Generation Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager (MSG SEVIRI). Random Forest models using microwave-only rainfall information of the Integrated Multi-Satellite Retrieval for the Global Precipitation Measurement (GPM) (IMERG) product as a reference were developed to (i) delineate the rainfall area and (ii) to assign the rainfall rate. The method is validated against independent GPM IMERG microwave-only rainfall data not used for model training. Additionally, the new technique is validated against completely independent gauge station data. The validation results show a promising performance of the new rainfall retrieval technique, especially when compared to the GPM IMERG IR-only rainfall product. The standard verification scores calculated with gauge data, including an average Heidke Skill Score of 0.4 for rain area delineation and an average R^2 between 0.1 and 0.7 for rainfall rate assignment, indicate uncertainties for the Lut desert area and regions with high altitudes, resulting in rainfall gradients.

Untersuchung über die thermische Situation innerhalb des Schwelmer Eisenbahntunnels unter dem Einfluss jahreszeitlich bedingter Veränderungen der Außenwitterung

LARA VAN DER LINDEN

Das Ziel dieser Bachelorarbeit war es, die thermische Entwicklung des stillgelegten Schwelmer Eisenbahntunnels unter Berücksichtigung der Exposition der Eingänge, der Luftströmung und der Außenwitterung abzubilden. Zudem sollte das Zutreffen der Theorie der thermischen Höhlen an diesem Untersuchungsort überprüft werden. Hierfür wurde ein fünf monatiger Messzeitraum festgelegt. In diesem Zeitraum erfolgte eine kontinuierliche Messung der Lufttemperatur mit Hilfe von Temperaturloggern. Zusätzlich dazu wurde in einem wöchentlichen Intervall die Oberflächentemperatur mit einem IR-Thermometer und die Luftströmung mit Rauch erfasst. Zu besonderen Wetterereignissen wurden zudem zusätzliche Messungen durchgeführt. Die erfassten Daten zeigen, dass die thermische Entwicklung des Tunnels zum einen durch die südliche Exposition des einen Einganges beeinflusst wird, sowie durch die Richtung der Luftströmung. Diese wiederum verhält sich entsprechend der Luftströmung in einer thermischen Höhle, wobei hier nur der Temperaturunterschied zur Außentemperatur relevant ist, und nicht die Jahreszeiten. Für die Auswertung der Daten wurden vor allem Mittelwerte und Extremwerte berechnet. Zudem wurden Korrelations- und Regressionsanalysen durchgeführt, um den Einfluss der Außenwitterung auf die Lufttemperatur im Tunnel und den Einfluss der Lufttemperatur auf die Oberflächentemperatur festzustellen.

Forecasting radiation fog by combining station measurements and satellite data using machine learning

MICHAELA VORNDRAN, BORIS THIES, JÖRG BENDIX

Fog is a weather phenomenon that affects all of us, both in the business and private sectors. On the one hand it is vital for entire ecosystems worldwide, on the other hand it can lead to immense economic damage and even life-threatening situations, for example in road traffic. The positive as well as the negative implications demonstrate the urgency of a good understanding of fog events and their prediction.

Fog forecasting has been a subject of research for many years. However, due to the complex interactions of a wide variety of variables relevant for fog formation, accurate prediction still remains very difficult. One reason for this is that the simulation of parameter interactions which are difficult to capture by modelling is affected by errors due to the complexity of the system. Another reason is the neglected but most likely important combination of temporal and spatial variables, which is currently not taken into account by the models. This is mainly due to the lack of suitable approaches for the combination of temporally high-resolution station measurements of fog-relevant variables and area-wide high-resolution satellite data.

Therefore, within the framework of the DFG research project “FOG-ML FOrecasting radiation foG by combining station and satellite data using Machine Learning”, a Machine Learning Ensemble model for the prediction of radiation fog is to be developed by combining the station measurement networks available for Germany (SYNOP: surface SYNOptic observations; METAR: METeorological Aerodrome Report), the space-time high-resolution MSG SEVIRI Rapid Scan data and the space-time high-resolution data of numerical weather models for the fog-relevant variables for the area of Germany. The project as well as the first results will be presented as part of the poster presentation.

Langfristige Veränderungen der antarktischen Meereisvariabilität im Jahresverlauf basierend auf 40 Jahren Passiver Mikrowellen Fernerkundung

PAUL WACHTER, FABIAN REISER, PETER FRIEDL, JUCUNDUS JACOBET

Meereis spielt eine wichtige Rolle im globalen Klimasystem. Es beeinflusst maßgeblich die Energie- und Impulsflüsse zwischen Ozean und Atmosphäre in den Polarregionen und reflektiert mit einer Albedo von bis zu 90% einen Großteil der einfallenden Sonnenstrahlung. Durch Erhöhung der Salzkonzentration beim Gefrieren von Meereis trägt es zur Bildung von ozeanischem Tiefenwasser bei. Darüber hinaus ist das Meereis auch ein Lebensraum und seine raumzeitliche Variabilität beeinflusst die biologische Aktivität und Produktivität des antarktischen Ozeans. In der vorliegenden Studie präsentieren wir eine Klimatologie des antarktischen Meereises auf der Grundlage einer Klassifizierung der Jahresgänge der Meereiskonzentration im Zeitraum 1979 bis 2018. Die räumliche Verteilung der klassifizierten Jahresgänge wird ebenso diskutiert, wie auch signifikanteräumliche Verschiebungen der Klassen zwischen den Jahren 1979-1998 und 1999-2018. Zusätzlich zu diesen klimatologischen Eigenschaften der Meereisbedeckung wird eine Analyse der langjährigen Variabilität vorgestellt. Eine erhöhte Variabilität lässt sich insbesondere seit 2010 feststellen. Einer maximalen Meereisausdehnung in 2014 folgte 2017 das Jahr mit der bislang geringsten Meereisausdehnung. Sowohl positive als auch negative Meereisanomalien werden qualitativ durch Zirkulationsanomalien in der Atmosphäre erklärt. Dabei nehmen atmosphärische Telekonnektionen aus der subtropischen Pazifikregion besonders in den Meeresregionen zwischen Ross und Weddell Meer großen Einfluss auf die Meereisausdehnung.

Raum-zeitliche Variabilität des Southern Annular Mode (SAM) und dessen Einfluss auf antarktische Oberflächentemperaturen

PAUL WACHTER, CHRISTOPH BECK, ANDREAS PHILIPP, JUCUNDUS JACOBET

Der Southern Annular Mode (SAM) ist der vorherrschende atmosphärische Variabilitätsmodus in der südlichen Hemisphäre. In dieser Studie präsentieren wir Ergebnisse, die sich auf die räumliche Variabilität des SAM-Musters von 1979 bis 2018 konzentrieren. Der SAM ist das Ergebnis einer Hauptkomponentenanalyse (PCA) basierend auf monatlich aufgelösten Anomaliengeopotentieller Höhen des 500 hPa Niveaus. Ein raum-zeitlich aufgelöster Datensatz von SAM-Mustern (PCA-Ladungen) wurde abgeleitet, indem monatlich verschobene Teilsequenzen von SAM-Indexwerten (PCA-Scores) auf die entsprechenden geopotentiellen Höhenanomalien projiziert wurden. Dieser Datensatz ermöglicht eine Analyse der geografischen Position der charakteristischen zirkumpolaren SAM-Struktur über vier Jahrzehnte. Vorherrschend ist eine meridionale, wellenförmige Struktur über dem westlichen Teil der Südhemisphäre ($180^{\circ}\text{W} - 0^{\circ}$) – hauptsächlich geprägt durch das Tiefdrucksystem im Amundsen und Bellingshausen Meer – und eine nahezu zonale Form über dem östlichen Teil ($0^{\circ} - 180^{\circ}\text{E}$). Diese Struktur ändert sich in der zweiten Hälfte der 80er Jahre, in den späten 90er Jahren und im letzten Abschnitt des Untersuchungszeitraums. In diesen Zeiträumen ist deutlich eine zonale Struktur des SAM festzustellen. Darüber hinaus ist zu erkennen, dass verschiedene räumliche Ausprägungen des SAM-Musters mit charakteristischen Temperaturanomalien, insbesondere im Bereich der Antarktischen Halbinsel, verknüpft sind.

Savanna fires simulated by regional climate system model REMO

MENGJIE WARMUTH, HEIKO PAETH, MICHAEL THIEL

Africa as a whole is one of the most vulnerable continents due to its high exposure and low adaptive capacity regarding climate change (AR5 Climate Change, 2014). Paeth et al. (2005) assume that West Africa will be one of the regions likely to be most affected by climate change. Fire fallow cultivation is used by farmers to improve the fertility of the soil and to reduce weed and pest species. However, in many areas of Africa natural vegetation cover and soil are severely affected by fire-fallow cultivation. Biomass burning in Africa may further weaken the hydrological cycle and shift the warming rate. Will there be more fires in the savanna, and where is an increased fire risk? What effects do climate changes in West Africa have on fires and conversely? The regional climate model REMO have proved to be useful tools for the prediction of climate changes on a regional scale as well as for the effects of fine-scale forcings. SPITFIRE (Thonicke et al., 2010) will be implemented in REMO to simulate the burning area, the fire danger and the fire emission.

Bereitstellung räumlich hochauflösender Witterungsdaten und Prognosen zur verbesserten Abschätzung des Risikos für Buchdruckerbefall (*Ips typographus*). Projekte WP-KS-KW (BMEL/BMUB/BLE) und IpsPro (FNR)

OLAF CONRAD, JAN WEHBERG, MARKUS KILIAN, TOBIAS KAWOHL, JÜRGEN BÖHNER

Der Buchdrucker ist einer der bedeutendsten Schädlinge an der Fichte in Mitteleuropa. Er profitiert in stark von dem durch den Klimawandel verursachten Temperaturanstieg sowie von der ebenfalls zunehmenden sommerlichen Trockenheit. Gleichzeitig erhöht sich die Disposition der Fichte als Wirtsbaumart gegenüber dem Befall. Im Rahmen einer Kooperationen des Instituts für Geographie mit dem Staatsbetrieb Sachsenforst, der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg und weiteren Kooperationspartnern werden mit Hilfe statistischer und numerischer Downscaling Verfahren räumlich hochauflösende (250 m) Rasterdaten der wichtigsten Klimagrößen erzeugt, die u.a. als Datenbasis zur Abschätzung kritischer Auswirkungen des Klimawandels für Waldstandorte im Rahmen von Klimaimpact-Analysen Berücksichtigung finden.

In Erweiterung dieser kooperativ entwickelten Ansätze wurden im Projekt WP-KS-KW auch für das Beobachtungsgitter der Bundeswaldinventur (BWI) und der bundesweiten Bodenzustandserhebung (BZE) forstwissenschaftlich relevante, geländeklimatische Informationen mit statistischen und deterministischen Verfahren der Klimaregionalisierung und Modellierung generiert. So wurde zur Quantifizierung und Modellierung der Waldentwicklung in Abhängigkeit von Klima und Witterung eine Klimadatenbasis realisiert, die eine flexible Abfrage räumlich expliziter lokaler Klimainformationen und Daten ermöglicht. Da sowohl transiente langfristige Veränderungen des Klimas als auch singuläre Witterungsextreme physiologische Stressfaktoren für heimische Waldbestände darstellen, wurden alle Klimavariablen zunächst in täglicher Auflösung als 250 m Rasterdaten berechnet, um auf dieser Grundlage eine zeitlich flexible Aggregation der Zeitreihen zu Monats- und Jahreswerten, Extremwertstatistiken sowie Kenngrößen für phänologische Phasen oder spezifische Perioden zu ermöglichen. Neben der bereits abgeschlossenen, retrospektiven Regionalisierung relevanter Klimagrößen (Tagessummen des Niederschlags und der Sonnenscheindauer, Tagesmittelwerte, -maxima und -minima der Lufttemperatur, Dampfhunger) für den Zeitraum 1961-2018 liegen durch dynamische, via REMO simulierte Klimamodellprojektionen für den Zeitraum bis Ende des 21. Jahrhunderts ergänzt, um langfristige Trends des zukünftigen Wassermangelrisikos von Waldbeständen abschätzen zu können.

Im Rahmen der Kooperation soll die bestehende Modellkonzeption aufgegriffen und über das SAGA GIS eine Kopplung mit Modellen für die tagesaktuelle Prognose der Borkenkäferaktivität (PHENIPS) und der trockenstressbedingten Prädisposition realisiert werden. Im Unterschied zu den abgeschlossenen Arbeiten im WP-KS-KW Projekt, liegt der Schwerpunkt der Modellierung in diesem Projekt also auf der kurz- bis mittelfristigen räumlich hochauflösenden Wetterprognose, und stellt folglich eine methodisch konsistente, aber hinsichtlich des Modellierungszeitraums vollständig komplementäre Erweiterung der Arbeiten im WP-KS-KW Projekt dar, die wiederum die Anwendungsoptionen von Klimamodelldaten im Forstmanagement der Bundesrepublik in idealer Weise erweitern. Die Modellergebnisse werden in einer späteren Phase über ein Web-Interface den Nutzern zur Verfügung gestellt.

Entwicklung des Vorkommens von *Hordeum murinum* in der Urban Heat Island Hamburgs

MELANIE WERNER

Die Standorteigenschaften im Stadtökosystem sind geprägt durch das Handeln des Menschen. Der veränderte Strahlungs-, Wärme- und Wasserhaushalt, sowie die kleinräumige Heterogenität der Standorte begünstigen eine hohe Biodiversität und das Vorkommen von Neophyten. So stellt auch der Neophyt *Hordeum murinum* (Mäusegerste) eine Indikatorpflanze für die speziellen Gegebenheiten in Städten dar. In der vorliegenden Analyse wurden die Standorte der *H. murinum*-Population im Nord-Westen Hamburgs aufgenommen, sowie ein Vergleich der aktuellen Verbreitung mit einer Voruntersuchung von 2012 im selben Untersuchungsgebiet durchgeführt. Die Bestände der Indikatorart für warme und stark besonnte Standorte wurde in einem treppenförmigen Untersuchungsgebiet von sieben Quadratkilometern erhoben, welches einen Verstädterungsgradienten abbildet. Neben den Standorten der in Rasen vorkommenden Art wurde des Weiteren die Größe des Vorkommens in Quadratmetern aufgenommen. Nach der Quantifizierung der Unterschiede in den Beständen, werden diese anhand von stadtklimatischen Parametern erklärt. Der Sky View Factor, die direkte Sonneneinstrahlung, die Oberflächentemperaturen und der Versiegelungsgrad wurden mittels GIS erhoben und auf die Fundorte der *H. murinum*-Bestände projiziert. Zunächst konnten dabei keine starken Zusammenhänge zwischen der Flächengröße der Funde und den stadtklimatischen Parametern ermittelt werden, jedoch wurden bei Betrachtung der Mittelwerte innerhalb von 250m-Quadraten der Erhebungsflächen signifikant positive und negative Zusammenhänge ermittelt. Des Weiteren zeigt sich in einem deskriptiven Verfahren, dass an den Fundorten mit der größten Zunahme in der Population die Standortfaktoren hinsichtlich der ausgewählten Klimaparameter optimal für die Verbreitung der Art sind. Es kann davon ausgegangen werden, dass sich die Art damit in ihrer ökologischen Nische einstellt. Innerhalb dieser gab es vom Jahr 2012 zum Jahr 2018 einen Zuwachs von 336 Funden und 175,3 m² an *H. murinum*-Vorkommen. Somit stellt die Art einen Untersuchungsorganismus dar, anhand dessen Verbreitung Rückschlüsse auf die spezifischen Stadtklimaparameter geschlossen werden können.

DANKSAGUNG

Das Organisationsteam aus Hamburg bedankt sich bei allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern der 38. Jahrestagung des Arbeitskreises Klima für ihre Beiträge und die lebhaften Diskussionen an diesem Wochenende.

Weiter bedanken wir uns bei unseren tollen Helfern und Helferinnen, die den reibungslosen Ablauf der Veranstaltung erst möglich gemacht haben.

Außerdem danken wir dem Zentrum für Erdsystemforschung und Nachhaltigkeit (CEN), dem Fachbereich Geowissenschaften sowie dem Institut für Geographie der Universität Hamburg für die finanzielle Unterstützung der Jahrestagung.

Darüber hinaus bedanken wir uns auch bei der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft (DMG) für die Unterstützung.

Nicht zuletzt danken wir dem Tagungshotel Jesteburg, welches auch auf „last second“ Anfragen von unserer Seite stets entspannt reagiert hat, für die Ausrichtung des Jahrestreffens.