

**39. Jahrestreffen des AK Klima
in Passau**

05.11.2021 – 07.11.2021



© Jonas Wagener

Mit freundlicher Unterstützung von:



Impressum:

Tagungsband zur 39. Sitzung des Arbeitskreises Klima
Vom 05.11.2021 – 07.11.2021 in Passau

Tagungsort:

Spectrum Kirche
Schärdinger Straße 6
94032 Passau

Organisation:

Dieter Anhuf
Stefan Krottenthaler

Layout und Redaktion:

Jonas Wagener

Lehrstuhl für Physische Geographie

Universität Passau
D-94032 Passau

Inhaltsverzeichnis

Vortrags- und Tagungsprogramm	5
Vortragsabstracts	8
1. Session – Umweltklimatologie und Gesundheit	8
Ein Sensor Netzwerk für das Monitoring der thermischen Belastung an Arbeitsplätzen.....	8
Gesundheitsrelevante, kombinierte Temperatur-Ozon-Ereignisse in Europa	9
Abschätzung von Hitzeereignissen und hitzebedingten Risikogebieten im Stadtgebiet Augsburg unter Berücksichtigung von sozio-ökonomischen und lokalspezifischen Faktoren.....	10
Kleinräumige saisonale Unterschiede der Feinstaubbelastung in Mainz	11
Straßenverkehr versus Flughafen – mobile Ultrafeinstaubmessungen im Umfeld des Flughafens Berlin-Tegel	12
Die DendroApp, ein Visualisierungstool für dendrochronologische Daten	13
2. Session – Klimamodellierung.....	14
Weiterentwicklung der Bodenhydrologie im regionalen Klimamodell REMO und deren Einfluss auf die Simulation von Hitzewellen	14
Impacts of future climate change on the Water Requirement Satisfaction Index in tropical Africa	15
Zukünftige Klimarisiken für Land- und Forstwirtschaft in Unterfranken	16
The improvement of land use and land cover representation in RCMs - the LANDMATE PFT map 2015.....	17
3. Session – Methoden	18
Das Potenzial coralliner Rotalgen als SST-Proxy und für die Evaluierung globaler Klimamodelle: eine Fallstudie in Neuseeland	18
Datenmanagement im [UC] ² -Projekt	19
Bayes plays Vivaldi – Observing Seasons by Natural Language Processing and Statistical Word Analysis.....	20
4. Session – Mikro- und Regionale Klimatologie	21
Mikroklimatologie barometrischer Höhlen: Wie verhalten sich Luftdruckwellen in Wind Cave und Jewel Cave?	21
Auswirkungen der Baustruktur auf das städtische Mikroklima in Würzburg, Bayern	22
The impact of different levels of deforestation on near-surface climate	23
Abendvortrag.....	24
Abendvortrag: Klima und Mensch – eine 12'000-jährige Geschichte.....	24
5. Session – Niederschlag, Eis und Wolken	25
Isotopische Variabilität in Akkumulationsgebieten von Gletschern der Patagonischen Anden.....	25

Surface mass balance modelling at Monte Sarmiento Massif, Cordillera Darwin, Chile – DFG Project 'MAGIC – The Mountain glacier forecast framework'	26
WRF-based dynamical downscaling over High Mountain Asia	27
Response of short time fluctuation of ice flow, calving flux and glacier retreat on atmospheric variability in Fuego-Patagonia	28
20 Jahre Wetterradar in Ecuador (und Peru)	29
Fog formation and dissipation: A satellite-based climatology for continental Europe.....	30
Abstracts zu den Projektvorstellungen	31
Die ‚urbisphere‘ Berlin-Kampagne - Auswirkungen der Stadt Berlin auf die regionale atmosphärische Grenzschicht	31
Nimmt Nebel wirklich überall ab?.....	32
Open Urban Climate Observatory Berlin (open UCO Berlin)	33
Next generation framework for global glacier forecasting	35
DARWIN - <i>Dyn</i> Amics of <i>p</i> Recipitation in transition: The Water source for the Galápagos Archipelago under climate chaNge	36
MOMO-Med: Modellierung von Moskito-Vektoren und Erkrankungsrisiken im Mittelmeerraum unter Berücksichtigung von Klimawandel und Landnutzungsänderungen.....	38
Research unit 2730 <i>RESPECT</i> – towards biodiversity-informed Land surface models (LSM)	39
Posterabstracts	40
Lokale Klimawirkungskarten für Baden-Württemberg	40
Entwicklung eines „Klima-Isoprenoid“-Navigationssystems zur Optimierung des Freizeitverhaltens	41
Assessment and attribution of environmental changes with satellite observations and machine learning.....	43
Mikroskalige Modellierung des Stadtklimas mit PALM-4U am Beispiel des Tempelhofer Feldes, Berlin	44
NO ₂ -Messungen in Augsburg mittels Low-Cost Messsystemen	45
Ergebnisse von Temperaturmessungen in der Doline Wiesalm (1230 m) im Dachsteingebiet (Oberösterreich).....	46
The distribution of fog and low stratus clouds in tropical lowland forests derived from remote sensing infrared data.....	47
Current training and validation weaknesses in classification-based radiation fog forecast using machine learning algorithms.....	48
„[Halb]-trocken im Unterstockbereich?“ Entwicklung einer meteorologisch-hydrologischen Messmethode im Weinbau als Anpassungsstrategie an den Klimawandel sowie für eine nachhaltige Wassernutzung	49
Spatio-temporal Analysis of Valley Wind Systems in a Complex Mountain Topography of the Rolwaling Himal, Nepal	51
REMOLAND: Auswirkungen neuer konstanter Eingangsdaten auf Modellergebnisse des Regionalmodells REMO	52

Gesundheitsrelevante Einflüsse von Luftinhaltsstoffen und meteorologischen Bedingungen	53
Evaluierung des Modells PALM-4U anhand von Messflügen mit unbemannten Luftfahrtsystemen in Berlin	54
Development of air quality boxes based on low-cost sensor technology	55
Effekte von Flächenversiegelung in einem regionalen Klimamodell	56
Atmosphärische Zirkulationsdynamik historischer Extremwetterereignisse im Süden von Mitteleuropa	57
Klimaraumtypen und Hot Spots für die kommunale Klimawandelanpassung.....	59
Seasonal climate reconstruction using biogenic carbonates from shallow and deep water lake sediments	60
MATILDA – An Open-Source Suite for Modeling Water Resources in Glacierized Catchments in Central Asia.....	61
Die Bedeutung des nicht nachhaltigen Anstiegs des Gletscherabflusses in der Vergangenheit für großräumige Einzugsgebiete in verschiedenen klimatologischen Umgebungen	62
Klassifizierung von Großwetterlagen in Europa mittels Self-Organizing-Maps (SOM) - Projekt „BayTreeNet“: Teilprojekt Klimadynamik	63
High resolution satellite-based cloud analysis in urban areas	64
Using Neural Networks for a NO ₂ -Prediction Urban Areas – A Case Study in Hamburg.....	65
Zirkulationstypen im Gebiet der Antarktischen Halbinsel im Kontext zeitlich variierender Temperaturtrends	66

Vortrags- und Tagungsprogramm

Freitag, 05.11.2021

14:15 Uhr Begrüßung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer zur 39. Jahrestagung und anschließender Begrüßungskaffee

Prof. Dr. Ulrich Bartosch Präsidenten der Universität Passau

Prof. Dr. Jürgen Böhner Sprecher Arbeitskreis Klima,

Prof. Dr. Dieter Anhuf Tagungsleiter

1. Session – Umweltklimatologie und Gesundheit		Leitung: Elke Hertig
15:00 Uhr	Ein Sensor Netzwerk für das Monitoring der thermischen Belastung an Arbeitsplätzen	Markus Sulzer
15:35 Uhr	Gesundheitsrelevante, kombinierte Temperatur-Ozon-Ereignisse in Europa	Sally Jahn
16:10 Uhr	Abschätzung von Hitzeereignissen und hitzebedingten Risikogebieten im Stadtgebiet Augsburg unter Berücksichtigung von sozio-ökonomischen und lokalspezifischen Faktoren	Christian Merckenschlager
16:45 Uhr	Kleinräumige saisonale Unterschiede der Feinstaubbelastung in Mainz	Lorenz Harr
17:20 Uhr	Straßenverkehr versus Flughafen - mobile Ultrafeinstaubmessungen im Umfeld des Flughafens Berlin-Tegel	Sabine Fritz
17:55 Uhr	Die DendroApp, ein Visualisierungstool für dendrochronologische Daten	Stefan Krottenthaler

19:00 Uhr Abendessen

Samstag, 06.11.2021

2. Session – Klimamodellierung		Leitung: Jörg Bendix
08:30 Uhr	Weiterentwicklung der Bodenhydrologie im regionalen Klimamodell REMO und deren Einfluss auf die Simulation von Hitzewellen	Daniel Abel
09:05 Uhr	Impacts of future climate change on the Water Requirement Satisfaction Index in tropical Africa	Freddy Bangelesa
09:40 Uhr	Zukünftige Klimarisiken für Land- und Forstwirtschaft in Unterfranken	Luzia Keupp
10:15 Uhr	The improvement of land use and land cover representation in RCMs - the LANDMATE PFT map 2015	Vanessa Reinhart

Kaffee-/Teepause

Projektvorstellungen & Poster		Leitung: Dieter Anhuf
11: 15 Uhr	Projektvorstellungen <ul style="list-style-type: none"> • Die ‚urbisphere‘ Berlin-Kampagne - Auswirkungen der Stadt Berlin auf die regionale atmosphärische Grenzschicht (Daniel Fenner) • Next generation framework for global glacier forecasting (Johannes Fürst) • Open Urban Climate Observatory Berlin (Marco Otto, Fred Meier) • Das DFG-Projekt "Überschwemmungen durch Gletscherseeausbrüche in der Halji-Region, Nepal" (Dieter Scherer) • DARWIN - DynAmics of pRecipitation in transition: The Water source for the Galápagos Archipelago under climate chaNge (Jörg Bendix, Benjamin Schmidt, Dieter Scherer) • Research unit 2730 RESPECT– towards biodiversity-informed Land surface models (LSM) (Jörg Bendix) • Nimmt Nebel wirklich überall ab? - Eine neue Langzeit-Nebelklimatologie für Europa, basierend auf generationenübergreifenden Satellitendaten aus der geostationären Umlaufbahn (Sebastian Egli) • DFG-Projekt „MOMO-Med: Modellierung von Moskito-Vektoren und Erkrankungsrisiken im Mittelmeerraum unter Berücksichtigung von Klimawandel und Landnutzungsänderungen“ (Christian Merckenschlager) 	
11:50 Uhr	Postersession	

12:30 Uhr Mittagessen

3. Session – Methoden		Leitung: Dieter Scherer
13:30 Uhr	Das Potenzial coralliner Rotalgen als SST-Proxy und für die Evaluierung globaler Klimamodelle: eine Fallstudie in Neuseeland	Elena Kropač
14:05 Uhr	Datenmanagement im [UC] ² -Projekt - Ein praxisnaher Datenstandard und ein Datenmanagementsystem zur Interoperabilität von Klimamodell- und Observierungsdaten	Benjamin Schmidt
14:40Uhr	Bayes plays Vivaldi - Observing Seasons by Natural Language Processing and Statistical Word Analysis	Michael Kahle

Kaffee-/Teepause

4. Session – Mikro- und Regionale Klimatologie		Leitung: Heiko Paeth
15:45 Uhr	Mikroklimatologie barometrischer Höhlen: Wie verhalten sich Luftdruckwellen in Wind Cave und Jewel Cave?	Annika Gomell
16:20 Uhr	Auswirkungen der Baustruktur auf das städtische Mikroklima in Würzburg, Bayern	Christian Hartmann
16:55 Uhr	The impact of different levels of deforestation on near-surface climate	Nikolina Mileva

17:30 – 18:30 **Koordinierungssitzung des Arbeitskreises**

19:00 Uhr **Abendessen**

Abendvortrag		
20:15 Uhr	Klima und Mensch – eine 12'000-jährige Geschichte	Heinz Wanner

Sonntag, 07.11.2021

5. Session – Niederschlag und Eis		Leitung: Christoph Schneider
08:30 Uhr	20 Jahre Wetterradar in Ecuador (und Peru)	Rütger Rollenbeck
09:05 Uhr	Fog formation and dissipation: A satellite-based climatology for continental Europe	Eva Pauli
09:40 Uhr	Surface mass balance modelling at Monte Sarmiento Massif, Cordillera Darwin, Chile – DFG Project 'MAGIC – The Mountain glacier forecast framework'	Franziska Temme

Kaffee-/Teepause

10:45 Uhr	Response of short time fluctuation of ice flow, calving flux and glacier retreat on atmospheric variability in Fuego-Patagonia	Lukas Langhamer
11:20 Uhr	Isotopische Variabilität in Akkumulationsgebieten von Gletschern der Patagonischen Anden	Marius Schaefer
11:55 Uhr	WRF-based dynamical downscaling over High Mountain Asia	Xun Wang

12:30 Uhr **Verabschiedung, Ende der Tagung & Heimreise**

Vortragsabstracts

1. Session – Umweltklimatologie und Gesundheit

Ein Sensor Netzwerk für das Monitoring der thermischen Belastung an Arbeitsplätzen

Markus Sulzer, Andreas Christen (Uni Freiburg), Andreas Matzarakis (DWD)

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg / Professur für Umweltmeteorologie

Der Klimawandel führt in Mitteleuropa zu einem häufigeren Auftreten von Hitzewellen, besonders belastet ist die Region südlicher Oberrhein. Thermische Belastungen am Arbeitsplatz können zu Konzentrationsstörungen, verminderter Arbeitsproduktivität oder sogar Arbeitsausfällen führen und zahlreiche Arbeitsabläufe negativ beeinflussen. Im Rahmen des, von der Europäischen Union geförderten, INTERREG V Projekt „Clim’Ability Design“ wird die thermische Belastung an verschiedenen Arbeitsplätzen in der Region südlicher Oberrhein erfasst.

Als ein Ansatz im „Clim’Ability Design“-Projekt wurde ein Netzwerk mit 120 low-cost Systemen zur Erfassung des thermischen Komforts im Innenraum bzw. überdachten Außenbereich entwickelt, welche auf einem netzwerkfähigen Mikrocontroller basieren. Diese sogenannten „MoBiMet“ Systeme (Mobile BioMeteorology System) messen kontinuierlich Lufttemperatur, Luftfeuchte, Strahlungstemperatur, Lichtintensität, langewellige Strahlung und Sensoren im Außenbereich oder Semi-Außenbereich auch die Windgeschwindigkeit. Jedes MoBiMet ist netzwerkfähig und berechnet aktuelle thermische Belastungsindizes alle 5 Minuten. Die aktuellen Werte werden auf einem integrierten Display visualisiert. Die erhobenen Daten werden über WLAN oder LoRaWAN an einen Server der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg übertragen und werden auf einer Website als Zeitreihen dargestellt und für die statistische Auswertung archiviert.

Die MoBiMets wurden an verschiedenen Arbeitsplätzen im Gebiet des südlichen Oberrheins der Schweiz, Frankreich und Deutschland ausgebracht. In verschiedener Büros innerhalb eines Gebäudes in der Freiburger Innenstadt wird die Häufigkeit, Intensität und der Tagesgang der thermischen Belastung neben den meteorologischen Bedingungen im Außenbereich von der Exposition des Büros, dem Stockwerk, der Durchlüftung, der Fenstergröße und auf Grund der direkten Sonneneinstrahlung auch von der exakten Position des Arbeitsplatzes innerhalb eines Büros beeinflusst. Im Vergleich des thermischen Komforts von ca. 50 Arbeitsplätzen in Freiburg sind die Auswirkungen der Abwärme großer Maschinen sowie die Gebäudeart und Position zu erkennen. Durch die MoBiMet Messungen in der gesamten Oberrheinregion kann zudem auch der regionale Einfluss der Höhenlage auf den thermischen Komfort beobachtet werden.

Gesundheitsrelevante, kombinierte Temperatur-Ozon-Ereignisse in Europa

Sally Jahn & Elke Hertig
Medizinische Fakultät, Universität Augsburg

"Die Exposition gegenüber bodennahem, photochemisch gebildetem Ozon (O₃), ist mit erheblichen gesundheitlichen Auswirkungen, insbesondere auf das Herz- Kreislauf- System und das Lungensystem, verbunden. Auch hohe Lufttemperaturen im Sommer stellen ein hohes gesundheitliches Gefährdungspotential (z.B. Dehydration, Hitzeschläge) für den Menschen dar. Hohe Lufttemperatur in Verbindung mit intensiver Sonneneinstrahlung begünstigen die Ozonbildung, wobei das kombinierte Auftreten hoher Ozonkonzentrationen mit hohen Lufttemperaturen die Gefahr einer sich noch verstärkenden Gesundheitsbelastung bergen (z.B. Hertig et al. 2020).

Die Korrelation dieser beiden Expositionen als auch deren Beziehung mit zugrundeliegenden synoptischen und meteorologischen Faktoren variiert je nach Standort und Jahreszeit (z.B. Otero et al. 2016; Jahn, Hertig 2021). Die Definition von distinkten Ozon- Temperatur- (OT-) Regionen in Europa (Jahn, Hertig 2022) ermöglicht regionenspezifische Differenzierungen, Haupteinflussfaktoren und Gefährdungspotentiale im Auftreten gesundheitsrelevanter kombinierter Lufttemperaturen und Ozonkonzentrationen in Form von sogenannten Ozon-Temperatur- (OT-) Ereignissen unter rezenten Klimabedingungen zu analysieren.

Es kann erwartet werden, dass erhöhte Ozonkonzentrationen und erhöhte Lufttemperaturen aufgrund des Klimawandels in vielen Teilen Europas häufiger auftreten werden (z.B. Jahn, Hertig 2020). Projektionen möglicher Häufigkeitsverschiebungen von OT- Ereignissen werden anhand des Outputs von Erdsystemmodellen (CMIP6) für einzelne OT- Regionen für zukünftige klimatische Verhältnisse bewertet.

Hertig, E., Russo, A., Trigo, R. (2020) Heat and ozone pollution waves in Central and South Europe- characteristics, weather types, and association with mortality. *Atmosphere*. doi: 10.3390/atmos11121271

Jahn, S., Hertig, E. (2021) Modeling and projecting health-relevant combined ozone and temperature events in present and future Central European climate. *Air Qual Atmos Health*. doi: 10.1007/s11869-020-009610

Jahn, S., Hertig, E. (2022) Health-relevant, compound ozone and temperature events over Europe. Submitted.

Otero N., Sillmann J., Schnell J.L., Rust H.W., Butler T. (2016) Synoptic and meteorological drivers of extreme ozone concentrations over Europe. *Environ Res Lett*. doi: 10.1088/1748-9326/11/2/024005"

Abschätzung von Hitzeereignissen und hitzebedingten Risikogebieten im Stadtgebiet Augsburg unter Berücksichtigung von sozio-ökonomischen und lokalspezifischen Faktoren

Christian Merkschlager, Louisa Hanke, Jonas Müller, Julia Schunke, Jonathan Simon, Christoph Beck, Elke Hertig

Medizinische Fakultät Universität Augsburg

Unter der Berücksichtigung des anthropogen verstärkten Treibhauseffekts kommt es durch den Klimawandel vermehrt zu Systemereignissen, die negativen Einfluss auf die menschliche Gesundheit nehmen. Vor allem extreme Hitzeereignisse und langanhaltende Hitzewellen werden mit einer Schwächung des menschlichen Herz-Kreislauf-Systems in Verbindung gebracht. Insbesondere für Kinder, ältere Menschen oder Personen mit kardiovaskulären Vorerkrankungen können solche Systemereignisse lebensbedrohliche Auswirkungen haben. Unter der Annahme, dass ein Großteil der Bevölkerung auch zukünftig in Städten lebt und der Urban Heat Island (UHI) Effekt Hitzewellen und deren Gefahren in urbanen Ballungsräumen intensiviert, ist sowohl eine detaillierte Beschreibung von solchen Systemereignissen als auch die Berücksichtigung von sozio-ökonomischen und lokal-spezifischen Faktoren notwendig, um das Gefahrenpotential von Hitzeereignissen möglichst präzise abzuschätzen.

Kleinskalige Temperaturabschätzungen für das Stadtgebiet Augsburg wurden mittels eines zweistufigen statistischen Modells durchgeführt. Im ersten Schritt wurden verschiedene Variablen anhand eines neuartigen Analogansatzes für das 21. Jahrhundert auf die DWD-Station Augsburg-Mühlhausen projiziert, wobei hier fünf Modellläufe von drei verschiedenen Klimamodellen des CMIP5 als Grundlage dienten. Anschließend wurden die Lufttemperaturwerte mithilfe eines linearen Regressionsmodells, welches als Prädiktoren sowohl die projizierten klimatischen Variablen als auch verschiedene räumliche Umgebungsvariablen enthält, auf die Fläche übertragen. Relative und absolute Schwellenwerte wurden definiert, um so die räumlich hochaufgelösten Temperaturabschätzungen auf Hitzeereignisse zu untersuchen.

Für die Risikobewertung in Bezug auf Hitzeextreme wurden neben den klimatischen Variablen (Heat-Index) auch sozio-ökonomische Faktoren (People-Index) sowie lokalspezifische Umgebungsparameter (Place-Index) für 31-jährige gleitende Perioden berücksichtigt. Anhand dieser drei Indizes wurde anschließend der Heat Stress Vulnerability Index (HSVI) berechnet. Für das 21. Jahrhundert wurde der HSVI lediglich anhand eines variierenden Heat-Index berechnet. Zusätzlich wurden Berechnungen bis zur Periode 2060 durchgeführt, die auch einen variierenden People-Index beinhalten. Der variable People-Index basiert dabei auf Projektionen des Statistischen Bundesamtes für Deutschland (20 Szenarien), welche jeweils unterschiedliche Annahmen über die Geburten- und Sterberate sowie den Wanderungssaldo berücksichtigen. Die Veränderungen im Bevölkerungssaldo der verschiedenen Szenarien wurden auf die Stadt Augsburg heruntergerechnet und anhand der Bevölkerungsstruktur der verschiedenen Stadtbezirke angepasst.

Kleinräumige saisonale Unterschiede der Feinstaubbelastung in Mainz

Lorenz Harr, Tim Sinsel, Jan Esper

Geographisches Institut, Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Feinstaub hat einen negativen Einfluss auf die Luftqualität und damit auf die Gesundheit. Die Belastungen für Menschen im urbanen Umfeld können räumlich, aber auch zeitlich stark variieren. In unserer Studie sind mobile Feinstaubmessungen zu Fuß an fünf aufeinanderfolgenden Tagen im September 2020 und März 2021 mehrmals täglich auf drei Routen (Längen 4.3–5.2 km; Dauer ~1h) durch drei Mainzer Stadtteile (Altstadt, Hartenberg, Neustadt) durchgeführt worden. Die Stadtteile weisen große, baustrukturelle Unterschiede auf. So ist die Neustadt durch Blockrandbebauung mit kleinen Parks und Plätzen gekennzeichnet, die von vielbefahrenen Straßen begrenzt wird. Die Altstadt ist charakterisiert durch eine mittlere bis dichte Bebauung mit hohem Grad an versiegelter Fläche sowie Fußgängerzonen im Zentrum. Der Hartenberg liegt ca. 30 m oberhalb der beiden anderen Stadtteile und weist eine mittlere, offene Bebauung mit einem kleinen Wäldchen auf. Start- und Endpunkt jeder Route war der Mainzer Hauptbahnhof. Dies ermöglicht einen Vergleich der jeweiligen Messungen, aber auch der Feinstaubverteilung entlang der Strecken. Zur Messung der Feinstaubkonzentrationen sind jeweils kalibrierte LowCost-Sensoren von Alphasense (OPC-N3) verwendet worden. Erste Analysen zeigen, dass die Feinstaubkonzentrationen im März in allen Stadtteilen höher waren als im September. Zudem zeigt sich, dass die zeitlichen Veränderungen der mittleren Feinstaubbelastungen in den Stadtteilen sehr ähnlich sind, wobei der Stadtteil Hartenberg bei den morgendlichen Messungen im März tendenziell höhere Werte aufweist. Die höchsten Konzentrationen wurden dabei im Wäldchen gemessen. Bei den spät nachmittäglichen Messungen im September hingegen weisen Orte mit hoher Aufenthaltsqualität (Parks, Außengastronomie) in der Alt- und Neustadt signifikant höhere Werte als Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen auf.

Straßenverkehr versus Flughafen – mobile Ultrafeinstaubmessungen im Umfeld des Flughafens Berlin-Tegel

Sabine Fritz, Felix Grusdat, Rowan Sharkey, Christoph Schneider

Humboldt-Universität zu Berlin

In den letzten Jahren wird vermehrt der Einfluss von Flughäfen auf die Ultrafeinstaubkonzentration (UFP) der Umgebung diskutiert. Besonders in Berlin mit der sich ändernden Flughafensituation sind Bürgerinitiativen aktiv, die das Thema der Belastung mit Ultrafeinstaub aus dem Flugverkehr zunehmend problematisieren. Im Sommer 2019 wurden daher zwei mobile Messkampagnen mit insgesamt 45 Messrunden im Osten des Flugplatzgeländes Berlin-Tegel durchgeführt. Die Route verlief quer zur vorherrschenden Windrichtung in unterschiedlichen Abständen zum Flugplatz. Der Schwerpunkt der Studie liegt dabei auf den beiden Hauptquellen für ultrafeine Partikel, dem Straßen- und dem Flugverkehr. Die Studie analysiert die Auswirkungen dieser beiden Quellen in räumlicher Dimension und vergleicht ihre Ausprägung.

Die Studie zeigt eine deutliche, aber räumlich begrenzte Auswirkung von Berlin-Tegel auf die östlich des Flughafens gelegenen Wohngebiete. Deutlich über dem Durchschnitt liegende Partikelanzahlkonzentrationen (particle number concentration, PNC) werden mit den vorherrschenden Windrichtungen West und Südwest in Verbindung gebracht.

Wir können keinen klaren Rückgang der PNC mit zunehmender Entfernung zum Flughafen feststellen, auch wenn es einen leichten Trend gibt. Das Fehlen einer solchen räumlichen Korrelation ist höchstwahrscheinlich auf das unterschiedliche Verkehrsaufkommen auf den Straßen entlang der Messstrecke zurückzuführen.

Erhöhte PNC sind besonders bei Wind aus Richtung des Flughafens im Vergleich zu Situationen mit anderen Windrichtungen ersichtlich. Aber auch für alle anderen Windrichtungen lassen sich überdurchschnittliche Partikelanzahlkonzentrationen geringeren Ausmaßes im Bereich des Flughafens nachweisen, da die Flugzeuge in jedem Falle in Richtung der Landebahnen starten und landen.

Die DendroApp, ein Visualisierungstool für dendrochronologische Daten

Stefan Krottenthaler

Lehrstuhl für Physische Geographie – Universität Passau

Die International Tree-Ring Data Bank (ITRDB) ist die umfassendste Datenbank bezüglich des Wachstums und dem Alter von Bäumen. Sie umfasst mehr als 55 Mio. Einzelwachstumsdatenpunkte welche auf über 5700 Standorte verteilt sind. Wir haben den Datensatz der ITRDB so aufbereitet, dass aus den 200.000 Einzelerien das Alter der Bäume und die mittlere Jahrringbreite ausgelesen wurde. Da die ITRDB fast ausschließlich Standorte der Nordhemisphäre und tropische Hochlagen umfasst haben wir diese Daten um 920 Standorte aus den tropischen Tieflagen ergänzt und die Ergebnisse in einer APP visualisiert.

Diese App hat mehrere Finalitäten, welche in sich in den unterschiedlichen Tabs ausdrücken: Das Tab interactive map beinhaltet ca. 5700 Standorte an denen dendrochronologische Untersuchungen durchgeführt wurden. Die Kartenpunkte sind interaktiv, d.h. in den links der pop-ups ist es möglich zu dem Artikel bzw. zur entsprechenden ITRDB Seite zu gelangen. Des Weiteren sind hier Hyperlinks zur Holzanatomie und Dichtewerten hinterlegt. Zudem können die Daten nach Alter und Familie gefiltert werden.

Im Tab Data Explorer können grundlegenden klimatischen Standortbedingungen (Temperatur, Niederschlag, Windgeschwindigkeit, Dampfdruck und Strahlung) mit dem Alter und Wachstumsraten der einzelnen Standorte in Beziehung gesetzt werden. Diesem Tab liegen hochaufgelöste Reanalysedaten von wordclim zu Grunde. Zudem können Daten in den beiden erzeugten Graphen ausgewählt werden.

Die Finalität des Tab climate growth relations ist die räumlichen Muster für die 4701 Standorte mit den Chronologien aufzuzeigen. Hierfür wurden monatliche CRU-Daten von 1960-2018 für tmin, tmax, prec mit den Jahrringkurven korreliert. Grundlage dieser Korrelationsrechnungen, welche nur ausgeführt wurden, wenn mindestens ein zwanzigjähriger Überlappszeitraum vorlag, sind die Mittelkurven der ITRDB. Zur Trendbereinigung fanden die drei gängigen „Detrending Methoden“ (negEx, Splin, Smooth) Anwendung.

Um räumliche Muster von Klimavariabilitäten zu visualisieren, welche sich in den jahrringkurven abbilden, dient das Tab varaibilities. Hier wurden die Monats-, Quartals- und Jahreswerte der 14 Klimavariabilitäten (Arctic Oscillation, Antarctic Oscillation, North Atlantic Oscillation, Pacific North American Pattern, ENSO, East Atlantic Western Russia Pattern, Indian Ocean Dipol, Southern Hemisphere Annular Mode Index, Southern Oscillation Index, Trans Polar Index, Pacific Decadal Oscillation, Atlantic Multi-decadal Oscillation) analog dem Tab climate growth Relations korreliert.

Vulkanausbrüche haben die Fähigkeit, je nach Lage und Stärke des Ausbruchs das Klima über einige Jahre zu beeinflussen. Das Tab Test: Volcanic Erruptions Sucht nach Anzeichen für Vulkanausbrüchen in den Jahrringserien. Hierzu werden alle Vulkanausbrüche mit VEI ≥ 5 im Zeitraum von 0 bis 2020 mit den jeweiligen Jahrringserien abgeglichen. Dabei wird die prozentuale Wachstumsveränderung 5 Jahre vor dem Event und 2,3,4 und 5 Jahre nach dem Event ausgewertet und kann somit für jeden Vulkanausbruch dargestellt werden.

2. Session – Klimamodellierung

Weiterentwicklung der Bodenhydrologie im regionalen Klimamodell REMO und deren Einfluss auf die Simulation von Hitzewellen

Daniel Abel, Katrin Ziegler, Felix Pollinger, Heiko Paeth

Institut für Geographie und Geologie, Universität Würzburg

Im Rahmen des EFRE-Projekts BigData@Geo werden hochaufgelöste Klimaprojektionen für Unterfranken erstellt, analysiert und lokalen Akteuren aus Land- und Forstwirtschaft sowie der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt. Da regionale Klimamodelle für Fragestellungen aus diesen Bereichen häufig noch nicht die notwendige raum-zeitliche Skala aufweisen, bedarf es der Weiterentwicklung der Modelle sowie der Berücksichtigung neuer Datensätze. Daher ist eine Aufgabe innerhalb des Projekts die Weiterentwicklung der Bodenhydrologie des regionalen Klimamodells REMO, da sich gezeigt hat, dass die Berücksichtigung weiterer bodenhydrologischer Prozesse zur Verbesserung der Simulationen beiträgt. Um dies zu erreichen, ersetzt ein mehrschichtiges Schema (5-Layer-Schema) zunächst das ursprüngliche, einschichtige Bucket-Schema und wird anschließend weiterentwickelt. Die Schritte der Weiterentwicklung beziehen sich einerseits auf die Prozesse der Infiltration und des vertikalen Wassertransports und verwenden andererseits unterschiedliche Datensätze für statische Landoberflächencharakteristika wie die Wurzeltiefe und die Bodentextur. Da die Weiterentwicklung der Bodenhydrologie unter anderem zu einer Verbesserung der Simulationsgüte für Maximaltemperaturen führt, liegt der Fokus dieses Vortrags auf der Analyse von Hitzewellen. Exemplarisch hierfür wird die Qualität verschiedener Simulationen und Entwicklungsschritte für die heißen Sommer 2003 und 2018 in Deutschland mit Blick auf die raum-zeitlichen Aspekte dieser Hitzewellen und im Vergleich zu unterschiedlichen Validierungsdatensätzen untersucht.

Impacts of future climate change on the Water Requirement Satisfaction Index in tropical Africa

Freddy Bangelesa

Julius-Maximilians-Universität of Würzburg

Climate change has become unequivocal and its impacts on environmental, social, and economic sectors are well established. Africa is a continent that is highly vulnerable to these impacts, not for its exposure, but mostly for its low adaptation capacity. Africa's rain-fed agriculture is particularly affected by the impacts of climate change.

Two main methods have been suggested to assess the impact of climate change on crop production on various spatial scales: the statistical-based approach is the most widely used one, but crop yield data are often inconsistent; and the processed-based approach is, in most cases, not calibrated in Africa. To monitor weather-related food insecurity in Africa, many International Organizations such as FAO use a simple crop water balance model approach. This method does not require advanced crop calibration and is suitable for rain-fed agriculture systems. Among crop water balance models, the Crop Water Requirement Satisfaction Index (WRSI) has been used for famine early warning systems over Africa for more than two decades. In this study, we assess the impact of future climate change on maize-related WRSI over tropical Africa. The projected maize related WRSI is forced by a regional climate model REMO under two emission scenarios (RCP4.5, RCP8.5)

The results indicate that between 2030 to 2060, the WRSI values are close to the baseline mean (1981-2005), with a magnitude ranging from -5 % to 10 %. The direction of the changes is not depicted, an increasing trend is likely in some regions, a decrease in others. WRSI has considerably decreased between 2070 to 2100, around 10 % under RCP4.5 and 20 % under RCP8.5, globally. The deficit in available water more maize is expected to increase particularly in the Sahel and the Congo Basin. The results of this study highlighted the possibility of increasing irrigation systems to supply the water crop deficiencies caused by climate change.

Zukünftige Klimarisiken für Land- und Forstwirtschaft in Unterfranken

Luzia Keupp, Heiko Paeth

Institut für Geographie und Geologie, Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Ein Teil des aus dem europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) kofinanzierten Projektes BigData@Geo umfasst die Aufarbeitung regionaler Klimamodelldaten hinsichtlich der Nutzansprüche kleiner und mittelständiger Unternehmen aus Land- und Forstwirtschaft in Unterfranken. Neben der Herausarbeitung relevanter klimatischer Indizes und Größen beinhaltet dies die Qualitätsabschätzung und -anpassung im Vergleich zu Beobachtungsdaten sowie die Untersuchung von Zukunftsprojektionen. Die Studie beschränkt sich auf Daten des regionalen Klimamodells REMO, da die Weiterentwicklung desselben ebenfalls Teil des Projektes ist. Die Qualitätsabschätzung und -anpassung von neun temperatur- und niederschlagsbasierten Indizes erfolgt anhand von drei Methoden der Biaskorrektur (BK) (Linearskalierung, nicht-parametrisches und parametrisches Quantilmapping) mit MPI-ESM-LR-angetriebenen REMO-Daten. Dieselben Größen, ebenso wie Ertragsdaten aus Landwirtschaft und Weinbau, werden außerdem mithilfe von Model Output Statistics (MOS) inkl. statistischem Downscaling aus atmosphärischen Prädiktoren simuliert. Letzteres geschieht zunächst mit reanalyseangetriebenen REMO-Daten, da MOS-Methoden auf zeitliche Korrespondenzen der Prädiktoren- und Prädiktandendaten angewiesen sind. Verschiedene MOS-Varianten werden durchgeführt und hinsichtlich ihrer Ergebnisqualität untersucht, um jeweils die Methode zu finden, die den Beobachtungsdaten am besten entspricht. Anschließend werden die Ergebnisse auf MPI-ESM-LR-angetriebene REMO-Daten übertragen, um Projektionen des 21. Jahrhunderts untersuchen zu können.

The improvement of land use and land cover representation in RCMs - the LANDMATE PFT map 2015

Vanessa Reinhart, Peter Hoffmann, Diana Rechid, Jürgen Böhner, Benjamin Bechtel

Universität Hamburg / Climate Service Center Germany (GERICS)

Land Cover and Land Use (LULC) representation in Regional Climate Models is a major source of uncertainty within climate simulations. While various LULC products are available and are used simultaneously among the RCM community, the differences between the products are a key issue when comparing the results between different RCMs or among ensemble studies. Here we present a high-resolution LULC map that is ready to be used in regional climate models – The LANDMATE PFT dataset for Europe 2015. The dataset is carefully prepared using a cross-walking procedure for translating the LULC classes into plant functional types (PFTs). Using high-resolution climate data and additional LULC datasets for improvement, the LANDMATE PFT datasets LULC representation is regionally adjusted.

Through extensive validation with comparison to ground truth data we provide quality information for each LULC type to the user. The newly developed validation design is tailored to the fractional structure of the dataset in order to provide the most transparent and comprehensible quality measures to the user community. The validation showed that the LANDMATE PFT represents the main LULC types “woodland” and “cropland” very well while uncertainties are found for the less dominant LULC types. Future work includes the further improvement and expansion of LANDMATE PFT to additional regions accompanied by the implementation of the validation design. The thoroughly validated LANDMATE PFT map is the basemap for the LULC time series LUCAS LUC, that was developed in close cooperation.

3. Session – Methoden

Das Potenzial coralliner Rotalgen als SST-Proxy und für die Evaluierung globaler Klimamodelle: eine Fallstudie in Neuseeland

Elena Kropac

Institut für Geographie, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Globale Klimamodelle (General Circulation Models; GCMs) sind das aktuell wichtigste Instrument der Klimawissenschaft, um Aussagen und Projektionen über das Klima der Zukunft zu treffen. Sie liefern zudem Daten-Input für regionale Atmosphärenmodelle, mithilfe derer der sog. „Klima-Impakt“ großräumiger Klimaänderungen auf regionaler und lokaler Ebene berechnet werden kann. Um möglichst akkurate Projektionen und Inputdaten zu gewährleisten, müssen GCMs bestmöglich mit Klimaaufzeichnungen der Vergangenheit evaluiert werden, wobei der Fokus auf der sog. "historischen Periode" von 1850 bis zur Gegenwart liegt. Die Evaluierung ist für den Zeitraum vor 1950, und insbesondere für die Südliche Hemisphäre, aufgrund der stark eingeschränkten Verfügbarkeit und Qualität von Beobachtungsdaten jedoch schwierig. Im Rahmen des im Februar 2021 angelaufenen Projekts „NZ-PROXY“ werden krustenbildende coralline Rotalgen (KCA) als Klimaindikatoren eingesetzt, um – analog zu dendrochronologischen Rekonstruktionen der terrestrischen Lufttemperatur – die Beobachtungszeitreihe der Meeresoberflächentemperatur (SST) in Neuseeland bis 1850 zu verlängern. KCA zeichnen sich im Vergleich zu anderen marinen Klima-Indikatoren u.a. durch ihre weltweite Verbreitung, zeitlich hochaufgelöste Information und relativ leichte Zugänglichkeit aus. Der mithilfe der KCA neu gewonnene, historische SST-Datensatz soll für die Evaluierung von GCMs in der Neuseelandregion verwendet werden und somit die Auswahl geeigneter GCM-Inputdatensätze für regionale Atmosphärenmodelle und die Verbesserung regionaler Klimamodellierung ermöglichen. Aufgrund seiner einzigartigen geographischen Lage ist Neuseeland von ozeanischer und atmosphärischer Klimavariabilität gleichermaßen beeinflusst; Variationen der SST schlagen sich dort auf einer Vielzahl von räumlichen und zeitlichen Skalen nieder und sind bis hin zu Temperaturanomalien und Gletschermassenbilanzänderungen im Hochgebirge der Südlichen Alpen statistisch detektierbar. Eine korrekte Simulation der SST durch GCMs ist daher essentiell und kann im Rahmen der regionalen Modellierung dazu beitragen, die physikalischen Mechanismen zu entschlüsseln, die großräumige SST-Signale in lokale Klima-anomalien umwandeln. Im Vortrag werden der Forschungsansatz sowie erste Ergebnisse aus Laboranalysen und Modellierungen vorgestellt.

Datenmanagement im [UC]²-Projekt

Ein praxisnaher Datenstandard und ein Datenmanagementsystem zur
Interoperabilität von Klimamodell- und Observierungsdaten

**Benjamin Schmidt, Tom Grassmann, Ute Fehrenbach, Achim Holtmann, Fred Meier,
Dieter Scherer**

Technische Universität Berlin

Durch die zunehmende Leistungsfähigkeit urbaner Klimamodelle sowie die steigende Verfügbarkeit geeigneter Rechner steigt die Zahl der mit diesen Modellen untersuchten Fragestellungen. Neben Akteuren aus der Forschung werden diese Modelle auch von einem breiteren Anwenderkreis genutzt. Zur Interpretation von Modellergebnissen ist eine Modellevaluierung von hoher Bedeutung. Dies erfordert den Vergleich von Observierungs- und Modelldaten. Hierfür muss das Format der Daten vereinheitlicht werden, um die notwendige räumliche und zeitliche Kohärenz zu ermöglichen. Zumeist wird für atmosphärische Daten das NetCDF-Format gewählt. Zusätzlich sind die Climate and Forecast Metadatenkonventionen (CF) weithin bekannt, wurden jedoch für Observierungsdaten bisher wenig angewandt. Weiterhin gibt es für urbane Klimamodelle und Beobachtungen spezifische Daten, welche sich nicht kanonisch in den CF abbilden lassen. Im [UC]²-Projekt wird das LES-Modell PALM-4U weiterentwickelt und evaluiert. Um die Aufgabe der Modellvalidierung zu vereinfachen, wurde der [UC]²-Datenstandard entwickelt. Dieser berücksichtigt die Anforderungen des PALM-4U Modells und verschiedenster Messverfahren. Er stellt sicher, dass die Struktur der Daten plausibel und konsistent ist. Datenstandardkonforme Dateien sind in sich verständlich und tragen den Bedürfnissen einer Vielzahl von Anwendungen Rechnung. Obwohl der [UC]²-Datenstandard für ein spezifisches Projekt entwickelt wurde, sind die Festlegungen so getroffen worden, dass er allgemein nutzbar ist. Weiterhin wurde ein Datenmanagementsystem (DMS) entwickelt, welches manuelle und automatisierte Verfahren zur Datenspeicherung und zum Datenabruf bietet. Vor der Speicherung erfolgt auch eine Prüfung auf Datenstandardkonformität. Auch erlaubt das DMS auch die Veröffentlichung von Daten unter verschiedenen Lizenzen, welche die Sichtbarkeit oder die Anwendung der Daten beschränken. Sämtliche Software wurde Open-Source entwickelt, ist also frei verfügbar und kann für andere Anwendungsfälle umgewandelt werden oder als Vorlage dienen.

Bayes plays Vivaldi – Observing Seasons by Natural Language Processing and Statistical Word Analysis

Michael Kahle, Rüdiger Glaser

Physische Geographie / Uni Freiburg

This talk shows how methods based on Natural Language Processing (NLP) and Machine Learning classification using Bayesian statistics can extract climate information from written sources and how this approach provide new insights.

The extraction of climatic information from written sources is quite common in the field of historical climatology. This had been done mostly manually f.e. within the virtual research environment tambora.org. For data in Germany alone tambora.org contains tens of thousands of quotes derived from historical sources covering at least 500 years. Often phenological descriptions related to the seasons are used for the climate reconstruction, i.e. seeding, blossening or harvest, but also weather phenomena like thunderstorm or snow. Interestingly these topics are also used by Vivaldi in his composition "The Four Seasons" and thereby show their universal everyday usage.

In a first step an analysis of the word frequencies regarding the seasons is done using bayesian statistics.

In a second step it will examine how this information can be used to reconstruct the chronology of seasons using quotes only and if there are any trends through time.

The second step only uses the pure text from tambora.org clustered for each month while the first step enrich this corpus with information like the season or additional monthly climate indices of central europe as precipitation or temperature.

Natural Language Processing and Machine Learning classification enables a variety of quasi-objective text analysis. It can be used for modern text and climate analysis as well as for historical documents.

4. Session – Mikro- und Regionale Klimatologie

Mikroklimatologie barometrischer Höhlen: Wie verhalten sich Luftdruckwellen in Wind Cave und Jewel Cave?

Annika K. Gomell, Andreas Pflitsch

Ruhr-Universität Bochum

In barometrischen Höhlen induzieren Luftdruckunterschiede zwischen der Außenatmosphäre und dem Inneren der Höhlen teils starke Ausgleichsströmungen. So strömt je nach Richtung des Druckgradienten Außenluft in die Höhle hinein oder Höhlenluft nach außen. Diese Höhlenwinde beeinflussen dabei unter anderem Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit und CO₂-Verteilung und sind somit für das gesamte speleologische Klimasystem von großer Bedeutung.

Für ein besseres Verständnis der Prozesse, die zur Ausbildung der Druckgradienten und damit Luftströmungen führen wurde deshalb die Druckfortpflanzung in Wind Cave und Jewel Cave – zwei großen barometrischen Höhlensystemen in den Black Hills von South Dakota (USA) – untersucht. Basierend auf hochauflösenden Luftdruckdaten der Außenatmosphäre sowie mehrerer Standorte innerhalb der Höhlen wurden vier Veränderungen der Luftdruckwellen auf ihrem Weg von der Oberfläche durch die Höhlen und die damit verbundenen speleoklimatologischen Prozesse identifiziert:

Verglichen mit der Außenatmosphäre zeigen die Drucksignale innerhalb der Höhlen (1) einen absoluten Unterschied aufgrund niedrigerer Höhenlagen der Höhlenstandorte relativ zur Oberfläche, (2) eine zeitliche Verzögerung durch die Dauer der Druckausbreitung von der Oberfläche zu den untersuchten Höhlenstandorten sowie (3) eine Glättung und (4) eine Dämpfung aufgrund langer Reaktionszeiten der Höhlen relativ zur Änderungsrate des Außenluftdrucks. Ein räumlicher Vergleich dieser beobachteten Veränderungen innerhalb der Höhlen zeigt, dass für Wind Cave die kleine Höhlenöffnung und der enge Eingangsbereich das Haupthindernis für die Druckausbreitung darstellen, während in Jewel Cave die druckverändernden Prozesse hauptsächlich in den tiefer gelegenen Bereichen der Höhle stattfinden. Unsere Analysen liefern völlig neue Einblicke in die Vorgänge und Mechanismen innerhalb barometrischer Höhlen und tragen so wesentlich zu einem besseren Verständnis der druckinduzierten Strömungsdynamiken und damit mikroklimatologischen Bedingungen in den untersuchten Höhlen bei.

Auswirkungen der Baustruktur auf das städtische Mikroklima in Würzburg, Bayern

Christian Hartmann, Heiko Paeth

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Städte weisen gegenüber dem Umland höhere Temperaturen auf. Verantwortlich für den sogenannten städtischen Wärmeineffekt sind die anthropogenen Einflüsse durch die Bodenversiegelung, die Bausubstanz und einem reduzierten Vegetationsanteil im Stadtkörper. Dabei unterscheiden sich die Stadtquartiere, infolge ihrer mannigfaltigen Genese, hinsichtlich des Versiegelungs- und Begrünungsgrades, sowie in der vorherrschenden Baustruktur und Nutzung.

Die Stadt Würzburg ist aufgrund ihrer dichten Bebauung, einer hoher Oberflächenversiegelung, einer geringen Vegetationsbedeckung und wenigen Frischluftschneisen einem erhöhten Überhitzungsrisiko ausgesetzt. Hinzu kommen naturräumliche Besonderheiten, wie beispielsweise die Kessellage durch das Maintal. Deswegen gibt es in Würzburg im Vergleich zu anderen bayerischen Städten besonderes hohe Hitzebelastungen, insbesondere in den Sommermonaten.

Durch acht Wetterstationen und sechs Baumlabore, die seit 2018 an verschiedenen Stellen im Stadtgebiet von Würzburg im 10-Minutentakt Messdaten erheben, steht eine breit gefächerte, hochaufgelöste Datenbasis zur Verfügung. Die Messstationen sind dabei in einer Trajektorie vom dichten Innenstadtbereich zu den immer lockerer bebauten Randbereichen des Stadtkörpers angeordnet. Ferner finden sich Messstationen am Flussufer des Mains und am Würzburger Ringpark, der als grüner Gürtel den Innenstadtbereich umschließt. Parallel zu den automatisierten Datenerhebungen fanden an ausgesuchten Tagen Messungen der Oberflächentemperaturen im sonnigen und schattigen Bereich der Baumlabore statt. Es stellte sich heraus, dass meist im Zusammenspiel mit Sommer- und Hitzetagen ein stark ausgeprägter städtischer Wärmeineffekt auftritt. Insbesondere in den Abendstunden betragen die Temperaturunterschiede von Innenstadt und Umland bis zu 8,1 K. Wasser- und Grünflächen können hier dem Überhitzungsrisiko des Stadtkörpers kühlend entgegenwirken. Während eine Asphaltfläche an einem heißen Tag zum Zenitstand der Sonne eine Oberflächentemperatur von über 65 °C erreicht, reduziert sich diese im Schatten einer Winterlinde auf 37 °C.

Hierdurch verdeutlicht sich die Ökosystemleistung von Bäumen und Grünflächen im Stadtgebiet, die mit Voranschreiten der Klimaveränderungen für eine angepasste Stadtplanung von immer größerer Bedeutung sein werden.

The impact of different levels of deforestation on near-surface climate

Nikolina Mileva und Wolfgang Buermann

Universität Augsburg – Institut für Geographie

Large-scale deforestation has spatially diverging impacts on near-surface climate. The purpose of this GCM study is to investigate these patterns taking into account the differences in initial tree cover of deforested areas (among other factors). Knowing how temperature changes in response to a certain degree of deforestation, also referred to as forest sensitivity, can help us understand better the effects of different levels of deforestation. To quantify these effects an idealized deforestation experiment (deforest-globe) as part of CMIP6 is used. The current study concentrates only on one model – CESM2, which has proved to be able to accurately represent the spatial patterns of temperature changes caused by deforestation as compared to observations. Some of the main findings show an increased influence of initial tree cover on forest sensitivity in boreal forests, whereas in the tropics the spatial patterns were modulated mostly by differences in the latent heat flux masking the potential impact of initial tree cover on forest sensitivity. This study builds further on exploring the non-linear behaviour of forest sensitivity, which can help us better manage afforestation efforts as a prominent negative carbon emission approach.

Abendvortrag

Abendvortrag: Klima und Mensch – eine 12'000-jährige Geschichte

Heinz Wanner

Oeschger-Zentrum für Klimaforschung, Universität Bern

Nach einleitenden Bemerkungen zur Wechselwirkung von Klima und Gesellschaft wird ein Überblick über das Klima des Holozäns vermittelt. Das langfristige Hintergrundklima auf der tausendjährigen Skala wurde entscheidend durch die Schwankungen der Erdumlaufbahn (Milanković-Zyklen) beeinflusst. Das vor allem durch hohe Einstrahlungswerte im borealen Sommer geprägte, frühholozäne Wärmemaximum wurde durch Kältekollapse unterbrochen, welche mit hoher Wahrscheinlichkeit auf Dämpfungen der meridionalen Austauschzirkulation im Ozean zurückzuführen waren. Ausgelöst wurden diese durch Süswasserausbrüche aus den proglazialen Seen am Rande des Laurentidischen Eisschildes in Nordamerika. Die spätholozänen Kälterückfälle auf der Zeitskala von Jahrzehnten bis Jahrhunderten wie etwa die Kleine Eiszeit wurden vor allem durch Gruppen von Vulkanausbrüchen verursacht, welche erstaunlich oft zusammen mit einem Rückgang der solaren Leuchtstärke (sog. Grand Solar Minima) auftraten. Während wärmeren Perioden (Beispiel: Mittelalterliche Klimaanomale) war die Sonne auf mittlerem Niveau stabil, und starke Vulkanereignisse waren selten. Dieses Regime wurde im 20. Jahrhundert durch den anthropogen erzeugten Antrieb der Treibhausgase abgelöst.

Im Hauptteil des Vortrages wird auf drei extreme Klimaverläufe eingegangen, welche die Kulturen der entsprechenden Regionen massiv beeinflusst haben. Die massive Abschwächung der afroasiatischen Monsunsysteme führte von der Sahara über Ägypten, Mesopotamien und Indien bis China vor zirka 3800 bis 4500 Jahren zu erheblichen Trocken- und Hungerkrisen. Die Trockenkollapse um 1100 nach Christus in Nord- und Südamerika erfassten die Pueblos Nordamerikas, die Mayas auf Yucatán sowie die Huari und Tiwanaku Südamerikas. Sie waren wahrscheinlich auf Zirkulationsänderungen im Pazifik zurückzuführen, welche auch in der Gegenwart ihre Wirkung zeigen (Stichwort: Dust Bowl in den USA der 1930er Jahre). Der Kältestress im 6. und 7. Jahrhundert nach Christus sowie während der Kleinen Eiszeit betraf in erster Linie die Bevölkerung der Nordhemisphäre. Die gegen das Ende des 10. Jahrhunderts nach Christus in Grönland eingewanderten Wikinger waren bereits um 1500 aus verschiedenen Gründen verschwunden. Am Schluss werden offene Fragen gestellt, welche zu weiteren Untersuchungen anregen sollen.

5. Session – Niederschlag, Eis und Wolken

Isotopische Variabilität in Akkumulationsgebieten von Gletschern der Patagonischen Anden

Francisco Fernandoy, Marius Schaefer, Guisella Gacitúa

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Die Patagonischen Anden sind bekannt für Extremniederschläge und extreme Klimagradienten. Beides erschwert die Quantifizierung der Schneeakkumulationsraten der dortigen Gletscher. Die Extraktion von Firnkernen hat in der Vergangenheit neue Erkenntnisse über die Beschaffenheit der Schneedecke und Akkumulationsraten einiger Gletscher gegeben. In meinem Vortrag werde ich Ergebnisse von drei Firnkernen, die zwischen 2016 und 2019 von der Mocho-Choshuenco Eiskappe (40°S) extrahiert wurden, präsentieren. Zusätzlich werden Daten von einem kleinen Kern und einem Schneeprofil aus der Region Paso Cuatro Glaciares (49°S) präsentiert. In den längeren Kernen (> 10m) fällt eine starke Abnahme der isotopischen Variabilität ab einer Tiefe von 8-12 m auf, welches auf die Infiltration von Schmelzwasser zurückgeführt wird. Eine Winterakkumulation von 4-6 m w.eq. wurde für den Gipfel der Mocho-Choshuenco Eiskappe abgeleitet. Die isotopische Variabilität während des Winters ist sehr hoch und wird eher verschiedenen Niederschlagsquellen zugeordnet als der Variabilität der Temperatur während der Niederschläge. Eine ähnliche Variabilität wird auch in den kleineren Proben aus Südpatagonien (Cuatro Glaciares) beobachtet. Die Extraktion von weiteren längeren Kernen in Südpatagonien soll Aufschluss über das Infiltrationsverhalten und Isotopenvariabilität in größeren Tiefen Aufschluss geben.

Surface mass balance modelling at Monte Sarmiento Massif, Cordillera Darwin, Chile – DFG Project 'MAGIC – The Mountain glacier forecast framework'

Franziska Temme, David Farías-Barahona, Thorsten Seehaus, Tobias Sauter, Ricardo Jaña, Jorge Arigony-Neto, Christoph Schneider, Johannes Fürst

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

This presentation intends to introduce the overall goals of a DFG project entitled 'The Mountain glacier forecast framework (MAGIC)' and inform about first advances. The current focus is on the glacier surface mass balance of glaciers of the Monte Sarmiento Massif in the Cordillera Darwin, Chile. Together with the Northern and the Southern Patagonian Icefield, the Cordillera Darwin Icefield experienced strong ice loss during the last decades. However, in some areas the observed glacier shrinkage contrasts with findings of recent surface mass balance studies. This disparity implies that the observed glacier retreat is partly caused by dynamic adjustments. Therefore, the MAGIC-Project ultimately aims to couple the ice-flow model Elmer/Ice to an enhanced surface mass balance model.

In this first project phase, we focus on reproducing the local meteorological conditions using statistical downscaling of atmospheric reanalysis data to the study site as well as a linear model of orographic precipitation. Subsequently, we concentrate on a best representation of the surface mass balance conditions on the local glaciers. For this purpose, we apply four melt models of different complexity: i) a positive degree-day model, ii) a simplified energy balance model using potential insolation, iii) a simplified energy balance model using the actual insolation (accounting for cloud cover, shading effects and diffuse radiation) and iv) a fully-fledged surface energy balance model. For the latter, we rely on the 'COupled Snowpack and Ice surface energy and mass balance model in PYthon' (COSIPY). These models are calibrated on Schiaparelli Glacier, which is the largest and best-studied glacier of the Monte Sarmiento Massif. Observational records comprise in-situ stake and thickness measurements as well as remotely sensed elevation changes and flow velocities. After their calibration, the melt models are transferred to other adjacent glacier basins to assess their performances against geodetic mass changes.

WRF-based dynamical downscaling over High Mountain Asia

Xun Wang, Marco Otto, Benjamin Schmidt, Dieter Scherer

Fachgebiet Klimatologie, Institut für Ökologie, Technische Universität Berlin

High Mountain Asia (HMA) is highly vulnerable to natural hazards, such as landslides and glacial lake outburst floods, due to its unique climatic and tectonic settings. The lack of meteorological data hinders our understanding of the triggering mechanisms of these atmospheric-induced natural hazards in HMA. To overcome this issue, a new atmospheric data set: the High Asia Refined analysis version 2 (HAR v2), was developed by dynamical downscaling of ERA5 reanalysis data using the Weather Research and Forecasting model (WRF).

In the first part of this presentation, the HAR v2 is combined with historical landslide inventories to understand the atmospheric triggering mechanisms of landslides in Kyrgyzstan and Tajikistan, one of the hot spots of landslide activities in HMA. Results reveal the crucial role of snowmelt in landslide triggering in this region and the added value of climatic disposition derived from atmospheric triggering conditions in landslide susceptibility mapping. Furthermore, most previous studies applied rainfall estimates from in-situ gauges or satellite retrievals. This study also highlights the potential of dynamical downscaling products generated by regional climate models in landslide prediction.

Dynamical downscaling has already been extensively applied to understand the present-day and future climate. In the second part of this presentation, the applicability of dynamical downscaling in the context of paleoclimate is demonstrated. Two global climate simulations for the present day and the mid-Pliocene (~3 Ma) are dynamically downscaled to 30 km grid spacing over HMA, using the same model configuration as the HAR v2. The research area focuses on the Qaidam Basin (QB) located in the northeastern Tibetan Plateau. The lower part of the QB is hyperarid today but it once held a mega-lake system during the Pliocene Epoch. By keeping land surface conditions the same in both downscaling experiments, this study is able to isolate the influence of large-scale climate states and reveal its role in maintaining the Qaidam mega-lake system during the mid-Pliocene. An increase of the annual water balance, i.e., the change in terrestrial water storage is found, when the mid-Pliocene climate is imposed on the QB with its modern land surface settings. This positive imbalance of water balance would lead to a readjustment of lake extent until a new equilibrium state is reached.

Response of short time fluctuation of ice flow, calving flux and glacier retreat on atmospheric variability in Fuego-Patagonia

Lukas Langhamer, Stephanie Weidemann, Inti Gonzalez, Jorge Arigony-Neto, Ricardo Jaña , Gino Casassa, David Dubbert, Dörthe Tetzlaff, Tobias Sauter, Christoph Schneider

Humboldt-Universität zu Berlin

Fuego-Patagonia hosts the largest volume of glacier ice outside Antarctica in the Southern Hemisphere. Besides numerous smaller mountain glaciers and ice caps these huge ice masses are stored in three continental ice fields: the North Patagonian Ice Field, the South Patagonian Ice Field, and the Cordillera Darwin. All three major ice-fields are located along the southernmost section of the Andean Cordillera. The outlet glaciers of the ice fields reach either to sea level or close to it, and large areas of the ice are in temperate conditions throughout the year. Many outlet glaciers terminate into fjords or proglacial lakes, so that extensive mass loss is due to calving.

The permanent advection of moisture from the Pacific Ocean, land-falling atmospheric rivers and the orographic barrier of the Andes perpendicular to the mean wind flow provide the conditions for enormous amounts of total annual precipitation. These circumstances are globally exclusive conditions for studying the response of outlet glaciers of ice-fields to large-scale atmospheric variability.

In the past, strong ablation events have been observed in the austral summer due to warm phases interrupted by land-falling atmospheric rivers. We hypothesise that this combination is responsible for event-based considerable ice loss of the glaciers in Fuego-Patagonia and might become a more frequently recurring phenomenon as a response to global warming.

Three camera systems, one at Glacier Grey (South Patagonian Icefield) and two at Glacier Schiaparelli (Cordillera Darwin), monitor the variability of ice flow velocity at the terminus of the glaciers since 2015. In combination with automatic weather stations, water isotope analysis and reanalysis data from numerical prediction models, we aim to investigate in detail the local interaction between the atmo-, hydro- and cryosphere. The results of this ongoing study will contribute to the understanding of current atmospheric variability, and to projecting glacier change in South Patagonia and Tierra del Fuego. The presentation will give an overview on the conceptual framework of the study and present first results derived from time lapse photography and isotope analysis.

20 Jahre Wetterradar in Ecuador (und Peru)

Rütger Rollenbeck

Laboratory for Climatology and Remote Sensing
Phillips-Universität Marburg

Vor knapp 20 Jahren ging das erste stationäre Wetterradar in Ecuador in Betrieb und legte damit den Grundstein für eine fortlaufend ausgeweitete Wetterbeobachtung an der südamerikanischen Pazifikküste. 2014 und 2015 kamen zwei weitere Geräte hinzu und 2019 das vierte System im Norden von Peru.

Trotz vielfältiger operationeller Schwierigkeiten – zuletzt die Maßgaben der Coronabeschränkungen – konnte nicht nur eine einmalige Zeitreihe flächendeckender Niederschlagsbeobachtungen gesammelt werden, es wurden auch bedeutende Extremereignisse erfasst.

Im lokalen Kontext des ersten Radarsystems konnten erheblich höhere Niederschlagsmengen in bis dato nicht erfassten Gebirgsregionen nachgewiesen und die jahres- und tageszeitliche Dynamik regionaler Wetterphänomene erklärt werden. 2008 wurde zum ersten Mal ein regionales El-Niño Ereignis beobachtet und die Reichweite des Impakts bis in die Anden nachgewiesen. 2015 kam es zu einem erneuten Starkregenperiode an der ecuadorianischen Küste mit weitreichenden Auswirkungen auf das Land. Diese konnte durch das erweiterte Radarnetzwerk im Detail beobachtet werden und wies teil extreme Tagesniederschläge von über 200 mm nach.

Nur zwei Jahre später trat das vieldiskutierte La-Niña-Modoki Ereignis 2017 in Peru und Ecuador auf. Eine Detailanalyse der Radardaten zeigte nicht nur erneut extreme Niederschlagsmengen, sondern auch die Prozessdynamik, die zu diesem unerwarteten Ereignis führte. Im Jahre 2021 kam es wiederum zu einer sehr regenreichen Niederschlagsphase im Norden Perus, dieses Mal allerdings regional deutlich begrenzter und folglich weniger folgenschwer.

Neben einem kurzen historischen Abriss über die Entwicklung des Radarnetzwerks werden die wichtigsten methodischen Schritte zur Ableitung kalibrierter Niederschläge aus den Radardaten erläutert und die klimatologischen Erkenntnisse sowie die beobachteten Extremereignisse dargestellt.

Fog formation and dissipation: A satellite-based climatology for continental Europe

Eva Pauli, Jan Cermak, Hendrik Andersen

Karlsruher Institut für Technologie

In this contribution, fog and low stratus (FLS) formation and dissipation times are analyzed using geostationary satellite data and logistic regression. The timing of FLS formation and dissipation has implications for environmental systems as well as for traffic and the production of solar energy. The measurement of formation and dissipation time of FLS relies heavily on observational data. Still, the spatial and temporal patterns of FLS formation and dissipation remain unknown. In this study, logistic regression is applied to a binary 10-year FLS dataset covering continental Europe, based on geostationary satellite data. After the identification of formation and dissipation events, logistic regression is applied to each event to derive the transition boundary between the two binary states, which are defined as the formation and dissipation times, respectively. This is repeated for each pixel and each FLS formation and dissipation event. Results show distinct spatial and seasonal patterns of FLS formation and dissipation times over the study area. In river valleys, such as the Po valley in Italy, FLS forms most frequently in the morning and dissipates around midday or in afternoon. In mountainous areas and at the coast, FLS onset is around sunset and dissipation in the morning. In the future, the dependency of FLS formation and dissipation on meteorological and land surface conditions will be analyzed using techniques of explainable machine learning. Furthermore, the approach will be used for the analysis of formation and dissipation of FLS in the Namib desert.

Abstracts zu den Projektvorstellungen

Die ‚urbisphere‘ Berlin-Kampagne - Auswirkungen der Stadt Berlin auf die regionale atmosphärische Grenzschicht

Daniel Fenner, Will Morrison, Jörn Birkmann, Andreas Christen, Nektarios Chrysoulakis, Sue Grimmond, Denise Hertwig, Fred Meier, Swen Metzger, Dieter Scherer

Professur für Umweltmeteorologie, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Das „urbisphere“ Projekt ist ein ERC Synergy Grant mit dem Ziel, eine neue Generation von Klimamodellen zu entwickeln, um Vorhersagen und Projektionen der Zukunft von Städten, deren Stadtklima und deren Klimavulnerabilität in abstrakter, generalisierter Weise zu ermöglichen. Dabei soll insbesondere ein Schwerpunkt auf das dynamische Abbilden von Städten in Zeiträumen von einem Tag, z.B. Menschen- und Verkehrsströme durch Pendlerbewegungen, bis hin zu Jahrzehnten, z.B. Wachstum oder Schrumpfung einer Stadt, mit den damit einhergehenden Wechselwirkungen, also deren Auswirkungen auf die Atmosphäre und die Rückkoppelung auf die Bewohner*innen der Städte gelegt werden.

Ein essentieller Baustein des Projektes sind umfangreiche Messkampagnen zur Erhebung von Messdaten für grundlegende Forschungsfragen, als auch für die Modellentwicklung und -evaluierung. Die erste Messkampagne (2021-2022) hat die Stadt Berlin im Fokus. Schwerpunkt dieser einjährigen Messkampagne ist die Erforschung der planetaren Grenzschicht und die Interaktion der Stadt mit der Grenzschicht auf regionaler und intra-urbaner Skala im Zyklus eines Jahres. Mittels eines dichten Messnetzes verschiedener Messsysteme wie Ceilometer, Doppler-Wind-Lidare, Szintillometer und Radiometer werden die bereits in Berlin von verschiedenen Institutionen betriebenen Messungen in der Stadt wie auch entlang eines ruralen-urbanen-ruralen Transektes über > 100 km umfangreich erweitert. Dadurch kann ein tiefes und räumliches Verständnis für die physikalischen Wechselwirkungen zwischen Stadt und Atmosphäre im Tages- und Jahresgang aufgebaut werden, sowie der Einfluss der Stadt im Abwindbereich erfasst werden.

Nimmt Nebel wirklich überall ab?

Eine neue Langzeit-Nebelklimatologie für Europa, basierend auf generationenübergreifenden Satellitendaten aus der geostationären Umlaufbahn

Sebastian Egli & Sheetabh Gurav & Jörg Bendix
Philipps-Universität Marburg

Nebel hat eine hohe sozioökonomische und ökologische Relevanz (Wasserquelle, Sichtbehinderung im Verkehr, Destabilisierung des Stromnetzes, ...). Außerdem ist die genaue Bezifferung des Einflusses von niedrigen Wolken und Nebel auf den Strahlungshaushalt der Atmosphäre ein großer Unsicherheitsfaktor bei der Bewertung zukünftiger Klimaszenarien. Aktuelle Langzeituntersuchungen zum Nebelvorkommen auf Stationsbasis haben gezeigt, dass (mindestens) seit den 60er Jahren weltweit eine Abnahme der Nebelhäufigkeit zu verzeichnen ist. Allerdings handelt es sich hierbei nur um punktuelle Beobachtungen, die den Einfluss verschiedener Landbedeckungsformen nicht erfassen können und die auch wenig repräsentativ für exponierte Lagen der Mittel- und Hochgebirge sind. Um diese Einflüsse untersuchen zu können, wächst der Bedarf an langen homogenen Zeitreihen räumlich flächendeckender Daten zur Nebelverteilung. Der Datensatz der Meteosat First Generation (MFG) steht mittlerweile als aufbereiteter Climate Data Record (CDR) für den Zeitraum 1982-2004 zur Verfügung und ist damit prinzipiell für die Ableitung einer langjährigen Nebelklimatologie geeignet, muss aber mit dem deutlich umfangreicheren MSG-System konsistent verarbeitet werden, um ein homogenes Bodennebelprodukt (Tag und Nacht, 30 minütige Auflösung) für Europa erstellen zu können. In diesem Kurzvortrag werden die vorläufigen Ergebnisse der Homogenisierung beider Satellitenzeitreihen, aus denen anschließend die langjährige Nebelklimatologie berechnet werden soll, präsentiert.

Open Urban Climate Observatory Berlin (open UCO Berlin)

Marco Otto und Fred Meier

Technische Universität Berlin/ Institut für Ökologie am Fachgebiet Klimatologie

Berlin ist mittlerweile eine der am stärksten bevölkerten Städte in der EU. Mit dem städtischen Wachstum verstärken sich auch negative klimatische Effekte, die die Gesundheit der Stadtbevölkerung beeinträchtigen und durch die Klimakrise verstärkt werden. Um die räumlich stark ausdifferenzierten stadtklimatischen Variablen (zum Beispiel Lufttemperatur und Starkregen) besser zu erfassen, implementiert das Projekt Wetterbeobachtungen nach dem Citizen Science-Konzept in ein bestehendes wissenschaftliches Messnetz, dem Urban Climate Observatory Berlin (UCO Berlin).

Die dafür verwendeten Messstationen (MESSI) sind eigens an der Freien Universität Berlin in Kooperation mit der Technischen Universität Berlin für den Einsatz innerhalb von Citizen Science-Projekten entwickelt und getestet worden. Die 100 MESSI werden von Stadtbewohnerinnen und -bewohnern insbesondere Kleingärtnern und -gärtnerinnen aufgebaut und unterhalten. Die gewonnenen Daten werden gemeinsam mittels eines Co-Creation-Ansatzes zu bestimmten wissenschaftlichen Fragestellungen ausgewertet und veröffentlicht. Die erhobenen atmosphärischen Daten stehen anschließend über das offene UCO Berlin frei zur Verfügung.

Das DFG-Projekt "Überschwemmungen durch Gletscherseeausbrüche in der Halji-Region, Nepal"

Dieter Scherer

Technische Universität Berlin

Die Hindukusch-Himalaya-Region (KHK) im Allgemeinen und Nepal im Besonderen sind in großem Maße von Überschwemmungen durch Gletscherseeausbrüche (GLOFs) betroffen. Viele Studien legen nahe, dass das Auftreten von GLOFs zumindest teilweise mit dem Klimawandel und dem damit einher gehenden Gletscherrückgang in Verbindung steht. Das Dorf Halji im Nordwesten Nepals ist seit 2004 von sechs GLOFs stark betroffen. Basierend auf früheren Studien und laufenden meteorologischen Messungen einer automatischen Wetterstation auf dem Halji-Gletscher, von dem die GLOFs ausgelöst wurden, befasst sich das vorgeschlagene Projekt mit drei Forschungsfragen: (1) Welche topographischen, atmosphärischen, kryosphärischen und hydrosphärischen Voraussetzungen und Prozesse führen zu GLOFs auf dem Halji-Gletscher? (2) Was bestimmt die zeitliche Variabilität des GLOF-Vorkommens in der Halji-Region? (3) Wie ist das GLOF-Vorkommen in der Halji-Region mit dem Klimawandel in der KHK-Region verbunden? Diese drei Forschungsfragen sollen durch neue Langzeitdaten über den atmosphärischen Antrieb und darauf aufbauende Modellierung kryosphärischer und hydrosphärischer Prozesse beantwortet werden, um ein besseres Verständnis von GLOF-Gefahren und ihrer räumlichen und zeitlichen Muster zu erhalten. Das Projekt ist in neun Arbeitspakete gegliedert, in welchen eine Feldkampagne zum Halji-Gletscher dazu dienen soll, die Messungen und Feldbeobachtungen zu GLOF-bezogenen physikalischen Größen zu erhalten und zu erweitern. Die Felddaten werden für Analysen von Fernerkundungsdaten benötigt und liefern wichtige Eingabe- und Validierungsdaten für numerische Modellsimulationen zu atmosphärischen Bedingungen, zur Massenbilanz und zur Schmelzwasserdynamik des Gletschers sowie zu Schneedrift. Im Projekt soll die Hypothese getestet werden, dass Schneedrift eine wichtige Rolle für das Auftreten von GLOF in der Halji-Region spielt, da sie das Potenzial hat, Eismassen so umzuverteilen, dass eine Blockierung des Abflusses am unteren Ende des Gletschers langfristig aufrechterhalten werden kann.

Next generation framework for global glacier forecasting

Johannes Fürst

Institut für Geographie – Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

I want to present a new project that started in 2021 on a self-consistent, ice-dynamic forecasting framework for global glacier evolution. Each glacier on Earth will be treated as a three-dimension body within its surrounding topography without using any form of geometric simplification. The project comprises four distinct work packages that systematise the utilisation of remotely sensed observables, increase the confidence in the present-day glacier ice thickness and refine the representation of local climatic conditions and ice-dynamic processes.

Concerning the rapidly growing body of information from satellite remote sensing, I intend to pass on to ensemble assimilation techniques that transiently consider measurements as they become available. In terms of climatic forcing, global products will be replaced by regional forecasts with high-resolution climate models. To bridge the gap to the local climate conditions on the glacier surface, best downscaling practices will be pursued with special attention to precipitation. Moreover, a more realistic representation of the local energy balance at the glacier surface is pursued that ensures multi-decadal stability in the melt formulation.

The project is funded by the European Research Council in the Starting Grant format.

DARWIN - DynAmics of precipitation in transition: The Water source for the Galápagos Archipelago under climate chaNge

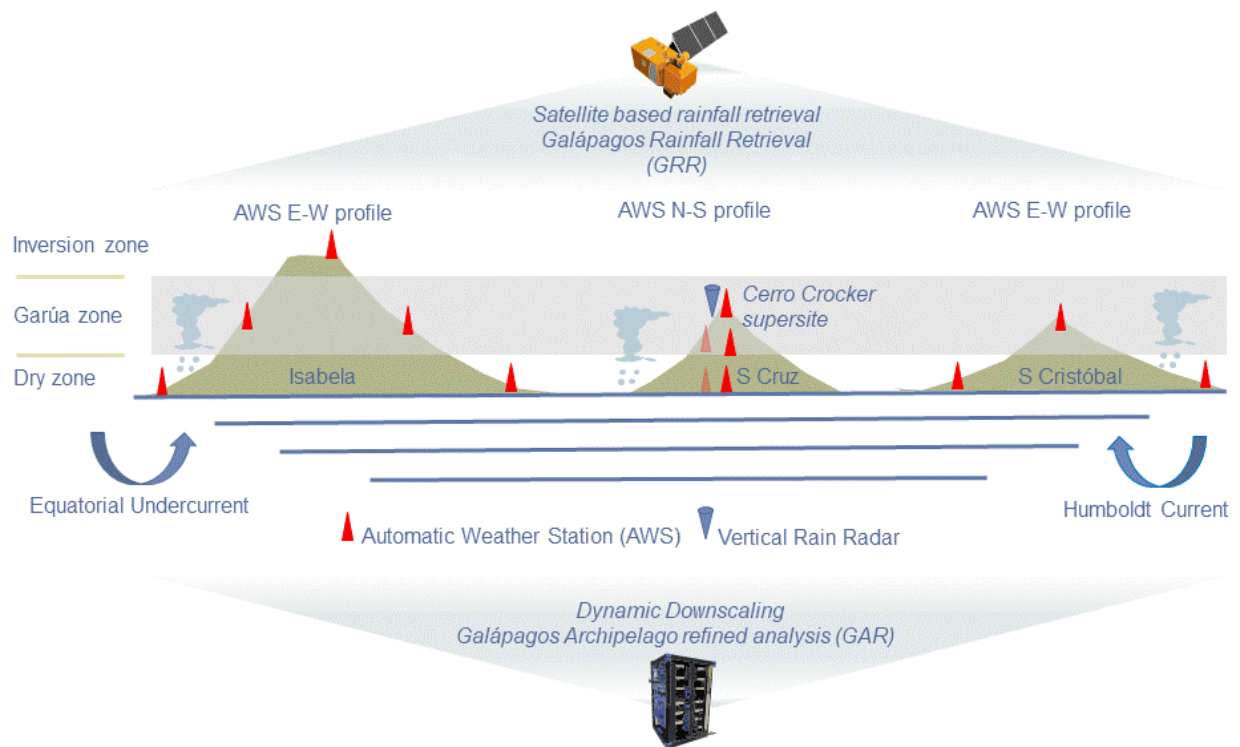
Jörg Bendix*, Benjamin Schmidt#, Dieter Scherer#

*Laboratory for Climatology and Remote Sensing, Faculty of Geography, University of Marburg

#Chair of Climatology, Department of Ecology, Technical University of Berlin

The Galápagos archipelago is well known for its unique and high endemic biodiversity, which attracted many bioscientists since Darwin published his theory on the “Natural Selection”. At the same time, the knowledge on the climate of the archipelago in space and time is rather poor. Thus, it is completely uncertain how climate change might impact the unique biodiversity of the archipelago. Because of the great lack of aquifers over the islands, the ecosystem and the Galápagos people are completely depending on atmospheric water supply from rainfall. Galápagos rainfall dynamics in time and space, however, is hardly understood. This particularly holds for impacts of extreme events such as ENSO on precipitation, which might mimic future climate change conditions. Essential to know is how climate change will impact rainfall totals and distribution of the two major rainfall types: warm season convective rains and cold season stratiform Garúa. Particularly, cold season Garúa is hypothesized to be the main rain water source for the island but global warming might severely threaten its occurrence. Thus, the main aim of the DARWIN project is:

- to unveil the contribution of the two main rainfall types to Galápagos rain water services in space and time
- to analyze interactions of rainfall with synoptic forcing, location, topography and ocean current dynamics for different areas on the three main populated Galápagos islands
- to assess changes in rainfall types during extreme ENSO events
- in order to finally provide thorough knowledge on Galápagos rainwater services in space and time as a planning tool for sustainable development



The DARWIN approach, which will be outlined in the presentation, will combine extensive field measurements, satellite based rainfall retrieval and dynamic downscaling with the WRF model. The project is kindly funded by the Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG.

MOMO-Med: Modellierung von Moskito-Vektoren und Erkrankungsrisiken im Mittelmeerraum unter Berücksichtigung von Klimawandel und Landnutzungsänderungen

Elke Hertig, Professur für Regionalen Klimawandel und Gesundheit, Medizinische Fakultät, Universität Augsburg & Heiko Paeth, Professur für Klimatologie, Philosophische Fakultät, Universität Würzburg

Christian Merckenschlager

Im mediterranen Raum könnte es aufgrund von Klimawandel und Landnutzungsänderungen zu signifikanten Veränderungen im Bezug auf Krankheiten kommen, die durch Moskitos übertragen werden. Vor allem die mild-feuchten Winter und warmen Sommer im Mittelmeerraum haben in der Vergangenheit die Ansiedlung von Aedes- und Anopheles-Populationen begünstigt. In der Folge wurden in dieser Region mittlerweile autochthone Übertragungen von Dengue- sowie Chikungunya-Fieber beobachtet. Zudem besteht die Gefahr, dass durch anhaltende Änderungen von Landnutzung und Klima weitere Vektor-basierte Krankheiten (z.B. Malaria) im Mittelmeerraum wieder heimisch werden könnten. Das hier vorliegende Projekt generiert für den gesamten Mittelmeerraum hochaufgelöste, verlässliche Abschätzungen über die zukünftige Verbreitung von Vektoren, welche sowohl Landnutzungsänderungen als auch den Klimawandel explizit berücksichtigen. Darüber hinaus soll anhand von mehreren Beispielregionen die relevanten Prozesse der Landnutzungsänderungen (Bewässerungsfeldbau und Urbanisierung) kleinräumig näher untersucht werden, um das Gefahrenpotential vektor-basierter Krankheiten abzuschätzen. Hierfür werden das südöstliche Spanien sowie die Region Makedonien (Griechenland) herangezogen. Diese Regionen sind einerseits stark geprägt von Bewässerungsfeldbau und einem städtisch-ländlichen Wandel und stellen somit einen wichtigen Faktor hinsichtlich der zukünftigen Ausbreitung von Vektoren dar, und weisen andererseits eine umfassende Datengrundlage (klimatisch und sozio-ökonomisch) auf, wodurch eine genaue Abschätzung des Gefahrenpotentials möglich ist.

Um eine hochaufgelöste Abschätzung der zukünftigen Verbreitung von Vektoren unter den oben angeführten Bedingungen zu realisieren, werden die Informationen der neuesten Klimamodelle (CMIP6) anhand des regionalen Klimamodells REMO auf das hochaufgelöste Gitter übertragen. Hierbei werden unterschiedliche Simulationen durchgeführt, die sowohl statische als auch dynamische Konfigurationen der Landnutzung berücksichtigen. Die daraus resultierenden Simulationen werden anschließend einer Bias-Korrektur unterzogen und dienen in der Folge als Prädiktoren für die Modellierung der zukünftigen Vektorverbreitung. Hierfür wird auf zwei statistische Ansätze zurückgegriffen: Boosted Regression Trees (BRT) und MaxEnt. Die Analyse erfolgt anhand von art-spezifischen zeitlichen und räumlichen Aspekten der klimatischen und lokalspezifischen Indikatoren, wobei der Fokus auf deren multivariaten wechselseitigen Beziehungen liegt.

Research unit 2730 *RESPECT*– towards biodiversity-informed Land surface models (LSM)

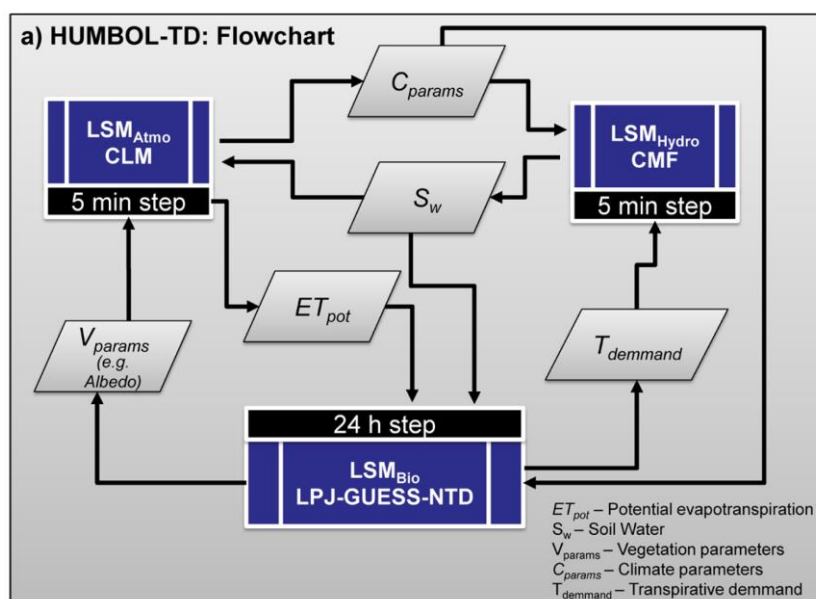
Jörg Bendix*, Oliver Limberger*, Mateus Dantas⁺, David Windhorst[#], Lutz Breuer[#], Thomas Hickler⁺

*Laboratory for Climatology and Remote Sensing, Faculty of Geography, University of Marburg

[#]Institute for Landscape Ecology and Resources Management, University of Gießen

⁺Senckenberg Biodiversity and Climate – Research Center | BiK-F

The Andean mountain rain and dry forests in southern Ecuador belong to one of the hottest biodiversity hotspot of the planet. Biodiversity and ecosystem functioning, however, is threatened by environmental changes (climate and non-sustainable land use change) which is expected to alter biodiversity, functional ecosystem traits and ecosystem processes. These changes will feedback to the atmosphere (e.g. albedo feedback) but are to date not properly considered in climate models via the underlying land surface models (LSM).



Thus, the main aim of the RESPECT program is to develop a biodiversity-informed LSM entitled HUMBOL-TD (Hydroatmo Unified Model of Biotic interactions and Local Trait Diversity) for both, the mountain rain and dry forests, where we couple three submodels representing ecosystem dynamics (LPG-GUESS), soil water (CMF) and ecosystem-atmosphere

exchange (CLM).

Due to 24 years of research in the mountain rainforest, ample data on abiotic observations, functional traits and ecosystem processes are available. These data will be used to develop and test HUMBOL-TD. In the second phase of RESPECT, the dry forest will be parameterized and area-wide modelling will be implemented.

Bendix, J., Aguire, N., Beck, E., Bräuning, A., Brandl, R., Breuer, L., Böhning-Gaese, K., de Paula, M.D., Hickler, T., Homeier, J., Inclan, D., Leuschner, C., Neuschulz, E., Schleuning, M., Suarez, J.P., Trachte, K., Wilcke, W. & Farwig, N (2021): A research framework for projecting ecosystem change in highly diverse tropical mountain ecosystems. *Oecologia* 195, 589–600.

Posterabstracts

Lokale Klimawirkungskarten für Baden-Württemberg

Nils Riach

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Die Effekte des Klimawandels machen sich in den Kommunen und Landkreisen in Baden-Württemberg zunehmend bemerkbar. Während in großen Kommunen nach dem Klimaschutz verstärkt auch die Klimawandelanpassung in der Verwaltungspraxis verankert wird, verfügen kleine und mittlere Kommunen meist nicht über die notwendigen Kapazitäten, um den Auswirkungen des Klimawandels mit strategisch ausgerichteten und zugleich effizienten Anpassungsprozessen zu begegnen. Ursache hierfür sind nicht zuletzt Wissensdefizite über zu erwartende klimatische Veränderungen. Ziel des vom BMU geförderten Projekts LoKlim (Lokale Kompetenzentwicklung für Klimawandelanpassung in kleinen und mittleren Kommunen und Landkreisen) ist es, kommunale Institutionen und Akteure bei der planerischen Umsetzung lokal-spezifischer Anpassungsprozesse zu begleiten.

Im Rahmen des Projekts ist mesoskalig zunächst eine lokal und regional differenzierte Typisierung von Kommunen hinsichtlich ihrer Betroffenheit gegenüber den Folgen des Klimawandels notwendig, welche auf Basis eines Ensembles aus zehn Globalmodell-Regionalmodell-Kombinationen der ReKliEs-De Regionalisierung (5*5km Grid) bis zum Ende des 21. Jahrhunderts (im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000) unter Szenario RCP8.5 abgeleitet werden.

Klimawirkungskarten verknüpfen die mittels der Klimwandeltypisierung abgeleiteten Veränderungen mit lokalen sozio-ökonomischen Ausprägungen, da deren Struktur die Empfindlichkeit gegenüber klimatischen Einflüssen modifiziert. Anhand von Klimawirkungskarten lassen sich demnach Kommunen identifizieren, die eine ähnliche Betroffenheit und damit ähnlichen Anpassungsbedarf haben.

Sowohl Klimawandeltypisierung als auch Klimawirkungskarten richten sich an Akteure der kommunalen Praxis um diese bei der Priorisierung von Handlungs- und Planungsmaßnahmen zu unterstützen. Entsprechend kommt der Kommunikationskomponenten, insbesondere von Unsicherheiten eine große Rolle zu. Hierfür werden Piktogramme verwendet, welche die Quantifizierung von Unsicherheiten für Laien verständlich übersetzen.

Entwicklung eines „Klima-Isoprenoid“-Navigationssystems zur Optimierung des Freizeitverhaltens

Lena Albert und Sascha Henninger

Physische Geographie & Fachdidaktik, Fachbereich Raum- und Umweltplanung,
Technische Universität Kaiserslautern

Das Ziel des Projektes ist es, möglichst lufthygienisch sinnvolle Wanderrouten in Hinblick auf das Ozonbildungspotenzial ausweisen zu können. Es soll ein übersichtliches Isoprenoid-Kataster geschaffen werden, das für verschiedene Standorte anwendbar ist. Hierfür soll, entsprechend den Anforderungen zum Ende des Projektes eine Applikation oder Software programmiert werden, die als „Klima-Isoprenoid“-Navigationssystem für Nutzer anwendbar ist und die „ideale“ Wanderroute aufzeigt, egal, an welchem Ort man sich befindet.

Dieses Vorhaben ist in das Verbundprojekt „Ageing Smart – Räume intelligent gestalten“ eingebunden. Das Projekt wird durch die Carl-Zeiss-Stiftung gefördert. Das Gesamtprojekt adressiert die geburtenstarken Jahrgänge 1955 bis 1969. Durch deren Eintritt in das Rentenalter sind Kommunen oftmals damit konfrontiert, altersgerechte Wohnstandorte, Versorgungs- sowie Freizeitstrukturen zu schaffen. Ziel des Gesamtprojektes ist es, ein datengestütztes Entscheidungsunterstützungssystem zu entwickeln, das öffentlichen Akteuren in ihren Planungsprozessen unterstützt.

Durch den Übergang von Menschen ins Rentenalter verändert sich auch meist das Freizeitverhalten ebendieser. Besonders innerstädtische Grünflächen, aber auch Wälder, werden hierbei vermehrt aufgesucht. Bei der Nutzung des Freiraums spielen bioklimatische und lufthygienische Faktoren eine Rolle. Während von der grünen Infrastruktur viele Vorteile ausgehen, können allerdings auch gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Pflanzen auftreten.

Im Fokus der Betrachtung stehen die biogenen Kohlenwasserstoffe, genauer die Gruppe der Isoprenoide. Isoprenoide sind u. a. Vorläuferstoffe des bodennahen Ozons – und besitzen zugleich ein höheres Ozonbildungspotenzial als anthropogene Vorläuferstoffe (wie z. B. Stickoxide aus dem Straßenverkehr). Diese biogenen Kohlenwasserstoffe werden von diversen Baumarten in unterschiedlichen Konzentrationen emittiert. Hierbei hängt die Emissionsrate u. a. von den meteorologischen Bedingungen (Blatttemperatur, Strahlungsintensität), aber auch dem Alter der Bäume und den Bodeneigenschaften ab. Während autochthoner Wetterlagen erreicht die Isoprenemission ihr Maximum. Allerdings sind genau diese Wetterlagen auch häufig der Zeitpunkt, an dem Menschen Grünflächen zur Erholung aufsuchen.

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes liegt der Fokus zunächst auf der Betrachtung von Waldflächen. Hier befinden sich Baumarten auf großen Flächen und dementsprechend besteht dort ein hohes Potenzial der Isoprenoid-Bildung. Die dort vorhandenen Baumarten werden entsprechend ihrer Gattungen in Cluster zusammengefasst. Dies ermöglicht eine allgemeine Betrachtung für planende Kommunen und fachfremde Nutzer. Zudem können unterschiedliche Untersuchungsräume unabhängig von der genauen Baumart gewählt werden. Für die erwähnten Baumgattungscluster werden anhand von Isoprenoid-Werten durch Messungen und aus der Literatur Mittelwerte gebildet, die dann wiederum aufgrund ihres Emissionspotenzials klassifiziert werden. Diese Klassifizierung soll in „low-emitter“ und „high-

emitter“ erfolgen – angestrebt ist eine kartographische Darstellung im Sinne eines „Ampel-Systems“. Dieses Isoprenoid-Baum-Kataster wird anschließend mit den vorhandenen Wanderwegen überlagert. Aufgrund dieser Darstellung kann dann angezeigt werden, wo sich bei autochthonen Wetterlagen potenziell hohe Isoprenoid-Konzentrationen befinden können, respektive das Ozonbildungspotenzial entsprechend erhöht ist. Dies bildet die Basis für eine entsprechende Wegführung für Nutzer sowie die mathematische Optimierung vorhandener Wegführungen, unterstützt durch den Einsatz der Künstlichen Intelligenz.

Assessment and attribution of environmental changes with satellite observations and machine learning

Hendrik Andersen, Jan Cermak, Julia Fuchs, Miae Kim, Tim Myers, Eva Pauli, Roland Stirnberg, Lukas Zipfel

Karlsruher Institut für Technologie

In this contribution, the use of machine learning frameworks to assess and attribute environmental changes on the basis of satellite observations is discussed with two exemplary studies.

- 1) Assessment of columnar aerosol changes due to the COVID-19 lockdown measures over China: Aerosols are a critical component of the climate system and a risk to human health. Here, the lockdown response to the coronavirus outbreak is used to analyse effects of dramatic reduction in anthropogenic aerosol sources on satellite-retrieved aerosol optical depth (AOD). A machine learning model is applied to estimate daily AOD during the initial lockdown in China in early 2020. The model uses information on aerosol climatology, geography and meteorological conditions. A comparison of model-expected and observed AOD shows that no clear, systematic decrease in AOD is apparent during the lockdown in China. Climatologically expected AOD is compared to a weather-adjusted expectation of AOD, indicating that meteorological influences have acted to significantly increase AOD during this time. The findings highlight the complexity of aerosol variability and the challenges of observation-based attribution of columnar aerosol changes. Attribution of recent decrease in low clouds over the northeastern Pacific to cloud-controlling factors:
- 2) How marine low cloud cover (LCC) will change due to changes in cloud-controlling factors in a warming climate is a central uncertainty in climate sensitivity estimates. Here, an observed significant decrease of LCC in the northeast Pacific over the past two decades is linked quantitatively to changes in cloud-controlling factors. In a comparison of different statistical and machine learning methods, a decrease in the inversion strength and an increase in sea surface temperatures are unanimously shown to be the main causes of the LCC decrease. While the decreased inversion strength leads to more entrainment of dry free-tropospheric air, the increasing sea surface temperatures are shown to lead to an increased vertical moisture gradient that enhances evaporation when entrainment takes place. While the LCC trend is likely driven by natural variability, the trend-attribution framework developed here can be used with any statistical method in the future.

Mikroskalige Modellierung des Stadtklimas mit PALM-4U am Beispiel des Tempelhofer Feldes, Berlin

D. Scherer, U. Fehrenbach, T. Grassmann, A. Holtmann, F. Meier, M. Otto, B. Schmidt,
Technische Universität Berlin

Technische Universität Berlin

In Städten sind Maßnahmen zur Anpassung an die regionalen und lokalen Ausprägungen des globalen Klimawandels, zur Reduzierung von Luftbelastungen sowie zur Gefahrenabwehr bei Schadwetterlagen erforderlich. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf tendenziell steigende Gesundheitsgefährdungen infolge von Hitzewellen. Trotz einer Vielzahl von Stadtklimauntersuchungen ist es aber bis heute generell schwierig, die Wirksamkeit von Maßnahmen zu quantifizieren und somit städtebauliche oder objektplanerische Entwürfe hinsichtlich ihrer Klimawirkungen zu optimieren.

Mit PALM-4U als innovatives, Turbulenz und Gebäude auflösendes LES-Modell soll diese Lücke geschlossen werden. In der zweiten Phase der BMBF-Fördermaßnahme „Stadtklima im Wandel ([UC]2)“ wird so weiterentwickelt und evaluiert, dass es für ein großes Spektrum wissenschaftlicher und planerischer Fragestellungen einsetzbar ist.

In dieser Studie wurde am Beispiel des Tempelhofer Feldes in Berlin ein Studiendesign entwickelt und getestet, um die mikro- bis lokalskaligen Folgen des globalen Klimawandels in Bezug auf erhöhte Sommertemperaturen mittels PALM-4U-Simulationen zu quantifizieren. Als Ausgangspunkt diente eine Kontrollsimulation sowie eine Szenario-Simulation, in welcher im Vergleich zur Kontrollsimulation alle Temperaturgrößen um 1 Kelvin erhöht wurden. Die Kontrollsimulation wurde dabei so konfiguriert, dass eine reale Wettersituation in idealisierter Form abgebildet wurde, was einen Vergleich mit Messdaten ermöglicht. Neben dem Tempelhofer Feld als Ganzes wurde der Schillerkiez östlich des Tempelhofer Feldes mit höherer Gitterauflösung untersucht.

Die Ergebnisse zeigen, dass es generell möglich ist, mit PALM-4U Klimawandel bezogene Fragestellungen zu adressieren, ohne hierfür aufwändige Simulationen durchführen zu müssen. Für das Tempelhofer Feld ergibt sich im Tages- und Nachtmittel ein räumlich weitgehend homogenes Muster der Lufttemperaturerhöhung. Somit können in Bezug auf Hitzebelastung Anpassungsmaßnahmen auf Basis der gegenwärtigen, auch durch Messdaten dokumentierten Wetter- und Klimabedingungen geplant und anschließend mittels eines Stadtklima-Monitorings evaluiert werden.

NO₂-Messungen in Augsburg mittels Low-Cost Messsystemen

Verena Fricke, Florian Reich, Juan Carlos Pusch, Andreas Philipp, Christoph Beck

Institut für Geographie, Universität Augsburg

Verbrennungsprozesse durch Verkehr und Industrie können insbesondere in urbanen Gebieten zu gesundheitsbelastenden Konzentrationen von Stickstoffdioxid (NO₂) und Ozon (O₃) führen. Amtliche lufthygienische Messnetze – z.B. Lufthygienisches Landesüberwachungssystem Bayern (LÜB) des Bayerischen Landesamtes für Umwelt – erfassen diese Luftschadstoffe zwar in hoher Genauigkeit, aber nicht in ausreichender kleinräumiger – intraurbaner – Differenzierung.

Verfügbare elektrochemische Luftqualitätssensoren ermöglichen den Aufbau relativ kostengünstiger, sogenannter „Low-Cost Messsysteme“, die die Erfassung der Luftqualität in hoher räumlicher Differenzierung ermöglichen.

Die Konzeption, der Aufbau und der Betrieb eines entsprechenden Messnetzes wird im Rahmen eines vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz geförderten Projektes angestrebt.

Im vorliegenden Beitrag werden erste Projektbearbeitungsschritte vorgestellt, die die Konfiguration der Low-Cost Messsysteme sowie die Durchführung und Auswertung erster Vergleichsmessungen an einer offiziellen Luftmessstation des LÜB (Station Augsburg-Königsplatz) beinhalten.

Dabei wurden 20 Messsysteme aufgebaut, welche aus den beiden elektrochemischen Alphasense Sensoren B43F und OX-B431 für die Messung von Stickstoffdioxid und Ozon bestehen, sowie einem Sensirion Sensor SHT85 für die Erfassung von Lufttemperatur und Luftfeuchte.

Es wurden Vergleichsmessungen mit 9 Systemen an der LÜB-Station Augsburg-Königsplatz über einen Zeitraum von zwei (5 Systeme) bzw. drei Monaten (4 Systeme) durchgeführt.

Ergebnisse erster Kalibrierungsexperimente mittels multipler linearer Regression zeigen eine hohe Übereinstimmung mit den Referenzmesswerten und belegen damit die generelle Eignung der verwendeten Low-Cost Sensorik zur Quantifizierung der NO₂-Konzentrationen im urbanen Umfeld.

Ergebnisse von Temperaturmessungen in der Doline Wiesalm (1230 m) im Dachsteingebiet (Oberösterreich)

Univ.-Prof. Dr. Reinhold Lazar (Universität Graz), Dr. Manuel Borovsky (Ingenieurbüro Borovsky & Duschek GmbH), Dr. Markus Duschek (Ingenieurbüro Borovsky & Duschek GmbH), Dr. Alexander Podesser (ZAMG Graz)

Messungen von Tieftemperaturen in Dolinen haben in Österreich eine beinahe 100-jährige Tradition, wobei hier vor allem das sogenannte „Grünloch“ (auf der Gestettneralm bei Lunz am See in Niederösterreich) zu erwähnen ist. In dieser Doline wurden bereits mehrmals in der Vergangenheit Minima unter -50°C gemessen (abs. Minimum $-52,6^{\circ}$, vgl. M. Dorninger 2003: Dem Phänomen Doline auf der Spur. Lunzer Leseherbst, 27 S.).

Im Dachsteingebiet, das durch den Kalk bedingt unzählige Dolinen aufweist, wurde im Jahr 2006 mit Messprogrammen begonnen, wobei im Bereich des Scheichenspitzkars (2300m) ein Tiefstwert von $-47,0^{\circ}\text{C}$ erfasst wurde. Ansonsten lagen die Minima bei ca. $-43,0^{\circ}\text{C}$. Aufgrund von Schwierigkeiten an den Messtandorten (Almnutzung etc.) wurden diese ab dem Jahr 2016 in die Nähe der Wiesalm (Gosau) verlegt.

Diese Doline zeigt nach ersten Auswertungen der Messreihen ideale Eigenschaften hinsichtlich des Auftretens extrem tiefer Temperaturen. Vor allem in klaren, windschwachen Nächten kann die Temperatur innerhalb einer Nacht um 30-35K absinken. Die Voraussetzungen sind - neben der hier vorliegenden optimalen Schüsselform - ein ausreichender Windschutz durch bewaldete Rücken und Kuppen mit nur mäßig geneigten Flanken, sodass die Gegenstrahlung in einem geringen Rahmen bleibt. Die Umrahmung im Bereich eines Sattels weist eine minimale Überhöhung von ca. 50 m auf, wo es dann zum Abfluss der produzierten Kaltluft kommt.

In den letzten Jahren waren die Bedingungen während der Winter für extrem tiefe Temperaturen nicht ideal. Als Folge des Klimawandels waren Kaltlufteinbrüche eher selten und die beteiligten Luftmassen zumeist nur durch Polarluft geprägt. Bei Arktikluft konnten in den maßgebenden Messperioden seit 2016 Werte mit Minima unter -40°C erfasst werden. Die tiefsten Minima wurden im Februar 2018 mit $-44,6^{\circ}\text{C}$ und im Februar 2021 mit $-38,8^{\circ}\text{C}$ gemessen. Im Vergleich mit anderen Messdaten etwa zum Grünloch oder auch zum Säntis in der Schweiz liegen die Werte der Wiesalm deutlich tiefer.

Im Poster werden nun Beispiele für die kältesten erfassten Perioden dargestellt, wobei zu Referenzzwecken die Gipfelstation Feuerkogel (1592 m) herangezogen wurde. Die Messungen werden im kommenden Winter 2021/22 weitergeführt, um eine mögliche Periode mit Arktikluft erfassen zu können.

The distribution of fog and low stratus clouds in tropical lowland forests derived from remote sensing infrared data

Marius J. Pohl*, Lukas W. Lehnert⁺, Maaïke Y. Bader[#], Jonas Viehweger*, S. Robert Gradstein['], Jörg Bendix*

*Laboratory for Climatology and Remote Sensing, Faculty of Geography, University of Marburg

[#]Ecological Plant Geography, Faculty of Geography, University of Marburg

⁺Physical Geography and Environmental Remote Sensing, Department of Geography, LMU Munich

[']Muséum National d'Histoire Naturelle, Institut de Systématique, Evolution, Biodiversité, Paris

Recent studies have shown the occurrence of fog-driven epiphyte-rich tropical cloud forests in the lowlands of French Guiana, where early morning radiation fog was shown to modify the water and energy cycles at the canopy level. Given the high biodiversity of Tropical Lowland Cloud Forests, knowledge of their spatial distribution is of high ecological interest, but so far fully unknown. A prerequisite to detect potential TLCF stands is knowledge on the spatial occurrence of fog/low stratus clouds (FLS) over longer time scales, indicating fog frequency. We address this need on a continental scale by presenting the first spatially-explicit, high-resolution product on nocturnal FLS occurrence over the entire tropical lowland rain forest area of South America. The product is based on a new FLS retrieval scheme that uses brightness temperature (BT) information of night-time satellite images acquired by the Aqua Moderate Imaging Spectroradiometer (Aqua MODIS). Since landforms substantially influence small-scale FLS development, we used a dynamic threshold technique depending on the spatially variable subpixel information on landform suitability for FLS generation. The FLS frequency map for the entire tropical lowland forest of South America derived from over 52,000 satellite images (18 years from 2003 to 2020) indicates that FLS is widespread, though spatially differentiated, throughout the tropical lowland forests of South America, providing suitable environmental conditions for the TLCF. This knowledge on the spatial distribution of potential TLCF is of major importance for conservation efforts. The new FLS detection scheme is applicable to all tropical lowland forests and can therefore support global conservation efforts of the valuable TLCF ecosystems.

The study is kindly funded by the DFG within the project "TLCF - A global approach to analyze the extent of the newly detected Tropical Lowland Cloud Forest (TLCF) with a special focus on South America based on a large-scale analysis of fog frequency and epiphyte growth".

Current training and validation weaknesses in classification-based radiation fog forecast using machine learning algorithms

Michaela Vorndran*, Adrian Schütz*, Boris Thies* und Jörg Bendix*

*Laboratory for Climatology and Remote Sensing, Faculty of Geography, University of Marburg

Fog forecasting still shows large inaccuracies in accurately predicting fog formation, dissipation and duration. Since a few years, Machine learning (ML) algorithms are increasingly used in addition to numerical fog forecasts because of their computational speed and ability to learn non-linear interactions between the variables. Due to their black-box nature, precise and accurate training and evaluation is vital to prevent insufficient training or meaningless scores. Three main points important for fog prediction are explained in the following.

1. Fog forecasting datasets consist of autocorrelated variables. In most cases, there is an information leakage between the training and test data sets which are used to evaluate the model performance. This information leakage can have an impact on the performance scores because the stronger the information flow, the easier it is for the model to memorize.
2. Fog forecasting datasets have a temporal order. To be able to make statements about the performance of an operational model this temporal order should already be simulated during model training and evaluation. This is because for an operational model, the training data points are always older than the data points to be predicted. Commonly used training methods neglect this fact.
3. Time series used for fog forecasting usually have a large imbalance between the frequency of the fog class and non-fog class. This imbalance can have an unfavorable interaction with the confusion matrix based meteorological scores that are widely used for evaluation. All of the aforementioned points, if not considered, can lead to an insufficient forecast without even being noticed.

Therefore, the negative influence on the model score of two commonly used training methods that neglect the points named above will be shown using an XGBoost model and a logistic regression model. In comparison, a training and evaluation method was evaluated that maintains the temporal order and thus simulates the performance of an operational model. It will also be shown that common meteorological scores, since they are computed based on a confusion matrix, share a weakness when the data set is unbalanced: Persistence behavior remains undetected.

The study is kindly funded by the DFG within the project "FOG-ML FOG forecasting radiation fog by combining station and satellite data using Machine Learning".

„[Halb]-trocken im Unterstockbereich?“ Entwicklung einer meteorologisch-hydrologischen Messmethode im Weinbau als Anpassungsstrategie an den Klimawandel sowie für eine nachhaltige Wassernutzung

Christian Ihrig und Sascha Henninger

Physische Geographie und Fachdidaktik, Fachbereich Raum- und Umweltplanung,
Technische Universität Kaiserslautern

Der Klimawandel ist längst in allen Lebens- und Arbeitsbereichen ein elementarer Begriff, der Forschende zu nachhaltigen und ressourcenschonenden Strategien bewegt. Dieses Forschungsvorhaben beschäftigt sich mit dem Wasserhaushalt von Weinreben im Rahmen des rezenten Klimawandels. Ziel des Projektes ist es eine meteorologisch-hydrologische Messmethoden zu generieren, die auf alle Weinbauregionen in Rheinland-Pfalz übertragen werden kann.

Aufgrund der Veränderungen der Vegetationszeiten und einer Zunahme abiotischer Schäden (z. B. Niederschlag) sowie der Zunahme invasiver Schaderreger ist vermehrt eine Steigerung der Vulnerabilität des Ökosystems „Wingert“ zu erkennen. Insbesondere die Zunahme von Hitzewellen/ Dürrephasen zwingt die Weinbauern zu langfristiger Bewässerung ihrer Weinbauflächen. Große Mengen Wasser werden vereinzelt in Weinbergsregionen gepumpt, was langfristig hinsichtlich eines sinkenden Grundwasserspiegels ein fataler Fehler ist. Die ressourcenschonende Gestaltung des Wasserhaushaltes sollte daher in den Mittelpunkt der Weinbauforschung gestellt werden. Winzer*innen sind an regional-/ lokalklimatischen Lösungsmöglichkeiten und Anpassungsstrategien interessiert, um Risiken für diese Anbaufrucht reduzieren und auf die lokalklimatischen Auswirkungen des Klimawandels reagieren zu können. Die Anpassungsfähigkeit an zukünftige klimatische Herausforderungen in Bezug zum Weinbau, wie die Phänologie, der Bodentyp, der Huglin-Index, der Boden- und Lufttemperaturen, aber auch der Wasserhaushalt der Reben, gilt es zu stärken. Demzufolge wird das Mikroklima in der Weinbauregion Rheinhessen mittels des Einsatzes der Scholander-Druckkammer untersucht. Die Bestimmung des Wasserstatus hinsichtlich der exakten Bewässerungssteuerung von Weinreben hat sich durch das frühmorgendliche und mittägliche Wasserpotential (Ψ) bewährt. Physiologische Prozesse, wie die stomatäre Leitfähigkeit der Blattschließzellen sowie das vegetative Wachstum, aber auch die Photosynthese, sind direkt oder indirekt an Ψ gekoppelt. Darüber hinaus lässt sich der Wasserhaushalt durch ein an Trockenstandorten angepasstes Bodenpflegesystem, wie zum Beispiel einer Bodenabdeckung mittels Holzhäcksel, deutlich verbessern. Des Weiteren wird das Mikroklima im Weinberg durch die Laubwandstruktur mitbestimmt, was durch eine gesteigerte Photosyntheseleistung der Laubwand, eine optimale Belüftung und Belichtung gewährleistet wird. Im praktischen Weinbau wird dies durch die Höhe der Laubwand realisiert. Die Landmaschinenbranche entwickelt bereits heute alternative Arbeitsgeräte, die eine Möglichkeit darstellen, dem Wuchs des Unkrautes im Unterstockbereich entgegenzuwirken. Als Versuchsvarianten dienen vier Variationen, um abgrenzbare und eindeutige Ergebnisse erzielen zu können = V1: Tropfbewässerung; V2: Unterstockabdeckung Holzhäcksel; V3: Flächendeckende Holzhäcksel; V4: Kontrollvariante.

Daher ist es von gesteigertem Interesse herauszufinden, inwiefern sich eine Bodenabdeckung im Unterstockbereich von einer flächendeckenden bzw. moderaten Tropfbewässerung in einer Flachlage unterscheidet. Möglichkeiten zur Reduzierung des Wasserverbrauchs und zur Reifeverzögerung (Verminderung des Botrytisbefalls, Verlängerung der Reifedauer, Vermeidung eines zu hohen Alkoholgehaltes) durch eine kürzere Laubwandhöhe beim Riesling in Flachlage sollen in diesem Projekt erprobt werden.

Spatio-temporal Analysis of Valley Wind Systems in a Complex Mountain Topography of the Rolwaling Himal, Nepal

Helge Jentsch & Johannes Weidinger

Universität Hamburg

Diurnal, seasonal, and spatio-temporal characteristics of local wind systems in a steep mountain valley in Nepal are analyzed with the identification of Valley Wind Days (VWD). Distributed across the Rolwaling valley in Nepal between 3700 m and 5100 m a.s.l. at eight automated weather stations (AWS) meteorological data was examined between Oct. 2017 and Sep. 2018. VWDs were classified by means of ERA5 reanalysis data employing established thresholds using precipitation, solar radiation, air pressure and wind data. Thus overlying synoptic influences are highly reduced and distinctive diurnal patterns emerge. A strong seasonal component in near surface wind speed and wind direction patterns is detected. Further analyses show the diurnal characteristics of slow (approx. $0.5\text{-}0.9\text{ ms}^{-1}$), but gradually increasing wind speeds over the night, transitional periods in the morning and evening, and highest averaged wind speeds of 4.3 ms^{-1} around noon during the VWDs. Wind directions follow a 180 degree shift with nocturnal katabatic winds and inflowing anabatic valley winds during daytime. With AWS at opposing hillsides, slope winds are clearly identifiable and thermally driven spatio-temporal variations throughout the valley are revealed. Consequently varying temporal shifts in wind speed and direction along the valley bottom can be extracted. In general the data follows the well-known schematic of diurnal mountain-valley wind systems but emphasizes the influence of monsoonal seasonality and the complex surrounding mountain topography as decisive factors.

REMOLAND: Auswirkungen neuer konstanter Eingangsdaten auf Modellergebnisse des Regionalmodells REMO

Katrin Ziegler, Daniel Abel, Felix Pollinger, Heiko Paeth

Julius-Maximilians Universität Würzburg

Für die Weiterentwicklung der regionalen Klimamodelle werden sowohl inhaltlich als auch räumlich höher aufgelöste Datensätze zur Beschreibung der Landoberfläche als Grundlage für die Modellprozesse benötigt. Im Rahmen des Kooperationsprojektes REMOLAND zwischen der Universität Würzburg und dem Deutschen Klimaservice Zentrum Hamburg (GERICS) wurden für das regionale Klimamodell REMO (REMO2015) unter anderem neue konstante Bodeneingangsdaten, die zur Parametrisierung der Bodeneigenschaften genutzt werden, für die CORDEX Region EUR-44 mit einer horizontalen Auflösung von 0.44° sowie für ein darin eingebettetes deutsches Untersuchungsgebiet mit einer horizontalen Auflösung von 0.11° (GER-11) eingeführt und deren Auswirkungen auf die Modellergebnisse getestet.

Drei neue Bodendatensätze wurden für verschiedene Bodenvariablen miteinander verglichen. Ebenso wurden die Werte der daraus abgeleiteten thermischen und hydrologischen Bodenparameter, welche zur Berechnung der Bodentemperaturen und -feuchtigkeit verwendet werden, hinterfragt und neuen Werten, die aus verschiedenen Pedotransferfunktionen (PFTs) berechnet wurden, sowie verfügbaren Validationsdaten gegenübergestellt.

Trotz großer räumlicher Unterschiede der Muster zeichnen sich kaum Effekte für die modellierten Oberflächentemperaturen ab. Für die tieferen Modellbodenschichten ergeben sich dagegen deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Parametrisierungen, welche jedoch aufgrund fehlender Validationsdaten für die Temperaturen dieser Bodenschichten nicht abschließend beurteilt werden können. Dennoch ist die Verwendung dieser neuen Datensätze auf dem Weg hin zur Entwicklung regionaler Erdsystemmodelle und mit Blick auf konvektionsauflösende Simulationen aufgrund der deutlich verbesserten Auflösung ein wichtiger Schritt, dessen Potential sich vermutlich erst bei der Berücksichtigung weiterer Landoberflächenprozesse und höherer Modellauflösungen zeigt.

Gesundheitsrelevante Einflüsse von Luftinhaltsstoffen und meteorologischen Bedingungen

Stephanie Koller, Elke Hertig, Christa Meisinger, Markus Wehler

Lehrstuhl für Regionalen Klimawandel und Gesundheit, Medizinische Fakultät, Universität Augsburg

Das Ziel des Projektes ist es, den Einfluss gesundheitsrelevanter lufthygienischer und klimatologischer Parameter auf die Notaufnahmen am Augsburger Universitätsklinikum zu untersuchen. Dies geschieht durch die Quantifizierung der Auswirkungen einer verstärkten Exposition gegenüber Luftinhaltsstoffen und Wetterextremen.

Als medizinische Datengrundlage stehen die Notaufnahmedaten der Jahre 2017 und 2018 zur Verfügung. Unter den Luftinhaltsstoffen werden Ozon-, Stickstoffdioxid- und Feinstaubwerte von mehreren Augsburger Messstationen genutzt. Die meteorologische Datengrundlage enthält die Tagesmittel und Tageshöchstwerte mehrerer Parameter wie Lufttemperatur, Feuchte und Wind. Zusätzlich wurde ein Wetterlagenkatalog erstellt. Hierfür wurden fünf Hauptkomponentenanalysen durchgeführt, eine für jede Jahreszeit und eine für das gesamte Jahr.

Der medizinische Datensatz wurde nach Jahreszeiten und klimatologischen Kenntagen beziehungsweise Tagen mit Überschreitungen der WHO-Empfehlungen hinsichtlich Luftschadstoffen untergliedert. Diese Aufteilung wurde unternommen, um Unterschiede in der Auftrittshäufigkeit von Extremtagen zu ermitteln. Um der möglichen Verzögerung zwischen Exposition und Notaufnahmefällen gerecht zu werden, wurden bis zu sieben Tage Vorlaufzeit mit hinzugezogen.

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass es in beinahe allen Übergruppen gemäß der ICD-10 Klassifikation hochsignifikante Zusammenhänge zwischen den Wetter- und Luftbedingungen und der Anzahl an Notaufnahmefällen gibt. Diese treten fast ausschließlich an Kenntagen oder Überschreitungen der WHO-Empfehlungen auf. Die Stärke der Korrelationen zwischen den einzelnen Diagnosen und Untergruppen unterscheidet sich dabei deutlich. Der Anteil der alters- geschlechts- und wohnortspezifischen Unterschiede ist als gering einzustufen, jedoch treten in nahezu jeder Hauptgruppe einzelne Erkrankungen auf, in denen es sehr deutliche, teilweise entgegengesetzte Korrelationen zwischen Mann und Frau bzw. Stadt- und Umlandbewohnern gibt.

Das Projekt wird gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt und die Deutsche Forschungsgemeinschaft unter - Projektnummer 408057478.

Evaluierung des Modells PALM-4U anhand von Messflügen mit unbemannten Luftfahrtsystemen in Berlin

Annette Straub, Christoph Beck, Andreas Philipp

Universität Augsburg

Im Rahmen der Fördermaßnahme [UC]2 des Bundesministeriums für Bildung und Forschung wurden in den Jahren 2017 und 2018 insgesamt vier Intensivmesskampagnen (intense observation period, IOP) in Berlin durchgeführt. Hierbei wurden u.a. einmal stündlich Vertikalprofile der Lufttemperatur und -feuchte mit unbemannten Luftfahrtsystemen (UAS; Starrflügler und Hexacopter) an verschiedenen Standorten in der Stadt bis in eine Höhe von 300 m über Grund erhoben. Für diese Profile wurden zudem Windrichtung und -geschwindigkeit aus den Flugparametern der UAS berechnet. Für zwei der IOPs, eine im Winter und eine im Sommer, wurden am Institut für Meteorologie und Klimatologie der Leibniz Universität Hannover Simulationen mit dem Large Eddy Simulationsmodell PALM-4U durchgeführt. Diese Modellläufe umfassen jeweils ein Gebiet, das ganz Berlin abdeckt und bis ins Umland reicht, und simulieren einen Tagesgang.

In diesem Beitrag wird ein Vergleich der während der IOPs gemessenen Vertikalprofile unterschiedlich charakterisierter Standorte mit den entsprechenden Ergebnissen der PALM-4U Simulationen durchgeführt. Insgesamt ist die Übereinstimmung für die Winter- und Sommersituation gut. Für die potentielle Temperatur ergeben sich bei einigen Messflügen sehr hohe erklärte Varianzen von bis zu 99 %, der RMSE liegt meist zwischen 0,6 K und 1,2 K. Im Modell sind jedoch die Werte der potentiellen Temperatur niedriger als in den Messungen, was auf den Antrieb mit COSMO-Daten des DWD zurückzuführen ist. Bei der Feuchte betragen die erklärten Varianzen bis zu 94 %. Die Werte der Feuchte sind im Modell meist geringer, nachts in der Sommersimulation jedoch höher als gemessen. Ob diese Unterschiede ebenfalls auf die meteorologischen Antriebsdaten zurückzuführen sind, ist noch zu untersuchen.

Development of air quality boxes based on low-cost sensor technology

Paul Gäbel, Christian Koller, Elke Hertig

University Augsburg / Regional Climate Change and Health

Analyses of the relationships between climate, air substances and health usually concentrate on urban environments due to increased urban temperatures, high levels of air pollution and the exposure of a large number of people compared to rural environments. Ongoing urbanization, demographic ageing and climate change lead to an increased vulnerability with respect to climate-related extremes and air pollution. However, systematic analyses of the specific local-scale characteristics of health-relevant atmospheric conditions and compositions in urban environments are still scarce due to the lack of high-resolution monitoring networks. In recent years low-cost sensors became available, which potentially provide the opportunity to monitor atmospheric conditions with a high spatial resolution and which allow monitoring directly at exposed people.

We develop a measurement system for several air substances like ozone, nitrogen oxides, carbon monoxide and particulate matter as well as meteorological variables like temperature and relative humidity, based on low-cost sensors. This involves the assembly of compact, weatherproof boxes with 3D-printed parts. They contain a control unit based on Arduino to gather the sensor data as well as self-designed printed circuit boards (PCBs). A Pycom microcontroller is used for low-power, high-temporal data transmissions by Long-Term Evolution Cat-M1 (LTE-M). These Atmospheric Exposure Low-cost Monitoring units (AELCM) include digital and analogue sensors for air substances and meteorological variables, LCD-display, RTC module, uninterruptible power supply, active ventilation, a SD Module as a data Black Box in addition to an optional internally running FTP server and optional GPS module. A computational fluid dynamics simulation (CFD simulation) is used to evaluate the air flow inside the AELCM units. Sensors are selected based on own analyses as well as according to evaluation and performance in other projects. The measurement equipment is extensively tested using the high-quality measurement unit for meteorology and air substances (Atmospheric Exposure Monitoring System, AEMS) of our research group, located at the Augsburg University Hospital."

Effekte von Flächenversiegelung in einem regionalen Klimamodell

Felix Pollinger, Paula Allertseder, Daniel Abel, Katrin Ziegler & Heiko Paeth

Uni Würzburg

Die Einsatzmöglichkeiten des regionalen Klimamodells REMO werden durch die Kopplung mit dem Landoberflächenmodul iMOVE erheblich erweitert. Mit der Version REMO15-iMOVE werden Interaktionen zwischen der Atmosphäre sowie der dynamischen Vegetation und anthropogen geformten Oberflächen simuliert, statt letztere als bloße Randbedingung zu betrachten. Dies ermöglicht die Berücksichtigung auch kleinräumiger Eingriffe durch Versiegelung, Rodung oder Vegetationswechsel in lang- und kurzfristigen Klimamodellsimulationen.

In dieser Studie untersuchen wir den Einfluss der Flächenversiegelung auf zentrale Klimaparameter für Deutschland. Hierfür werden vier Simulationen durchgeführt, die sich nur in der zugrundeliegenden Versiegelung unterscheiden. Wir betrachten zwei idealisierte Szenarien (Anteil der versiegelten Fläche im gesamten Bundesgebiet 0% bzw. 100%) und zwei realistische, auf Satellitenmessungen in unterschiedlicher räumlicher Auflösung (20m bzw. 250m) beruhende Verteilungen. In der 2m Temperatur finden sich deutliche Unterschiede zwischen den Läufen, die sich über die Effekte der Oberflächenänderungen gut erklären lassen, die Effekte auf den Niederschlag sind weniger konsistent. Insgesamt finden wir in REMO2015-iMOVE aber mit zunehmender Versiegelung eine Tendenz zu wärmeren und trockeneren Verhältnissen, konsistent mit der erwarteten Änderung in den lokalen sensiblen und latenten Wärmeflüssen. Im Vergleich mit Beobachtungsdaten weisen die idealisierten Szenarien deutliche Abweichungen auf. Für die beiden realistischen Läufe zeigt sich, dass die höhere Auflösung die Simulation der Klimadaten insbesondere in Ballungsräumen verbessert und die Abweichung zu den Beobachtungen verringert.

Atmosphärische Zirkulationsdynamik historischer Extremwetterereignisse im Süden von Mitteleuropa

Markus Homann, Andreas Philipp, Christoph Beck, Jucundus Jacobeit

Universität Augsburg

Im bilateralen Forschungs- und Entwicklungsprojekt WETRAX+ (WEather Patterns, Cyclone TRAcKS and related precipitation eXtremes) werden unter anderem historische Extremwetterereignisse zirkulationsdynamisch charakterisiert. Das Untersuchungsgebiet liegt im Süden von Mitteleuropa und umfasst Österreich sowie Teile Deutschlands, der Schweiz und der Tschechischen Republik.

Für eine auf den Niederschlag konditionierte Zirkulationstypklassifikation werden atmosphärische Variablenfelder aus gegitterten täglichen JRA55-Reanalysedaten (Japanische Meteorologische Agentur 2018) und tägliche Niederschlagsdaten auf Basis von 1756 Wetterstationen im Untersuchungsgebiet (ZAMG - Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik 2018) für den Beobachtungszeitraum 1961 bis 2017 verwendet. Tägliche Felder des Bodenluftdrucks für den historischen Zeitraum von 1850 bis 1960 entstammen dem europäischen EMULATE Projekt (2002-2006).

Die großräumigen atmosphärischen Zirkulationstypen werden unter Verwendung einer nicht-hierarchischen Clusteranalyse, die in der COST733 Classification Software bereitgestellt wird, abgeleitet. Der gewählte Klassifizierungsalgorithmus basiert dabei auf dem Konzept des „Simulated Annealing and Diversified Randomization“, einer Optimierungsmethode zur Vermeidung lokaler Optima.

Zur zirkulationsdynamischen Charakterisierung ausgewählter historischer Extremwetterereignisse werden die aus den Klassifikationen erhaltenen Zirkulationstypen den täglichen historischen Luftdruckfeldern aus dem EMULATE Projekt mittels Bestimmung der minimalen euklidischen Distanz zugeordnet. Auf diese Weise sind die Zirkulationstypen für jeden Tag des historischen Zeitraums rekonstruiert worden.

Die Zirkulationsdynamik der Wochen vor dem historischen Hochwasserereignis vom 28.12.1882 bis 05.01.1883 war geprägt durch eine nordwestliche Höhenströmung über dem Untersuchungsgebiet. Diese gemischte Zirkulationsform geht mit kühl-feuchter, maritimer Polarluft einher und manifestiert sich im Herbst und im Winter jeweils durch einen Zirkulationstyp mit verstärktem Auftrettsvorkommen in diesem historischen Zeitraum. Hierbei resultieren erhebliche Staueffekte entlang der Nordalpen sowie der Mittelgebirge. Der Niederschlag fällt als Regen oder Schnee, letzterer verstärkt in den Höhenlagen im Dezember und Januar. Unterbrochen wird dieses dominierende Strömungsmuster durch eine wiederkehrende Meridionalisierung der Strömung, die mit Zyklonogenese südlich der Alpen einhergeht und in Vb-artige Zirkulationstypen mündet.

Die historische Trockenperiode von November 1860 bis Dezember 1861 wird gekennzeichnet durch ein starkes Niederschlagsdefizit im Untersuchungsgebiet von rund 70 mm, welches sich in den Wintermonaten Dezember, Januar und Februar sowie den ebenfalls

niederschlagsarmen Monaten April, August und Oktober aufgebaut hat. Dieses Defizit kann im Winterhalbjahr insbesondere in einen statistischen Zusammenhang mit einem häufig auftretenden trockenheitsrelevanten Zirkulationstyp gesetzt werden. Er beschreibt ein ausgedehntes Hochdruckgebiet in Süd- und Mitteleuropa und kommt innerhalb der historischen Trockenperiode 37-mal häufiger vor als im langjährigen Mittel über den historischen Zeitraum. Zudem ist für ihn eine um 26% erhöhte Verweildauer (Persistenz) nachzuweisen. Im Sommerhalbjahr tritt trockenheitsrelevante Zirkulationstyp mit einem ausgedehnten Hochdruckgebiet über Mitteleuropa im August vier Mal häufiger auf als im langjährigen Mittel und zeigt eine um um 8% erhöhte Persistenz.

Klimaraumtypen und Hot Spots für die kommunale Klimawandelanpassung

Nils Riach & Rüdiger Glaser
Uni Freiburg

Die Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels wird in den kommenden Jahren zunehmend zur Aufgabe kommunaler Planung und Umsetzung werden. Dies reicht von Berücksichtigung zunehmender Hitzetage in der Stadtplanung über die Bevorratung von Streusalz für Eistage bis hin zu Starkregenretention. Für strategisch ausgerichtete und zugleich effiziente Anpassungsmaßnahmen benötigen Kommunen daher möglichst umfassende Informationen darüber, wie sich klimatische Kenngrößen bei ihnen vor Ort im Zuge des Klimawandels verändern werden. Für Baden-Württemberg wurden 10 relevante Kenngrößen auf Basis eines Ensembles aus zehn Globalmodell-Regionalmodell-Kombinationen der ReKliEs-De Regionalisierung unter Szenario RCP8.5 gemeindescharf berechnet. Die zeitliche Abdeckung umfasst dabei die Klimanormalperioden 1971-200, 2021-2050 sowie 2071-2100.

Mittels Clusteranalyse lassen sich Kommunen in Klimaraumtypen zusammenfassen, die hinsichtlich ihrer klimatischen Ausprägung in sich relativ homogen und zu anderen Räumen klar abgrenzbar sind. Dabei liegt der Fokus insbesondere darauf, inwiefern sich die klimatologischen Kennzahlen innerhalb der Klimaraumtypen über die drei Zeitschnitte hinweg ändern. Darüber hinaus wird analysiert, inwiefern sich die räumliche Ausdehnung dieser Cluster verschiebt. Ziel der Typisierung ist die Identifikation von Kommunen, die eine ähnliche Betroffenheit und damit vergleichbaren Anpassungsbedarf haben. In einer hierauf basierenden Vernetzung und dem Austausch von best-practice Anwendungen besteht dabei ein hohes Potenzial zielgerichteter und strategischer Anpassung.

Ergänzend zur Analyse der Klimaraumtypen werden die Kommunen nach Vorkommen klimatischer Hot Spots sowohl in absoluten als auch relativen Werten, untersucht. Als Hot Spot wird eine Kommune bei Überschreitung des 85. Perzentils in den jeweiligen Kenngrößen definiert. Neben der räumlichen Verortung zeigt die Zusammenschau der absoluten Werte insbesondere die Transition von einem kältegeprägten hin zu einem hitzegeprägten Regime auf. Die relativen Hot Spots treten ausschließlich im Zeitraum 2071-2100 auf, da hier das RCP8.5 Szenario die stärkste Erhöhung des globalen Strahlungsantriebes mit entsprechender Auswirkung auf die klimatologischen Kenngrößen annimmt. In der Zusammenschau der Hot Spots wird ein Nord-Süd Gradient deutlich. Demnach befinden sich die Hot Spots der relativen Änderung häufiger im Süden Baden-Württembergs als im Norden.

Neben dem praktischen Anwendungsnutzen für die kommunale Klimawandelanpassung unterstreichen die Ergebnisse die Wichtigkeit von Mitigationsmaßnahmen, da sie die Auswirkungen klimatischer Veränderung ohne wirksamen Klimaschutz auf der kommunalen Ebene aufzeigen.

Seasonal climate reconstruction using biogenic carbonates from shallow and deep water lake sediments

Inga Labuhn, Ulrich von Grafenstein, Dan Hammarlund, Dominique Blamart, Fabien Dewilde, Henning Kuhnert

Institut für Geographie, Universität Bremen

Carbonate shells and encrustations from lacustrine organisms provide proxy records of past environmental and climatic changes. Their oxygen isotopic composition ($\delta^{18}\text{O}$) is controlled by the $\delta^{18}\text{O}$ of the lake water and by water temperature during carbonate precipitation. Lake water $\delta^{18}\text{O}$, in turn, reflects the $\delta^{18}\text{O}$ of precipitation in the catchment, water residence time and mixing, and evaporation. For this study, we took cores from littoral and profundal sediments of Lake Locknesjön, central Sweden, which cover the entire Holocene, and measured the isotopic composition of ostracod and mollusk shells and of encrustations from calcifying algae.

The largest differences in the mean carbonate $\delta^{18}\text{O}$ between species are caused by vital offsets, i.e. the species-specific deviations from the $\delta^{18}\text{O}$ of inorganic carbonate which would have been precipitated in isotopic equilibrium with the water. After subtraction of these offsets, the remaining differences in the mean carbonate $\delta^{18}\text{O}$ between species can mainly be attributed to seasonal water temperature changes.

In the shallow water sediments, the lowest $\delta^{18}\text{O}$ values are observed in Chara encrustations, which form during the summer months. Adult ostracods, which calcify their valves during the cold season, display the highest $\delta^{18}\text{O}$ values. This is because an increase in water temperature leads to a decrease in fractionation between carbonate and water, and therefore to a decrease in carbonate $\delta^{18}\text{O}$. At the same time, an increase in air temperature leads to an increase in the $\delta^{18}\text{O}$ of lake water and consequently to an increase in carbonate $\delta^{18}\text{O}$, opposite to the effect of increasing water temperature on oxygen-isotope fractionation. However, the seasonal and inter-annual variability in lake water $\delta^{18}\text{O}$ is small under present-day conditions. Seasonal changes in the temperature-dependent fractionation are therefore the dominant cause of carbonate $\delta^{18}\text{O}$ differences between species when vital offsets are corrected.

First measurements from the deep water sediments indicate that the $\delta^{18}\text{O}$ is higher than in the shallow sediments for each investigated species, in agreement with the expected lower water temperature. However, the offset between deep and shallow sediments is not constant throughout the Holocene. Additional factors like variations in the seasonal temperature range or in the evaporation of lake water must be considered to explain these changes.

MATILDA – An Open-Source Suite for Modeling Water Resources in Glacierized Catchments in Central Asia

Phillip Schuster

Geographisches Institut - Humboldt-Universität zu Berlin

Numerous studies have shown that climate change and retreating mountain glaciers will have profound impacts on the headwaters of major river systems in Central Asia. To mitigate the local consequences professionals and stakeholders of water resource management in the region require robust estimates of future water availability and low-access modeling tools to bridge the gap between state-of-the-art large-scale glaciological and glacio-hydrological models and local climate change adaption. Initiated in a Kyrgyz-German research project an open-source toolbox to model the water resources in glacierized catchments is developed that combines established modeling routines with useful tools to forge an easy-to-use workflow in Python. The MATILDA suite is calibrated and applied on two glacierized sample catchments in the Kyrgyz Tien-Shan and forced with downscaled ERA5 reanalysis data and CMIP6 climate projections. As a work in progress the current workflow is outlined and the roadmap is discussed.

Die Bedeutung des nicht nachhaltigen Anstiegs des Gletscherabflusses in der Vergangenheit für großräumige Einzugsgebiete in verschiedenen klimatologischen Umgebungen

Melissa Mengert, Ben Marzeion
Institut für Geographie, ClimateLab, Universität Bremen

Auf Grund jahreszeitlicher Schwankungen von Temperatur und Niederschlag können Gebirgsgletscher saisonal große Mengen an Süßwasser speichern und abgeben. Daher üben Gletscher in vielen Regionen der Welt einen starken Einfluss auf die lokale Wasserverfügbarkeit aus. Der fortschreitende Klimawandel hat zusätzlich Auswirkungen auf die saisonale Wasserverfügbarkeit, da sich die Nettomenge des gespeicherten Gletschereises auf nicht nachhaltige Weise verändert. Dies führt dazu, dass Gletscher nicht nur den saisonalen Abfluss verändern, sondern auch einen zusätzlichen Nettoeintrag in das Abflusssystem einspeisen. Um das Zusammenspiel zwischen saisonalen und langfristigen Änderungen im Speicherverhalten der Gletscher zu verstehen, spalten wir die monatliche saisonale Massenbilanz in zwei Teile auf. Einen nachhaltigen Anteil (sustainable fraction), welcher sich aus der Bilanzierung von festem Niederschlag durch Ablation proportional zu positiven Temperaturen ergibt und einen nicht-nachhaltigen Anteil (fraction of excess), welcher eine langfristige Veränderung der Gletschermasse zur Folge hat. In ähnlicher Weise berücksichtigen wir Änderungen der Gletscherfläche. Dies ermöglicht es uns, den saisonalen Abfluss in Komponenten aufzuteilen, welche anschließend den (nicht-nachhaltigen) Flächenänderungen, (nicht-nachhaltigen) Massenänderungen oder dem (nachhaltigen) saisonalen Abfluss des Gletschers zugeschrieben werden können. Durch die Anwendung dieses Konzepts auf eine Rekonstruktion der globalen Gletscherveränderung können wir darstellen, wie der Gletschereintrag in Flusseinzugsgebiete in verschiedenen klimatologischen Regionen durch den Massenverlust der Gletscher während des 20. Jahrhunderts beeinflusst wurde.

Klassifizierung von Großwetterlagen in Europa mittels Self-Organizing-Maps (SOM) - Projekt „BayTreeNet“: Teilprojekt Klimadynamik

Sibille Wehrmann, Thomas Mölg

FAU - Institut für Geographie

Im Rahmen des interdisziplinären Forschungsprojekt „BayTreeNet“ werden die Reaktionen von Waldökosystemen auf die aktuelle Klimadynamik untersucht. In den mittleren Breiten zeigen lokale klimatische Phänomene oft eine starke Abhängigkeit von der großräumigen Klimadynamik, den Großwetterlagen (GWL), welche durch Frequenz und Intensität das Klima einer Region maßgeblich bestimmen. In der topographisch vielfältigen Region Bayern zeigen verschiedene GWL unterschiedliche Witterungsbedingungen an den verschiedenen Standorten.

Die Ergebnisse des Teilprojektes Klimadynamik liefern die physikalische Grundlage für das Verbundprojekt, in dem die Bedeutung verschiedener GWL für die unterschiedlichen Waldregionen Bayerns entschlüsselt und erklärt werden. Anschließend werden in der Dendroökologie Klima-Wachstums-Beziehungen hergestellt, um die Reaktion der Wälder auf einzelne GWL an unterschiedlichen Standorten zu untersuchen. Komplementäre Schritte erlauben sowohl die Interpretation der Ergebnisse für die Vergangenheit (20. Jahrhundert) als auch eine Projektion in die Zukunft (21. Jahrhundert). Eine zu untersuchende Hypothese ist dabei, dass Waldstandorte in Bayern von einem signifikanten Einfluss des Klimawandels im 21. Jahrhundert und der damit einhergehenden Veränderung der GWL betroffen sind.

Vorgestellt wird die automatisierte Klassifikation der Großwetterlagen mit Hilfe der von Kohonen entwickelten Self-Organizing-Maps (SOM), welche eine Visualisierung und Reduzierung hochdimensionaler Daten ermöglicht. Dabei können verschiedene Parameter angepasst und unterschiedliche Variablen verwendet werden. Dieser Arbeitsschritt befindet sich noch in Bearbeitung und es wird versucht die bestmöglichen Einstellungen zu finden. Das Poster präsentiert erste Ergebnisse und die möglichen nächsten Schritte.

High resolution satellite-based cloud analysis in urban areas

Julia Fuchs, Hendrik Andersen, Jan Cermak, Rob Roebeling

Karlsruhe Institut für Technologie

Boundary layer clouds interact with the land surface in various ways and play an essential role in the climate system as well as on the local scale. The observation of clouds with the High Resolution Visible (HRV) channel of SEVIRI MSG (Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager, Meteosat Second Generation) can provide comprehensive insights into urban-scale processes such as the diurnal variation of the occurrence of fog holes and cloud enhancements attributed to the impact of the urban heat island. HRV-based cloud masking approaches are often empirically based and seek the optimum reflectance threshold to classify clouds and clear sky dependent on solar zenith angle, location and surface reflectance. However, accounting for the different surface albedos can lead to over- or underestimations of cloud fraction.

In this study, a cloud masking approach using the HRV channel is developed and validated for the testbed of Paris that is independent of surface reflection. It is suggested as a simple but more robust quantification to compare cloud fraction over different surface types and derive locally induced cloud processes.

Using Neural Networks for a NO₂-Prediction Urban Areas – A Case Study in Hamburg

Anne-Sophie Jesemann, Benjamin Bechtel
Universität Hamburg

Due to the link between air pollutants and human health, interest in reliable models that estimate current pollutant concentrations has increased in recent years. More and more, these models are being developed using artificial neural networks (ANNs), as they are able to reproduce the variability of pollutants well. We develop a simple ANN for the city of Hamburg that works with easily available data and estimates the hourly NO₂ concentration. The model is tested for the year 2017 and then used to evaluate how effective certain countermeasures against high air pollution have been since 2018. Using both meteorological and periodical variables as predictors, the model performs accurately and shows high consistency over the test data. Furthermore, it proves to be very practical in detecting anomalies in the time series. Over time, a decreasing trend in NO₂ concentration can be observed. It becomes more difficult for the model to estimate the NO₂ value correctly, suggesting there are trends in traffic affecting local air quality. The largest deviation can be observed during the COVID-19 lockdown in 2020, where traffic volumes decreased significantly. We can conclude from our case study that the input variables used are suitable for modelling local air quality with an ANN. In addition, we can gain insights on the effectiveness of policies that directly or indirectly address air pollution.

Zirkulationstypen im Gebiet der Antarktischen Halbinsel im Kontext zeitlich variierender Temperaturtrends

Paul Wachter (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.), Christoph Beck (Universität Augsburg), Andreas Philipp (Universität Augsburg), Jucundus Jacobeit (Universität Augsburg)

Die Antarktische Halbinsel weist im Gegensatz zur Ostantarktis signifikant positive Temperaturtrends auf. Diese Temperaturzunahme wird allgemein durch eine Intensivierung des Southern Annular Mode (SAM) erklärt. Der positive Trend des SAM wird mit einer Verstärkung der Westwinde gleichgesetzt, die im Bereich der Antarktischen Halbinsel zur vermehrten Advektion wärmerer, ozeanischer Luftmassen führen. Saisonal wird der Temperaturtrend durch geringere Meereiskonzentrationen im Winter und Frühjahr in den letzten beiden Dekaden verstärkt. In diesem Beitrag wird der zeitlich variierende Temperaturtrend von 1979 bis 2018 genauer analysiert. Neben einer Erwärmung in den ersten beiden Dekaden lässt sich in den vergangenen zwei Dekaden zunächst eine Abkühlung und in den letzten Jahren wieder eine Zunahme der Temperatur an der Antarktischen Halbinsel verzeichnen. Hauptsächlich wird dieser Temperaturtrend von vier mehrjährigen Zeiträumen signifikanter Temperaturanomalien bestimmt. Basierend auf Ergebnissen eines Ensembles von Zirkulationsklassifikationen wird bewertet, welchen Einfluss einzelne Zirkulationstypen zum zeitlich variierenden Temperaturtrend hatten. Während Häufigkeit und Persistenz der einzelnen Zirkulationstypen keine auffallenden Anomalien für die vier Zeiträume aufwiesen, konnten variierende Intensitäten einzelner Zirkulationstypen in Zusammenhang mit den beobachteten Temperaturanomalien gebracht werden. Insbesondere Zirkulationstypen, die im Zusammenhang mit dem quasi-stationären Tiefdruckgebiet im Amundsen und Bellingshausen Meer stehen, weisen Intensitätsvariationen auf, die eine zirkulationsbedingte Erklärung für die beobachteten Temperaturtrends liefern.