

**UNIA** Universität Augsburg  
Wissenschaftszentrum  
Umwelt

# Jahresbericht 2018





# Vorwort

Sehr geehrte Damen und Herren,  
liebe Leserinnen und Leser,

bei der UN-Generalversammlung 2015 haben sich 193 Staaten auf 17 Ziele geeinigt, die 169 Unterziele beinhalten. Sie heißen „Nachhaltige Entwicklungsziele“ oder „Sustainable Development Goals“. Doch was ist Nachhaltigkeit überhaupt? Nachhaltigkeit ist nicht etwas, das irgendwo vorliegt, sondern etwas, das wir wollen. Sie ist ein politisches Ziel. Wir können uns etwa darauf einigen, einen Wald oder auch einen Fluss nachhaltig zu bewirtschaften. Dann wahren wir seine Substanz, auch wenn wir ihn nutzen.

Dieses Wahren der Substanz trotz Nutzung ist der Kern des modernen Nachhaltigkeitsverständnisses, jedenfalls soweit dieses sich auf die Umwelt bezieht. Doch wie und warum rückte Nachhaltigkeit auf die politische Agenda? Mit welchen Themen wurde Nachhaltigkeit verbunden? Warum setzte sich ein bestimmtes Nachhaltigkeitsverständnis durch, während andere in der Diskussion marginalisiert wurden? Welche alternativen umweltpolitischen Ziele gibt es und warum wird derzeit die Nachhaltigkeit als oberstes Ziel angesehen? Mit diesen Fragen befasst sich das Verbundprojekt Geschichte der Nachhaltigkeit(en), das von der Leibniz Gemeinschaft gefördert wird und das wir gemeinsam mit dem Herder Institut für historische Ostmitteleuropaforschung in Marburg, dem Institut für Zeitgeschichte in München und weiteren Kooperationspartnern durchführen. In diesem Jahresbericht finden Sie eine Darstellung erster Ergebnisse. Das Projekt zeigt exemplarisch, dass geistes- und sozialwissenschaftliche Forschung aus dem Bereich Environmental Humanities

ebenso wichtig und produktiv ist wie die Forschung der Umweltnaturwissenschaften. Beides gleichermaßen zu fördern und in einen produktiven Dialog zu bringen ist unser Ziel.

Dieser Jahresbericht informiert sie über unsere aktuellen Forschungsprojekte und deren (Zwischen-)Ergebnisse und informiert sie über künftige Perspektiven. Wir wünschen Ihnen eine angenehme Lektüre!



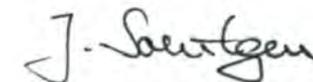
Prof. Dr. Armin Reller



Prof. Dr. Jucundus Jacob



Prof. Dr. Marita Krauss



PD Dr. Jens Soentgen

# Inhalt

## UMWELT UND GESUNDHEIT

- 6 Joint Center for Environmental Exposure Sciences
- 13 Räumliches und zeitliches Monitoring von Betulaceae- und Corylaceae-Pollen in der Region Augsburg
- 18 Thunderstorm Asthma in der Region Augsburg (TARA)
- 25 Betrachtung des regionalen CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub>-Haushalts auf Basis atmosphärischer Messreihen
- 32 Der Einfluss lokaler Quellen auf die räumliche und zeitliche Verteilung ultrafeiner Partikel
- 34 Der Einfluss von Luftmassen und Wetterlagen auf Schlaganfälle in der Region Augsburg
- 40 Bioklimatische und gesundheitliche Aspekte des Stadtwaldes Augsburg

## RESSOURCENSTRATEGIEN UND STOFFGESCHICHTEN

- 46 Lehrstuhl für Ressourcenstrategie
- 51 Dissipation von Funktionsmaterialien
- 56 Kommodifizierungsprozesse in Kuba
- 62 Streiflicht: Eintragsmechanismen von Mikroplastik in Fließgewässer

## LOKALE UMWELTEN

- 65 Feedbacks between land cover, people, and climate in the seasonally arid tropics (MONSOON)
- 68 Totholz: Ambivalenzen einer kulturellen Ökosystemleistung
- 73 Streiflicht: Natur auf dem Campus
- 77 Zehntausende fleißige Besucher auf dem Campus

## ENVIRONMENTAL HUMANITIES

- 80 Streiflicht: Die Plattform Environmental Humanities
- 83 Geschichte der Nachhaltigkeit(en). Diskurse und Praktiken seit den 1970er Jahren
- 88 Die öffentlichen Debatten zur Energiewende in Deutschland und Frankreich
- 91 Ökologie der Angst

## WISSENSVERMITTLUNG UND ANWENDUNG

- 94 Disziplinübergreifende Lehrveranstaltungen: Umweltschutz heute

## IM GESPRÄCH

- 97 Im Gespräch mit Prof. Dr. Klaus Hilbert

## DAS WZU

- 100 Profil
- 101 Das Team am WZU
- 102 Die Mitglieder des WZU
- 107 Aktuelle Publikationen

# UMWELT UND GESUNDHEIT

- 6 Joint Center for Environmental Exposure Sciences
- 13 Räumliches und zeitliches Monitoring von Betulaceae- und Corylaceae-Pollen in der Region Augsburg
- 18 Thunderstorm Asthma in der Region Augsburg (TARA)
- 25 Betrachtung des regionalen CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub>-Haushalts auf Basis atmosphärischer Messreihen
- 32 Der Einfluss lokaler Quellen auf die räumliche und zeitliche Verteilung ultrafeiner Partikel
- 34 Der Einfluss von Luftmassen und Wetterlagen auf Schlaganfälle in der Region Augsburg
- 40 Bioklimatische und gesundheitliche Aspekte des Stadtwaldes Augsburg

# Joint Center for Environmental Exposure Sciences

## PROJEKTTEAM

- Dr. Josef Cyrus  
cyrus@helmholtz-muenchen.de  
Tel.: 089 3187 4156
- PD Dr. Jens Soentgen  
soentgen@wzu.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 3560
- Dr. Michał Kowalski  
michal.kowalski@helmholtz-muenchen.de  
Tel.: 0821 5586-3097
- Dr. Regina Pickford  
regina.pickford@helmholtz-muenchen.de  
Tel.: 089 3187 3660
- M.Sc. Esther Giemsa  
esther.giemsa@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 3578
- Thomas Kusch  
thomas.kusch@wzu.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 5586 3259
- PD Dr. Christoph Beck  
christoph.beck@geo.uni-augsburg.de  
Tel. 0821 598 2129

## PROJEKTPARTNER

- Aerosol Akademie e.V.
- Bayerisches Landesamt für Umwelt
- Deutscher Wetterdienst
- GRIMM Aerosol Technik Ainring GmbH & Co. KG
- Helmholtz Zentrum München, Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (GmbH)

- Hochschule Augsburg
- Leibnitz-Institut für Troposphärenforschung e.V.
- Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Institut für Atmosphärische Umweltforschung
- Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Telematik, Lehrstuhl für Pervasive Computing Systems /TECO
- KORA Studienzentrum (Kooperative Gesundheitsforschung in der Region Augsburg)
- Ludwig-Maximilians-Universität München
- Swiss Tropical and Public Health Institute
- Technische Universität Graz
- Umweltamt der Stadt Augsburg
- Umweltbundesamt
- Universitäres Zentrum für Gesundheitswissenschaften am Klinikum Augsburg (UNIKA-T)

## FÖRDERUNG

- Kooperationsvertrag mit Helmholtz Zentrum München, Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

## PROJEKTLAUFZEIT

- Seit Januar 2018

# Joint Center for Environmental Exposure Sciences

## Worum geht es?

Das interdisziplinäre Projekt „Joint Center for Environmental Exposure Sciences“ ist ein Nachfolge-Projekt des Vorhabens „Umweltaerosol - Charakterisierung der chemischen und physikalischen Eigenschaften von Aerosolen in Augsburg“, das von 2004 bis 2017 am WZU in Kooperation mit dem Helmholtz Zentrum München durchgeführt wurde.

In dem neuen Projekt wird die langjährige Zusammenarbeit zwischen dem WZU und dem Helmholtz Zentrum München im Kontext des Forschungsschwerpunktes „Environmental Health Sciences“ der Medizinischen Fakultät der Universität Augsburg vertieft. Somit sind die Aktivitäten an der Messstation besser in die Projekte eingebunden, in denen das WZU gemeinsam mit dem Helmholtz Zentrum München (HMGU) arbeitet, um den Einfluss der Luftschadstoffe auf die menschliche Gesundheit in epidemiologischen Kurzzeit- und Langzeitstudien zu untersuchen. Grundlegend für den Ansatz ist die langjährige, erfolgreiche und disziplinübergreifende Kooperation zwischen Naturwissenschaftlern, Epidemiologen, Mathematikern und Umweltsozialwissenschaftlern. Dabei wird untersucht, wie Luftschadstoffe im urbanen Raum entstehen, sich gesundheitlich auswirken und welche Maßnahmen geeignet sind, um sie zu reduzieren.

Die zentrale Einrichtung des Projekts bildet die Augsburger Aerosolmessstation, die als Plattform für zahlreiche Projekte aus dem Expositions- und epidemiologischen Bereich dient. Sie wird weiterhin von der Universität Augsburg und dem Helmholtz Zentrum München in Kooperation mit der Hochschule Augsburg betrieben.

Die Messstation ist bereits in das deutsche Messnetz für ultrafeine Aerosolpartikel (GUAN, German Ultrafine Ae-

rosol Network) eingebunden. Im GUAN sind Messstationen vertreten, die zusätzlich zum Feinstaub auch die Konzentrationen von ultrafeinen Partikeln in Deutschland erfassen. Diese Daten tragen zur Erforschung der gesundheits- und klimarelevanten Eigenschaften des atmosphärischen Aerosols in Deutschland bei.

Außerdem ist die Messstation Teil eines bayernweiten Verbunds von GUAN Messstationen, die kontinuierlich Konzentrationen von unterschiedlichen Luftschadstoffen erfassen. Diese Zusammenarbeit findet auch in den seit 2009 regelmäßig stattfindenden Treffen der Projektgruppe „Klima, Aerosole, Gesundheit“ Ausdruck. Die Mitglieder der Gruppe repräsentieren verschiedene Forschungsinstitutionen im süddeutschen Raum und tauschen stets aktuelle Forschungsergebnisse sowie Anwendungen von innovativen Ansätzen und Methoden aus.

Den Schwerpunkt des Projekts bildet die Aerosolforschung. Aerosolpartikel kommen in der Luft in unterschiedlichster Konzentration, Zusammensetzung, Größe und Form vor und sind hoch komplexe und dynamische Gemische, die insbesondere im städtischen Bereich anthropogenen Ursprungs sind und aus den Abgasen von Autos, Häusern und Betrieben entweichen. Somit stellt sich die Frage welche Eigenschaften und/oder Komponenten des Umweltaerosols sind für die gesundheitlichen Effekte verantwortlich? Eine Klärung dieser Frage kann nur durch eine detaillierte physikalische und chemische Charakterisierung der Umweltpartikel erfolgen. Der Einsatz einer zentralen Messstation zur Abschätzung der Exposition großer Bevölkerungsgruppen ist aber nur dann gerechtfertigt, wenn die Luftschadstoffe homogen über das Studiengebiet verteilt sind, in dem die zu untersuchenden Personen leben. Deshalb wurden in speziellen Intensiv-

messkampagnen an verschiedenen Standorten im Stadtgebiet von Augsburg die räumlichen Variationen der Belastung durch Luftschadstoffe abgebildet. Die Messungen werden durch Landnutzungs-, Dispersionsmodelle und Fernerkundungsdaten ergänzt, um so eine präzise Expositionsabschätzung der Bevölkerung zu erhalten.

## Zielsetzung und Methoden

Die Aerosolmessstation steht seit 2004 im Mittelpunkt der Environmental Health-Aktivitäten am Wissenschaftszentrum Umwelt. Die Messstation liefert kontinuierlich hoch aufgelöste und hochwertige Daten zur physikalischen und chemischen Charakterisierung von feinen und ultrafeinen Partikeln, welche die mittlere Belastung der Stadt widerspiegeln und somit für einen Großteil der Augsburger Bevölkerung repräsentativ sind. Zudem werden meteorologische Größen erfasst, die Einfluss auf die Feinstaubbelastung haben können. Folgende Aspekte untersuchen wir in unserer Forschung:

- Identifizierung der wichtigsten lokalen und überregionalen Feinstaubquellen
- Dokumentation zeitlicher Trends der Feinstaubbelastung
- Untersuchung der Auswirkungen von Maßnahmen zur Feinstaubreduzierung (z.B. Umweltzone)
- Modellierung von Luftschadstoffen, um die Exposition der Bevölkerung besser zu erfassen
- Bereitstellung von Daten für epidemiologische Studien, die die Gesundheitsrelevanz von Luftschadstoffen untersuchen

## Durchführung und Ergebnisse

Das Projektteam war im Berichtszeitraum an folgenden Projekten beteiligt:

- LfU Projekt: „Einfluss lokaler Quellen auf die räumliche und zeitliche Verteilung ultrafeiner Partikel“
- UBA Projekt: „Quantifizierung von umweltbedingten Krankheitslasten aufgrund der Stickstoffoxid – Exposition in Deutschland“
- BMVI (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur) Verbundprojekt „Smart Air Quality Network (SAQN) - Analyse und Bewertung neuer Luftgütemessmethoden und Wissenschaftskommunikation an Öffentlichkeit und spezielle Stakeholder“
- EU Projekt: „AWAIR - Environmental integrated, multilevel knowledge and approaches to counteract critical air pollution events, improving vulnerable citizens quality of life in Central Europe Functional Urban Areas“
- EU Projekt: „ELAPSE - Effects of Low-Level Air Pollution: A Study in Europe“

Den Schwerpunkt der Arbeiten im Jahr 2018 bildeten das LfU Projekt, das SAQN Projekt sowie AWAIR. Ein weiterer Schwerpunkt stellte die Aufarbeitung und Validierung des gesamten Datensatzes sowie die Modernisierung der Messstation dar. Im Folgenden werden nur das **Smart Air Quality Network** Projekt (SAQN) sowie die SAQN-Projektarbeit näher beschrieben.

## Smart Air Quality Network (SAQN)

Das Verbundprojekt wird vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT-TECO) koordiniert und wird durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) gefördert.

# Joint Center for Environmental Exposure Sciences

Weitere Projektpartner sind:

- Aerosol Akademie e.V., Pouch
- GRIMM Aerosol Technik Ainring GmbH & Co. KG, Ainring
- HMGU, Institut für Epidemiologie, Neuherberg
- HMGU, Department Comprehensive Molecular Analytics (CMA), München-Sendling
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT-IMK-IFU), Garmisch-Partenkirchen
- Universität Augsburg, Institut für Geographie, Augsburg

Hauptziel dieses Projekts ist die Entwicklung eines Gesamtsystems zur Erfassung, Visualisierung und Vorhersage der räumlichen Verteilung von Luftschadstoffen in städtischen Atmosphären, die relevant für den aktuellen Aufenthalt der Bürger sind. Als Modellstadt wurde Augsburg ausgewählt. Bestehende Daten sollen durch neuartige dynamische Datenquellen entscheidend ergänzt werden. Das Projekt strebt an, ein intelligentes, reproduzierbares, sehr fein aufgelöstes und dennoch preiswertes Messnetzwerk für Luftqualität zu entwickeln und mit entsprechenden numerischen Simulationen zu ergänzen.

Speziell sollen folgende Ziele erreicht werden:

- Aufbau eines Systems für Erfassung, Visualisierung und Vorhersage der räumlich-zeitlichen Verteilung von Luftschadstoffen in urbanen Regionen (u.a. mit neuartigen mobilen Messgeräten bzw. Messmodalitäten),
- Aufbau eines intelligenten, reproduzierbaren und kosteneffektiven Messnetzes in Augsburg (inklusive einer Machbarkeitsstudie über intelligente, kleinräumige Messnetzwerke mit heterogenen Geräten),
- Einbeziehung kleinräumiger numerischer Simulationen

der Luftbelastung und

- Analyse sowie der einfache Im- & Export von Daten für unterschiedliche Nutzer (z. B. Wissenschaftler, Entscheidungsträger, Bürger).

In diesem Vorhaben soll eine Plattform entwickelt werden, die es prinzipiell jedem erlaubt, gemessene Umweltdaten in das System zu laden. Die Integration verschiedener bestehender Datensätze (Wetter, Verkehr, Topographie, etc.) und Daten stationärer und mobiler Messgeräte unterschiedlicher Qualität (Partikelmessgeräte, Leichtgewichts-Drohnen, partizipative Messungen mit Low-Cost-Sensorik) sowie die Bereitstellung sinnvoller, mittels Big Data Methoden berechneter Metriken ist ein weiterer zentraler Aspekt dieses Projekts. Die Aufklärung der Bürger über Maßnahme zur Gesundheitsvorsorge als auch die Erstellung mehrtägiger Vorhersagen der Luftqualität sollen mithilfe numerischer Simulationen der Luftqualität wie auch des neuen räumlich hochaufgelösten Messnetzes erfolgen.

Die Aerosolmessstation dient in dem Projekt als Referenzmessstation für Vergleichsmessungen der im Netzwerk eingesetzten Geräte sowie der Scientific Scouts und Referenzgeräte der Fa. GRIMM. An der Referenzmessstation befinden sich unterschiedliche Geräte, die für Vergleichs- und Referenzmessungen mit Prototypen der in diesem Projekt entwickelten Geräte sowohl stationär als auch mobil zur Verfügung gestellt wurden. In der ersten Messphase wurden die für das Projekt vorgesehenen Prototypen getestet. Für den Start der ersten intensiven Messkampagne mussten 15 zusätzliche Messstellen vorbereitet werden. Ein Teil dieser Vorbereitungen beinhaltet die genaue Beschreibung der Messstellen (Lage, Bilder, Verfügbarkeit

## Joint Center for Environmental Exposure Sciences

von W-LAN, etc.), welche für die erste SAQN-Messkampagne ausgewählt wurden sowie – in Zusammenarbeit mit Projektpartner GRIMM – die Vorbereitung der Messgeräte EDM80NEPH und EDM164 (z. B. Montage-Halterungen, W-LAN-Modem, etc.), damit diese montiert und betrieben werden können. Als Abschluss der Vorarbeiten installierte das Projektteam fünf EDM80NEPHs (sogenannte Scientific Scouts) und ein EDM164 (Referenzmessgerät) an den vier staatlichen Stationen des lufthygienischen Landesüberwachungssystems Bayern und an der Aerosolmessstation des Helmholtz Zentrums München auf dem Gelände der Hochschule Augsburg. Die Messgeräte sowie die Messstellen sind in der Abb. 1 dargestellt.

Die Verbindung zu den erstellten mobilen Hotspots ist stabil und der Verbindungsstatus kann mittels TeamViewer überprüft und kontrolliert werden. Darüber hinaus planen HMGU und GRIMM eine sichere WLAN-Verbindung zu installieren, damit ein sicherer Download der erfassten Daten möglich ist. Zusätzlich zu den Messstellen in Augsburg, wird noch eine weitere Messstelle am Hof Lindenau errichtet, welche Daten über den „regionalen Hintergrund“ liefern soll. Es ist geplant, einen kleinen Messcontainer, der sich derzeit noch am Königsplatz befindet, nach Hof Lindenau zu transportieren. Sobald die Genehmigung zur Errichtung der Messstelle vorliegt, erfolgt der Umzug des Containers.

Weitere Informationen zum aktuellen Projektstand sind auf der Projektwebseite [www.smartaq.net](http://www.smartaq.net) zu finden.

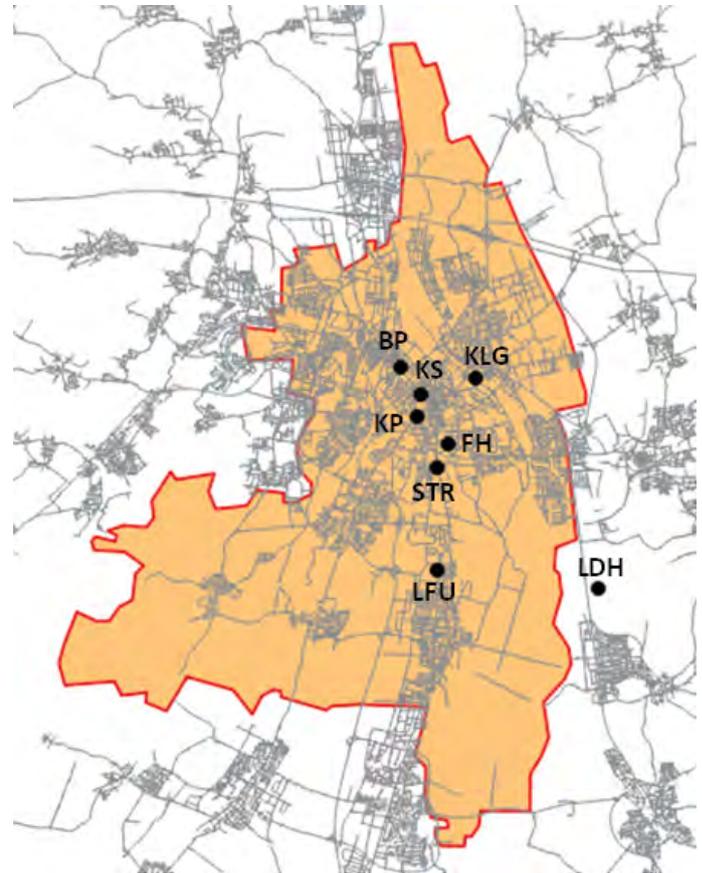


Abb. 1: Lage der SAQN-Messstationen für die Messphase 1 (LfU= LfU Hauptsitz, KP = Königsplatz, KS = Karlstraße, BP = Bourges-Platz, KLG = Klostergarten, STR = Schertlinstraße, FH = Augsburger Aerosolmessstation, LDH = geplante Messstelle im Hof Lindenau).

## Ausblick

In der kommenden Periode werden die Modernisierung und der Umbau der Aerosolmessstation gewichtige Bestandteile der Aktivitäten bleiben. Darüber hinaus wird die Beurteilung und Abschätzung der Maßnahmen zur Luftreinhaltung ebenfalls eine wichtige Rolle spielen (AWAIR).

Des Weiteren ist die Einbindung der Messstation in die NAKO Gesundheitsstudie eine zusätzliche wesentliche Aufgabe der zukünftigen Aktivitäten. Die NAKO wird in den kommenden Jahrzehnten die größte verfügbare Ressource an Gesundheitsdaten, u.a. zu umweltbezogenen Erkrankungen sein. Gerade die Langzeiteffektstudien benötigen eine räumlich differenzierte Langzeitexposition von Luftschadstoffen, welche dann individuell den Teilnehmern der jeweils untersuchten Kohorte zugewiesen werden können. Die im ULTRA III Projekt generierten Modelle der räumlichen Verbreitung der Luftschadstoffe werden durch das im SAQN-Projekt generierte Datenetzwerk validiert. Darüber hinaus ist eine Modellierung der persönlichen Exposition geplant. Die räumliche und zeitliche Modellierung der Luftschadstoffe soll auch durch Anwendung weiterer Modelansätze (Dispersionsmodellierung, kleinräumige Chemie-Transportmodelle, Nutzung der Satellitendaten) ausgebaut werden.

## Literatur

- Chen, K., Wolf, K., Breitner, S., Gasparrini, A., Stafoggia, M., Samoli, E., Andersen, ZJ., Bero-Bedada, G., Bellander, T., Hennig, F., Jacquemin, B., Pekkanen, J., Hampel, R., Cyrys, J., Peters, A., Schneider, A. (2018): Two-way effect modifications of air pollution and air temperature

on total natural and cardiovascular mortality in eight European urban areas. *Environmental International*, 116: 186-196.

- Cyrys, J., Wichmann, H.-E., Ruckerl, R., Peters, A. (2018): *Umweltzonen in Deutschland: Probates Mittel zur Einhaltung geltender Luftqualitätsstandards?* Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz, 61 (6): 645–655.
- Deffner, V., Küchenhoff, H., Breitner, S., Schneider, A., Cyrys, J., Peters, A. (2018): Mixtures of Berkson and classical covariate measurement error in the linear mixed model: Bias analysis and application to a study on ultra-fine particles. *Biometrical Journal*. 1–18.
- Hinterreiter, S., Budde, M., Schäfer, K., Riesterer, J., Riedel, T., Köpke, M., Cyrys, J., Emeis, S., Gratza, T., Hank, M., Philipp, A., Petersen, E., Redelstein, J., Schnelle-Kreis, J., Young, D., Kowalski, M., Ziegler, V., Beigl, M. (2018): SmartAQnet – neuer smarter Weg zur räumlichen Erfassung von Feinstaub. SmartAQnet – new smart way for spatial detection of fine dust. AGIT. *Journal für Angewandte Geoinformatik* 4: 394 - 403
- Li, F., Schnelle-Kreis, J., Cyrys, J., Wolf, K., Karg, K., Gu, J., Orasche, J., Abbaszade, G., Peters, A., Zimmermann, R. (2018): Spatial and temporal variation of sources contributing to quasi-ultrafine particulate matter PM0.36 in Augsburg, Germany *Science of the Total Environment*, 631–632: 191–200.
- Li, F., Schnelle-Kreis, J., Cyrys, J., Karg, E., Gu, J., Abbaszade, G., Orasche, J., Peters, A., Zimmermann, R. (2018): Organic speciation of ambient quasi-ultrafine particulate matter (PM0.36) in Augsburg, Germany: Seasonal variability and source apportionment. *Science of The Total Environment*, 615: 828-837.

## Joint Center for Environmental Exposure Sciences

- Jedynska, A., ..., Cyrys, J., ..., Kooter, I. M. (2017): Spatial variations and development of land use regression models of oxidative potential in ten European study areas. *Atmospheric Environment* 150, S. 24-32.
- Pilz, V., Wolf, K., Breitner, S., Ruckerl, R., Koenig, W., Rathmann, W., Cyrys, J., Peters, A., Schneider, A. (2018): C-reactive protein (CRP) and long-term air pollution with a focus on ultrafine particles. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 221, 510–518.
- Pitchika, A., Hampel, R., Wolf, K., Kraus, U., Cyrys, J., Babisch, W., Peters, A., Schneider, A. (2017): Long-term associations of modeled and self-reported measures of exposure to air pollution and noise at residence on prevalent hypertension and blood pressure. *Science of The Total Environment*, 593-594, S: 337-346.
- Stafoggia, M., Schneider, A., Cyrys, J., ..., Peters, A., Quass, U., Yli-Tuomi, T., Forastiere, F., (2017) : Association between short-term exposure to ultrafine particles and mortality in eight European urban areas. *Epidemiology* 2, S. 172-180.
- Wolf, K., Cyrys, J., Harciniková, T., Gu, J., Kusch, T., Hampel, R., Schneider, A., Peters, A. (2017): Land use regression modeling of ultrafine particles, ozone, nitrogen oxides and markers of particulate matter pollution in Augsburg, Germany. *Science of The Total Environment* 579, S. 1531-1540.

# Räumliches und zeitliches Monitoring von Betulaceae- und Corylaceae-Pollen in der Region Augsburg

## PROJEKTTEAM

- Dipl. Geogr. Franziska Häring  
franziska.haering@tum.de  
Tel.: 0821 598 6414
- M.Sc. Reiner Schwandt  
reiner.schwandt@wzu.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 3558
- M.Sc. Denise Rauer  
denise.rauer@tum.de  
Tel.: 0821 598 6412
- PD Dr. Stefanie Gilles  
stefanie.gilles@tum.de  
Tel.: 0821 598 6412
- Prof. Dr. Claudia Traidl-Hoffmann  
claudia.traidl-hoffmann@tum.de  
Tel.: 0821 598 6411
- Prof. Dr. Arne Friedmann  
arne.friedmann@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2262
- Dr. Athanasios Damialis  
thanos.damialis@tum.de  
Tel.: 0821 598 6414

## PROJEKTPARTNER

- Klinikum rechts der Isar, Technische Universität München
- Lehrstuhl für Physische Geographie mit Schwerpunkt Klimaforschung, Universität Augsburg
- Wissenschaftszentrum Umwelt, Universität Augsburg

## FÖRDERUNG

- Universitäres Zentrum für Gesundheitswissenschaften am Klinikum Augsburg (UNIKA-T)

## PROJEKTLAUFZEIT

- Seit 2013

## Worum geht es?

In Europa leidet etwa 30% der Bevölkerung an Allergien, bis zum Jahr 2025 soll dieser Wert bis auf 50% steigen (EAACI 2015, Bieber et al. 2016). Über die Gründe für diesen Anstieg wird von Forschern in den letzten Jahren viel spekuliert. Einer der Gründe ist der Klimawandel, so verlängert sich durch die globale Temperaturerhöhung die Vegetationsperiode und damit auch die Dauer und die Intensität des Pollenflugs (Scheifinger et al. 2013, Damialis et al. in press b). Auch auf den Menschen selbst wirken sich diese Veränderungen aus (Gilles et al. 2018). Daraus ergibt sich die Frage, wie Vegetation im Allgemeinen, sowie die Phänologie der Blüten und die Pollenproduktion im Speziellen, auf den Einfluss des sich verändernden Klimas reagieren, sich der Allergengehalt vor diesem Hintergrund verändert und wie dies sich auf die menschliche Gesundheit auswirkt.

## Zielsetzung

Das Ziel dieses Projektes, in dessen Rahmen zwei Dissertationen („Spatial and temporal monitoring of birch pollen in the region of Augsburg“ (Franziska Häring);

# Räumliches und zeitliches Monitoring von Betulaceae- und Corylaceae-Pollen in der Region Augsburg

„Examining *Betula pendula*, *Carpinus betulus*, *Corylus avellana*, *Alnus glutinosa* and *Alnus incana* for flowering phenology, pollen season, pollen production and pollen allergenicity in Augsburg“ (Reiner Schwandt) durchgeführt werden, ist es, die Zusammenhänge zwischen den gesundheitsrelevanten Reproduktionsmerkmalen der Pflanzen und verschiedenen Umwelteinflüssen zu untersuchen. Durch diese Erkenntnisse können raumzeitliche Muster identifiziert werden. Diese helfen, Einflüsse auf die Gesundheit von Allergikern zu verstehen und vorhersagen zu können und ermöglichen dadurch ein besseres Allergie-Management (Damialis et al. in press a).

## Methoden

Die Individuen aller vorkommenden Birken-Spezies in den besiedelten Bereichen Augsburgs wurden kartiert, wobei die Koordinaten des Standortes, die Spezies, die Baumhöhe, sowie der Stammumfang erhoben wurden.

Außerdem wurden 60 Hängerbirken (*Betula pendula*) an Standorten in und um Augsburg ausgewählt, die sich in den Aspekten Urbanität, Lufttemperatur und Luftschadstoff-Konzentration unterscheiden.

Seit 2013 werden an diesen Standorten die Phänologie der Blüten, die Pollenproduktion sowie die Allergenität der Pollen beobachtet und untersucht. Phänologische Beobachtungen, die in der Hochphase alle 1-2 Tage stattfinden, eignen sich zur Erkenntnisgewinnung über den Beginn, den Höhepunkt sowie das Ende der Blüte. Neben den Blüten der Bäume gehören auch der Zeitpunkt des ersten Blattaustriebs und die darauffolgende Etablierung der einzelnen Entwicklungsstufen der Blättentfaltung zu den Messgrößen der Untersuchungen. Die Pollenproduktion

wird für verschiedene Level, pro Blüte, pro Blütenstand, sowie pro Baum erhoben. Das Hauptallergen der Pollen (Bet v 1) wurde durch spezielle antikörperbasierte Nachweisverfahren (ELISAs) in wässrigen Pollenextrakten bestimmt.

Zur durchgehenden Messung der Konzentration von luftgetragenen Pollen dient eine Pollenfalle, die nach dem Hirst-Prinzip misst (s. Abb. 2.)

Außerdem wurden meteorologische Faktoren sowie ein Urbanitäts-Index, basierend auf Landnutzungsdaten für alle Standorte erhoben. Luftschadstoffe ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_3$ ) wurden mittels Passivsammlern direkt an den Bäumen gemessen. Um einen Gesamtüberblick über alle Pflanzengattungen der Familie der Birken- und Haselgewächse (*Betulaceae*, *Corylaceae*) in Augsburg zu bekommen, werden seit Ende



Abb. 1: Birkenkätzchen vor der Blüte

## Räumliches und zeitliches Monitoring von Betulaceae- und Corylaceae-Pollen in der Region Augsburg

2017 die beschriebenen Methoden ebenfalls für die Baumarten Hainbuche (*Carpinus betulus*), Haselnuss (*Corylus avellana*), Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) und Grauerle (*Alnus incana*) angewendet. Die Pollen dieser Arten setzen mit dem Birkenpollen-Allergen kreuzreaktive Proteine frei. Das bedeutet, dass Patienten, die für nur eine Pollenart sensibilisiert sind, auch Symptome entwickeln können, wenn Pollen der anderen Arten fliegen. Die umfassende Untersuchung aller kreuzreaktiven Spezies ist notwendig, um das komplette Ausmaß der Pollenbelas-

tung und somit auch das Risiko für allergische Symptome in Augsburg abzuschätzen. Hierfür wurden die in Augsburg am häufigsten vorkommenden Pflanzenarten jeder Gattung der Familie der Birkengewächse ausgewählt. Dabei wurden während der Vegetationsperiode 2018 bereits 33 Exemplare beobachtet. Für die nächste Vegetationsphase wurde die Auswahl auf 43 Exemplare erweitert. Die Standorte der Bäume befinden sich sowohl in zentrumsnahen als auch Stadtrandlagen.

### Durchführung und Ergebnisse

In Augsburg wurden über 4000 Hängebirken (*B. pendula*) kartiert. Diese produzieren zusammen pro Jahr Pollen in der Größenordnung von Billionen Pollenkörnern.

Im Durchschnitt beginnt die Blüte der Hängebirken Anfang April und dauert etwa 10 Tage. Die durchschnittliche Birkenpollen-Saison dauert etwa 2 Monate von Ende März bis Ende Mai, wobei sie sich nicht immer mit der Blütephase deckt. Dies deutet darauf hin, dass ein Teil der atmosphärischen Pollen nicht aus lokalen Quellen stammen, sondern auch durch Ferntransport aus entfernten Regionen zu uns gelangen.

Im Gegensatz zu den Hängebirken und den Hainbuchen (*Carpinus betulus*, Haupt-Pollensaison: Anfang April bis Mitte Mai) beginnen die Erlen (*Alnus*) und Haseln (*Corylus*) bereits viel früher zu blühen. So ist es bei milder Witterung üblich, die ersten blühenden Exemplare bereits im Dezember beobachten zu können. Dabei erwiesen erste Untersuchungen, dass bei Frost die Freisetzung der Pollen durch die Blüten der Erlen und Haseln regelmäßig abnahm oder gar pausierte. Bei ansteigender Temperatur konnte eine erneute Freisetzung beobachtet werden.



Abb. 2: Die Burkard Pollenfalle auf dem Dach des Gebäudes D an der Universität Augsburg ist seit Januar 2018 in Betrieb und misst seither kontinuierlich

# Räumliches und zeitliches Monitoring von Betulaceae- und Corylaceae-Pollen in der Region Augsburg

Dieses „Stop-and-go“-Prinzip führt bei manchen Frühblühern unter den Bäumen zu vergleichsweise langen Blühphasen.

Weitere Untersuchungen zeigen, dass Temperatur, Urbanität und Luftschadstoffe sich auf verschiedene Aspekte der Phänologie und der Pollen auswirken.

## Ausblick

Das Verständnis von Pflanzenreproduktion und Ökologie wird es in Zukunft ermöglichen, die potentiell allergenen Effekte von Pflanzen auf die menschliche Gesundheit abzuschätzen. Dazu werden in diesen Projekten alle allergenen Gattungen der Birkengewächse (*Betulaceae*) (Birken, Erlen) und Haselnussgewächse (*Corylaceae*) (Haseln, Hainbuchen) untersucht, da diese für einen großen Teil der allergischen Atemwegssymptome in gemäßigten Klimaten verantwortlich sind.

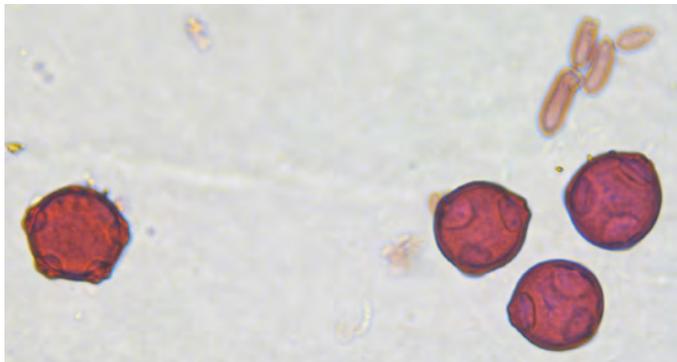


Abb. 3: Ein Erlenpollenkorn (links), drei Haselpollen (rechts unten) und *Cladosporium*-Sporen (rechts oben) unter einem Mikroskop

Durch eine räumliche, sowie zeitliche Vorhersage von Pollen- und Allergenmengen, sowie der Pollen- und Blüh-Saison ist es möglich, Echtzeit-Informationen zur Verfügung zu stellen, die Allergikern helfen, in Zukunft besser mit ihren Allergien zu leben und diese besser zu kontrollieren.

## Literatur

- Bieber, T., Akdis, C., Lauener, R., Traidl-Hoffmann, C., Schmid-Grendelmeier, P., Schäppi, G., Allam, J. P., Apfelbacher, C., Augustin, M., Beck L., Biedermann, T., Braun-Fahrländer, C., Chew, F. T., Clavel, T., Cramer, R., Darsow, U., Deleuran, M., Dittlein, D., Duchna, H. W., Eichenfeld, L., Eyerich, K., Frei, R., Gelmetti, C., Gieler, U., Gilles, S., Glatz, M., Grando, K., Green, J., Gutermuth, J., Guttman-Yassky, E., Hanifin, J., Hijnen, D., Hoetzenecker, W., Irvine, A., Kalweit, A., Katoh, N., Knol, E., Koren, H., Möhrenschrager, M., Münch, D., Novak, N., O'Mahony, L., Paller, A. S., Rhyner, C., Roudit, C., Schiesser, K., Schröder, J., Simon, D., Simon, H. U., Sokolowska, M., Spuls, P., Stalder, J. F., Straub, D., Szalai, Z., Taieb, A., Takaoka, R., Todd, G., Todorova, A., Vestergaard, C., Werfel, T., Wollenberg, A., Ring, J. (2016): Global Allergy Forum and 3rd Davos Declaration 2015: Atopic dermatitis/Eczema: challenges and opportunities toward precision medicine. *Allergy* 71: 588-592.
- Damialis, A., Häring, F., Gökkaya, M., Rauer, D., Reiger, M., Bezold, S., Bounas-Pyrras, N., Eyerich, K., Todorova, A., Hammel, G., Gilles, S., Traidl-Hoffmann, C. In press a: Human exposure to airborne pollen and relationships with symptoms and immune responses: Indoors versus outdoors, circadian patterns and meteorological effects

## Räumliches und zeitliches Monitoring von Betulaceae- und Corylaceae-Pollen in der Region Augsburg

in alpine and urban environments. *Science Of The Total Environment*.

- Damialis, A., Traidl-Hoffmann, C., Treudler, R. In press b: Climate change and pollen allergies. In: Marselle, M. R., Stadler, J., Korn, H., Irvine, K. N., Bonn, A. (eds). *Biodiversity and Health in the face of Climate Change*. Springer.
- Gilles, S., Akdis, C., Lauener, R., Schmid-Grendelmeier P, Bieber, T., Schäppi, G., Traidl-Hoffmann, C. (2018): The role of environmental factors in allergy: A critical reappraisal. *Experimental Dermatology* 27: 1193-1200
- Scheifinger, H., Belmonte, J., Buters, J., Celenk, S., Damialis, A., Dechamp, C., García-Mozo, H., Gehrig, R., Grewling, L., Halley, J. M., Hogda, K., Jäger, S., Karatzas, K., Karlsen, S., Koch, E., Pauling, A., Peel, R., Sikoparija, B., Smith, M., Galán-Soldevilla, C., Thibaudon, M., Vokou, D., de Weger, L. (2013): Monitoring, Modelling and Forecasting of the Pollen Season. In: Sofiev, M., Bergmann, K. C. (eds): *Allergenic Pollen. A Review of the Production, Release, Distribution and Health impacts*, Heidelberg: Springer Verlag, S. 71-126.
- The European Academy of Allergy and Clinical Immunology (EAACI) (2015): Advocacy Manifesto: Tackling the Allergy Crisis in Europe - Concerted Policy Action Needed.

# Thunderstorm Asthma in der Region Augsburg (TARA)

## PROJEKTTEAM

- PD Dr. Andreas Philipp  
a.philipp@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2266
- M.Sc. Annette Straub  
annette.straub@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2131
- Dr. Stefanie Seubert  
stefanie.seubert@geo.uni-augsburg.de
- PD Dr. Christoph Beck  
christoph.beck@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2129

## PROJEKTPARTNER

- Lehrstuhl für Umweltmedizin, Universitäres Zentrum für Gesundheitswissenschaften am Klinikum Augsburg (UNIKA-T)/TU München
- II. Klinik für Kinder- und Jugendliche, Klinikum Augsburg

## KOOPERATIONSPARTNER

- Kassenärztliche Vereinigung Bayern (KVB)

## FINANZIERUNG

- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz sowie Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege im Rahmen des Verbundprojekts „Klimawandel und Gesundheit in Bayern“ (VKG)

## PROJEKTLAUFZEIT

- April 2018 – März 2019

## Worum geht es?

Das Phänomen „Thunderstorm Asthma“ bzw. „gewitterbedingtes Asthma“ bezeichnet das gehäufte Auftreten teilweise schwerer Asthmaanfälle im zeitlichen und räumlichen Umfeld von Gewittern. Studien zu solchen Ereignissen aus Australien (z.B. Thien et al. 2018), Nordamerika (z.B. Grundstein et al. 2008), Italien (z.B. D'Amato et al. 2008) und Großbritannien (z.B. Venables et al. 1997) zeigen ein Zusammentreffen dieser Events mit erhöhten Konzentrationen verschiedener Pollen- und Pilzsporenarten in der Luft. Betroffen sind neben Asthmapatienten auch Pollenallergiker, bei denen Asthma zuvor noch nicht diagnostiziert war.

Die Prozesse, die bei der Entstehung von Thunderstorm Asthma eine Rolle spielen, sind noch nicht eindeutig geklärt. Mögliche Erklärungsansätze beinhalten ein Zusammenspiel verschiedener Mechanismen (s. Abb. 1). Zunächst könnten Pollen und Pilzsporen durch Böen im Vorfeld eines Gewitters verstärkt aufgewirbelt werden (Taylor & Jonsson 2004). Der Kontakt mit Wasser, bspw. mit Wolken- oder Regentropfen im Inneren der Gewitterwolke, lässt die Pollenkörner osmotisch bedingt bersten, wodurch eine große Zahl kleiner, lungengängiger Stärkekörnchen (0.6 bis 2.5  $\mu\text{m}$ ) freigesetzt wird (Suphioglu et al. 1992). Schließlich könnten diese Partikel durch die Abwinde der Gewitterzelle in Bodennähe konzentriert werden, was eine starke Erhöhung der Allergengehalte in der

# Thunderstorm Asthma in der Region Augsburg (TARA)

Umgebungsluft zur Folge hätte. Die Expositionssituation für betroffene Personen würde sich dadurch massiv verstärken. Auch die elektrische Ladung innerhalb der Gewitterwolke könnte von Bedeutung sein (Taylor & Jonsson 2004).

In Zentraleuropa gehört Süddeutschland, und insbesondere Bayern, zu den Regionen mit der höchsten Gewitterhäufigkeit (Wapler 2013), Untersuchungen zu Thunderstorm Asthma in Mitteleuropa fehlen jedoch bislang. Da im Zuge des Klimawandels mit verstärkter Gewitteraktivität zu rechnen ist (Schefczyk & Heinemann 2017) und zudem bereits eine Zunahme von Allergien beobachtet wird (D'Amato et al. 2016), ist die Untersuchung des Risikos für Thunderstorm Asthma in unserer Region von besonderer Bedeutung.

## Zielsetzung, Daten und Methoden

Ziel des Projekts TARA ist die retrospektive Quantifizierung des Thunderstorm Asthma Risikos für die Region Augsburg auf Basis von Klima-, Aeroallergen- und Gesundheitsdaten.

Als Datengrundlage stehen im Projekt verschiedene meteorologische Datenquellen zur Verfügung. Neben Blitzdaten der Firma Siemens zur Detektion von Gewittern werden flächendeckende Niederschlagsdaten des Deutschen Wetterdienstes (Radolan), flächendeckende Analysedaten verschiedener Parameter zur Beschreibung der großräumigen meteorologischen Situation (z.B. geopotentielle Höhe, Lufttemperatur, relative Feuchte, Wind) und der Schichtungsstabilität der Atmosphäre (z.B. Höhe der planetaren Grenzschicht, CAPE-Index) aus dem Global Forecast

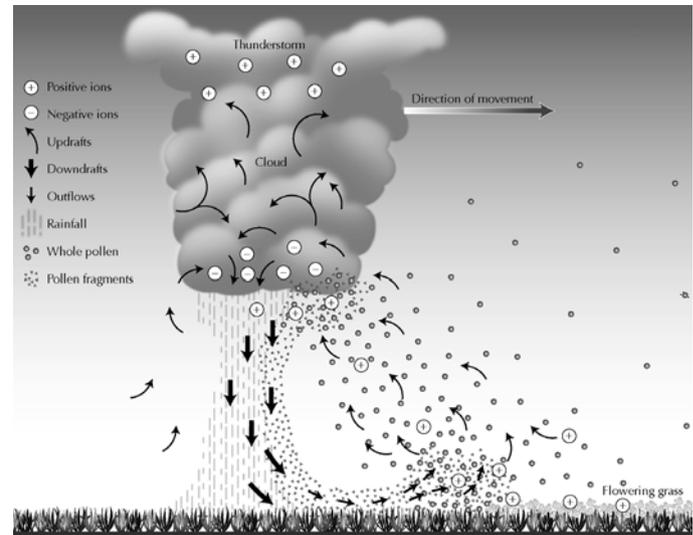


Abb. 1: Mögliche Mechanismen zur Erklärung von Thunderstorm Asthma (Taylor & Jonsson 2004)

System der NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) sowie Daten lokaler Stationen des Deutschen Wetterdienstes herangezogen. Hinzu kommen Pollen- und Pilzsporenkonzentrationen mehrerer durch das UNIKA-T betriebener Pollensammler zur Abschätzung der Allergengehalte der Luft. Schließlich werden anonymisierte Daten zu asthmabedingten Notarzteinsätzen für ganz Bayern von der Kassenärztlichen Vereinigung Bayern (KVB) bereitgestellt und durch Asthmadaten für Augsburg von der II. Klinik für Kinder- und Jugendliche, Klinikum Augsburg, ergänzt.

Zunächst werden die verschiedenen Eingangsdatensätze aufbereitet und mittels deskriptiver Statistik analysiert.

## Thunderstorm Asthma in der Region Augsburg (TARA)

Um asthma-relevante Gewitterereignisse und -wetterlagen zu identifizieren und deren Eigenschaften zu spezifizieren, soll danach eine Gewittercharakterisierung durchgeführt werden. Hierzu erfolgt einerseits eine Detektion einzelner Gewitterzellen anhand der räumlichen Maxima der Blitzdichte und des Flächenniederschlags sowie deren Charakterisierung mittels großskaliger und lokaler meteorologischer sowie aerobiologischer Variablen. Weiterhin werden Wetterlagenklassifikationen mit zusätzlichen In-

formationen der lokalen Meteorologie sowie Pollen- und Pilzsporenkonzentrationen erweitert und auf die Zielgröße „Asthmaanfälle“ hin konditioniert. Schließlich soll der statistische Zusammenhang zwischen dem Auftreten erhöhter Asthmazahlen und spezifischer (Gewitter)wetterlagen untersucht und auf Signifikanz geprüft werden, wobei verschiedene bi- und multivariate statistische Verfahren zum Einsatz kommen werden.

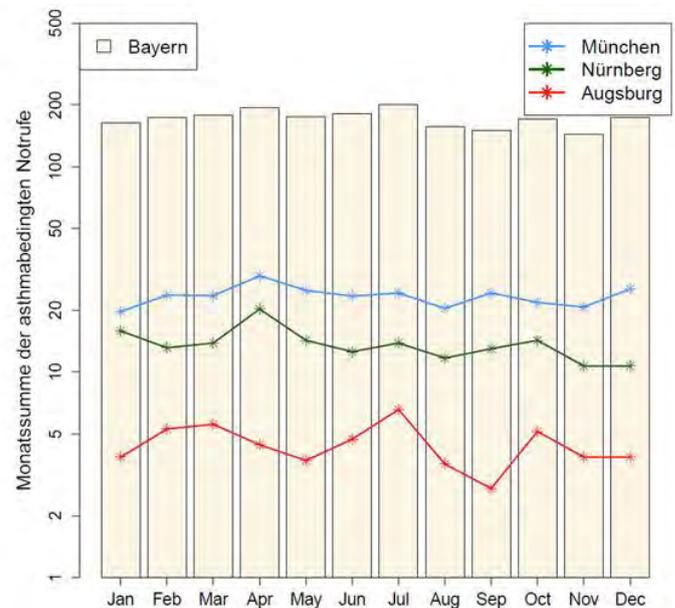
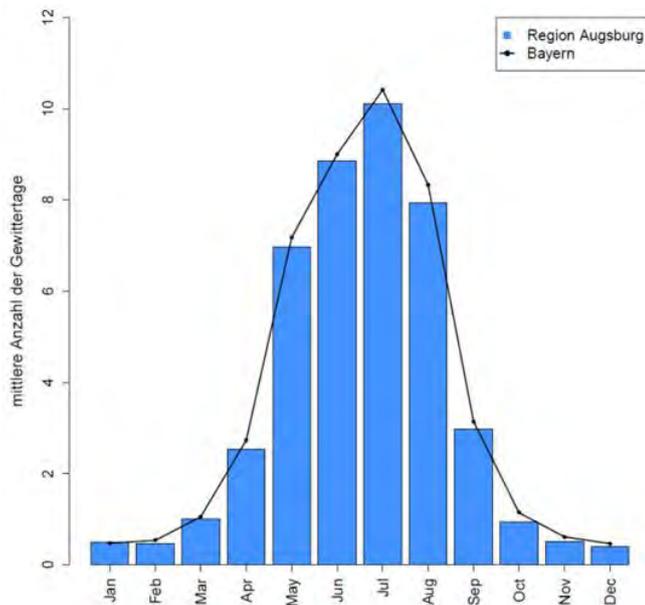


Abb. 2: Mittlere monatliche Anzahl der Gewittertage für Bayern sowie die Region Augsburg unter Einbezug der Jahre 1992-2017 (links) und mittlerer Jahresgang der Asthmafälle für Bayern sowie ausgewählte Städte der Jahre 2010-2016 (rechts).

## Thunderstorm Asthma in der Region Augsburg (TARA)

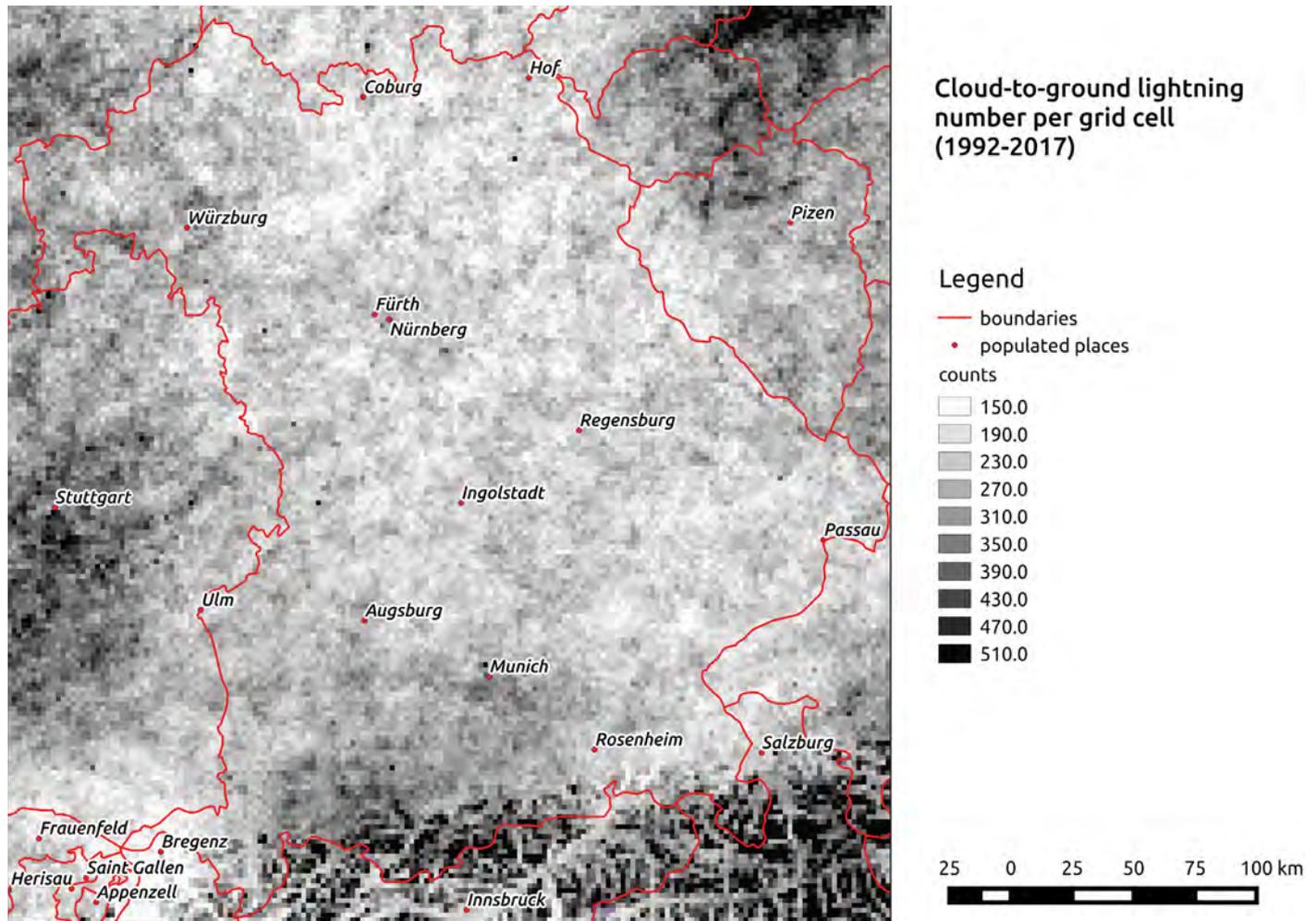


Abb. 3: Summe der Wolke-Boden-Blitze pro 2x2 km Gitterzelle im Zeitraum 1992-2017

# Thunderstorm Asthma in der Region Augsburg (TARA)

## Asthma- und Gewitterstatistik

Erste statistische Auswertungen der Blitzdaten zeigen einen charakteristischen Jahresgang der Gewitteraktivität, gemessen an der monatlichen Anzahl der Gewittertage (s. Abb. 2 links), mit einem Maximum im Sommer. Hierbei fällt auf, dass die Region Augsburg in allen Monaten Werte unterhalb des bayerischen Durchschnitts aufweist. Die Hauptgewittersaison umfasst die Monate von Mai bis August. Innerhalb dieses Zeitraums treten in Bayern ca. 93 % der Blitze eines Jahres auf. Der Jahresgang der asthmabedingten Notarzteinsätze für Bayern (gesamt) sowie für ausgewählte Städte zeigt analog zu den Gewittertagen

ein schwaches Maximum im Juli (s. Abb. 2 rechts). Zudem treten im Frühjahr und Herbst sekundäre Maxima auf, deren genauer Zeitpunkt jedoch zwischen den einzelnen Städten variiert. Hinzu kommt eine starke interannuelle Variabilität der Monatssummen der Notarzteinsätze (hier nicht gezeigt).

Der Tagesgang der Gewitteraktivität zeigt, dem Tagesgang der Lufttemperatur folgend, ein Maximum am Nachmittag (15 Uhr UTC) und ein Minimum in den Morgenstunden (7 Uhr UTC, nicht dargestellt). Dies trifft aufgrund der starken konvektiven Gewittertätigkeit insbesondere im Frühjahr und Sommer zu, während im Herbst und Win-

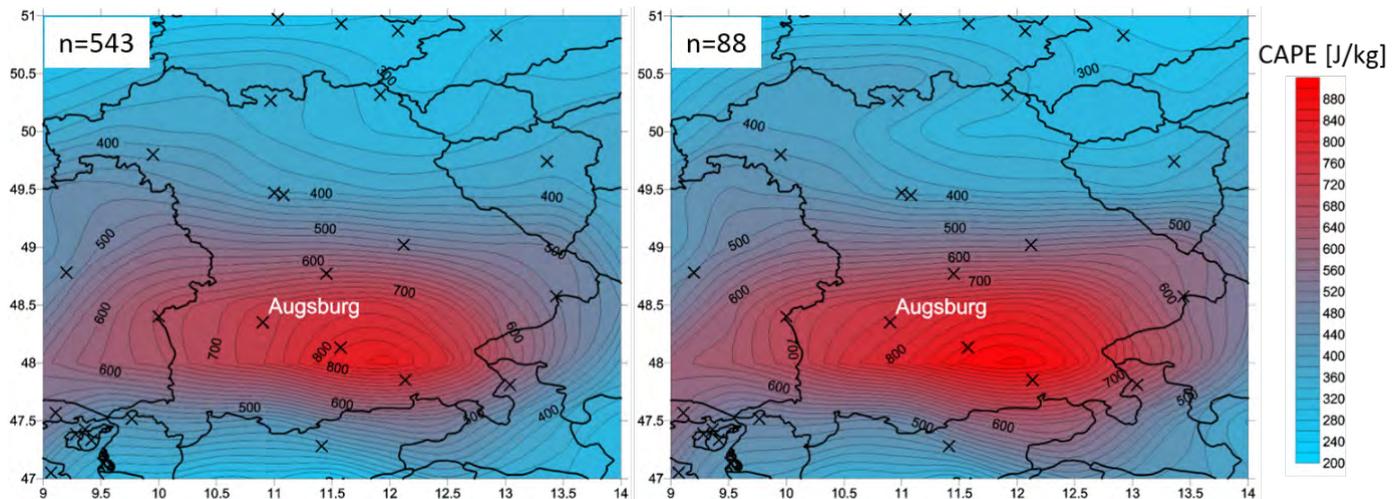


Abb. 4: Kompositen der 18 Uhr-Werte des CAPE-Index [J/kg] der Jahre 2007-2017 im bayerischen Raum für 543 Tage ohne (links) und 88 Tage mit (rechts) Asthma-Auftritten in Augsburg im Sommer (Juni, Juli, August)

# Thunderstorm Asthma in der Region Augsburg (TARA)

ter in Folge der relativ gesehen häufigeren Frontalgewitter deutliche Abweichungen von diesem typischen Verlauf zu beobachten sind.

Neben der zeitlichen wurde auch die räumliche Verteilung der Blitzdichte betrachtet (s. Abb. 3). Hierbei ist eine Differenzierung aufgrund der Höhenlage erkennbar, so ist bspw. die Blitzdichte im Alpenvorland und insbesondere in den Alpen verglichen mit dem Norden Bayerns hoch. Aber auch innerhalb der Region Augsburg sind räumliche Unterschiede zu erkennen.

## Wetterlagenklassifikationen

Wetterlagenklassifikationen sind eine in der synoptischen Klimatologie häufig angewandte Methode, um die großräumige atmosphärische Zirkulation zu beschreiben und Zusammenhänge zu lokal beobachteten Ausprägungen verschiedenartiger Zielgrößen wie bspw. der Meteorologie, der Luftqualität oder - wie in diesem Fall - der Gesundheitssituation, herzustellen. Ein Ansatz, der sich zur Gewinnung eines ersten Überblicks eignet, ist die Kompositenbildung, wobei mittlere Karten einer großräumigen Variablen für verschiedene Ausprägungen der Zielgröße berechnet werden. Für das in Abb. 4 dargestellte Beispiel werden zunächst lediglich zwei Klassen gebildet, wobei die erste Klasse Tage mit unterdurchschnittlicher Asthma-Auftrittshäufigkeit in Augsburg enthält (im Mittel 0 Fälle pro Tag, links), während die zweite Klasse diejenigen mit überdurchschnittlichen Asthmazahlen beinhaltet (im Mittel 1,12 Fälle pro Tag, rechts). Die Karten zeigen die mit beiden Klassen assoziierten gemittelten 18 Uhr-Werte des CAPE-Index (convective available potential energy),

einem Maß für die in der Atmosphäre zur Hebung eines Luftpakets verfügbaren Energie und somit für die Stärke der Gewitterneigung. Es fällt auf, dass die Werte des CAPE-Index im Süden Bayerns trotz ähnlicher räumlicher Verteilung an Tagen mit überdurchschnittlichen Asthmazahlen erhöht sind (Abb. 4, rechts), was als Hinweis auf die Relevanz von Thunderstorm Asthma in dieser Region gewertet werden kann. Ob es sich jedoch hierbei um einen Zusammenhang zwischen Tagen starker Erwärmung und vermehrter Pollen- und Sporenfreisetzung, ohne eine signifikante Wirksamkeit von Gewittern handelt, muss noch in weitergehenden Analysen überprüft werden.

## Ausblick

Nachdem erste Analysen Hinweise auf einen bestehenden Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Asthmaanfällen und Gewittern geliefert haben, werden im nächsten Schritt Wetterlagenklassifikationen mit aufwändigeren Klassifikationsansätzen, z.B. Simulated Annealing, systematisch unter Einbezug weiterer Faktoren optimiert. Dadurch werden zirkulationsdynamische Situationen, die relevant für das Auftreten von Thunderstorm Asthma sind, identifiziert und charakterisiert. Neben weiteren meteorologischen Variablen sind hier insbesondere Informationen zur aerobiologischen Situation relevant und erlauben die Untersuchung von Wirkungszusammenhängen. Von zentraler Bedeutung hierfür ist auch die Verwendung verschiedener räumlicher und zeitlicher Skalen auf denen nach überzufälligen Zusammenhangssignalen zwischen dem Auftreten von Asthma und Gewittern gesucht wird.

# Thunderstorm Asthma in der Region Augsburg (TARA)

## Literatur

- D'Amato, G., Cecchi, L., Liccardi, G. (2008): Thunderstorm-related asthma: Not only grass pollen and spores. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 121 (2), S. 537-538
- D'Amato, G., Pawankar, R., Vitale, C., Lanza, M., Molino, A., Stanziola, A., Sanduzzi, A., Vatrella, A., D'Amato, M. (2016): Climate Change and Air Pollution: Effects on Respiratory Allergy. *Allergy, Asthma & Immunology Research*, 8 (5), S. 391-395
- Grundstein, A., Sarnat, S. E., Klein, M., Shepherd, M., Naeher, L., Mote, T., Tolbert, P. (2008): Thunderstorm-associated asthma in Atlanta, Georgia. *Thorax*, 63(7), S. 659-660.
- Schefczyk, L., Heinemann, G. (2017): Climate change impact on thunderstorms: Analysis of thunderstorm indices using high-resolution regional climate simulations. *Meteorologische Zeitschrift*, 26 (4), S. 409-419.
- Suphioglu, C., Singh, M. B., Taylor, P., Bellomo, R., Holmes, P., Puy, R., Knox, R. B. (1992): Mechanism of grass-pollen-induced asthma. *Lancet*, 339, S. 569-572.
- Taylor, P. E., Jonsson, H. (2004): Thunderstorm Asthma, *Current Allergy and Asthma Reports*, 4, S. 409-413
- Thien, F., Beggs, P. J., Csutoros, D., Darvall, J., Hew, M., Davies, J. M., Bardin, P. G., Bannister, T., Barnes, S., Bellomo, R., Byrne, T., Casamento, A., Conron, M., Cross, A., Crosswell, A., Douglass, J. A., Durie, M., Dyett, J., Ebert, E., Erbas, B., French, C., Gelbart B., Gillman, A., Harun, N.-S., Huete, A., Irving, L., Karalapillai, D., Ku, D., Lachapelle, P., Langton, D., Lee, J., Looker, C., MacIsaac, C., McCaffrey, J., McDonald, C. F., McGain, F., Newbigin, E., O'Hehir, R., Pilcher, D., Prasad, S., Ranganamuwa, K., Ruane, L., Sarode, V., Silver, J. D., Southcott, A. M., Subramaniam, A., Suphioglu, C., Susanto, N. H., Sutherland, M. F., Taori, G., Taylor, P., Torre, P., Vetro, J., Wigmore, G., Young, A. C., Guest, C. (2018): The Melbourne epidemic thunderstorm asthma event 2016: an investigation of environmental triggers, effect on health services, and patient risk factors. *Lancet Planet Health*, 2, S. 255-263.
- Venables, K. M., Allitt, U., Collier, C. G., Emberlin, J., Greig, J. B., Hardaker, P. J., Highham J. H., Laing-Morton, T., Maynard, R. L., Murray, V., Strachan, D., Tee, R. D. (1997): Thunderstorm-related asthma - the epidemic of 24/25 June 1994. *Clinical and Experimental allergy*, 27, S. 725-736.
- Wapler, K. (2013): High-resolution climatology of lightning characteristics within Central Europe. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 122, S. 175-184.

# Betrachtung des regionalen CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub>-Haushalts auf Basis atmosphärischer Messreihen

## PROJEKTTEAM

- M.Sc. Esther Giemsa  
esther.giemsa@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 3578
- Prof. Dr. Jucundus Jacobeit  
jucundus.jacobeit@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2670
- Dr. Ludwig Ries  
ludwig.ries@uba.de

## PROJEKTPARTNER

- Virtuelles Alpenobservatorium (VAO), Umweltforschungsstation Schneefernerhaus
- Umweltbundesamt (UBA), Global Atmosphere Watch (GAW) – Plattform Zugspitze
- Leibniz Rechenzentrum (LRZ), Distributed Resources Group
- Alpine Environmental Data Analysis Centre (AlpEnDAC)
- Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt (DLR), Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum (DFD), Abteilung Atmosphäre

## FÖRDERUNG

- Das Forschungsprojekt "Betrachtung des regionalen CO<sub>2</sub>-Haushalts auf Basis atmosphärischer Messreihen" wurde als Forschungs- und Entwicklungsvorhaben FKZ 3716512040 vom Umweltbundesamt finanziert und nutzt die IT-Infrastruktur des AlpEnDAC (Alpine Environmental Data Analysis Centre).

## PROJEKTLAUFZEIT

- Januar 2017 – Juni 2018

## Worum geht es?

Atmosphärische Messungen von Spurengasen können keine unmittelbare Auskunft darüber geben, welche Anteile der gemessenen Konzentrationen auf welche unterschiedlichen Herkunftsgebiete zurückgehen. Dies ist jedoch für ein fundiertes Verständnis des regional differenzierten Spurengas-Haushalts erforderlich und bildet auch die Grundlage für gezielte Emissionsminderungsmaßnahmen. Deshalb werden die gemessenen Spurengaskonzentrationen in Relation zu den synoptisch-skaligen atmosphärischen Transportprozessen gesetzt, wodurch die Detektion von Quellen und Senken im Einzugsgebiet einer Messstation möglich wird. Besonders geeignet für derartige Untersuchungen zur Quellherkunft von Spurengasen sind hochgelegene Messstationen hoher Repräsentativität, wie sie etwa im europäischen Alpenraum zu finden sind.

In Erweiterung des letztjährigen Berichts zu diesem Projekt wird nicht mehr nur auf die Umweltforschungsstation Schneefernerhaus (rund 300 m unterhalb des Zugspitzgipfels) Bezug genommen, sondern auch auf die bekannten, jeweils oberhalb von 3.000 Metern gelegenen alpinen Höhenobservatorien Sonnblick (Österreich), Jungfrauoch (Schweiz) und Plateau Rosa (Italien). Wie Abb. 1 verdeutlicht, lassen sich damit die potentiellen Herkunftsgebiete von Spurengasen verlässlicher erfassen als bei Fokussierung auf lediglich eine ausgewählte Messstation.

## Betrachtung des regionalen CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub>-Haushalts auf Basis atmosphärischer Messreihen

Ebenfalls in Erweiterung des letztjährigen Berichts wird im Folgenden nicht nur auf Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), sondern auch auf Methan (CH<sub>4</sub>) eingegangen, womit die beiden wichtigsten Spurengase thematisiert werden, die zur anthropogenen Verstärkung des Treibhauseffekts und damit zur rezenten globalen Erwärmung beitragen (IPCC 2013).

### Methodik

Hier kann weitgehend auf den Jahresbericht 2017 verwiesen werden, so dass an dieser Stelle nur die Grundzüge der Vorgehensweise noch einmal in Erinnerung gerufen werden sollen. Die Zeitreihen der hochpräzisen CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub>-Konzentrationsmessungen an den vier hochalpinen Observatorien sind zunächst einer Herausfilterung ihres biogenen Jahresganges und ihres anthropogenen Anstiegstrends unterworfen worden (Cleveland et al. 1990), um in den Residuen lediglich die variablen Einflussanteile aus Witterungsverhältnissen und Freisetzungintensität zurückzuhalten (Giemsa et al. 2018). Trajektorien aus der Dispersions- und Transportmodellierung werden sodann ausgehend von den hochalpinen Messstationen rückwärts in der Zeit berechnet (alle zwei Stunden für zehntausend Luftvolumina zehn Tage zurück), um Auskunft über die Transportwege und potentiellen Quellgebiete der gemessenen Spurengase zu erhalten. Im vorliegenden Projekt ist das Lagrange'sche Partikeldispersionsmodell FLEXPART (Stohl et al. 2005) zum Einsatz gekommen, angetrieben mit den meteorologischen Feldern des ECMWF-Wettervorhersagemodells. Zur Minimierung von Modellunsicherheiten werden die Rückwärtssimulationen auf den Pfad ihrer Zentroide zusammengefasst, deren Koordinaten

die mittleren und damit am wenigsten fehlerbehafteten Transportpositionen der Spurenstoff-Rückverfolgung abbilden (Giemsa et al. 2018).

Die Detektion geographischer Gebiete mit Einfluss auf die Spurengas-Konzentrationen eines Messstandorts erfolgt schließlich über konzentrationsgewichtete Trajektorienfelder (concentration weighted trajectory fields, CWT), welche die dort ankommenden Pfade atmosphärischer Luftmassen aus den Rückwärtstrajektorien mit den zeitgleich gemessenen Spurengas-Konzentrationen verknüpfen. Dabei wird die Aufenthaltsdauer der Luftpakete über geographischen Regionen im Vorfeld ihrer Ankunft am Messstandort, das Konzentrationsniveau des



Abb. 1: Lage der vier Höhenobservatorien im Alpenraum, deren CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub>-Messreihen den folgenden Analysen zugrunde liegen. „Zugspitze“ bezieht sich auf die rund 300 m unterhalb des Gipfels gelegene Umweltforschungsstation Schneefernerhaus.

## Betrachtung des regionalen CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub>-Haushalts auf Basis atmosphärischer Messreihen

betreffenden Klimagases und die Frequentierung der jeweiligen Gitterzellen berücksichtigt (Giemsa et al. 2018). Positive/negative Werte für eine Gitterzelle bedeuten, dass das dortige Passieren von Luftmassen im Mittel eine Konzentrationserhöhung/-erniedrigung an den Rezeptorstandorten verursacht (Carslaw 2015). In der Zusammenschau aller Gitterzellen ergibt sich eine Karte, die räumlich hochaufgelöst (hier 0,2 x 0,2 Grad) potentielle Quell- und Senkenregionen mit Einfluss auf die Messwerte der Rezeptorstandorte lokalisiert (Cheng et al. 2015).

### Einflüsse von Quellen und Senken auf die alpinen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen 2011 – 2015

Das Ergebnis der Kombination von Zentroid-Pfaden der stationsspezifisch berechneten FLEXPART-Partikeldispersionssimulationen und den zur jeweiligen Ankunftszeit

der Rückwärtstrajektorien dort gemessenen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen (nach ihrer Saisonalitäts- und Trendbereinigung) zeigt Abb. 2 in Form der CWT-Karten für den Untersuchungszeitraum 2011 – 2015, differenziert nach den vier Rezeptor-Observatorien. Demnach sind für hohe CO<sub>2</sub>-Konzentrationen am Schneefernerhaus und am Sonnblick-Observatorium insbesondere Regionen Osteuropas sowie Mitteleuropas nördlich der Alpen verantwortlich, während sich hohe CO<sub>2</sub>-Messwerte an den Observatorien Jungfraujoch und Plateau Rosa vor allem auf den Einfluss aus Gebieten südlich der Alpen zurückführen lassen.

Weitere Aufschlüsse liefern die saisonal differenzierten Karten der CO<sub>2</sub>-Beiträge aus den Gitterzellen des Einzugsgebiets, wobei in Abb. 3 die CO<sub>2</sub>-Konzentrationen und Partikeldispersionssimulationen aller vier hochalpinen Observatorien kumulativ berücksichtigt worden

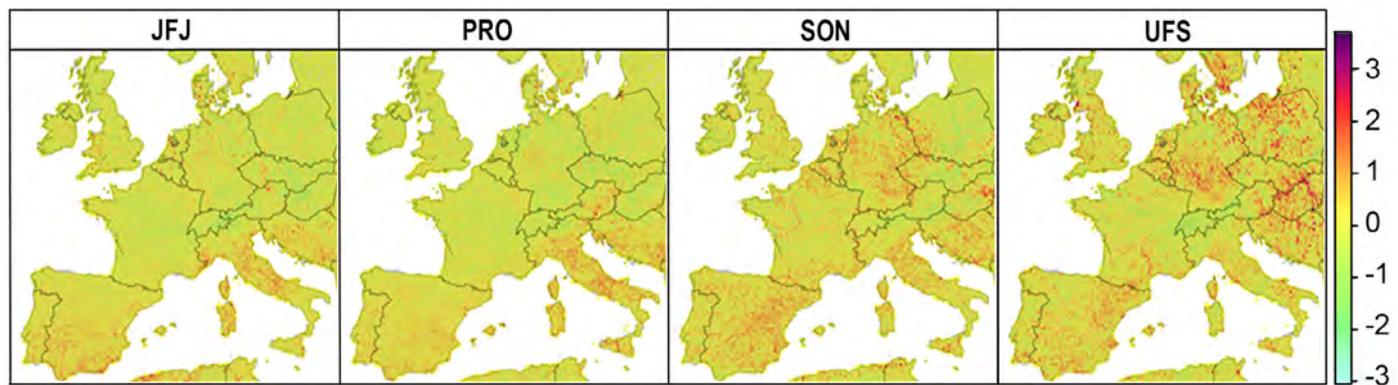


Abb. 2: Beiträge aus den farbig codierten Gitterzellen zu den saison- und trendbereinigten CO<sub>2</sub>-Konzentrationen, die während des Untersuchungszeitraums 2011 – 2015 an den Höhenstationen Jungfraujoch (JFJ), Plateau Rosa (PRO), Sonnblick (SON) und Schneefernerhaus (UFS) gemessen worden sind (in ppm)

## Betrachtung des regionalen CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub>-Haushalts auf Basis atmosphärischer Messreihen

sind, also für die Standorte gemeinsam berechnete konzentrationsgewichtete Trajektorienfelder gezeigt werden. So lassen sich im Winter neben erhöhten Werten aus der industriell geprägten Region Norditaliens Emissions-Hotspotregionen mit gesteigerten Werten von bis zu vier ppm vor allem nördlich und östlich der Alpen erkennen, die auf CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Holz- und Kohlefeuerung hin-

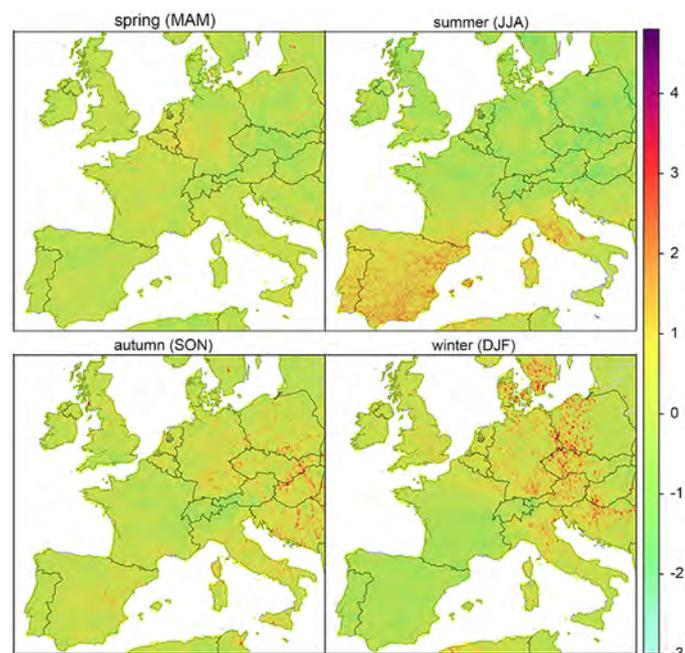


Abb. 3: Gemeinsam für alle vier Höhenstationen berechnete jahreszeitliche Beiträge aus den farbig codierten Gitterzellen zu den saison- und trend-bereinigten CO<sub>2</sub>-Konzentrationen, die während des Untersuchungszeitraums 2011 – 2015 gemessen worden sind (in ppm)

deuten. Dies ist – wenn auch weniger stark – bereits im Herbst festzustellen mit weiter landeinwärts gelegenen Quellregionen Osteuropas. Im Sommer dagegen treten um durchschnittlich zwei ppm erhöhte CO<sub>2</sub>-Messwerte hauptsächlich bei Luftmassenadvektion aus der Mittelmeerregion südwestlich der Alpen sowie aus Zentralitalien auf, die auf hitzebedingte Feuer im saisonal trockenen mediterranen Raum schließen lassen. Das Frühjahr weist kaum starke CO<sub>2</sub>-Emissions-Hotspots auf und zeigt die jahreszeitlich homogenste Karte potentieller Quell- und Senkenregionen. Allen Jahreszeiten gemeinsam ist die kontinuierliche Einordnung der zentralen Untersuchungsregion um den Alpenhauptkamm als markante Kohlenstoffdioxid-Senke.

### CH<sub>4</sub>-Haushaltsuntersuchungen für den Alpenraum 2011 – 2015

Auch in den konzentrationsgewichteten Trajektorienfeldern für die CH<sub>4</sub>-Messwerte zeigen sich die stationspezifischen Frequentierungen des alpinen Untersuchungsgebiets (siehe Abb. 4): während die Observatorien Jungfraujoch und Plateau Rosa Quellregionen des Methans nördlich, aber auch südlich der Alpen lokalisieren, werden Freisetzungen im Norden und Osten Mitteleuropas vor allem von den Höhenstationen Sonnblick und Schneefernerhaus erfasst (mit Erhöhungen der Messwerte um bis zu 20 ppb). Allen vier Karten in Abb. 4 gemeinsam ist die übereinstimmende Identifikation des Südwesten Europas als großflächige CH<sub>4</sub>-Senke. So führten Luftmassen von der iberischen Halbinsel bei ihrer Erfassung an den Alpenobservatorien zu Reduktionen der dort gemessenen CH<sub>4</sub>-Konzentrationen um durchschnittlich rund zehn ppb

## Betrachtung des regionalen CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub>-Haushalts auf Basis atmosphärischer Messreihen

(gemittelt über den fünfjährigen Untersuchungszeitraum). Dies zeigt sich gleichermaßen in der Zusammenlegung der für die einzelnen Observatorien berechneten, aber saisonal differenzierten konzentrationsgewichteten Trajektorienfelder (Abb. 5): auch hier ist die iberische Halbinsel zu allen Jahreszeiten als großflächiges Herkunftsgebiet methanarmer Luftmassen erkennbar, bedingt durch das Fehlen größerer Feuchtgebiete, die die wichtigste natürliche Methanquelle darstellen. Anthropogene Quellen sind jedoch ebenfalls in Rechnung zu stellen, teilweise erkennbar an erhöhten Werten im Bereich von Reisfeldern in der Poebene sowie an hohen CH<sub>4</sub>-Emissionen aus nördlichen und östlichen Regionen, die neben großen natürlichen Feuchtgebieten auch künstliche wie vor allem geflutete, ehemalige Bergbaugelände beinhalten (bspw. Polen). Der konzentrationssteigernde Einfluss höherer Temperaturen

wird dabei in den saisonalen CWT-Karten in Gestalt erhöhter CH<sub>4</sub>-Werte im Sommer und Herbst sichtbar.

### Zusammenfassung

Der eingesetzten Methodik zur Detektion klimagasspezifischer Quell- und Senkenregionen mit Einfluss auf die Konzentrationsmessungen an hochalpinen Rezeptorstandorten können Funktionsfähigkeit und Verlässlichkeit bescheinigt werden angesichts der deutlichen Parallelen, die sich im Vergleich mit Ergebnissen aus der inversen Modellierung von Klimagasflüssen und -konzentrationen zeigen (wie bspw. aus den Projekten Copernicus Atmosphere Monitoring Service (Chevallier et al. 2017; Segers & Houweling 2017) und Jena CarboScope (Rödenbeck et al. 2018)). Voraussetzung dafür ist allerdings eine hinreichende

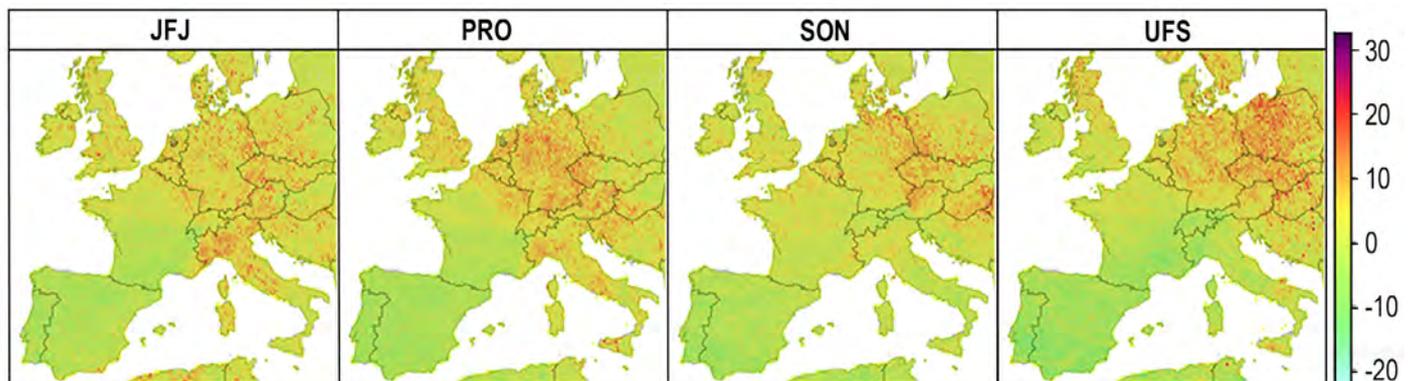


Abb. 4: Beiträge aus den farbig codierten Gitterzellen zu den saison- und trendbereinigten CH<sub>4</sub>-Konzentrationen, die während des Untersuchungszeitraums 2011 – 2015 an den Höhenstationen Jungfrauoch (JFJ), Plateau Rosa (PRO), Sonnblick (SON) und Schneefernerhaus (UFS) gemessen worden sind (in ppb)

## Betrachtung des regionalen CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub>-Haushalts auf Basis atmosphärischer Messreihen

Abdeckung der Untersuchungsregion durch die Zentroidpfade der Partikeldispersionsrechnungen. Nur wenn die Frequentierung durch die Rückwärtstrajektorien hoch genug und die Anzahl der involvierten Stationen groß genug für einen entsprechend stark frequentierten Footprint über dem Einzugsgebiet sind, können die CWT-Analysen aussagekräftige Karten hervorbringen. Spezifische Vor-

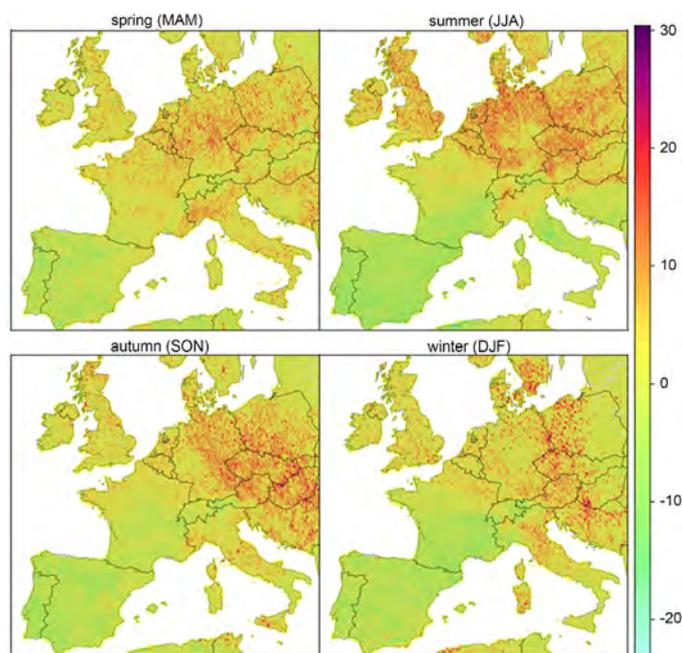


Abb. 5: Gemeinsam für alle vier Höhenstationen berechnete jahreszeitliche Beiträge aus den farbig codierten Gitterzellen zu den saison- und trend-bereinigten CH<sub>4</sub>-Konzentrationen, die während des Untersuchungszeitraums 2011 – 2015 gemessen worden sind (in ppb)

teile des Modells bestehen in seiner hohen räumlichen Auflösung, dem Auskommen ohne a-priori Emissionsdaten und der damit gegebenen Möglichkeit, resultierenden Output zur unabhängigen Validierung von Emissionskatalogen heranzuziehen.

Inhaltlich bezogen ist die Lokalisierung der höchsten Beiträge zu den alpinen CO<sub>2</sub>-Messungen v.a. im Bereich des östlichen Europas hervorzuheben, wo die größten Braunkohle-Abbaugelände gelegen sind. Beim Methan zeigt sich ein markantes Nordost-Südwestgefälle mit erhöhenden/erniedrigenden Konzentrationsbeiträgen in ersterer/letzterer Region. Eine Sonderstellung als Senkenregion bezüglich beider Klimagasen nimmt der Alpenraum selbst ein, wodurch seine Bedeutung im Kontext von Klimaschutz-Strategien erneut unterstrichen wird.

### Literatur

- Carslaw, D. C. (2015): The openair manual – open-source tools for analyzing air pollution data. Manual for version 1.1-4, King's College London. 287 pp.
- Cheng, I., Xu, X., Zhang, L. (2015): Overview of receptor-based source apportionment studies for speciated atmospheric mercury. *Atmos. Chem. Phys.*, 15, 7877-7895.
- Chevallier, F., Broquet, G., Pierangelo, C., Crisp, D. (2017): Probabilistic global maps of the CO<sub>2</sub> column at daily and monthly scales from sparse satellite measurements: Satellite-based probabilistic XCO<sub>2</sub> maps. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 122, DOI: 10.1002/2017JD026453.
- Cleveland, R. B., Cleveland, W. S., McRae, J. E., Terpenning, I. (1990): STL – A Seasonal-Trend Decomposition Procedure Based on Loess. *J. Off. Stat.*, 6, 3-73.

## Betrachtung des regionalen CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub>-Haushalts auf Basis atmosphärischer Messreihen

- Giemsa, E., Jacobeit, J., Ries, L., Hachinger, S. (2018): Investigating regional source and sink patterns of Alpine CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> concentrations based on a back trajectory receptor model (*submitted*).
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2013): Climate Change 2013 – The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Cambridge University Press*, New York, 1552 pp.
- Rödenbeck, C., Zaehle, S., Keeling, R., Heimann, M. (2018): How does the terrestrial carbon exchange respond to interannual climatic variations? A quantification based on atmospheric CO<sub>2</sub> data. *Biogeosciences Discuss.*, DOI: 10.5194/bg-2018-34.
- Segers, A., Houweling, S. (2017): Description of the CH<sub>4</sub> Inversion Production Chain. ECMWF Copernicus Report, 27 pp.
- Stohl, A., Forster, C., Frank, A., Seibert, P., Wotawa, G. (2005): Technical note – The Lagrangian particle dispersion model FLEXPART version 6.2. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 5, 2461-2474.

# Der Einfluss lokaler Quellen auf die räumliche und zeitliche Verteilung ultrafeiner Partikel

## PROJEKTTEAM

- M.Sc. Esther Giemsa  
esther.giemsa@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 3578
- Thomas Kusch  
thomas.kusch@wzu.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 5586 3259
- PD Dr. Jens Soentgen  
jens.soentgen@wzu.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 3560
- Dr. Josef Cyrus  
cyrus@helmholtz-muenchen.de  
Tel.: 089 3187 4156

## PROJEKTPARTNER

- Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Luftreinhaltplanung und Luftreinhaltung im Verkehr, Dr. Mike Pitz
- Helmholtz Zentrum München (HMGU), Institut für Epidemiologie II, Dr. Josef Cyrus & Prof. Dr. Annette Peters

## FINANZIERUNG

- Fördermittelgeber des Forschungsvorhabens "Einfluss lokaler Quellen auf die räumliche und zeitliche Verteilung ultrafeiner Partikel" ist das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU), Bürgermeister-Ulrich-Straße 160, 86179 Augsburg.

## PROJEKTLAUFZEIT

- Januar 2017 – Dezember 2019

Ultrafeine Partikel (UFP, Durchmesser  $< 100$  nm) rücken vermehrt in den Fokus der öffentlichen Wahrnehmung, zunehmend wird auch nach Kennwerten und Bewertungen gefragt. Vor diesem Hintergrund wurde 2008 das deutsche Messnetz für ultrafeine Partikel (GUAN, German Ultrafine Aerosol Network) ins Leben gerufen, das in Zusammenarbeit verschiedener Forschungsinstitute und Behörden an derzeit 17 Standorten in Deutschland die routinemäßige und qualitätsgesicherte Messung von UFP in der Außenluft betreibt. Drei der Standorte des GUAN-Messnetzes befinden sich in Bayern (Augsburg [städtischer Hintergrund]; Hohenpeißenberg und Zugspitze [Bergstationen]) zur Langzeitmessung der UFP-Hintergrundbelastung in der Stadt bzw. der unteren freien Troposphäre. Die Messungen dienen epidemiologischen bzw. klimatologischen Studien.

Informationen zur UFP-Belastungssituation für typische, städtische Standorte, wie z. B. an Straßen, in Industrie- oder Gewerbegebieten, in Wohngebieten mit (z. B. Kaminen) oder ohne dominanten Quellen liegen für Bayern bislang kaum vor. Hier setzt das vorliegende Forschungsvorhaben an, indem es UFP-Kennwerte im (vor)städtischen Hintergrund und verursacherabhängig, d. h. abhängig von verschiedenen anthropogenen lokalen Quellen, über ein Kalenderjahr hinweg in der Stadt Augsburg misst. Damit werden erstmalig Aussagen zur UFP-Belastungssituation in Abhängigkeit lokal vorherrschender Quellen im städtischen Bereich für Bayern ermöglicht. Die Ergebnisse können zudem auf vergleichbare Standorte in anderen Städten übertragen werden und damit helfen, empirisch basierte Orientierung zu bieten.

Im Berichtsjahr wurde die Reliabilität, Qualität und Langzeitstabilität der mit den drei mobilen UFP-Messgeräten

## Der Einfluss lokaler Quellen auf die räumliche und zeitliche Verteilung ultrafeiner Partikel



*Ein mobiles UFP-Messgerät der Fa. GRIMM vom Typ Environmental Dust Monitor (EDM) der Serie Ultra Fine Particle Counter (UFPC) 465.*

erhobenen Daten geprüft. Die Auswertung der Daten hinsichtlich räumlicher und zeitlicher Verteilungsmuster sowie potentieller meteorologischer Einflüsse ist nun der nächste Projektschritt. Zudem sollen die gewonnenen Daten mit dem durch die LÜB- (Lufthygienische Landesüberwachungssystem Bayern) Stationen gemessenen, bekannten Luftschadstoffen ( $PM_{2.5}$ ,  $PM_{10}$ , Stickoxide, Ozon) in Verbindung gesetzt werden, um Korrelationen zu ermitteln.

# Der Einfluss von Luftmassen und Wetterlagen auf Schlaganfälle in der Region Augsburg

## PROJEKTTEAM

- PD Dr. Christoph Beck  
christoph.beck@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2129
- PD Dr. Michael Ertl  
michael.ertl@klinikum-augsburg.de
- Prof. Dr. Jucundus Jacobeit  
jucundus.jacobeit@geo.uni-augsburg.de
- Prof. Dr. Markus Naumann  
markus.naumann@klinikum-augsburg.de
- B.Sc. Verena Fricke  
verena.gmeiner@student.uni-augsburg.de
- M.Sc. Esther Giemsa  
esther.giemsa@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 3578
- M.Sc. Benjamin Kühlbach  
benjamin.kuehlbach@student.uni-augsburg.de
- PD Dr. Andreas Philipp  
andreas.philipp@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2266
- Dr. Stefanie Seubert  
stefanie.seubert@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2670
- M.Sc. Annette Straub  
annette.straub@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2131
- PD Dr. Jens Soentgen  
jens.soentgen@wzu.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 3560

## PROJEKTPARTNER

- Universität Augsburg, Institut für Geographie
- Klinikum Augsburg, Neurologische Klinik und Klinische Neurophysiologie
- Helmholtz Zentrum München, Institut für Epidemiologie
- Universitäres Zentrum für Gesundheitswissenschaften am Klinikum Augsburg - UNIKA-T
- Universität Augsburg, Wissenschaftszentrum Umwelt

## FÖRDERUNG

- Universität Augsburg

## PROJEKTLAUFZEIT

- seit 2016

# Der Einfluss von Luftmassen und Wetterlagen auf Schlaganfälle in der Region Augsburg

## Worum geht es?

Schlaganfallerkrankungen sind deutschland- als auch weltweit eine der häufigsten Todesursachen und Ursachen für dauerhafte Pflegebedürftigkeit. Neurologische Folgeerkrankungen wie Aphasie, Hemiparese, Demenz oder Depressionen schränken die Lebensqualität von Schlaganfallpatienten nachhaltig stark ein. Darüber hinaus resultieren die höchsten Gesundheitskosten in Deutschland aus kardiovaskulären Erkrankungen und Schlaganfällen, denen damit für Medizin und Gesundheitsversorgung auch eine hohe volkswirtschaftliche Relevanz zukommt. Bekannte Risikofaktoren für eine Schlaganfallerkrankung sind unter anderem Bluthochdruck, Diabetes mellitus, erhöhtes Cholesterin, Nikotin- und Alkoholkonsum sowie Herzrhythmusstörungen.

Daneben ergeben sich aus einer Vielzahl von Untersuchungen aber auch Hinweise darauf, dass die Häufigkeit des Auftretens und die Schwere von Schlaganfallerkrankungen durch meteorologisch-witterungsklimatologische und weitere Umweltfaktoren, wie etwa die Luftqualität (z.B. Feinstaubbelastung) beeinflusst wird.

Verschiedene Studien belegen etwa einen Zusammenhang zwischen Lufttemperatur und Schlaganfällen. Überwiegend nachteilige Effekte ergeben sich demzufolge aus negativen und/oder positiven Temperaturanomalien, sowie insbesondere auch aus kurzfristigen Temperaturänderungen. Aber auch für weitere meteorologische Parameter wie Luftdruck und Luftfeuchtigkeit konnten Effekte auf Schlaganfallerkrankungen nachgewiesen werden, die allerdings hinsichtlich Wirkungsrichtung und -intensität nicht immer konsistent sind.

Neben den Effekten einzelner Parameter wird weiterhin insbesondere auch der kombinierten Wirkung verschiedener Größen – also etwa simultane Temperatur- und Feuchteänderungen – Relevanz für Schlaganfallerkrankungen beigemessen.

Diese synergetische Gesundheitswirkung verschiedener meteorologisch-witterungsklimatologischer Parameter kann mit Hilfe sogenannter Luftmassen- oder Wetterlagenklassifikationen erfasst werden, die unterschiedliche großskalige und/oder lokale Variablen simultan zur Charakterisierung der atmosphärischen Bedingungen berücksichtigen.

## Zielsetzung und Vorgehensweise

Im Rahmen einer Forschungskoooperation zwischen Neurologen, Klima- und Umweltwissenschaftlern, Epidemiologen und Umweltmedizinerinnen sollen die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Klima- und Umweltfaktoren und Schlaganfallerkrankungen im Detail erforscht und hierbei diejenigen Einflussfaktoren identifiziert werden, die quantifizierbaren Einfluss auf Schlaganfallerkrankungen in der Region Augsburg haben.

Auf der Grundlage belastbarer Erkenntnisse zur Wirkung von Klima-/Umwelteinflüssen auf Schlaganfallerkrankungen sollen in weiteren Schritten Abschätzungen kurzfristiger, wetter- und umweltbedingter Variationen sowie Projektionen möglicher langfristiger klimawandelbedingter Änderungen des Schlaganfallrisikos bis zum Ende des 21. Jahrhunderts erarbeitet werden. Solche Aussagen – hinreichende Verlässlichkeit vorausgesetzt – erlauben es

# Der Einfluss von Luftmassen und Wetterlagen auf Schlaganfälle in der Region Augsburg

im Weiteren, Patienten und medizinischen Versorgungseinrichtungen rechtzeitig geeignete präventive und kurative Maßnahmen zu treffen und damit im Idealfall das Auftreten von Schlaganfällen zu verhindern bzw. die Folgeschwere der Erkrankung durch eine adäquate medizinische Versorgung zu minimieren. Zur Realisierung der oben skizzierten Zielsetzungen bestehen am Forschungsstandort Augsburg ausgezeichnete Voraussetzungen.

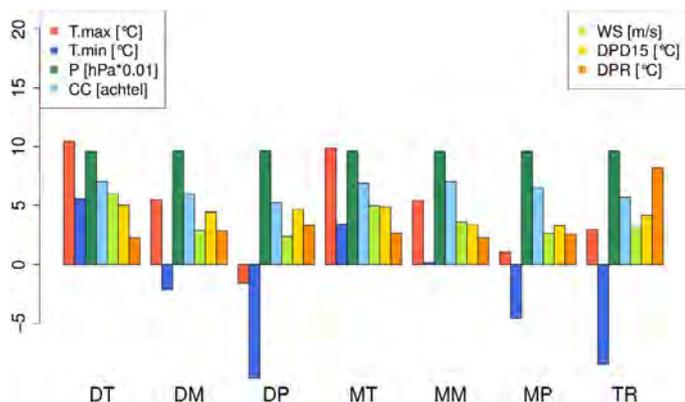


Abb. 1: Klimatische Charakteristik von Luftmassen im Winter (DJF im Zeitraum 2006-2017) in der Region Augsburg (T.max/T.min = Tagesmaximum/-minimum der Lufttemperatur; P = Bodenluftdruck; CC = Bedeckungsgrad; WS = Windgeschwindigkeit; DPD15 = Taupunktdepression um 15:00 Uhr; DPR = Taupunkt-Spannweite). Die Luftmassenbezeichnungen auf der X-Achse setzen sich zusammen aus der Kennzeichnung der jeweiligen hygri-schen (D = dry, M = moist) und der thermischen (T = tropical, M = moderate, P = polar) Charakteristik.

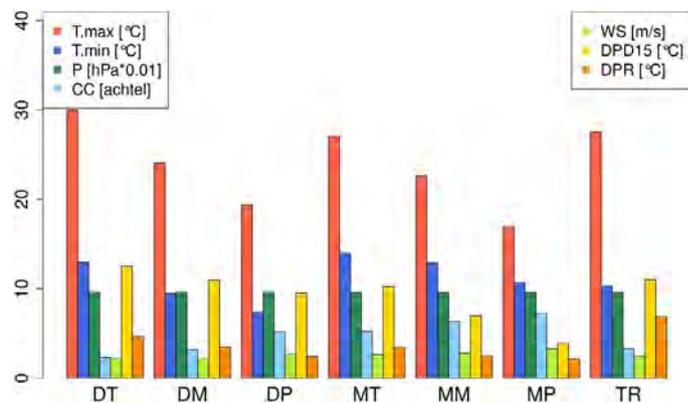


Abb. 2: Wie Abbildung 1, jedoch für Sommer (JJA).

Dies beinhaltet zum einen die umfassende Datenbasis von Schlaganfällen, die am Klinikum Augsburg (Klinik für Neurologie und Klinische Neurophysiologie) zur Verfügung steht. Bedingt durch die besondere Versorgungssituation mit einer starken Zentralisierung auf einen Maximalversorger in der Region und das Fehlen weiterer neurologischer Kliniken und Schlaganfall-Zentren im weiteren Umkreis erfolgt am Klinikum Augsburg eine nahezu lückenlose Erfassung von Schlaganfallpatienten. Hieraus resultiert eine sehr umfangreiche Patientenzahl (~ 1800/Jahr) und eine flächendeckende und homogene Datenerfassung. Für den Zeitraum 2006-2017 liegen Daten für etwa 18.000 Schlaganfälle vor, die zusätzlich nach unterschiedlichen Kriterien (ICD - International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems, TOAST - „Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment“) in Subtypen kategorisiert sind.

## Der Einfluss von Luftmassen und Wetterlagen auf Schlaganfälle in der Region Augsburg

Zum anderen wird die spezifische neurologische Expertise am Klinikum Augsburg im Verbund der Projektpartner durch Forschungsausrichtungen im Bereich der Klima- und Umweltwissenschaften, Epidemiologie und Umweltmedizin ergänzt.

Im Rahmen erster Vorstudien erfolgt zunächst die Erstellung von Luftmassen- bzw. Wetterlagenklassifikationen, zur quantitativen Charakterisierung der schlaganfallrelevanten meteorologisch-witterungsklimatologischen Bedingungen in der Region Augsburg.

Zur Ermittlung relevanter Luftmassen werden meteorologische Messwerte der offiziellen Beobachtungsstation des Deutschen Wetterdienstes in Augsburg-Mühlhausen herangezogen. Aus spezifischen Kombinationen von Messwerten der Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und weiterer Kenngrößen ergibt sich hierbei die Zuordnung einzelner Tage des Untersuchungszeitraums zu sieben Luftmassenkategorien, die sich entscheidend hinsichtlich der mit ihrem Auftreten verbundenen Lufttemperatur- und Luftfeuchtigkeitsverhältnisse unterscheiden lassen (siehe Abb. 1 und 2).

Die unterschiedlichen Luftmassen sind maßgeblich charakterisiert zum einen durch ihre Luftfeuchtigkeitsverhältnisse – moist (M), dry (D) – und zum anderen durch unterschiedliche Temperaturniveaus – tropical (T), moderate (M), polar (P). Zusätzlich zu den sechs sich aus Kombinationen der Temperatur- und Feuchtigkeitsniveaus ergebenden Luftmassenkategorien wird eine siebte Luftmassenkategorie TR (transient) ausgeschieden, die durch eine ausgeprägte Wechselhaftigkeit der Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsverhältnisse gekennzeichnet ist.

Die im Jahresverlauf variablen Auftrittshäufigkeiten der Luftmassen in Augsburg sind in Abb. 3 dokumentiert.

Über die Berücksichtigung der lokalen meteorologischen Bedingungen hinaus, beziehen weiterentwickelte Wetterlagenklassifikationen zusätzlich auch die großräumigen synoptischen Verhältnisse – etwa die Bodenluftdruckverteilung über Europa – in die Zuordnung von Einzeltagen zu spezifischen Wetterlagen ein.

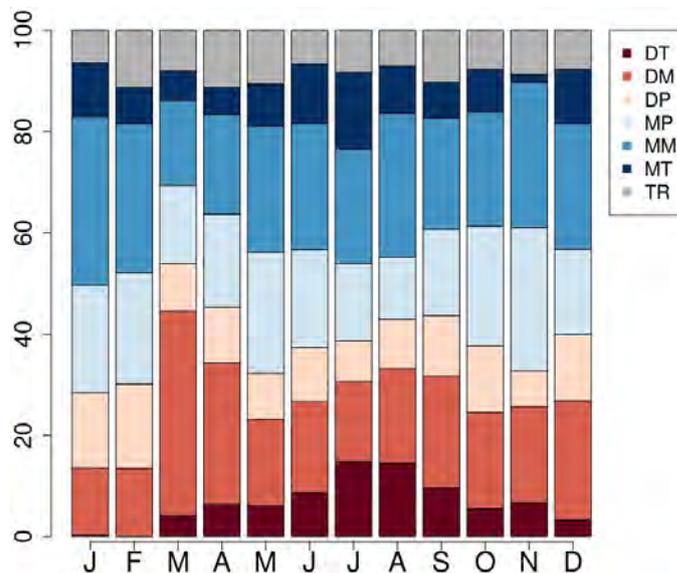


Abb. 3: Monatliche Auftrittshäufigkeiten (in %) der sieben Luftmassenkategorien für Augsburg im Zeitraum 2006-2017.

# Der Einfluss von Luftmassen und Wetterlagen auf Schlaganfälle in der Region Augsburg

In einem weiterführenden Untersuchungsschritt werden die ermittelten Luftmassen- bzw. Wetterlagenkategorien bezüglich der Häufigkeit der mit ihrem Auftreten verbundenen Schlaganfallerkrankungen statistisch analysiert, um auf diese Weise diejenigen Luftmassen bzw. Wetterlagen zu identifizieren, die mit einem statistisch signifikant erhöhten bzw. reduzierten Schlaganfallrisiko verbunden sind.

## Erste Ergebnisse

Aus den bisher durchgeführten Untersuchungen ergeben sich die nachfolgend beispielhaft skizzierten ersten Erkenntnisse zu den Zusammenhängen zwischen Luftmassen bzw. Wetterlagen und Schlaganfällen in der Region Augsburg. Dabei ist allerdings festzuhalten, dass die Zusammenhänge bei Betrachtung unterschiedlicher Patientengruppen (kategorisiert nach z.B. Alter, Geschlecht, Risikofaktoren), verschiedener Schlaganfall-Subtypen (z.B. makroangiopathische oder kardiogen-embolische Schlaganfälle) und bei Zugrundelegung unterschiedlicher jahreszeitlicher Zusammenfassungen durchaus uneinheitlich und teilweise gegensätzlich ausgebildet sind.

Signifikant erhöhte Schlaganfallzahlen treten bei gesamtjähriger Betrachtung für einige Schlaganfall-Subtypen bei trockenen und warmen Luftmassen (dry tropical - DT) auf während das Schlaganfall Risiko bei trockenen und kalten Luftmassen (dry polar - DP) signifikant reduziert erscheint (siehe Abb. 4). Betrachtet man allerdings die Temperaturentwicklung im Vorfeld so scheint sich ein Anstieg der Lufttemperatur positiv (reduzierend), ein Temperaturabfall dagegen negativ (erhöhend) auf das Schlaganfallrisiko auszuwirken.

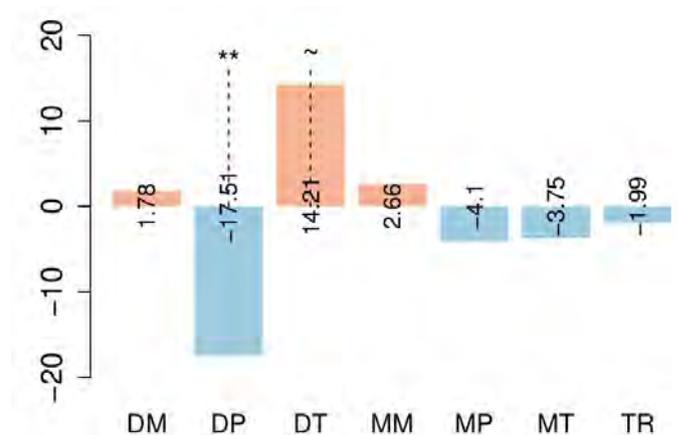


Abb. 4: Relativ erhöhte/reduzierte Schlaganfallmorbidity der sieben Luftmassenkategorien in Augsburg. \*\* bzw. ~ indizieren statistische Signifikanz der Abweichungen für  $\alpha = 0.01$  bzw.  $\alpha = 0.1$ .

Inwieweit sich diese ersten Hinweise auf relevante Einflüsse von Umweltfaktoren auf Schlaganfallerkrankungen bestätigen und sich bezüglich ihrer physiologischen Wirkzusammenhänge nachvollziehbar erklären lassen wird Gegenstand zukünftiger weiterführender Untersuchungen sein.

## Ausblick

Aufbauend auf den bisher durchgeführten Untersuchungen und initialen Ergebnissen sind im Rahmen der interdisziplinären Forschungskooperation zum übergeordneten Thema „Umweltfaktoren und Schlaganfälle in der Region Augsburg“ weiterführende Analysen geplant, die

# Der Einfluss von Luftmassen und Wetterlagen auf Schlaganfälle in der Region Augsburg

vertiefte Erkenntnisse zu den Zusammenhängen zwischen Umweltfaktoren und Schlaganfällen in Augsburg liefern werden. Dies wird insbesondere die Entwicklung optimierter Wetterlagenklassifikationen beinhalten, die in noch höherem Maße als die bisher eingesetzten Klassifikationsansätze geeignet sein werden, die bedeutsamsten schlaganfallrelevanten meteorologisch-witterungsklimatologischen Einflussgrößen zu identifizieren und bezüglich ihrer Gesundheitseffekte zu quantifizieren. Verstärkt werden dabei auch nichtklimatische Umweltfaktoren, insbesondere Luftqualitätsparameter, in die Untersuchungen mit einbezogen werden, um den vermuteten gesundheitsrelevanten Wechselwirkungen Rechnung zu tragen. Schließlich sollen statistische Modelle entwickelt werden, die eine begründete Abschätzung des mit spezifischen Umweltfaktoren verbundenen Schlaganfallrisikos in der Region Augsburg erlauben und die damit die Grundlage für die langfristig angestrebte Entwicklung von „Schlaganfall-Warnsystemen“ darstellen können.

## Literatur

- Beck, C., Ertl, M., Giemsa, E., Jacobeit, J., Kühlbach, B., Naumann, M., Seubert, S., Soentgen, J., Straub, A. (2017): *Wetterlagen und Schlaganfälle in der Region Augsburg*. Deutscher Kongress für Geographie 30.09.-05.10.2017, Tübingen.
- Beck, C., Ertl, M., Giemsa, E., Jacobeit, J., Naumann, M., Seubert, S. (2017): Weather types and strokes in the Augsburg region (Southern Germany). *Geophysical Research Abstracts Vol. 19, EGU2017-9785*.
- Beck, C., Kühlbach, B., Ertl, M., Naumann, M., Giemsa, E., Seubert, S., Straub, A., Soentgen, J., Jacobeit, J. (2017): Der Einfluss von Luftmassen und Wetterlagen auf Schlaganfälle in der Region Augsburg. *Tagungsband der 36. Jahrestagung des AK Klima der DGfG in Rauschholzhausen 2017*.
- Beck, C., Kühlbach, B., Ertl, M., Naumann, M., Straub, A., Giemsa, E., Seubert, S., Soentgen, J., Jacobeit, J. (2018): Stroke occurrence in the Augsburg region (Southern Germany) related to air masses and weather types. *Geophysical Research Abstracts Vol. 20, EGU2018-10117*.
- Fricke, V. (2018): *Zusammenhänge zwischen Wetterlagen und Schlaganfällen im Raum Augsburg*. Masterarbeit am Lehrstuhl für Physische Geographie mit Schwerpunkt Klimaforschung.
- Kühlbach, B. (2017): *Erstellung einer synoptischen Luftmassenklassifikation und Analyse der statistischen Zusammenhänge mit Schlaganfällen in der Region Augsburg (2006-2015)*. Masterarbeit am Lehrstuhl für Physische Geographie mit Schwerpunkt Klimaforschung.

# Bioklimatische und gesundheitliche Aspekte des Stadtwaldes Augsburg

## PROJEKTTEAM

- PD Dr. Christoph Beck  
christoph.beck@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2129
- Dr. Joachim Rathmann  
joachim.rathmann@uni-wuerzburg.de  
Tel.: 0931 31 82437
- Simon Flutura  
simon.flutura@Informatik.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2346
- Andreas Seiderer  
andreas.seiderer@informatik.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2765

## PROJEKTPARTNER

- Forstverwaltung Augsburg
- Zentrum für interdisziplinäre Gesundheitsforschung (ZIG)
- Wissenschaftszentrum Umwelt (WZU)

## PROJEKTLAUFZEIT

- Fortlaufend

## Worum geht es?

Urbane Wälder stellen zahlreiche Ökosystemleistungen (ÖSD) bereit, die auch auf eine hohe Nachfrage stoßen (Chen & Jim 2008). Zu den kulturellen ÖSD zählt vorrangig die Erholung. Doch ist der Wald zugleich eine Gesundheitsressource; ein Thema, das zunehmend in der Öffentlichkeit aber auch in der Politik thematisiert wird. So gibt es vermehrt Angebote zu verschiedenen Formen einer Waldtherapie und seit 2016 einen ersten Therapie- und Kurwald auf Usedom. Zwar existieren zahlreiche Studien, welche die klimatischen und humanbioklimatischen Effekte sowie die Erholungsleistung von Wäldern für Waldbesucher belegen, jedoch gibt es bislang keine Quantifizierung dieser Effekte unter Berücksichtigung unterschiedlicher Waldstrukturen.

## Zielsetzung und Methoden

Im Zentrum der vorgestellten Studie stehen klimatische und gesundheitsrelevante Aspekte des Stadtwaldes Augsburg. Die zentralen Zielsetzungen des Forschungsprojekts sind die Quantifizierung der Zusammenhänge zwischen Umgebung, Bioklimatologie, Humanphysiologie und subjektivem Wohlbefinden von Besuchern des Stadtwaldes Augsburg.

## Durchführung und Ergebnisse

Urbane Wälder dienen der städtischen Bevölkerung als Naherholungsgebiet und bilden damit gleichzeitig eine wichtige Gesundheitsressource (Martens & Bauer 2010). Übergeordnetes Ziel ist zunächst die Identifizierung und quantitative Charakterisierung unterschiedlicher

# Bioklimatische und gesundheitliche Aspekte des Stadtwaldes Augsburg

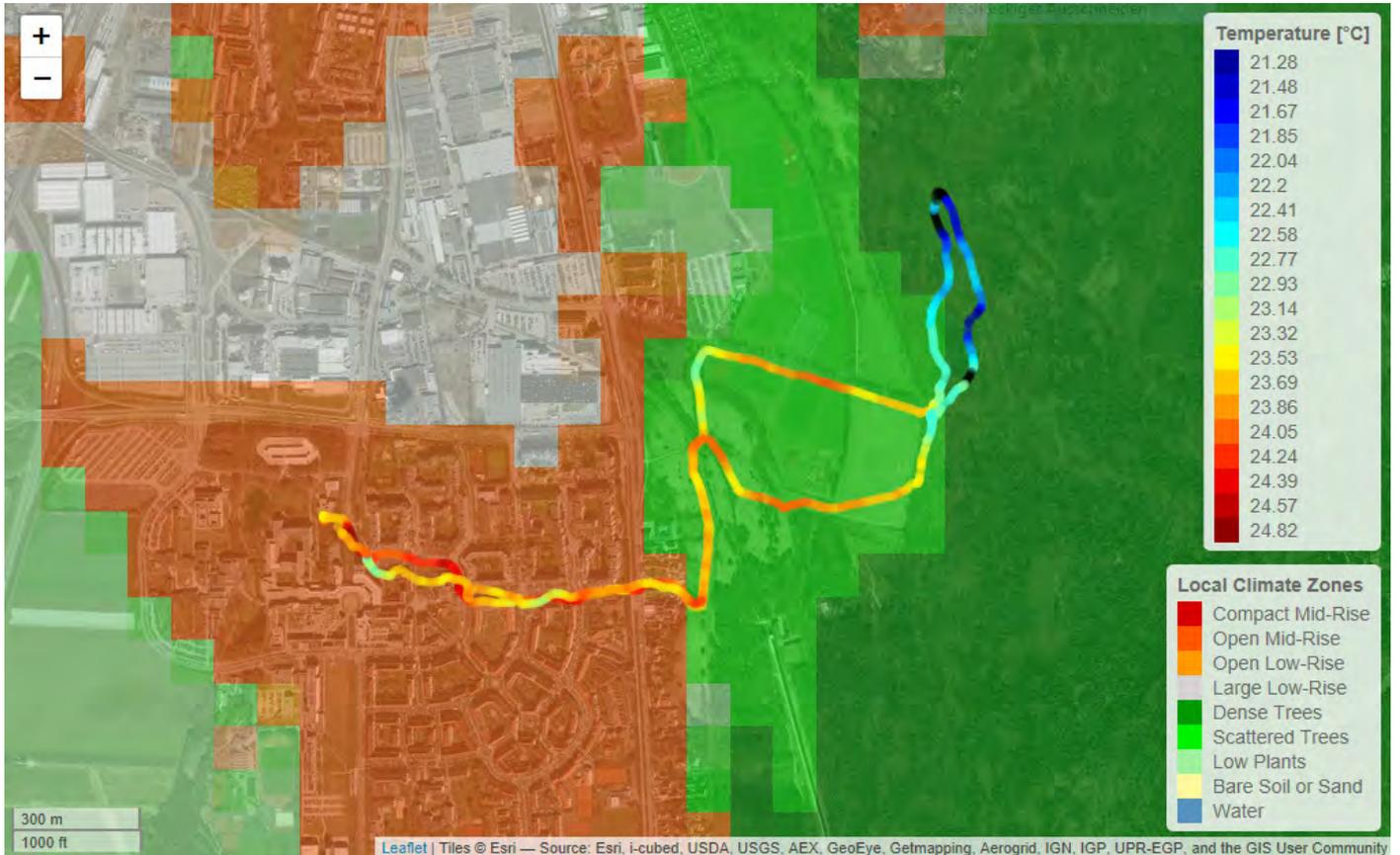


Abb. 1: Untersuchungsgebiet (Univiertel und angrenzender Stadtwald), dargestellt ist die Verteilung der Local Climate Zones sowie die Messroute. Der Temperaturverlauf entlang der Messroute ist für den 9.6.2017 (12:21-13:42 UTC+2) dargestellt.

## Bioklimatische und gesundheitliche Aspekte des Stadtwaldes Augsburg

„Strukturtypen“ des Augsburger Stadtwaldes und seiner näheren Umgebung. Eine grobe Unterteilung des Untersuchungsgebietes erfolgt in einem ersten Schritt auf der Grundlage des „Local Climate Zone“ Konzeptes (Stewart & Oke 2012), das auf die Stadtregion Augsburg angewendet wurde (Beck et al. 2018). Es werden 17 Strukturtypen unterschieden, von denen zehn Kategorien durch verschiedene Grade der Bebauung (z.B. *Compact high-rise*, *Lightweight low-rise*) und sieben Kategorien durch variierende Landbedeckungstypen (bspw.: *Water*, *Bare soil*) gekennzeichnet sind. Im Untersuchungsgebiet, in dem die initialen Messkampagnen und Datenerhebungen durchgeführt wurden, sind mit „Open Mid Rise“ und „Large Low Rise“ zwei primär von künstlichen Oberflächen geprägte und mit „Scattered Trees“ und „Dense Trees“ zwei überwiegend natürlich charakterisierte Local Climate Zones Kategorien vertreten (siehe Abb. 1).

Zur Quantifizierung der kleinräumigen Klimadifferenzierung in Abhängigkeit unterschiedlicher Strukturtypen (Local Climate Zones) steht ein umfangreiches Messnetz von Low-Cost Sensoren zur zeitlich hochaufgelösten Erfassung von Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit zur Verfügung (Beck et al. 2018, Straub et al. 2018). Ergänzende mobile Messungen der Parameter Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit werden durchgeführt, um insbesondere klimatische Gradienten, die sich zwischen unterschiedlich charakterisierten städtischen Strukturtypen ausprägen, zu detektieren (siehe Abb. 1).

Zur Ermittlung korrespondierender Variationen gesundheitsrelevanter physiologischer Kenngrößen werden in begleitenden Messungen mit dem Microsoft Band 2 hochfrequente Daten von Herzrate/Herzratenvarianz und Hautleitfähigkeit erhoben. Diese Werte werden mit GPS

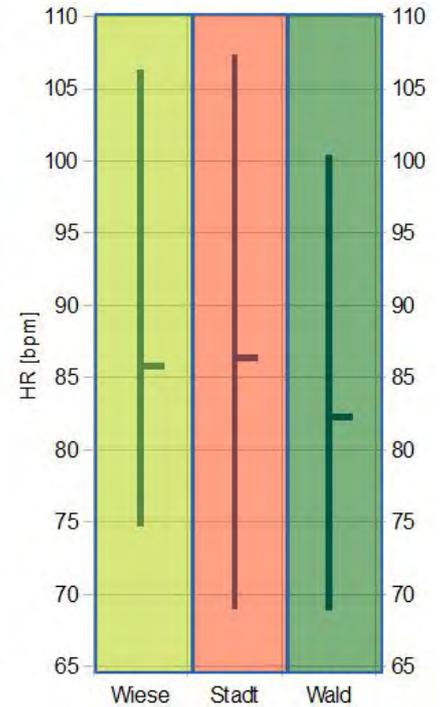
synchronisiert, um die Bioklimatologie und Humanphysiologie standortspezifisch bewerten zu können. Ergänzend wird über eine neu entwickelte Smartphone-App das subjektive Befinden der Waldbesucher protokolliert. Dies betrifft auch Einschätzungen zur Umgebungstemperatur. In mehreren Messkampagnen konnten > 20 Datensätze erhoben werden, auf deren Grundlage die Zusammenhänge zwischen Umgebung - unterteilt in bebautes Gebiet (Open Mid Rise), Heidelandschaft (Scattered Trees) und Waldstruktur (Dense Trees) -, klimatischer Charakteristik und gesundheitsrelevanten Effekten untersucht werden. Eine abnehmende Herzrate im Waldgebiet lässt sich dabei klar belegen (siehe Abb. 2). Dies unterstreicht die erholsunefördernde Wirkung des Waldes, die insbesondere im Sommer durch die abkühlende Wirkung verstärkt wird.

Insgesamt haben die bislang vorliegenden Befunde noch stark explorativen Charakter und werden im weiteren Projektverlauf systematisiert und ausgeweitet. Jedoch lässt sich bereits jetzt die hohe bioklimatische Wirksamkeit des Stadtwaldes, insbesondere bei sommerlichem Hitzestress durch mobile und stationäre Messungen belegen. Statistische und numerische Modellstudien bestätigen diese Befunde und sollen in zukünftigen Projektarbeiten verstärkt eingesetzt werden, mit dem Ziel, auch mögliche Veränderungen der urbanen Strukturen hinsichtlich ihrer bioklimatischen Wirksamkeit quantitativ zu analysieren. Über die bioklimatische Wirksamkeit hinaus lassen sich Zusammenhänge zwischen Waldumgebung und subjektivem Wohlbefinden und humanphysiologischer Reaktion von Waldbesuchern aufzeigen.

## Bioklimatische und gesundheitliche Aspekte des Stadtwaldes Augsburg



Abb. 2: Herzratenvariabilität - Daten basierend auf vier Messkampagnen, aggregiert für drei Oberflächentypen.



# Bioklimatische und gesundheitliche Aspekte des Stadtwaldes Augsburg

## Literatur

- Beck, C., Straub, A., Breitner, S., Cyrus, J., Philipp, A., Rathmann, J., Schneider, A., Wolf, K., Jacobeit, J. (2018): Air temperature characteristics of Local Climate Zones in the Augsburg urban area (Bavaria, Southern Germany) under varying synoptic conditions. *Urban Climate* 25, S. 152-166.
- Chen, W. Y., Jim, C. Y. (2008): Assessment and Valuation of the Ecosystem Services Provided by Urban Forests. In: Carreiro, M., Song, Y. C., Wu, J. (2008): *Ecology, Planning, and Management of Urban Forests: International Perspectives*, S. 53-83.
- Flutura et al. (2019): Human Centered Machine Learning for Wellbeing Estimation of Urban Green. *CHI 2019 Conference Paper* (under review).
- Martens, D., Bauer, N. (2010): Im Test: Wald als Ressource für psychisches Wohlbefinden. *Schweiz. Z. Forstwes.* 3, S. 90–96.
- Meyer, M.A., Rathmann, J., Schulz, C. (2019): Spatially-explicit mapping of forest benefits and analysis of motivations for everyday-life's visitors on forest pathways in urban and rural contexts. *Landscape and Urban Planning* (accepted).
- Rathmann, J., Beck, C., Flutura, S., Seiderer, A. (2018a): Urbane Wälder als Gesundheitsressource am Beispiel des Stadtwaldes von Augsburg. Abstract, *Forstwissenschaftliche Tagung*, Göttingen.
- Rathmann, J., Beck, C., Flutura, S., Seiderer, A. (2018b): Urbane Wälder als Gesundheitsressource am Beispiel des Stadtwaldes von Augsburg. Abstract, *10. Humboldtsteiner Tage, Jahrestreffen des AK Medizinische Geographie*, Remagen.
- Stewart, I. D., Oke, T. R. (2012): Local climate zones for urban temperature studies. *Bulletin of the American Meteorological Society* 93, Nr. 12, S. 1879–1900.
- Straub, A., Berger, K., Breitner, S., Cyrus, J., Geruschkat, U., Jacobeit, J., Kühnbach, B., Kusch, T., Philipp, A., Schneider, A., Umminger, R., Wolf, K., Beck, C. (2018): Statistical modelling of spatial patterns of the urban heat island intensity in the urban environment of Augsburg, Germany (submitted).



# RESSOURCENSTRATEGIEN UND STOFFGESCHICHTEN

- 46 Lehrstuhl für Ressourcenstrategie
- 51 Dissipation von Funktionsmaterialien
- 56 Kommodifizierungsprozesse in Kuba
- 62 Streiflicht: Eintragsmechanismen von Mikroplastik in Fließgewässer

# Lehrstuhl für Ressourcenstrategie

## PROJEKTTEAM

- Prof. Dr. Armin Reller  
armin.reller@wzu.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 3000
- Renate Diessenbacher  
renate.diessenbacher@wzu.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 3001
- M.Sc. Thomas Kippes  
thomas.kippes@wzu.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 3562
- Dr. Simon Meißner  
simon.meissner@wzu.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 3562
- Dr. Andrea Thorenz (Resource Lab)  
andrea.thorenz@mrm.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 3948
- Prof. Dr. Richard Wehrich  
richard.wehrich@mrm.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 3132
- M.Sc. Sebastian Haumann  
sebastian.haumann@mrm.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 3134
- M.Sc. Korbinian Koehler  
k-koehler@mytum.de  
Tel.: 0821 598 3134

## Worum geht es?

Die zunehmende Globalisierung und Technisierung der Gesellschaft, verbunden mit dem Wandel industrieller Fertigungsprozesse, einem weltumspannenden Güter-, Finanz- und Informationsaustausch sowie der Verbreitung westlicher Konsummuster führen zu einem steigenden Verbrauch an mineralischen, energetischen und biogenen Ressourcen jeglicher Art. Dieser substanzielle Wandel ist durch komplexe Wechselwirkungen innerhalb des Mensch-Umwelt-Systems gekennzeichnet und führt mittlerweile zu weitreichenden wirtschaftlichen, gesellschaftlichen, technischen und ökologischen Umbrüchen. Dies äußert sich beispielsweise durch den anthropogen induzierten Klimawandel infolge eines gesteigerten Verbrauchs fossiler Energieträger oder die zunehmenden Risiken der Marktverknappung zahlreicher für Hochtechnologiebranchen als strategisch zu bezeichnender Rohstoffe. Hierzu gehören etwa seltene Metalle wie Platin, Gallium, Hafnium, Indium oder Neodym, die mittlerweile, insbesondere wegen ihrer spezifischen Eigenschaften, für Energietechnologien, im IT- und im Automobilsektor oder aber auch in der Luft- und Raumfahrt sowie der Schulmedizin unentbehrlich geworden sind. Gleiches gilt für die weltweit zunehmende Inanspruchnahme von Böden und Wasser zur Bereitstellung ausreichender Nahrungsmittel oder biogener Energieträger.

Unter der Leitung von Prof. Dr. Armin Reller werden am Lehrstuhl für Ressourcenstrategie Bestandsaufnahmen und Konzepte für einen zukunftsfähigen Umgang mit Ressourcen aller Art, insbesondere für Metalle und Werkstoffe etablierter und zukünftiger (Hoch-) Technologien, erarbeitet. Dabei werden unter anderem die, bei der Entwicklung und Bereitstellung von Technologien und Funktionswerk-

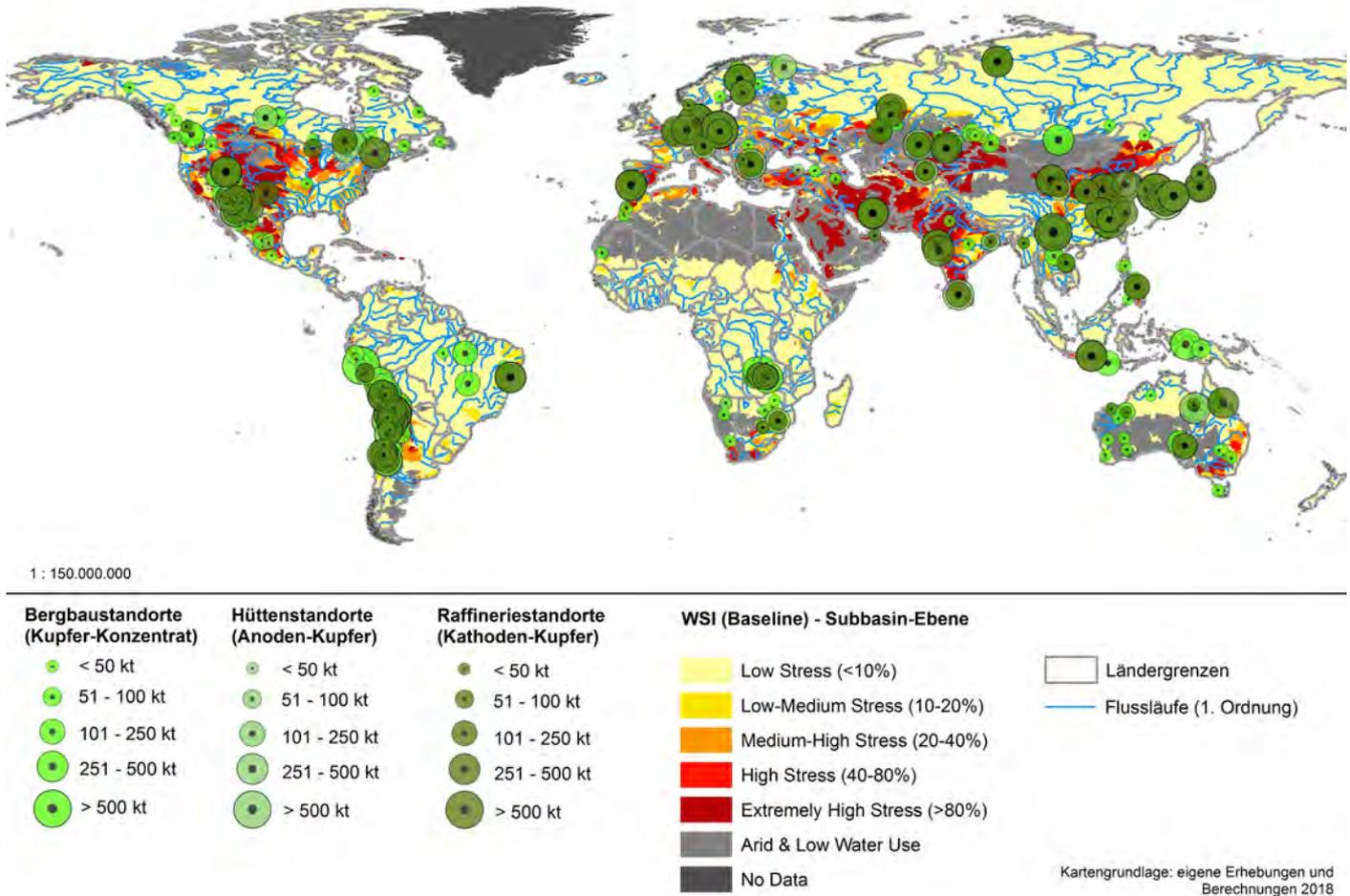


Abb. 1: Einflussnahme von Extraktions- und Raffinationsstandorten auf regionale Wasserstressbedingungen (WSI - water stress index) im Rahmen einer globalen Kritikalitätsanalyse von Kupfer (Meißner, S. 2018)

stoffen entstehenden ressourcenspezifischen und ökologischen Risiken im Sinne von Rohstoffabhängigkeiten, Wasserverbräuchen oder Dissipationsphänomenen (vgl. „Dissipation von Funktionsmaterialien“ auf Seite 51) sowie Substitutionsalternativen auf der Grundlage von interdisziplinären Kritikalitätskonzepten analysiert und bewertet. Dies geschieht sowohl für die technologische Anwendung selbst als auch entlang der Wertschöpfungs- und Produktionsketten spezifischer Technologiepfade (von der Primärförderung von Rohstoffen bis hin zur Nachnutzungsphase). Eine erfolgreiche Ausgestaltung ressourceneffizienter und nachhaltiger Wertschöpfungsketten beginnt jedoch bereits bei der richtigen Materialauswahl und Produktentwicklung. Die hierfür erforderlichen Voraussetzungen werden durch die Arbeitsgruppe „Chemie der Materialien und Ressourcen“ von Prof. Dr. Richard Wehrich erforscht, die ebenfalls am Lehrstuhl für Ressourcenstrategie angesiedelt ist.

## Forschung

Die Forschungstätigkeiten des Lehrstuhls erstrecken sich über die Bereiche der Kritikalitätsforschung, des Ressourcenmanagements und der Steuerung von Ressourcenströmen und Produktionsketten, der nachhaltigen Chemie, der interdisziplinären Umweltforschung und des Umweltmanagements. Weiterhin werden Vermittlungskonzepte im Bereich der nachhaltigen Ressourcennutzung erarbeitet. Hierbei spielt unter anderem das am WZU entwickelte Konzept der Stoffgeschichten eine wichtige Rolle, um die vielschichtigen Wechselwirkungen und Implikationen der Rohstoffnutzung zu erkennen. Dieser qualitative Ansatz wird dabei mit quantitativen Methoden zu einem

multiinstrumentellen Forschungskonzept verknüpft, um die vielschichtige und komplexe Bandbreite an Kritikalitätskriterien unterschiedlicher Rohstoffe möglichst vollständig abbilden zu können (z.B. durch die Identifikation von Externalisierungseffekten im Rahmen des Wasser-Rohstoff-Nexus; siehe Abbildung 1, 2 und 3).

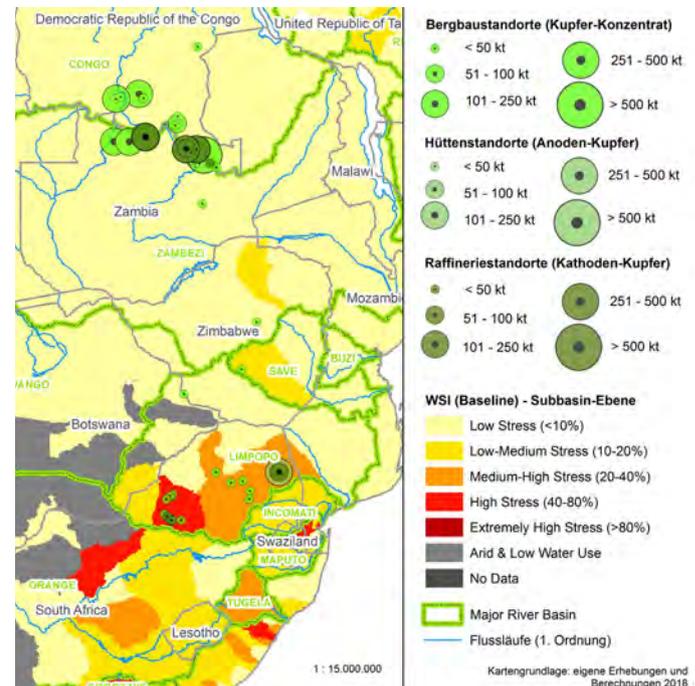


Abb. 2: Wasserstressspezifische Einordnung des Kupferbergbaus in Süd- und Zentralafrika (Südafrika, Botswana, Sambia und der Demokratischen Republik Kongo) (Meißner 2018)

## Forschungs- und Projektaktivitäten

Die Aktivitäten des Lehrstuhls umfassen neben der Forschung und Lehre auch die Zusammenarbeit mit verschiedenen Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft, um ressourcenstrategische Ansätze in der Theorie und Praxis zu etablieren. Im Jahr 2018 wurden u.a. folgende Projektarbeiten durchgeführt, die zum Teil über Drittmittel finanziert wurden (exemplarische Auswahl):

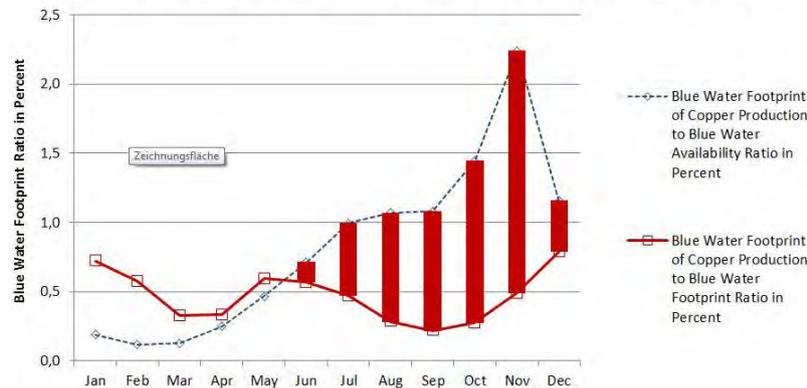
- Promotionscluster „Nexus Ressourcenschonung und Klimaschutz“ gefördert vom Umweltbundesamt (UBA) in Kooperation mit der TU Clausthal (Prof. Dr. Martin Faulstich) und der Folkwang Universität der Künste (Prof. Dr. Christa Liedke); Zeitraum: 2018 - 2021.
- „Evaluation und Weiterentwicklung der Klimaschutzstrategie der Neumarkter Lammsbräu“ in Kooperation mit der Neumarkter Lammsbräu Gebr. Ehrnsperger KG; Zeitraum: seit 2013.
- „Erstellung eines produktbezogenen Carbon Footprints (PCF) und Ableitung von Leitplanken zur Entwicklung einer betrieblichen Klimaschutzstrategie“ in Kooperation mit der Labertaler Heil- und Mineralquellen Getränke Hausler GmbH; Zeitraum 2017-2018.

## Lehraktivitäten

Darüber hinaus beteiligt sich der Lehrstuhl für Ressourcenstrategie mit einem umfangreichen Angebot an Lehrveranstaltungen an zahlreichen Studiengängen der Universität Augsburg wie etwa dem Bachelor- und Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen (WING), dem Bachelor- und Masterstudiengang Geographie sowie dem Masterstudiengang Klima- und Umweltwissenschaften. Aktuell werden im Semesterturnus Vorlesungen, Semina-

re und Exkursionen mit inhaltlichen Schwerpunkten zu Ressourceneffizienz und -strategien im Zusammenhang mit (Funktions-)Materialien, Produktionsketten und Zukunftstechnologien, insbesondere von Energietechnologien, sowie zu den Themengebieten „Ressourcengeographie“, „Stoffgeschichten“ und Kritikalitätsbewertungen“ angeboten. Sämtliche Lehrveranstaltungen thematisieren theoretische und praktische Fragestellungen mit ressourcenstrategischem Hintergrund und beleuchten diese sowohl aus fachlicher wie auch inter- und transdisziplinärer Perspektive.

**Blue Water Footprint of Copper Production to Blue Water Footprint and Availability Ratio in Limpopo River Basin**



*Abb. 3: Ableitung des Wasser-Kupfer-Nexus im Einzugsgebiet des Limpopo-Rivers (Südafrika und Botswana) und dessen potenzielle Auswirkung auf lokale Wasserversorgungspässe (Meißner 2018)*

## Lehrstuhl für Ressourcenstrategie

Die Forschungs- und Lehraktivitäten des Lehrstuhls werden zudem durch Qualifizierungsarbeiten aus unterschiedlichen Fachrichtungen flankiert. Exemplarische Master- und Bachelorarbeiten im Jahr 2018 waren u.a.:

- Carbon Capture and Storage - Eine akteurszentrierte Argumentationsanalyse zur CCS-Technologie in Deutschland (*Masterarbeit von Ebner, R.*)
  - Vergleichende Umwelt- und Ressourcenbilanzierung am Beispiel biotischer und konventioneller Kunststoffe (*Masterarbeit von Bölinger, E.*)
  - Begünstigende Faktoren der Industrie 4.0 für die Kritikalitätsbewertung von Rohstoffen (*Masterarbeit von Kantreiter, A.*)
  - Auswirkungen des Hydraulic Fracturing auf den Water-Energy-Nexus am Beispiel der USA (*Masterarbeit von Weber, S.*)
  - Ressourcenkritischer Einsatz seltener Metalle in Superlegierungen - am Beispiel Rhenium (*Bachelorarbeit von Schermer, Chr.*)
  - Geographische Perspektiven des Life Cycle Thinkings - Potentiale und Herausforderungen zur Steuerung umweltverantwortlichen Handelns von Unternehmen entlang der Supply Chain (*Bachelorarbeit von Bazlen, F.*)
- Tuma, A. (2017): Supply risks associated with lithium-ion battery materials, *Journal of Cleaner Production*, accepted.
- Helbig, C., Kolotzek, C., Thorenz, A., Reller, A., Tuma, A., Schafnitzel, M., Krohns, S. (2017): Benefits of Resource Strategy for Sustainable Materials Research and Development, *Journal of Sustainable Materials and Technology*, Volume 12, S. 1-8.
  - Meißner, S. (2017): Globale Rohstoffumbrüche erfordern Umdenken, *Umweltdialog. Wirtschaft. Verantwortung. Nachhaltigkeit.* (7), S. 28 – 33.

### Publikationen (exemplarische Auswahl)

- Cimprich, A., Young, S. B., Helbig, C., Gemechu, E. D., Thorenz, A., Tuma, A., Sonnemann, G. (2017): Extension of geopolitical supply risk methodology: Characterization model applied to conventional and electric vehicles, *Journal of Cleaner Production*, Volume 162, S. 754-763.
- Helbig, C., Bradshaw, A. M., Wietschel, L., Thorenz, A.,

# Dissipation von Funktionsmaterialien

## PROJEKTTEAM

- Thomas Kippes  
thomas.kippes@wzu.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 3566
- Prof. Dr. Armin Reller  
armin.reller@wzu.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 3000

## PROJEKTPARTNER

- Technische Universität Clausthal
- Folkwang Universität der Künste
- Universität Augsburg

## FÖRDERUNG

- Umweltbundesamt (UBA) FKZ 3717 31 106 0

## PROJEKTLAUFZEIT

- Juli 2018 – März 2021

## Worum geht es?

Im Rahmen des Ressortforschungsplans 2017 „Globalvorhaben Promotionskolleg, Strukturierung und interdisziplinäre Vernetzung neuer Promotionsvorhaben im Rahmen einer Forschungsstruktur“ richtete das Umweltbundesamt das Promotionscluster „Nexus Ressourcenschonung und Klimaschutz“, mit einer Förderung von insgesamt drei Promotionsthemen an der Universität Augsburg, der TU Clausthal sowie der Folkwang Universität der Künste, ein. Im Sinne des Nexus-Ansatzes sollen hierbei Synergien ausgeschöpft werden und zu einem erfolgreichen Zusammenwirken von Ressourcen- und Klimaschutzpolitik führen. Das an der Universität Augsburg zu bearbeitende Thema befasst sich mit der Dissipation von Funktionsmetallen. Der Terminus Dissipation ist primär aus der Thermodynamik bekannt und benennt irreversible Vorgänge, die durch Zerstreuung eine gegebene Zustandsform in eine andere überführen. Bezogen auf stoffliche Dissipation haben sich in den letzten Jahren verschiedene, jedoch keine allgemeingültigen Definitionen herausgebildet. So sprechen Zimmermann & Gößling-Reisemann (2013) von Materialverlust, der in so geringen Konzentrationen im aufnehmenden Medium resultiert, dass Recycling technisch und/oder ökonomisch nicht leistbar ist. Eine Arbeitsgruppe der Yale School of Forestry & Environmental Studies um Lifset (2012) und Ciacci (2015) hebt den Umweltaspekt hervor, indem Dissipation als stofflicher Übergang aus der Anthroposphäre in die Biosphäre verstanden wird- in einer Art und Weise, die eine künftige Wiedernutzung erschwert, bzw. unmöglich macht.

# Dissipation von Funktionsmaterialien

## Zielsetzung und Methoden

Ziel dieses Promotionsvorhabens ist eine Bestandsaufnahme und kritische Bewertung ausgewählter strategischer Metalle bzw. Technologien hinsichtlich ihrer Dissipation. Die Aktualität dieses Themas resultiert aus dem sich kontinuierlich beschleunigenden Auf- und Ausbau der Technosphäre, wodurch immer mehr Metalle benötigt werden. Durch die quantitative Zunahme von strategisch wichtigen Rohstoffen und Funktionsmaterialien, sowie durch Miniaturisierungsprozesse und konsumgesellschaftlich geprägte Nutzungsweisen moderner Technologien, gehen viele der Metalle in Folge von Dissipationseffekten verloren. Nicht selten sind sie zudem infolge ihrer potentiellen oder realen Bioaktivität risikobehaftet. Dissipation tritt dabei in allen Bereichen des Lebenszyklus eines Produktes oder Materials auf, angefangen bei der Erzförderung aus Minen über die Verarbeitung und Produktion bis hin zur Nutzung und unterschiedlichen Entsorgungspfaden. Insgesamt betrachtet die Bestandsaufnahme von Dissipation damit den Übergang von Stoffen oder Stoffverbindungen im Verlauf des jeweiligen Wertschöpfungsprozesses von der Extraktion aus der Geosphäre über die Funktionalisierung innerhalb der Technosphäre bis zur Verteilung von Kleinstpartikeln innerhalb der Biosphäre – und somit den Übergang aus einem anthropogenen in einen biogeochemischen Stoffstrom.

Im Rahmen der Arbeit gilt es demnach, relevante Elemente und Stoffverbindungen, die eine möglichst holistische Bestandsaufnahme des Phänomens der Dissipation ermöglichen, zu identifizieren.

## Durchführung und Ergebnisse

Beispielhaft kann Gadolinium (Gd) angeführt werden, ein Metall aus der Elementgruppe der Seltenen Erden. Im Gegensatz zu anderen, bekannteren Elementen aus dieser Gruppe, wie etwa Neodym, sind rohstoffbezogene Untersuchungen zu diesem Metall bisher kaum vorhanden. Mehr als 2/3 der globalen Produktion von Gadolinium fließen in die Produktion von Neodym-Magneten (Goonan 2011). Ein deutlich geringerer Anteil entfällt auf die Verwendung als Kontrastmittel im Gesundheitswesen, ist hier für die Magnetresonanztomographie (MRT) jedoch von essenzieller Bedeutung. Dabei werden  $Gd^{3+}$ -Ionen aufgrund ihres starken Paramagnetismus als Bestandteil von Kontrastmitteln eingesetzt. Allerdings weist das natürlich vorkommende  $Gd^{3+}$  eine hohe Toxizität auf, weshalb eine chemische Modifikation zum Chelat-Komplex vorgenommen werden muss. Diese „Verpackung“ soll eine sichere Anwendung in Kontrastmitteln ermöglichen.

Größere Aufmerksamkeit in den Umweltwissenschaften erlangte Gd erstmals Mitte der 90er Jahre, als auffällig hohe Konzentrationen in stadtnahen deutschen Flüssen gemessen wurden (Bau & Dulski 1996). Seitdem konnten auch weltweit erhöhte Messwerte in Flüssen, Grund- und sogar Trinkwasser nachgewiesen werden, so etwa in Japan, Australien und USA (Lawrence et al. 2009; Hatje et al. 2016). Das intravenös injizierte Gd-haltige hydrophile Kontrastmittel wird mit einer Halbwertszeit von 1-2 Stunden über die Nieren wieder ausgeschieden. Eine mengenmäßig relevante Abscheidung in Klärwerken ist bisher nicht möglich (Verplanck et al. 2010). Somit weist der Verteilungspfad von Gadolinium aus der Technosphäre in die Biosphäre eine charakteristische Dissipationsstruktur auf. In nur wenigen Minen weltweit, hauptsächlich in China

# Dissipation von Funktionsmaterialien

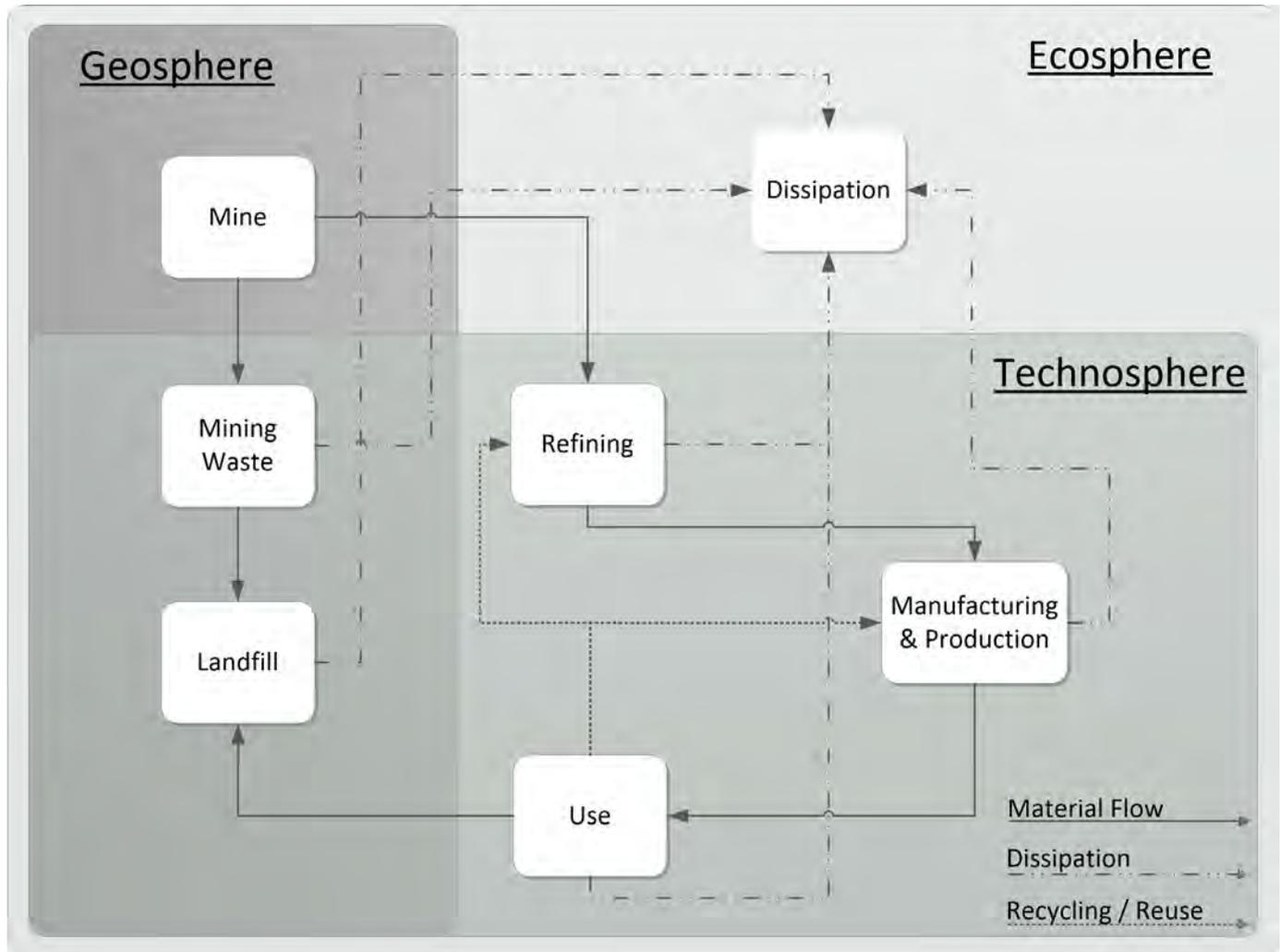


Abb. 1: Sphärenübergreifende Dissipationspfade

## Dissipation von Funktionsmaterialien

und vereinzelt in Australien und Indien, werden die entsprechenden Erze gewonnen. Die größte räumliche Konzentration findet sich in den wenigen Raffinerien, welche die einzelnen Elemente voneinander trennen und aufbereiten. Ab diesem Prozesspunkt beginnt eine zunehmend feinteiliger werdende Allokation, bis zur völligen Dissipation in der Umwelt, wodurch ein Recycling nahezu ausgeschlossen ist. Von den Raffinerien erfolgt der Handel von  $Gd_2O_3$  direkt an die Pharmakonzerne, welche die gadoliniumhaltigen Kontrastmittel produzieren, die dann in Krankenhäusern und radiologischen Praxen eingesetzt werden. Die Ausscheidung ins Abwasser erfolgt dementsprechend primär in Krankenhäusern und in privaten Haushalten nach ambulanten Untersuchungen.

Wie hier in aller Kürze aufgezeigt, weist der dissipative Verlust von Gadolinium ein breites Spektrum an Problemen und Herausforderungen auf. Auf der einen Seite steht der endgültige ökonomische Verlust eines endlichen Rohstoffs aus dem Wertschöpfungs-system. Dies ist insofern von herausgestellter Bedeutung, da sich bei den Seltenerdmetallen seit einigen Jahren aufgrund der Marktstellung Chinas kritische Versorgungsaspekte ergeben haben. Auf der anderen Seite stehen die ökologischen Risiken. Das Metall reichert sich, auch mit Blick auf eine weltweite Zunahme von MRT-Anwendungen, immer weiter in der Umwelt an. Lediglich die künstliche Chelat-Komplexierung verhindert ökotoxikologische Implikationen. Mögliche Langzeitwirkungen sind aufgrund fehlender Studien bisher jedoch nicht absehbar.

Im letzten Jahr haben sich zudem gesundheitliche Implikationen ergeben. Auf der Grundlage eines Durch-

führungsbeschlusses der Europäischen Kommission (C/2017/7941) wurde entschieden, dass sogenannten linearen Gd-haltigen Kontrastmitteln zum 28.02.2018 die Zulassung entzogen wird. Im Gegensatz zu stabileren makrozyklischen Verbindungen haben Studien ergeben, dass sich dabei geringe Mengen im Gehirn ablagern. Zwar wurden bisher keine Schädigungen der Patienten festgestellt, aufgrund der jedoch unbekannt langfristigen Risiken ruhen die Zulassungen dieser Medikamente vorerst (EMA/625317/2017).

### Ausblick

Dissipation berührt also die Spektren vieler wissenschaftlicher Disziplinen, so bspw. die Physik, Chemie, Biologie, Medizin sowie die Geographie. Speziell letztere eignet sich aufgrund ihrer transdisziplinären Ausrichtung mit einem Schwerpunkt auf ressourcenspezifischen, raumwirksamen Prozessen im Mensch-Umwelt-System für die Betrachtung dieser komplexen Thematik. In Anbetracht der gegebenen Vielschichtigkeit der Forschungsfrage sieht der Arbeitsverlauf des Promotionsvorhabens ausdifferenzierte Zielsetzungen vor. Zum einen sollen potenzielle Dissipationspfade und -medien zwischen und innerhalb der Geo-, Bio- und Technosphäre anhand mehrerer Elemente oder Stoffverbindungen identifiziert und eingehend analysiert werden. Zusätzlich stellt sich die Frage, inwiefern Dissipation als Gradmesser im Kontext der Kritikalitätsdebatte gesehen werden kann, da bei dieser Thematik sowohl ökonomische als auch ökologische Aspekte von Funktionsstoffen von entscheidender Bedeutung sind.

# Dissipation von Funktionsmaterialien

## Literatur

- Bau, M., Dulski, P. (1996): Anthropogenic origin of positive gadolinium anomalies in river waters, *Earth and Planetary Science Letters*, 143 (1–4), S. 245–255.
- Ciacci, L., Reck, B. K., Nassar, N. T., Graedel, T. E. (2015): Lost by Design, *Environmental Science & Technology* 49(16), S. 9443–9451.
- Hatje, V., Bruland, K. W., Flegal, A. R. (2016): Increases in Anthropogenic Gadolinium Anomalies and Rare Earth Element Concentrations in San Francisco Bay over a 20 Year Record, *Environmental Science & Technology* 2016 50 (8), S. 4159–4168.
- Lawrence, M. G., Ort, C., Keller, J. (2009): Detection of anthropogenic gadolinium in treated wastewater in South East Queensland, Australia, *Water research* 43 (14), S. 3534–3540.
- Lifset, R. J., Eckelman, M. J., Harper, E. M., Hausfather, Z., Urbina, G. (2012): Metal lost and found: Dissipative uses and releases of copper in the United States 1975–2000, *Science of the Total Environment* 417, S. 138–147.
- Verplanck, P. L., Furlong, E. T., Gray, J. L., Phillips, P. J., Wolf, R. E., Esposito, K. (2010): Evaluating the Behavior of Gadolinium and Other Rare Earth Elements through Large Metropolitan Sewage Treatment Plants, *Environmental Science & Technology* 44(10), S. 3876–3882.
- Zimmermann, T., Gößling-Reisemann, S. (2013): Critical materials and dissipative losses: A screening study, *Science of The Total Environment* 461–462, S. 774–780.
- Goonan, T. G. (2011): *Rare earth elements—End use and recyclability*, U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2011–5094, <https://pubs.usgs.gov/sir/2011/5094/pdf/sir2011-5094.pdf>.
- EMA – European Medicines Agency (2017): *Mit ihrem abschließenden negativen Gutachten bestätigt die EMA Einschränkungen hinsichtlich der Verwendung linearer gadoliniumhaltiger Kontrastmittel bei Körperscans*, EMA/625317/2017 [https://www.ema.europa.eu/documents/referral/gadolinium-article-31-referral-emas-final-opinion-confirms-restrictions-use-linear-gadolinium-agents\\_de.pdf](https://www.ema.europa.eu/documents/referral/gadolinium-article-31-referral-emas-final-opinion-confirms-restrictions-use-linear-gadolinium-agents_de.pdf).
- Europäische Kommission (2017): *Durchführungsbeschluss der Kommission vom 23.11.2017 betreffend die Zulassungen von Gadolinium enthaltenden Kontrastmitteln für die Verwendung beim Menschen mit einem oder mehreren der Wirkstoffe „Gadobensäure, Gadobutrol, Gadodiamid, Gadopentetsäure, Gadoterensäure, Gadoteridol, Gadoversetamid und Gadoxetsäure“ gemäß Artikel 31 der Richtlinie 2001/83/EG des Europäischen Parlaments und des Rates*, C/2017/7941, [https://ec.europa.eu/health/documents/community-register/2017/20171123138717/dec\\_138717\\_de.pdf](https://ec.europa.eu/health/documents/community-register/2017/20171123138717/dec_138717_de.pdf).

# Kommodifizierungsprozesse in Kuba

## PROJEKTTEAM

- Prof. Dr. Matthias Schmidt  
schmidt@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2268
- Dr. Andreas Benz  
andreas.benz@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2290
- M.Sc. Niklas Völkening  
niklas.voelkening@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2763

## PROJEKTLAUFZEIT

- 2017 – 2022

## Worum geht es?

Zu Beginn der 1990er Jahre stand das kubanische Gesellschafts- und Wirtschaftsmodell der sozialistischen Planwirtschaft vor dem Abgrund: Nach dem Zerfall der Sowjetunion und der Auflösung des Rats für Gegenseitige Wirtschaftshilfe (RGW) fielen sämtliche Unterstützungen für die kubanische Wirtschaft aus dem sowjetischen Block weg, die bspw. in Form von stark subventionierten Mineralöl-, Maschinen- und Lebensmittellieferungen erfolgten. Vertieft wurde diese akute Krisenlage, vom damaligen kubanischen Präsidenten Fidel Castro beschönigend als *Período Especial en Tiempo de Paz* (Sonderperiode in Friedenszeiten) bezeichnet, durch die weitere Verschärfung des seit 1962 bestehenden US-Embargos gegen Kuba. Die kubanische Führung stand in der Folge vor der drän-

genden Aufgabe, neue Devisenquellen zu erschließen, um das etablierte Wirtschafts- und Sozialsystem zu erhalten und dringend benötigte Importe von Rohstoffen und Gütern zur Versorgung der Bevölkerung refinanzieren zu können. Hierzu wurden zahlreiche gesetzgeberische Änderungen vorgenommen und verschiedene Maßnahmen und Strategien zur Diversifizierung der Wirtschaft vorangetrieben. So sollte die während der Einbindung in den RGW verfestigte Monostrukturierung der Wirtschaft auf Zuckerrohranbau und Zuckerproduktion aufgebrochen und neue Exportsektoren als Devisenquellen erschlossen werden. Gleichzeitig läuteten diese Reformen einen Transformationsprozess ein, der im fortbestehenden sozialistischen Wirtschaftsmodell eine wachsende Zahl von privat- und marktwirtschaftlichen Nischen schuf, mit weitreichenden Konsequenzen für die wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und politischen Verhältnisse im Land. Im Sinne der zentralisierten planwirtschaftlichen Steuerung wurden mehrere, vorrangig exportorientierte Wirtschaftsfelder definiert und anschließend in besonderem Maße gefördert. Hierzu zählten insbesondere der Abbau mineralischer Rohstoffe, der internationale Tourismus sowie die Produktion hochwertiger landwirtschaftlicher Erzeugnisse. Um diese Wirtschaftsbereiche zu stärken, wurden erstmals Joint Ventures mit ausländischen Investoren und Partnerunternehmen legalisiert, die sich als überwiegend erfolgreich im Hinblick auf Investitionszuflüsse und Exporterlöse erwiesen. Heute stellen Bergbau, Tourismus und bestimmte Bereiche der Landwirtschaft bedeutende Eckpfeiler der kubanischen Wirtschaft dar und sind für weit über die Hälfte aller Exporte und die überwiegende Mehrzahl der Deviseneinkünfte verantwortlich. Dabei stützen sich diese drei Bereiche maßgeblich auf die

## Kommodifizierungsprozesse in Kuba

marktorientierte Inwertsetzung von Naturressourcen, wobei in jedem von ihnen eine recht unterschiedliche Perspektive auf Natur und Ressourcen als Grundlage von wirtschaftlicher Entwicklung vorherrscht:

- Extraktion von Ressourcen: Der Nickelbergbau in der Region um Moa im Osten Kubas erfolgt ausschließlich exportorientiert und ist mit intensiven Eingriffen in den Naturhaushalt und mit massiver Umweltzerstörung verbunden.
- Kommodifizierung von Vielfalt und Naturästhetik: In den zahlreichen naturtouristischen Destinationen Kubas, bspw. im Nationalpark *Alejandro de Humboldt*, der durch eine hohe Biodiversität und zahlreiche endemische Arten charakterisiert ist, oder in Las Terrazas und Soroa, der ältesten Destination für ‚Öko-Tourismus‘ auf Kuba, werden landschaftliche Schönheit und Erholungsfunktion der Wälder und Berge für den Tourismus kommodifiziert (s. Abb. 1). Eine solche Repräsentation und Inszenierung von Natur und Landschaft gilt auch für die karibischen Strände, die massiv für den Tourismus inwertgesetzt werden.
- Intensive Nutzung ökologischer Gunstfaktoren: Die teils sehr guten agrarischen Eigenschaften der Böden und des Klimas auf Kuba werden partiell für die Produktion landwirtschaftlicher Güter genutzt, die für den Export bestimmt sind. Die größte ökonomische Relevanz besitzen hierbei noch immer der Anbau von Zuckerrohr und die Produktion von Rohrzucker, aber auch die Veredelung zu Spirituosen (v.a. Rum) sowie der Anbau und die Verarbeitung von Tabak (v.a. Zigarren) gewinnen zunehmend (wieder) an Bedeutung. Die Verbindung von landwirtschaftlicher Produktion und touristischer



Abb. 1: Inszenierung und Kommodifizierung von Natur-  
elementen zur tourismuswirtschaftlichen Vermarktung  
am Beispiel eines Wasserfalls in Soroa, einem Zentrum  
des Naturtourismus in Kuba

# Kommodifizierungsprozesse in Kuba

Inszenierung (s. Abb. 2) stellt hierbei den durchaus erfolgreichen Versuch dar, die Wertschöpfung aus natürlichen Ressourcen durch Koppelung zu erhöhen.

Der beschriebene Wandel der Inwertsetzung von Natur und Naturressourcen geht jedoch mit einem sich verändernden Verständnis von Natur und Umwelt in Kuba einher. Aus der Perspektive der Politischen Ökologie, die den konzeptionellen Rahmen für dieses Forschungsvorhaben bildet, wird Umwelt als umkämpfte, politisierte Ressource betrachtet, auf die sich konfligierende Interessen richten. Natur und Landschaft stellen die Arenen dar, in denen unterschiedliche Akteure um die Nutzung und Inwertsetzung vorhandener Ressourcen konkurrieren. Dieser Konkurrenzkampf wird dabei gleichzeitig auf mehreren räumlichen Skalen ausgetragen. Die einzelnen Akteure verfügen in unterschiedlichem Maße über ökonomisches, soziales und kulturelles Kapital sowie spezifische Machtressourcen, die sie in einer Vielzahl unterschiedlicher Strategien und Maßnahmen einsetzen, um ihre Ziele zu verfolgen und ihre Interessen durchzusetzen (vgl. Castree 2008; Robbins 2012).

## Zielsetzung und Methoden

Ziel des Forschungsprojektes ist die Untersuchung der im Wandel befindlichen Mensch-Umwelt-Verhältnisse unter besonderer Betrachtung der drei skizzierten exportorientierten Wirtschaftszweige Bergbau, Tourismus und Landwirtschaft. Besonders im Fokus steht dabei die zunehmende Kommodifizierung von Naturressourcen, an die eine Vielzahl miteinander verketteter Forschungsfragen geknüpft ist:

- In welcher Art und Weise und von welchen Akteuren werden Natur und natürliche Ressourcen inwertgesetzt?
- Welche Absichten und Strategien verfolgen die unterschiedlichen Akteure hierbei und auf welche Ressourcen (z.B. Macht, Kapitalausstattung) können sie dabei zurückgreifen?
- Wer sind die Profiteure, wer die Verlierer der Umwelttransformation und -inwertsetzung und welche Strukturen und Prozesse führen zur Benachteiligung und Marginalisierung bestimmter Gruppen?
- Wie und von wem werden Narrative und Repräsentationen von „Natur“ und „natürlichen Ressourcen“ in Kuba jeweils diskursiv produziert?
- Inwieweit kann die Kommodifizierung von Naturressourcen zur Stabilisation des kubanischen *Socialismo* und seiner sozialen und wirtschaftlichen Errenschaften beitragen?
- Welche Folgen haben die veränderten Inwertsetzungsmuster für die Umwelt, bspw. in Form von Bodendegradation und Biodiversitätsverlust, sowie für die lokale Bevölkerung, etwa in Form veränderter Verfügungsrechte und eingeschränkten Ressourcenzugangs?

Aufbauend auf bestehenden Untersuchungen zu neo-extraktivistischen bzw. post-extraktivistischen Ansätzen in anderen lateinamerikanischen Staaten (u.a. Acosta 2013; Brand 2016; Burchardt und Dietz 2014; Burchardt und Peters 2017; Engels und Dietz 2017; Hafner et al. 2016) sollen die Besonderheiten des kubanischen Extraktivismus herausgearbeitet werden.

Methodisch verfolgt das Projekt vorrangig einen Extended Case-Study-Ansatz (Burawoy 1988). Hierbei sollen

## Kommodifizierungsprozesse in Kuba



*Abb. 2: Das Schaudrehen von Zigarren im Valle de Viñales in Westkuba verbindet die Kommodifizierung von kubanischer Natur in Tourismus und Landwirtschaft: zum einen als marktgängiges landwirtschaftliches Luxusprodukt, zum anderen zur Inszenierung eines dezidierten Kuba-Images im Tourismus.*

in mehreren Feldkampagnen insbesondere qualitative Erhebungsverfahren Anwendung finden, durch welche die Strategien, Intentionen und Machtausstattungen der verschiedenen Akteure untersucht werden können. Diskursanalysen, basierend auf Publikationen und Dokumenten staatlicher und nicht-staatlicher Institutionen und Akteure, Medienbeiträgen und Interviewdaten, dienen der Dekonstruktion natur- und naturressourcen-bezogener Narrative und Repräsentationen sowie der Offenlegung diskursiver Strategien einzelner Akteure und Akteursgruppen.

### Durchführung und Ausblick

Die Frage, ob das kubanische Modell der Kommodifizierung von Naturressourcen im Stile eines (Neo-/Post-) Extraktivismus tatsächlich dazu beitragen kann, die Transformation und die angestrebte Modernisierung der Wirtschaft zu stützen, steht zwar nicht im Fokus der Analyse, schwingt in diesem Forschungsprojekt jedoch stets latent mit. Zudem ist die Frage zu klären, in welchem Spannungsverhältnis die neuen Inwertsetzungsstrategien von Natur und Umwelt in Kuba zu der 1992 von Fidel Castro für Kuba proklamierten fundamentalen Wende hin zu sozial und ökologisch nachhaltiger Entwicklung steht. Bei der Ausgestaltung und Bearbeitung des Projektes sind jederzeit die Eigenheiten, Bedingtheiten und Anforderungen des kubanischen Wirtschafts- und Gesellschafts-systems zu berücksichtigen, das trotz der anhaltenden Transformation seinen sozialistischen Charakter weitgehend bewahren konnte. Mit seinen Betrachtungen an diesem Punkt des Transformationsprozesses möchte das Forschungsvorhaben auch einen Beitrag zur Etablierung

## Kommodifizierungsprozesse in Kuba

einer Politischen Ökologie des (Post-) Sozialismus (Schmidt 2016) leisten. Derzeit laufen bereits zwei Untersuchungen, die Kommodifizierungsprozesse in der kubanischen Transformation thematisieren:

Andreas Benz betrachtet das Spannungsverhältnis zwischen der von der Staatsführung 1992 proklamierten strategischen Neuausrichtung von Wirtschaft und Politik am Konzept der Nachhaltigen Entwicklung bei gleichzeitiger Intensivierung der Nutzung, Extraktion und Inwertsetzung bestimmter Naturelemente und Naturräume zur Erhöhung der Deviseneinnahmen und Exporterlöse (Benz 2017). Die Kubanische Führung verstand es, die Not der ökonomischen Krise der frühen 1990er Jahre in eine ökologische Tugend zu verwandeln, indem der erzwungene Rückgang bei Produktion und Konsumtion als freiwilliger Verzicht im Zeichen einer ökologisch-nachhaltigen Neuorientierung des kubanischen Sozialismus umgedeutet wurde. Einem elaborierten und international als Vorbild gepriesenen Umwelt- und Naturschutzrecht in Kuba steht die faktische und politisch durchaus gewollte Aushebelung und Missachtung dieser Gesetze in den strategischen Devisensektoren gegenüber, was sich bspw. im Nickel-Bergbau in ökologisch höchst bedeutsamen Bergregenwäldern nahe des Humboldt-Nationalparks oder der Neuerschließung touristischer Ressorts in ökologisch sensiblen Küstenregionen wie dem Sabana-Camagüey Archipel zeigt. Besonders interessant sind in diesem Spannungsfeld aus ideellem Nachhaltigkeitsanspruch und realer Naturnutzung die sich wandelnden, oft heterogenen widersprüchlichen Konzeptionalisierungen und diskursiven Repräsentationen von Natur und Umwelt von Seiten der Staatsführung und anderer öffentliche Akteure Kubas. Niklas Völkening beschreibt in seinem Promotionspro-

jekt, das den Arbeitstitel „Effects of Commodification of Revolutionary Legacies on Cuban Identities“ trägt, die Auswirkungen der Inwertsetzung von materiellem und immateriellem Erbe der Kubanischen Revolution im Tourismus auf rezente Identitätskonstruktionen von KubanerInnen (Völkening 2017). Verschiedene Akteure inszenieren und (re-)produzieren hierbei die Revolution, die insbesondere in der Vergangenheit für viele KubanerInnen ein stark identitätsstiftendes Konstrukt darstellte, für ausländische Touristen. Damit dient die Revolution nun häufig nicht mehr als Stützpfeiler stabiler Identitäten, sondern vielmehr als marktgängiges Produkt, das zum Erwerb von dringend benötigten Devisen vermarktet wird – mit teils weitreichenden Auswirkungen auf das Selbstbild und das Selbstverständnis der kubanischen Bevölkerung. Durch das Teilprojekt von Niklas Völkening wird die vorrangig auf die Kommodifizierung natürlicher Ressourcen fokussierte Untersuchung der kubanischen Transformation um eine kultur- und sozialgeographische Komponente erweitert.

Vom 22.-23. Februar 2019 findet in den Räumlichkeiten des WZU die vom Lehrstuhl für Humangeographie ausgerichtete Tagung „60 Jahre Kubanische Revolution: Kontinuität und Wandel“ statt, auf der die gewandelten Inwertsetzungsmuster und Ressourcenstrategien Kubas mit ihren gesellschaftlichen Implikationen in den Blick genommen werden.

Nähere Informationen zu dem Projekt und einen aktuellen Call for Paper finden Sie unter:  
[https://www.geo.uni-augsburg.de/de/lehrstuhl\\_professur/humgeo/projekte/transformationforschung/Neo-Exktraktivismus-in-Kuba/](https://www.geo.uni-augsburg.de/de/lehrstuhl_professur/humgeo/projekte/transformationforschung/Neo-Exktraktivismus-in-Kuba/)

# Kommodifizierungsprozesse in Kuba

## Literatur

- Acosta, A. (2013): Extractivism and Neoextractivism: Two Sides of the Same Curse, in: Lang, M., Mokrani, D. (Hg.): *Beyond Development. Alternative Visions from Latin America*, Quito: Fundación Rosa Luxemburg, S. 61-86.
- Benz, A. (2017): Kubas Umweltpolitik im Zeichen der Krise, in: Schmidt, M. (Hg.): *Vielfalt und Veränderung – Aktuelle Beiträge der Augsburger Humangeographie (Geographica Augustana Band 23)*, Augsburg: Institut für Geographie, Universität Augsburg, S. 85-98.
- Brand, U. (2016): Neo-Extraktivismus. Aufstieg und Krise eines Entwicklungsmodells, *Aus Politik und Zeitgeschichte* 66 (39), S. 21-27.
- Burawoy, M. (1998): The Extended Case Method, *Sociological Theory* 16 (1), S. 4-33.
- Burchardt, H.-J., Dietz, K. (2014): (Neo-)extractivism – A New Challenge for Development Theory from Latin America, *Third World Quarterly* 35 (3), S. 468-486.
- Burchardt, H.-J., Peters, S. (2017): Der (Neo-)Extraktivismus in Lateinamerika nach dem Ende des Rohstoffbooms, in: Burchardt, H.-J., Peters, S. (Hg.): *Umwelt und Entwicklung in globaler Perspektive. Ressourcen, Konflikte, Degrowth*, Frankfurt a. M., New York: Campus, S. 33-60.
- Castree, N. (2008): Neoliberalising Nature: Processes, Effects and Evaluations, *Environment and Planning* 40 (1), S. 153-173.
- Engels, B., Dietz, C. (Hg.) (2017): *Contested Extractivism, Society and the State. Struggles Over Mining and Land*, London: Palgrave Macmillan.
- Hafner, R., Rainer, G., Ruiz Peyré, F., Coy, M. (2016): Ressourcenboom in Südamerika: alte Praktiken – neue Diskurse?, *Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie* 60 (1-2), S. 25-39.
- Robbins, P. (2012): *Political Ecology. A Critical Introduction*, Malden: Wiley-Blackwell.
- Schmidt, M. (2016): Politische Ökologie des Postsozialismus, *Geographica Helvetica* 71, S. 259-270.
- Völkening, N. (2017): Kubanische Identitäten im Spannungsfeld zwischen Cubanidad, Revolution und kapitalistischen Praktiken, in: Schmidt, M. (Hg.): *Vielfalt und Veränderung – Aktuelle Beiträge der Augsburger Humangeographie (Geographica Augustana Band 23)*, Augsburg: Institut für Geographie, Universität Augsburg, S. 99-110.

# Streiflicht: Eintragsmechanismen von Mikroplastik in Fließgewässer

## PROJEKTTEAM:

- Prof. Dr. Peter Fiener  
peter.fiener@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2665

## PROJEKTPARTNER

- Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg
- Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz
- BKV GmbH, Frankfurt
- Technische Hochschule Köln, Köln
- TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser, Karlsruhe
- Universität Augsburg, Augsburg
- Universität Osnabrück, Osnabrück

## FÖRDERUNG

- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

## PROJEKTLAUFZEIT

- 2017 – 2020

## Worum geht es?

(Mikro-) Plastik wird heutzutage weltweit als Verunreinigung in der Umwelt nachgewiesen und erfährt im Moment große mediale Aufmerksamkeit. Das genaue Ausmaß der Mikroplastikbelastung in unterschiedlichen Ökosystemen ist bisher wenig erforscht, wobei die bisherigen Forschungsaktivitäten vor allem auf die Ozeane fokussiert waren.

Im Rahmen des Verbundprojektes MicBin (Mikroplastik in Binnengewässern), das unter Koordination des Technologiezentrums Wasser in Karlsruhe aus sieben Partneereinrichtungen besteht, wird die Mikroplastikbelastung der oberen Donau untersucht. Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit 1,9 Millionen Euro geförderte Projekt ist Ende 2017 gestartet und läuft drei Jahre lang. Es ist eines von insgesamt 18 Verbundprojekten des neuen BMBF-Forschungsschwerpunkts „Plastik in der Umwelt – Quellen, Senken, Lösungsansätze“.

Die Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Fiener (Institut für Geographie der Universität Augsburg) beschäftigt sich im Rahmen des Projektes mit dem Eintrag von Mikroplastik in die Donauzuflüsse über den Pfad der Wassererosion von landwirtschaftlichen Flächen. Landwirtschaftliche Böden sind in vielfältiger Weise mit Mikroplastik belastet. Dabei ist das Ausmaß dieser Belastung bisher nicht quantifizierbar. Das hat einerseits mit den vielseitigen, schlecht definierten Eintragspfaden (Düngung mit Klärschlämmen und Kompost, Eintrag von Reifenabrieb, punktuelle atmosphärische Deposition, Verwendung zerfallender Plastikmaterialien in der Landwirtschaft wie z.B. Folien in Sonderkulturen) und andererseits mit dem begrenzten Wissen zum Ab- und Umbau im Boden zu tun, der in erster Linie durch Mikroorganismen vorgenommen wird. Zudem ist

# Streiflicht: Eintragsmechanismen von Mikroplastik in Fließgewässer

der Nachweis von Mikroplastik in Böden ausgesprochen schwierig, da im Gegensatz zu anderen Schadstoffen einzelne Partikel und nicht gleichverteilte Stoffbelastungen nachgewiesen werden müssen. Im Vergleich zu den flüssigen Wasserproben ist dabei die Abtrennung des Mikroplastiks von einem Feststoff eine besondere Herausforderung.



*Abb. 1: Beregnungsversuch zum Mikroplastikaustrag im Aug. 2018, nahe Neuburg a. d. Donau. Simuliert wird eine Niederschlagsintensität von  $60 \text{ mm h}^{-1}$ , wobei die Beregnungsanlage ein Tropfenspektrum und Fallgeschwindigkeiten erzeugt, die möglichst dem natürlichen Niederschlag entsprechen.*

## Durchführung

Im Rahmen des Projektes werden wiederholt Serien von Beregnungsversuchen (s. Abb. 1) auf Parzellen durchgeführt, die zuvor mit einer definierten Menge an Mikroplastik belastet wurden. Dadurch soll der potentielle Austrag der Mikroplastik über die Bodenerosion bestimmt werden. Dabei geht es vor allem um die Frage, ob Mikroplastik auf Grund der meist geringen Dichte präferenzuell ausgetragen wird oder eine Bindung an Bodenpartikel stattfindet, die den Austrag reduziert. Neben der Klärung grundsätzlicher Fragen zum Verhalten von Mikroplastik in Böden, werden die Experimente genutzt, um Modellparameter für die Erosionsmodellierung abzuleiten. Diese Modelle, die teilweise in der Arbeitsgruppe mit entwickelt wurden, werden anschließend genutzt, um erste Abschätzungen zum Umfang des Mikroplastikeintrags in ausgewählte Zuflüsse der Donau zu generieren. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Quantifizierung von Unsicherheiten solcher Abschätzungen, die vor allem auf der ausgesprochen mangelhaften Datenlage zu Mikroplastik in Böden beruhen.

Der Forschungsschwerpunkt „Plastik in der Umwelt – Quellen, Senken, Lösungsansätze“ ist Teil der Leitinitiative Green Economy des BMBF-Rahmenprogramms „Forschung für Nachhaltige Entwicklung“ (FONA3).



## LOKALE UMWELTEN

- 65 Feedbacks between land cover, people, and climate in the seasonally arid tropics (MONSOON)
- 68 Totholz: Ambivalenzen einer kulturellen Ökosystemleistung
- 73 Streiflicht: Natur auf dem Campus
- 77 Zehntausende fleißige Besucher auf dem Campus

# Feedbacks between land cover, people, and climate in the seasonally arid tropics (MONSOON)

## PROJEKTTEAM

- Prof. Dr. Jed O. Kaplan  
jed.kaplan@geo.uni-augsburg.de  
Tel. 0821 598 3567

## PROJEKTPARTNER

- Wissenschaftszentrum Umwelt (WZU)
- Institut für Geographie, Universität Augsburg
- Institute of Meteorology and Climate Research  
IMK-IFU, Karlsruhe Institute of Technology

## FÖRDERUNG

- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) / Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD) unter der Projektkennziffer 57429870

## PROJEKTLAUFZEIT

- September 2018 – August 2022

## Worum geht es?

Die Rückkopplungen zwischen Klima und Gesellschaft in den wechselfeuchten Tropen Afrikas und Südasiens sind für das zukünftige Verständnis des Klimasystems und darauf aufbauende Anpassungsstrategien an den Klimawandel von entscheidender Bedeutung. In diesen Regionen lebt, bei größten Wachstumsraten, annähernd ein Viertel der Weltbevölkerung (s. Abb. 1), so dass es zu rapiden Veränderungen der Landoberfläche durch Entwaldung, landwirtschaftliche Nutzung und Urbanisierung kommt. Gleichzeitig verstärkt der globale Klimawandel die Häufigkeit extremer Klimaereignisse, die sich unter anderem in Dürren oder Hitzewellen äußern. Da das lokale Wetter und Klima stark von der Landbedeckung geprägt ist, verstärken Entwaldung, landwirtschaftliche Bewässerung und Urbanisierung potentiell die Auswirkungen des globalen Klimawandels. Die wechselfeuchten Tropen Afrikas und Südasiens befinden sich damit in Regionen, in denen die zukünftige Wohnbarkeit ganzer Landschaften besonders stark durch die Fähigkeit von Gesellschaften sich an den Klimawandel anzupassen bzw. negative Veränderungen zu vermeiden, geprägt ist. Teile dieser Regionen sind bereits heute von Wasserknappheit und Ernährungsunsicherheit geprägt, was zu Konflikten, Migration oder ganz allgemein sozialer Instabilität führen kann. Besonders kritisch ist die Zunahme der Frequenz von Klimaextremen, die schon heute, zumindest zu manchen Zeiten des Jahres, ganze Landstriche zeitweise unbewohnbar machen.

## Zielsetzung

Das Projekt MONSOON beschäftigt sich mit der Frage, welche Auswirkungen die Kombination aus Klimawandel

# Feedbacks between land cover, people, and climate in the seasonally arid tropics (MONSOON)

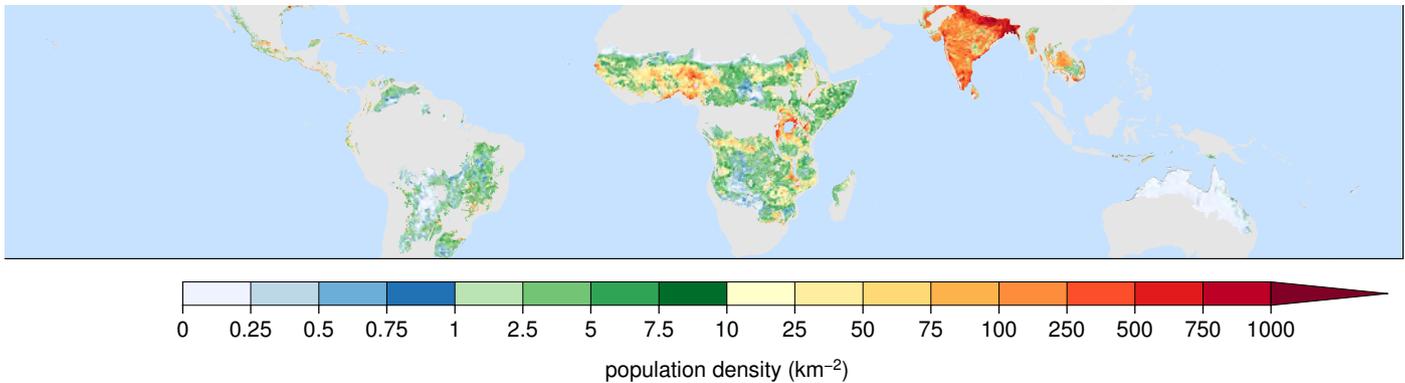


Abb. 1: Bevölkerungsdichte in den wechselfeuchten Tropen

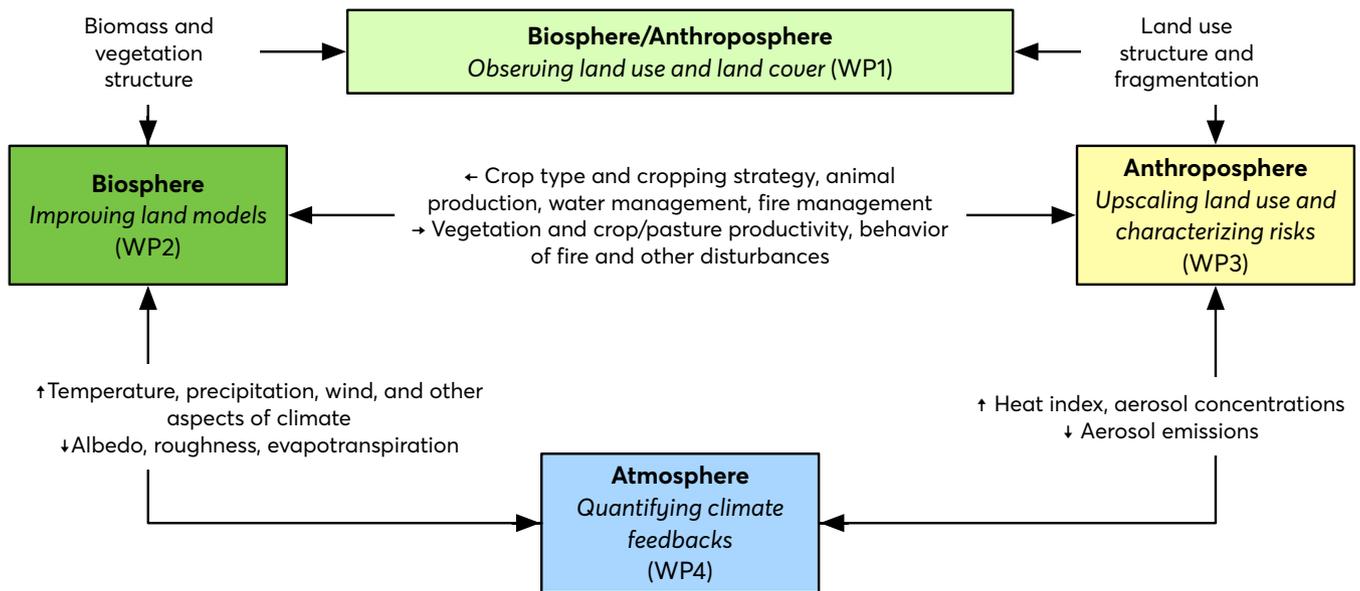


Abb. 2: Überblick über das Projekt MOONSON

## Feedbacks between land cover, people, and climate in the seasonally arid tropics (MONSOON)

und zunehmender Intensivierung der Landnutzung auf ökologische und soziale Systeme in den wechselfeuchten Tropen hat. Diese Frage ist von großer Bedeutung hinsichtlich der Resilienz der dortigen Gesellschaften und Ökosysteme. Bisher ist unser Wissen, auf welche Weise menschliche Aktivitäten das lokale bis regionale Klima beeinflussen, relativ beschränkt. Das Projekt will diese Zusammenhänge anhand der wechselfeuchten Tropen untersuchen, da hier eine besonders starke Kopplung zwischen Landoberfläche und Klima mit einer extrem dynamischen demographischen Entwicklung zusammentreffen und zudem große wissenschaftliche Defizite in der regionalen Klimamodellierung und vor allem der Charakterisierung der Landnutzung bestehen.

### Ausblick

Die Forschungsgruppe MOONSON wird eine Kombination aus innovativen Feldstudien mit Computersimulationen verbinden, um die Land-Klima-Interaktionen in Südasien und Westafrika zu untersuchen (s. Abb. 2). Die gewählten Untersuchungsregionen repräsentieren einen großen Gradienten hinsichtlich der natürlichen Umweltbedingungen und sozio-ökonomischer Rahmenbedingungen, so dass es möglich sein wird, besonders sensitive Landstriche und Landnutzungsstrategien zu identifizieren. Insgesamt wird das Projekt einen signifikanten Beitrag zur Verbesserung der Modellierung der Landbedeckung und -nutzung in den wechselfeuchten Tropen leisten und damit dazu beitragen, den Einfluss menschlicher Aktivitäten auf das Klima der Region abzubilden.

# Totholz: Ambivalenzen einer kulturellen Ökosystemleistung

## PROJEKTTEAM

- Prof. Dr. Uwe Voigt  
uwe.voigt@phil.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 5577
- Dr. Joachim Rathmann  
joachim.rathmann@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0931 318 2437
- M.Sc. Laura Dehne  
laura.marie.dehne@me.com
- Joshua Nebel  
joshua.nebel@student.uni-augsburg.de
- Daniel Eberle  
daniel\_lp\_eberle@gmx.de
- Sabina Hüttinger  
sabina.huettinger@outlook.de

## PROJEKTPARTNER

- Wissenschaftszentrum Umwelt
- Memorial University, Neufundland

## FÖRDERUNG

- WZU-Netzwerkfond

## PROJEKTLAUFZEIT

- August 2017 – Juli 2018

## Worum geht es?

Totholz spielt in Wäldern eine entscheidende Rolle als Grundlage für die Biodiversität und für zahlreiche ökologische Prozesse. Die Totholzmenge ist jedoch in Deutschland aufgrund der langen Nutzungsgeschichte und eines auf Maximierung des Holzertrags ausgerichteten Managements zumeist gering. Mit zunehmendem Bewusstsein für die ökologische Bedeutung von Totholz zielen Waldmanagementstrategien verstärkt darauf ab, Totholz in Wäldern zuzulassen. Dies könnte zu Konflikten mit Waldbesuchern führen, die einen „aufgeräumten“ Wald bevorzugen. Zentrales Anliegen der vorgestellten Studie ist es, die ambivalente Wahrnehmung von Totholz in einem kulturellen Umfeld, dem Augsburger Stadtwald, in aufeinander aufbauenden Schritten aus empirischer, ästhetischer und naturphilosophischer Perspektive zu untersuchen.

## Zielsetzung und Methoden

Ob und wie Totholz als Naturgegenstand ästhetisch erfahren und beurteilt wird, wurde zunächst empirisch mit der sog. „visitor employed photography“ untersucht. Dazu wurde Waldbesuchern eine Kamera geliehen, um frei von weiteren Vorgaben präferierte Waldstrukturen abzulichten und die damit verbundenen Emotionen zu protokollieren. Ergänzend dazu gab es basierend auf Fotos eine Befragung von über 100 Waldbesuchern zur Wahrnehmung und Ästhetik.

Im zweiten Schritt werden die empirischen Befunde gemäß den Leitdifferenzen und Themen der naturästhetischen Erfahrung analysiert, die sich im aktuellen analytischen

# Totholz: Ambivalenzen einer kulturellen Ökosystemleistung

Diskurs finden (Kim 2017): subjektozentrisch-objektozentrisch; kognitivistisch-nonkognitivistisch und besonders szientifisch-nonszientifisch; Gegenstand, Landschaft, Ökosystem oder Stimmungsraum als Inhaltsmodell; ästhetische Wertschätzung von Natur als übergeordnetes Problem. Die Ergebnisse dieser Analyse werden auf ihre Relevanz für ein naturphilosophisches Verständnis von Totholz hin befragt.

## Durchführung und Ergebnisse

Urbane Wälder stehen unter einem hohen Nutzungsdruck und bedürfen daher einer umfassenden Managementstrategie. Einerseits gilt es die wirtschaftlichen Interessen der Waldeigentümer zu berücksichtigen andererseits besteht ein hohes Bedürfnis nach Naherholung. Darüber hinaus bilden urbane Wälder den Lebensraum für zahlreiche Organismen - darunter auch seltene -, weswegen das Bewusstsein für die hohe ökologische Bedeutung von Totholz wächst. Totholzmindestmengen, die für den Erhalt der Biodiversität wichtig sind, lassen sich mit einer Bandbreite von 20-50 m<sup>3</sup>/ha angeben (Müller & Bütler 2010). Im Stadtwald Augsburg liegen die Totholzanteile bei durchschnittlich 19 m<sup>3</sup>/ha (Pflanzl & Fickert 2012). Je nach Definition liegt die durchschnittliche Totholzmenge bundesweit bei 14 bis 20,6 m<sup>3</sup>/ha, unterteilt in liegendes (49%) und stehendes (23%) Totholz sowie in Wurzelstöcke (28%) (BMEL 2014).

Totholz dient als Erosionsschutz, Verbiss-Schutz sowie der Regulation des Wasserhaushalts. Für den Nährstoff- und Kohlenstoffkreislauf spielt Totholz ebenfalls eine wichtige Rolle. Neben der Totholzmenge ist auch die Struktur (stehend, liegend) und Qualität (Zersetzungsgrad) als Grundlage für unterschiedliche Mikrohabitate



Abb. 1: Biotopbaum Stadtwald Augsburg

## Totholz: Ambivalenzen einer kulturellen Ökosystemleistung

bedeutend. Zusätzlich können höhere Totholzanteile in Wäldern über einen höheren Lichteinfall die Kraut- und Bodenvegetation fördern und somit zu einer Verjüngung beitragen. Natürlicherweise tragen Starkwindereignisse, Feuer, Insektenbefall oder auch die Konkurrenzsituation zur Totholznachlieferung in Wäldern bei. Zunehmend wird in bewirtschafteten Wäldern auch anthropogen Totholz (z.B. durch Fällen oder Ringeln) angereichert, wobei nicht nur in stark frequentierten Erholungswäldern die Wege vor herabfallendem Ästen, Zweigen und umkippenden Baumstämmen gesichert werden müssen (Verkehrssicherungspflicht).

Erste Ergebnisse der Befragungen im Stadtwald Augsburg zeigen, dass die wichtigsten Gründe für den Besuch des Stadtwaldes in der Erholung, Ruhe, Natur und im Waldklima liegen.



Abb. 2: Totholzanreicherung im Stadtwald Augsburg

Die Wahrnehmung von Totholz ist äußerst ambivalent und die assoziativen Zuschreibungen reichen von „furchtbar“ bis „Freude“, von „Tod“ bis „neues Leben“. Daraus wird schon ersichtlich, dass Totholz differenzierter analysiert werden muss, da es sich auch rein visuell in großer Vielfalt darstellen kann (Abb. 1, 2). Auf die Frage, was den Waldbesuchern beim Anblick von Totholz missfalle, ist die zweithäufigste Nennung „Unordnung“, was den Forschungsstand bestätigt, dass viele einen „aufgeräumten“ Wald präferieren. Ästhetisches Erleben umfasst jedoch nicht nur das Visuelle, bezüglich der olfaktorischen Wahrnehmung von Totholz umfassen die Befragungsergebnisse positive Konnotationen (angenehm, Natur, Frische) aber auch negative (unangenehm, modrig); damit besteht erneut die Herausforderung darin, diese Ambivalenzen in ein gemeinsames Bild zu rahmen. Daher folgt in einem weiteren Schritt die Analyse inwiefern die Waldbesucher einen kognitiven Zugang zu Totholz aufbauen oder eher affektiv reagieren. Dabei wird einerseits deutlich, dass etwa ein Drittel der Waldbesucher die Waldstruktur kaum wahrnehmen, was sich damit begründen lässt, dass sie täglich ihre Runde zum Joggen oder mit dem Hund ablaufen und die Details entlang der Wege nicht mehr bewusst aufnehmen. Andererseits bleiben für einen größeren Teil der Waldbesucher die Umgebungsvariablen, einschließlich der Struktur des Totholzes, in aller Ambivalenz, relevant. Aus naturästhetischer Perspektive zeigt sich Totholz im Licht dieser Ergebnisse als ein Thema, das vielfältige Ambivalenzen jeweils nicht als exklusive Gegensätze, sondern als Extreme eines Kontinuums aufweist: Totholz wird für Subjekte zum Thema, insofern es sie als ein bestimmter Typ von Objekt anspricht. Die daraus resultierende ästhetische Erfahrung hat eine kognitive Komponente, die

# Totholz: Ambivalenzen einer kulturellen Ökosystemleistung

offen für wissenschaftliche Gehalte ist, ihre Verankerung aber primär im Alltagswissen und in der Lebenswelt der Befragten besitzt. Das Erleben von Totholz findet daher je unterschiedlich statt. Die (fehlende) Wertschätzung von Totholz ist dabei mit der (fehlenden) Akzeptanz der eigenen Vergänglichkeit verbunden. Die Frage der ästhetischen Anerkennung von Totholz verbindet sich so mit der Frage der Selbstanerkennung des endlichen ästhetischen Subjekts. Den Moment der Vergänglichkeit vermittelt Totholz dadurch, dass es sich naturphilosophisch gesehen als ein Stoff zeigt (Soentgen 2016), der im Übergang von fester Dinglichkeit in diffus Aufgelöstes auch olfaktorisch eine einnehmende, eine Stellungnahme ermöglichende Atmosphäre erzeugt.

## Zusammenfassung

Die vorliegende Studie vereint Empirie und Reflexion unter dem gemeinsamen Sachbezug „Totholz“. Totholzanreicherungen sind Teil einer nachhaltigen Waldnutzungsstrategie und stehen in Konkurrenz zu einer intensiven Waldbewirtschaftung. Ein verstärktes, auch ästhetisches und naturphilosophisch reflektiertes Bewusstsein um die ökologische Bedeutung von Totholz könnte die Akzeptanz für größere Totholzanreicherungen in Wäldern erhöhen.

Für den Waldbesucher, aber auch für die Naturphilosophie und Naturästhetik stellt sich Totholz als ein geeignetes Objekt dar, um Ambivalenzen zu thematisieren. Einerseits Tod und Vergänglichkeit, welche die Existenzialien der Sorge und Angst ausdrücken können, andererseits steht Totholz auch für eine Quelle neuen Lebens; erst im Verfall ermöglicht Totholz die Schaffung von neuen Habita-

ten. Eine ästhetische Betrachtung ist ähnlich ambivalent aufgestellt: großflächig vom Borkenkäfer befallene und gefällte Nadelbäume werden kaum als „schön“ wahrgenommen, wohingegen ein stark zerfallener Baumstamm, mit Moos und Pilzen bewachsen als malerisch wahrgenommen werden kann. Um diese Ambivalenz darzustellen, ist Totholz ein geeignetes Untersuchungsobjekt.

## Literatur

- BMEL (2014): *Der Wald in Deutschland - Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur*. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Berlin.
- Fickert, K., Pflanzl, C. (2012): Erfassung von Totholz-mengen unterschiedlicher Bestandstypen im Stadtwald Augsburg. Bachelorarbeit. Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Freising. Fakultät Wald und Forstwirtschaft.
- Kim, S. (2017): *Die Erfahrung der Natur. Zur Erläuterung der ästhetischen Dimension der Naturerfahrung*. Königshausen & Neumann Verlag.
- Meyer, M., Rathmann, J., Schulz, C. (2018): Spatially-explicit mapping of forest benefits and analysis of motivations for everyday-life's visitors on forest pathways in urban and rural contexts. *Urban Landscape and Urban Planning* (submitted).
- Müller, J., Bütler, R. (2010): A review of habitat thresholds for dead wood: a baseline for management recommendations in European forests. *European Journal of Forest Research* 129: 981–992.
- Rathmann, J., Voigt, U. (2018): Ambivalenzen einer kulturellen Ökosystemdienstleistung – Empirische, ästhetische und naturphilosophische Aspekte der Totholz-wahrnehmung am Beispiel des Stadtwaldes Augsburg,

## Totholz: Ambivalenzen einer kulturellen Ökosystemleistung

*Abstract, Int. Assoc. for Landscape Ecology (IALE-D), Hannover.*

- Rathmann, J., Voigt, U. (2018): Ambivalenzen einer kulturellen Ökosystemdienstleistung – Empirische, ästhetische und naturphilosophische Aspekte der Totholzwahrnehmung am Beispiel des Stadtwaldes Augsburg. *Abstract, Forstwissenschaftliche Tagung, Göttingen.*
- Sacher, P., Sobek, M., Rathmann, J., Mayer, M. (2018): Assessment of the scenic beauty and attitudes towards deadwood experiment plots in the Bavarian Forest National Park, Germany, *Abstract 9<sup>th</sup> International Conference on Monitoring and Management of Visitors in Recreational and Protected Areas, Bordeaux.*
- Soentgen, J. (2016): *Konfliktstoffe. Beiträge zur stoffgeschichtlichen Methode.* Kumulative Habilitationsschrift (ungedruckt), Universität Augsburg, Philosophisch-Sozialwissenschaftliche Fakultät [gedruckte Fassung im Erscheinen]
- Volkmann, N., Sacher, P., Rathmann, J., Mayer, M., Job, H. (2017): The impact of deadwood on the recreational and aesthetic experience in forests – an application of the visitor employed photography (VEP) method in the Bavarian Forest National Park, Germany, *Abstract Int. Symposium on Society and Resource Management (ISSRM) Umea.*

# Streiflicht: Natur auf dem Campus

## PROJEKTTEAM

- M.Sc. Reiner Schwandt  
reiner.schwandt@wzu.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 3558
- PD Dr. Jens Soentgen  
soentgen@wzu.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 3560
- Michael Hallermayer  
michael.hallermayer@presse.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2095
- Prof. Dr. Peter Roth  
peter.roth@kthf.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2645
- Dipl. Geogr. Ildikó Reményi-Vogt  
ildiko.remenyi-vogt@geo.uni-augsburg.de
- Dr. Maria Erhart  
maria.erhart@physik.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2915
- Prof. Dr. Arne Friedmann  
arne.friedmann@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2262

## PROJEKTPARTNER

- Wissenschaftszentrum Umwelt (WZU)
- Pressestelle der Universität Augsburg
- Didaktik der Biologie, Universität Augsburg

Vielen Menschen, die an der Universität Augsburg studieren, lehren, forschen und arbeiten fällt es im Alltag schwer, zur Ruhe zu kommen, die Umgebung wahrzunehmen, tief durchzuatmen. Für gewöhnlich sehen sich viele gezwungen, weit ab von dem Arbeitsort nach natürlichen Erholungsorten zu suchen. Dabei birgt unser Universitäts-campus zahlreiche grüne Entspannungsorte, deren natürliche Vielfalt je nach Umgebungseinflüssen variiert. Um dies zu erfahren, reicht es manchmal auch schon aus, die Außenanlage der eigenen, vertrauten Fakultät zu verlassen. Dann erschließen sich unterschiedlichste Lebensräume für Pflanzen und Tiere wie z.B. eine magerere Wiese direkt auf der Nordseite der Sozialwissenschaftlichen Bibliothek, bepflanzte Dachterrassen im Jura- oder Musik-/Kunstgebäude, Baumhaine entlang des Teichs und der Sportanlage oder auch diverse kleine Habitats wie



Abb. 1: Der Graureiher (*Ardea cinerea*) auf Fischjagd am Uni-Teich

## Streiflicht: Natur auf dem Campus

die Pflasterritzen, die überall am ganzen Campus verteilt durch stressresistente Lebewesen bewohnt werden. Dies ist vor allem deshalb möglich, weil der Campus der Uni-versität einen vergleichsweise hohen Anteil an Grünflä-chen hat. Unser Ziel ist es, das Naturerlebnis mit einem digitalen Naturführer zu erweitern und spannender zu machen.

Um dies zu gewährleisten werden sowohl die tierischen als auch die pflanzlichen Bewohner des Campus über das ganze Jahr hinweg beobachtet und die von uns bereits angelegte Artenliste weiter vervollständigt. So konnten auch im Jahr 2018 einige Neuentdeckungen gemacht werden. Den Frühaufstehern unter den Uni-Besuchern ist z.B. der Graureiher (*Ardea cinerea*) vermutlich schon aufgefallen, der sich vornehmlich in den frühen Morgenstunden oder gelegentlich auch am Spätnachmittag auf Fischjagd entlang des Uni-Teichs begibt (s. Abb. 1). Laut dem LfU (2016) befindet sich der Graureiher auf der Vorwarnliste der Roten Liste der Brutvögel Bayerns wegen des Lebensraum-schwundes in den vergangenen Jahren. Erwähnenswert ist auch der Klebrige Lein (*Linum viscosum*), der gemäß dem LfU (2003) als sehr gefährdet eingestuft wird. Zu entdecken ist die Pflanze auf der Uni-Heide rund um das WZU. Der Klebrige Lein ist unter anderem wegen zu früher Beweidung gefährdet, da während des Frühjahrs und Sommerbeginns die Samen der Pflanze noch nicht entwickelt sind und folglich die Ausbreitung gestört ist, so schreibt Quinger (2010).

Auch 2018 wurde die Uni-Heide von fünf Schafen (s. Abb. 3) beweidet. Die Beweidung wird jährlich durchgeführt, um seltene Pflanzen- und Tierarten zu schützen und zu fördern. Aufgrund des selektiven Fressverhaltens tragen

Schafe zur Entwicklung eines reich strukturierten und artenreichen Lebensraumes bei. Die Uni-Heide als „urbaner“ Lebensraum ähnelt den ursprünglichen Lechheiden: Sie erhielt bei ihrer Anlage 2013 eine „Saatgutimpfung“ mittels Mahdgutübertragung von verschiedenen lokalen Heideflächen und zwischendurch auch eine Samenübertragung durch die Hand von Studierenden im Rahmen eines Seminars. Heute ist die Uni-Heide der Lebensraum mit der höchsten Biodiversität auf dem ganzen Campus. Nach der zweiwöchigen Beweidung der Uni-Heide wurden die fünf Schafe auf eine Wiese südlich des ESG-Gebäudes im Univiertel gebracht, wo sie weiter grasen und besucht werden konnten. Diese Wiese wurde ebenfalls, nach dem Vorbild der Uni-Heide, durch Saatgut von Heideflächen bereichert. Jedoch wurde nicht die ganze Fläche erneuert, sondern nur partiell kleine kreisförmige Flächen.



Abb. 2: Seit 2018 blüht auch der seltene und gefährdete Klebrige Lein (*Linum viscosum*) auf der Uni-Heide am WZU. Da die Pflanze erst in der späten Blühsaison Samen zur Reproduktion ausbildet, wurden ausgewählte Exemplare mithilfe eines Käfigs vor Verbiss geschützt.

## Streiflicht: Natur auf dem Campus

Darüber hinaus gab es rund um das Thema Naturschutz und Nachhaltigkeit ein weiteres lehr- sowie ertragreiches Projekt: Die Uni-Bienen von Imker Florian Gräubig haben im Sommer 2018 fleißig am Uni-Teich und einer Blumenwiese westlich vom Sportzentrum Nektar und Pollen gesammelt. Ein Teil des Ertrages konnte als Uni-Honig im Shop der Universität gekauft werden. Näheres hierzu folgt auf Seite 77 im darauffolgenden Artikel.

Der Naturführer für den Campus soll zunächst in digitaler Form als Internetseite in Kooperation mit der Pressestelle der Universität Augsburg entstehen. Ähnlich, wie es heute bereits Führer zu den Kunstwerken auf dem Campus gibt, möchten wir mit dem Projekt auf die vorhandene natürliche Vielfalt hinweisen, auch auf besondere und seltene Tier- und Pflanzenarten. Zugleich weisen wir auch auf Potentiale einer weiteren Entwicklung hin, denn durch einfache Maßnahmen könnte der Campus für viele einst in dieser Gegend lebende Tier- und Pflanzenarten wieder bewohnbar und es könnte die Biodiversität deutlich erhöht werden.

Mit unserem Naturführer möchten wir gewährleisten, dass alle Informationen möglichst zugänglich und Aktualisierungen bzw. Erweiterungen der Inhalte jederzeit realisierbar sind. Da der Internetauftritt der Universität Augsburg momentan erneuert wird und erst Anfang 2019 online gehen soll, ist es geplant, die erste Version des Naturführers etwa zur gleichen Zeit zu veröffentlichen.

Neben einem Archiv mit verschiedenen Fotografien und Texten zur näheren Erläuterung der einzelnen Pflanzen-, Lebensraum- und Tierarten, verfolgen wir des Weiteren das Ziel, bestimmte Pflanzenarten räumlich zu verorten, damit sich Interessierte z.B. mithilfe ihres Smartphones

auch auf die Suche nach ihnen begeben können. Zu Beginn ist ein Baumführer in Form eines digitalen Lehrpfades geplant, der Baumkunde mit einer Tour über den kompletten Campus miteinander verbinden soll.



*Abb. 3: Neben diversen Besuchern kam auch die CampusCat bei den Weideschafen vorbei, um sie beim Grasens zu beobachten. Hier ist der Bock namens „Träumer“ zu sehen.*

# Streiflicht: Natur auf dem Campus

## Literatur

- Landschaftspflegeverband Stadt Augsburg e.V. (2017): *Weidestadt Augsburg*, <http://lpv-augsburg.de/landwirtschaftspflege/weidestadt-augsburg/>.
- LfU (2003): Rote Liste der Gefäßpflanzen Bayerns, [https://www.lfu.bayern.de/natur/rote\\_liste\\_pflanzen/index.htm](https://www.lfu.bayern.de/natur/rote_liste_pflanzen/index.htm).
- LfU (2016): Rote Liste und Liste der Brutvögel Bayerns, [https://www.lfu.bayern.de/natur/rote\\_liste\\_tiere/2016/index.htm](https://www.lfu.bayern.de/natur/rote_liste_tiere/2016/index.htm)
- Liebig, N. (2011): *Management von Flussschotterheiden in Augsburg*, BfN-Skripten.
- Pfeuffer, E. (2012): *Natur in Augsburg*, Augsburg: Wißner-Verlag.
- Quinger, B. (2010): *Merkblatt Artenschutz 30. Klebriger Lein *Linum viscosum* L.*, [https://www.lfu.bayern.de/natur/artenhilfsprogramm\\_botanik/merkblaetter/doc/30lfumerkblatt\\_linum\\_viscosum.pdf](https://www.lfu.bayern.de/natur/artenhilfsprogramm_botanik/merkblaetter/doc/30lfumerkblatt_linum_viscosum.pdf).
- Schwandt, R. & Friedmann, A. (2018): Die Vegetation und Flora des Universitätscampus Augsburg: Kartierung und naturschutzfachliche Bewertung. In: *Ber. Naturwiss. Ver. Schwaben* 122, S. 10-36.

# Zehntausende fleißige Besucher auf dem Campus

## PROJEKTTEAM:

- Thomas Cyris  
thomas.cyris@zv.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 4963
- Bernd Damm  
bernd.damm@zv.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 5220
- Florian Gräubig  
info@imkerei-graeubig.de
- Dr. Anna Magdalena Ruile  
anna.ruile@presse.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2099

## PROJEKTPARTNER:

- Zentralverwaltung der Universität Augsburg
- Imkerei Gräubig
- AStA - Umweltreferat
- Imkerverein Gessertshausen e.V.

## Worum geht es?

In den Jahren 2015 und 2016 wurde auf Initiative des AStA – Umweltreferats und in Kooperation mit dem Imkerverein Gessertshausen e.V. im Bereich des Unisees ein Lehrbienenstock als Sommerdomizil mit ca. 2000 Gästen aufgestellt. Dieser sollte die Sensibilität hinsichtlich der Bedeutung der Bienen für die Biodiversität des Standortes Studierenden, Schülergruppen und interessierten Bürgern näherbringen. Ergänzend dazu wurden zudem sieben Schautafeln des Deutschen Imkerbundes mit Hintergrundinformationen im Umfeld platziert.

An einem „Bientag“ fanden anschließend spezielle Honigverkostungen (des Imkervereins Gessertshausen) und ein buntes Informationsprogramm statt.



Abb. 1: Honigbienen an einem der Bienenstöcke am Uni-See

## Zehntausende fleißige Besucher auf dem Campus

Der im Lehrbienenstock produzierte Honig konnte aufgrund der geringen Menge nur für den Eigenverbrauch der Bienen verwendet werden, eine Nutzung zum Verkauf war damit nicht möglich.

### Weiterführung des Projekts

Da der Aspekt der Nachhaltigkeit im Hinblick auf das Leben und die Funktion der Honigbienen in einem Lehrbienenstock nur begrenzt gegeben ist, waren die interessierten Mitarbeiter der Universitätsverwaltung sehr erfreut, als im Sommer 2018 von Herrn Gräubig (Imkerei Gräubig) die Anfrage nach einem Sommerdomizil für mehrere Bienenstöcke gestellt wurde. Die in Aussicht gestellten „Gäste“ interessierten sich dabei insbesondere für die auf dem Campus vorhandenen Lindenblüten zur Nektarsammlung und Honigproduktion.

Ende Mai wurden dann vom Imker insgesamt 16 Bienenvölker (mit max. 40.000 Bienen je Volk) auf dem Campus aufgestellt (s. Abb. 1). 8 Bienenvölker fanden ihr Domizil „Unter den Linden“ direkt am Unisee im Bereich der Schautafeln. Die Honigernte und der Abtransport erfolgte im Zeitraum vom 11.07. – 13.07.2018. Durch die fleißigen Besucher konnte eine größere Menge Lindenblütenhonig hergestellt und anschließend den Beschäftigten der Universität in 500 Gläsern zu Verfügung gestellt werden. Die Resonanz auf die Möglichkeit den speziellen „Uni-honig“ zu erwerben war so groß, dass die bereitgestellte Menge an Gläsern in kürzester Zeit vergriffen war (s. Abb. 2).

Das Projekt leistet nicht nur einen wichtigen Beitrag zur

Erhöhung der Biodiversität insgesamt, sondern ergänzt u.a. auch das Projekt zur Förderung von Fauna und Vegetation auf dem Campus durch die geschaffene „Uni-Heide“ im Bereich des WZU.

Der Imker hat versprochen das erfolgreiche Projekt zur zeitweisen Ansiedlung von Honigbienen auf dem Universitätscampus im Jahr 2019 weiterzuführen. Zur Durchführung des Projekts war die Zusammenarbeit einzelner Fachabteilungen der Universitätsverwaltung der Universität Augsburg unabdingbar. Neben der Stabsstelle Kommunikation und Marketing unterstützte insbesondere das Referat Gebäudemanagement durch Beratung bei der Standortsuche und Verkauf am Infopoint besonders den reibungslosen Projektverlauf.



Abb. 2: Der Uni-Honig konnte an der Universität Augsburg in zwei verschiedenen Größen (250g & 500g) erworben werden.



## ENVIRONMENTAL HUMANITIES

- 80 Streiflicht: Die Plattform Environmental Humanities
- 83 Geschichte der Nachhaltigkeit(en). Diskurse und Praktiken seit den 1970er Jahren
- 88 Die öffentlichen Debatten zur Energiewende in Deutschland und Frankreich
- 91 Ökologie der Angst

# Streiflicht: Die Plattform Environmental Humanities

## PROJEKTTEAM

- Prof. Dr. Hubert Zapf  
hubert.zapf@philhist.uni-augsburg.de
- Prof. Dr. Matthias Schmidt  
schmidt@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2268
- PD Dr. Jens Soentgen  
soentgen@wzu.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 3560

Die *Environmental Humanities* haben sich in kurzer Zeit zu einem der wichtigsten und innovativsten neuen Paradigmen der Geistes- und Kulturwissenschaften entwickelt. Forschungszentren und Lehrprogramme der *Environmental Humanities* sind an verschiedenen Standorten der globalen Universitätslandschaft entstanden, wie etwa in den USA in Princeton, an der UC Los Angeles oder der UC Santa Barbara, oder befinden sich im Aufbau. Zusammengefasst wird unter diesem Stichwort eine interdisziplinäre Forschung zu ökologischen und nachhaltigkeitsbezogenen Problemen und Fragestellungen verstanden, die heute zu den zentralen Herausforderungen einer „Welt-risikogesellschaft“ (Ulrich Beck) gehören und deren wissenschaftliche Erforschung genuine Aufgabe nicht nur der Natur- und Technikwissenschaften, sondern auch der Sozial- und Geisteswissenschaften (Humanities) ist. Forschung im Bereich der Environmental Humanities verstehen wir als ausgezeichnete Möglichkeit, geistes- und sozialwissenschaftliche Forschung einerseits zu internationalisieren und ihr andererseits einen nicht nur wissenschaftlich fruchtbaren und innovativen, sondern auch

politisch relevanten Fokus zu geben. Sie leistet einen wissenschaftlichen Beitrag zum aktuellen Diskurs über Umwelt und nachhaltige Entwicklung, innerhalb dessen sich die Universität Augsburg sichtbar positionieren kann. Für die Bearbeitung und Lösung der gegenwärtigen Umweltkrise sehen wir es als immanent wichtig an, dass sich die sozial- und geisteswissenschaftlichen Disziplinen stärker in den gesellschaftlichen und politischen Diskurs einbringen, da die Herausforderungen durch Klimawandel und Umweltdegradation nicht allein naturwissenschaftlich oder technisch zu lösen sind. Durch die produktive Verbindung der Expertise verschiedener sozial- und geisteswissenschaftlicher Disziplinen an der Universität Augsburg wollen wir diesen sowie den für die Bearbeitung und Lösung der drängenden Umweltkrise dringend notwendigen gesellschaftlichen Forschungen mehr Gewicht und Schlagkraft verleihen.

An der Universität Augsburg werden die Environmental Humanities seit 2015 aufgebaut. Unser Ziel war dabei von Anfang an, eine starke, international anschlussfähige und profilschärfende Forschungsperspektive für die Augsburger Geistes- und Sozialwissenschaften zu entwickeln. Es gibt in den Sozial- und Geisteswissenschaften, abgesehen von der interdisziplinären Gesundheitsforschung (die mit dem Umweltthema viele Berührungspunkte hat, weil viele Erkrankungen umweltbedingt sind), wohl kein zweites Thema, das ein ähnliches integratives Potential hat. Unsere Pilotveranstaltungen haben gezeigt, dass sowohl in der Philologisch-Historischen und der Philosophisch-Sozialwissenschaftlichen Fakultät als auch am Institut für Geographie hohe Bereitschaft für kooperative Forschung in diesem Bereich besteht. Hier möchten wir

## Streiflicht: Die Plattform Environmental Humanities

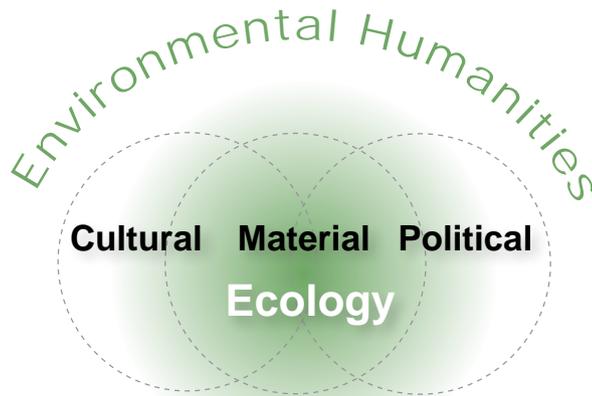


Abb. 1: Die drei Schwerpunkte der Augsburger Environmental Humanities.

ansetzen, um einen umwelt- und gesellschaftsrelevanten Forschungsschwerpunkt aufzubauen, der den hier tätigen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern eine gemeinsame Thematik gibt und Möglichkeiten des interdisziplinären Austauschs eröffnet. Zugleich möchten wir auf den von Studierenden immer wieder geäußerten Wunsch nach einer verstärkten Berücksichtigung von Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspekten in den Lehrveranstaltungen reagieren. Die starke Resonanz unter Studierenden und jungen Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern auf die von uns organisierten Veranstaltungen zeugt von einem großen Engagement und Interesse an der Thematik.

Gesamtuniversitär sind die Environmental Humanities ein Erfolg versprechender Weg, um

- die geistes- und sozialwissenschaftliche Forschung an der Universität Augsburg zu internationalisieren,
- die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen geistes- und sozialwissenschaftlichen Fächern und den Naturwissenschaften sowie der Medizin zu fördern,
- bestehende Einzelinitiativen zu verbinden, damit ein Fokus entsteht, der instituts- und fakultätsübergreifende Kooperationen ermöglicht,
- die Lehre durch Einbeziehung von Umwelt- und Nachhaltigkeitsthemen für Studierende attraktiver zu machen
- und zugleich der Forschung und Lehre an der Universität Augsburg einen starken und sichtbaren Bezug zu den in der Hochschulpolitik und in der Öffentlichkeit immer wichtiger werdenden Themen Umwelt und Nachhaltigkeit zu geben.

Unser Konzept der Environmental Humanities weist eine inhaltliche Strukturierung auf, die einmalig in der deutschen Forschungslandschaft ist und als Alleinstellungsmerkmal der Universität Augsburg sichtbar werden kann. In der ersten Phase der Etablierung der Augsburger Environmental Humanities haben sich drei zusammenhängende Schwerpunkte herausgebildet:

- **Cultural Ecology** – ein literatur- und kulturtheoretischer Ansatz, der die Wechselbeziehung von Kultur und Natur in den Mittelpunkt rückt und Prozesse kultureller und literarischer Kreativität als Transformationen dieser Wechselbeziehung analysiert.

## Streiflicht: Die Plattform Environmental Humanities

- **Material Ecology** – ein stoffgeschichtlicher Ansatz, der durch das Verfolgen (Tracking) von bestimmten Konfliktstoffen wie CO<sub>2</sub>, DDT, Stickstoff usw. die Beziehungen von Gesellschaften zu ihrer materiellen und ökologischen Umwelt erforscht.
- **Political Ecology** – ein humangeographischer Ansatz, der die Zusammenhänge zwischen politischen Prozessen und Umweltwandel sowie Ressourcen- und Umweltkonflikte untersucht.

Diese drei Forschungsgebiete bilden zusammen das inhaltliche Profil der Augsburger Environmental Humanities. In allen diesen Bereichen sind wir einzeln heute schon international stark und sichtbar. Wir wollen nun Gewinn aus der Verbindung ziehen.

# Geschichte der Nachhaltigkeit(en). Diskurse und Praktiken seit den 1970er Jahren

## PROJEKTTEAM

- M.A. Karen Froitzheim  
karen.froitzheim@wzu.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 3569
- M.A. Nadja Hendriks  
nadja.hendriks@philhist.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 3569
- M.A. Sabina Kubeke  
Sabina.kubeke@herder-institut.de  
Tel. 06421 184 207
- Prof. Dr. Marita Krauss  
marita.krauss@philhist.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 5643
- Ludwig Lenzgeiger  
ludwig.lenzgeiger@philhist.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 5809
- PD Dr. Christian Lotz  
Christian.lotz@herder-institut.de  
Tel. 06421 184 142
- Dr. Eva Oberloskamp  
oberloskamp@ifz-muenchen.de  
Tel.: 089 12688 178
- M.A. Pascal Pawlitta  
pawlitta@ifz-muenchen.de  
Tel.: 089 4111501 15
- Prof. Dr. Elke Seefried  
seefried@ifz-muenchen.de  
Tel.: 089 12688 139
- PD Dr. Jens Soentgen  
soentgen@wzu.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 3560

## PROJEKTPARTNER

- Institut für Zeitgeschichte München – Berlin (IfZ)
- Herder-Institut für historische Ostmitteleuropaforschung (HI)

## FÖRDERUNG

- Leibniz-Wettbewerbsverfahren (SAW)

## PROJEKTLAUFZEIT

- Juli 2017 – Juni 2020

## Worum geht es?

Nur wenige Schlagworte sind in den letzten Jahrzehnten stärker rezipiert worden als das der Nachhaltigkeit. Häufig wird Nachhaltigkeit dabei als sogenanntes Drei-Säulen-Modell definiert, das gleichberechtigt die drei Dimensionen Ökonomie, Ökologie und Soziales umfasst (Spindler 2012, Pufé 2012). Zunehmend kritisch reflektieren wissenschaftliche Arbeiten jedoch insbesondere die damit einhergehenden „Verflachungstendenzen“ des Konzepts (Soentgen 2016). In der Forschung entwickelte sich in den vergangenen Jahren eine Kontroverse um die Frage der Gewichtung der einzelnen Dimensionen, häufig unter dem Verweis auf das „Primat der Ökologie“ und die Notwendigkeit einer intakten Umwelt als Lebensgrundlage der Menschheit (von Hauff & Kleine 2009). Nachhaltigkeit steht durch die Idee der Generationengerechtigkeit und durch die dynamische Entwicklung der Begriffsverwendung überdies in engster Beziehung zum Faktor Zeit.

# Geschichte der Nachhaltigkeit(en). Diskurse und Praktiken seit den 1970er Jahren

## Zielsetzung und Methoden

Trotz der heutigen Omnipräsenz des Begriffs der Nachhaltigkeit (Rödel 2013, von Detten 2013, Seefried 2015) mangelt es an genauer Kenntnis seiner zeithistorischen Entwicklung, Bedeutungsdimensionen und diskursiven Funktionen. Diese Kenntnis ist indes für das Verständnis aktueller Umwelt-, Ressourcen- und Entwicklungsdiskussionen essenziell. Das im Rahmen des Wettbewerbsverfahrens der Leibniz-Gemeinschaft (SAW) bewilligte Projekt „Geschichte der Nachhaltigkeit(en)“ zielt daher darauf ab, Diskurse über „Nachhaltigkeit“ und entsprechende soziale Praktiken seit den 1970er Jahren zu analysieren. Im Zentrum stehen Bedeutungsdimensionen, innere Spannungsfelder und Instrumentalisierungen des Begriffs und damit die Frage, welche Ordnungsmuster, Zielsetzungen und Interessen sich mit Diskursen um Nachhaltigkeit und die korrespondierenden Praktiken in Politik, Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft verbanden.

Das von Elke Seefried (Institut für Zeitgeschichte München–Berlin, IfZ) gemeinsam mit den Projektpartnern im Leibniz-Wettbewerbsverfahren eingeworbene Verbundprojekt verkoppelt die Untersuchung der globalen Dimension von „Nachhaltigkeit“ mit transnationalen und vergleichend angelegten nationalen Perspektiven (im Zentrum stehen die Bundesrepublik, Großbritannien und Polen) und dem Blick auf die lokale Ebene. Es baut auf vorliegenden Forschungen zu Nachhaltigkeitsverständnissen des 18. und 19. Jahrhunderts auf und konzentriert sich auf jene Phase, in der sich der Begriff aus dem forstwirtschaftlichen Kontext löste, in unterschiedliche Kontexte diffundierte und für verschiedenste Zielsetzungen genutzt wurde.

An dem Verbundprojekt ist neben dem Wissenschaftszentrum Umwelt, dem Lehrstuhl für Europäische Regionalgeschichte/Bayerische und Schwäbische Landesgeschichte der Universität Augsburg und dem IfZ das Herder-Institut für historische Ostmitteleuropaforschung/Institut der Leibniz-Gemeinschaft (Marburg) beteiligt.

Die Einzelprojekte umfassen eine Begriffsgeschichte der Nachhaltigkeit, ein Postdoc-Projekt zu ökologischen Leitbildern in der bundesdeutschen und britischen Energiepolitik, ein Dissertationsprojekt zur Entstehung der internationalen Klimapolitik (alles IfZ) sowie ein Projekt über Nachhaltigkeit in Polen, das am Herder-Institut für historische Ostmitteleuropaforschung bearbeitet wird.

Hinzu kommen zwei Teilprojekte an der Universität Augsburg.

Im Teilprojekt „Kommunale Umwelt(en) im Spannungsfeld von Zivilgesellschaft und Politik in Bayern von 1970-2000. Leitbilder und Handlungspraktiken“ (Lehrstuhl für Europäische Regionalgeschichte/Bayerische und Schwäbische Landesgeschichte/WZU) wird die Entwicklung der kommunalen Umweltpolitik in Bayern anhand von sechs Untersuchungsgemeinden seit den 1970er Jahren untersucht. Zentrale Fragen sind dabei: Welche Leitbilder beeinflussten die kommunale Umweltpolitik seit den 1970er Jahren und welche Akteure prägten die Diskussionen um das Themenfeld „Umwelt“ in der Kommunalpolitik? Von besonderem Interesse ist dabei auch die Interaktion zwischen Zivilgesellschaft und Kommunalpolitik in diesem Feld. Ein zentrales Kapitel bildet der Einfluss des Leitbildes der „nachhaltigen Entwicklung“ auf die kommunalpolitische Verhandlung von Umweltthemen ab Mitte der

## Geschichte der Nachhaltigkeit(en). Diskurse und Praktiken seit den 1970er Jahren

1990er Jahre. Zu diesem Zeitpunkt fand das von den Vereinten Nationen 1992 proklamierte Leitbild der „nachhaltigen Entwicklung“ auch auf lokaler Ebene zunehmend Berücksichtigung (Agenda 21, 1992). Durch die argumentative Vereinnahmung der „nachhaltigen Entwicklung“ von verschiedenen kommunalpolitischen Akteursgruppen hatte das Leitbild, so die These, einen starken Einfluss auf die politische Verhandlung von Umweltthemen und auf das Verhältnis der an diesen Diskussionen beteiligten Akteure. Von Interesse ist hier, wie kommunale Träger, Verbände, Parteien sowie Umwelt- und Bürgerinitiativen (Hasenöhr 2011) agierten und welche Themen als nachhaltig diskutiert, gedeutet und genutzt wurden. Indem bei der Untersuchung ein Zeitraum von dreißig Jahren betrachtet wird, sollen umweltpolitische Leitbilder und Handlungspraktiken herausgefiltert und das Leitbild der „nachhaltigen Entwicklung“ auf der kommunalen Ebene zeitgeschichtlich in seiner Bedeutung kontextualisiert werden.

Das Teilprojekt „Nachhaltigkeit in Unternehmen – Konzepte, Praktiken, Spannungsfelder“ (WZU) erkundet, wie multinationale Unternehmen zwischen den späten 1980er und 2000er Jahren Nachhaltigkeitskriterien entwickelten, implementierten, kommunizierten und inszenierten. Zum einen nehmen diese aufgrund ihrer strukturellen Beschaffenheit und Finanzkraft häufig eine Vorreiterrolle ein, zum anderen stehen sie – auch im Rahmen allgemeiner Globalisierungskritik – unter besonderer Beobachtung. Als vielschichtiges, internationales Konzept mit einer ökonomischen Dimension berührt Nachhaltigkeit den Wirkungsraum von Unternehmen existentiell – ein Umstand, der sich nicht zuletzt in der Fülle an



Abb. 1: Projektteam „Geschichte der Nachhaltigkeit(en)“ mit dem Werk *Sylvicultura oeconomica*, in dem der Begriff Nachhaltigkeit erstmals gedruckt wurde.

Managementliteratur zur Thematik offenbart, aber auch in der zum Teil unter dem Begriff „Greenwashing“ kritisierten öffentlichkeitswirksamen Unternehmenskommunikation zu vermeintlich nachhaltigen Praktiken und Strategien (Rödel 2013, Pufé 2012). Auch die Forschung verweist darauf, dass Nachhaltigkeit im Nachgang der entsprechenden internationalen politischen Konferenzen als Verantwortungskonzept von Unternehmen diskutiert wurde (Nuhn 2013). Das Projekt verfolgt insbesondere einen unternehmensgeschichtlichen Ansatz, analysiert aber zugleich Verbindungslinien und Austauschprozesse zwischen Unternehmen und Politik, ausgehend von der Frage, inwiefern politische Vorhaben und Kommunikationsprozesse Praktiken der Unternehmen beeinflussten und umgekehrt Unternehmen auf Politik und Öffentlichkeit einwirkten, um bestimmte Bedeutungsdimensionen

## Geschichte der Nachhaltigkeit(en). Diskurse und Praktiken seit den 1970er Jahren

von Nachhaltigkeit und eigene Interessen durchzusetzen. Ebenso wird analysiert, ob Unternehmen Nachhaltigkeitskriterien entlang nationaler Leitlinien entwickelten oder stärker branchenspezifisch handelten. Das Projekt konzentriert sich auf einen deutsch-britischen Vergleich, der gleichsam auf die Analyse der Bedeutung differierender wirtschafts- und sozialpolitischer Konzepte (der christlich-liberalen Koalition und des Thatcherism) für die Entstehung betrieblicher Nachhaltigkeitskriterien abzielt. Es wurden vier Unternehmen aus der Konsumgüter- und Pharmaindustrie ausgewählt, deren Archive eine umfassende Quellensichtung gewähren.

### Veranstaltungen und erste Ergebnisse

Das Projektteam hat seine Arbeit im vergangenen Jahr auf verschiedenen nationalen und internationalen Tagungen, Vortragsreihen und Workshops präsentiert. Im Dezember 2017 fand am WZU die Auftaktveranstaltung des Gesamtprojekts statt. Neben den Projektmitwirkenden bereicherten externe Experten den Workshop. Armin Grunwald (Karlsruhe) beleuchtete in seinem Impulsvortrag die konkurrierenden Bedeutungsangebote von Nachhaltigkeit, Frank Uekötter (Birmingham), Edgar Grande (München), Florian Peters (Berlin), Roman Köster (München / Freiburg) sowie Karl-Werner Brand (München) kommentierten die Vorträge der Projektbeteiligten. Der Workshop verdeutlichte die Chancen einer zeithistorischen Annäherung an das Konzept Nachhaltigkeit, illustrierte unterschiedliche Diskursphasen von Nachhaltigkeit und betonte die räumliche Verortung von Nachhaltigkeit durch die Verbindung von globalen, nationalen und lokalen Verflechtungen. Der zweite Projektworkshop fand im November 2018 am

Herder-Institut für historische Ostmitteleuropaforschung in Marburg statt. Sein Fokus lag auf der west- und osteuropäischen Verortung von Nachhaltigkeitsdiskursen und -praktiken und der Frage, welche Bedeutung die Zäsur der Jahre 1989/90 für die Geschichte der Nachhaltigkeit befaß.

Neben dem Workshop des Gesamtprojekts wurden die an der Universität Augsburg angesiedelten Dissertationsprojekte im Rahmen verschiedener Tagungen vorgestellt und erste Ergebnisse diskutiert. Unter dem Titel „Global denken – lokal handeln. Nachhaltigkeit(en) auf lokaler Ebene“ präsentierte Nadja Hendriks ihr Dissertationsvorhaben in Göttingen auf der Tagung „Nachhaltigkeit vor 1900 – auf der Suche nach Antworten auf gesellschaftliche und ökologische Herausforderungen“ und bereicherte die zeithistorische Perspektive des Projekts so um den Austausch mit HistorikerInnen früherer Epochen.

Fruchtbar für das regionalgeschichtliche Teilprojekt erwies sich ferner die Teilnahme an der Tagung „Bayerische Umwelt-, Klima- und Konsumgeschichte“ in Bad Staffelstein. Nadja Hendriks legte dort den Fokus auf die Gemeinde Buttenwiesen im Donauried und konnte zeigen, dass kommunalpolitische Akteure, die den globalen Handlungsauftrag der UN auf lokaler Ebene interpretierten, ihren Handlungsauftrag in bereits bestehende Handlungspraktiken im Bereich des Umweltschutzes einordneten. Der Tagungsband erscheint im Frühjahr 2019.

Das international vergleichende Teilprojekt zur Entstehung von Nachhaltigkeit in deutschen und britischen Unternehmen stellte Karen Froitzheim im Rahmen eines Forschungsaufenthaltes am Deutschen Historischen Institut in London vor. Deutlich zeigten sich hier länderspe-

# Geschichte der Nachhaltigkeit(en). Diskurse und Praktiken seit den 1970er Jahren

zifische Unterschiede und prägende Einflüsse nationaler Politiken, die bei britischen Unternehmen eine Betonung der sozialen, bei deutschen Unternehmen der ökologischen Dimension von Nachhaltigkeit erkennen lassen.

Die internationale Vernetzung des Projekts konnte zudem durch die Teilnahme an der „Leibniz Conference on Sustainable Development Goals“ der Leibniz-Gemeinschaft im September 2018 in Berlin gestärkt werden. Unter Leitung von Elke Seefried stellten in der Special Session „What is sustainable development? Past and present perspectives“ die Projektmitarbeiterinnen Eva Oberloskamp und Karen Froitzheim neben internationalen WissenschaftlerInnen Ergebnisse der bisherigen Forschung vor. Für das WZU sprach Karen Froitzheim zum Thema „The Development of Economic Sustainability: A Corporate Perspective on Germany and Great Britain“. Sie betonte hierbei vor allem auch unterschiedliche Geschwindigkeiten nationaler, unternehmerischer Nachhaltigkeitsdiskurse und beleuchtete Gründe für die Anschlussfähigkeit des Leitbilds in der ökonomischen Sphäre.

## Literatur

- Hasenöhr, U. (2011): *Zivilgesellschaft und Protest. Eine Geschichte der Naturschutz- und Umweltbewegung in Bayern 1945-1980*, Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht Verlag.
- Lotz, C. (2015): Expanding the Space for Future Resource Management. Explorations of the Timber Frontier in Northern Europe and the Rescaling of Sustainability during the 19th Century, *Environment and History* 21 (2015), S. 257–279.
- Nuhn, I. (2013): *Entwicklungslinien betrieblicher Nachhaltigkeit nach 1945. Ein deutsch-niederländischer Unternehmensvergleich*, Münster: Waxmann.
- Pufé, I. (2012): *Nachhaltigkeitsmanagement*, München: Carl Hanser Verlag.
- Rödel, M. (2013): Die Invasion der ‚Nachhaltigkeit‘. Eine linguistische Analyse eines politischen und ökonomischen Modewortes, *Deutsche Sprache* 2, S. 115–142.
- Seefried, E. (2015): Rethinking Progress. On the Origin of the modern Sustainability Discourse, *Journal of Modern European History* 13 (3), S. 377-400.
- Soentgen, J. (2016): Nachhaltigkeit als Nießbrauch. Das römische Rechtsinstitut des *usus fructus* und seine systematische Bedeutung für das Konzept der nachhaltigen Nutzung, *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society* 25 (2), S. 117–125.
- Spindler, E. A. (2012): *Geschichte der Nachhaltigkeit. Vom Werden und Wirken eines beliebten Begriffes*, <https://www.nachhaltigkeit.info/media/1326279587phpeJPyvC.pdf>.
- UN, Kapitel 28 der Agenda 21. Kommunale Initiativen zur Unterstützung der Agenda 21, S.291, in: URL: <[http://www.un.org/depts/german/conf/agenda21/agenda\\_21.pdf](http://www.un.org/depts/german/conf/agenda21/agenda_21.pdf)> (09.08.2017).
- Von Detten, R.: Einer für alles? Zur Karriere und zum Missbrauch des Nachhaltigkeitsbegriffs, in: Füsslein, D. (Hg.): *Die Erfindung der Nachhaltigkeit: Leben, Werk und Wirkung des Hans Carl von Carlowitz*, München: oekom verlag, S. 111–125.
- Von Hauff, M., Kleine, A. (2009): *Nachhaltige Entwicklung. Grundlagen und Umsetzung*, München: Oldenbourg.

# Die öffentlichen Debatten zur Energiewende in Deutschland und Frankreich

## PROJEKTTEAM

- Prof. Dr. Reiner Keller  
reiner.keller@phil.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 4095
- M.A Bastien Fond  
bastien.fond@phil.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 4073

## PROJEKTPARTNER

- Dr. Francis Chateauraynaud, École des Hautes Études en Sciences Sociales (EHESS), Paris
- Dr. Josquin Debaz, École des Hautes Études en Sciences Sociales (EHESS), Paris
- Martin Denoun, École des Hautes Études en Sciences Sociales (EHESS), Paris

## FÖRDERUNG

- Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) und Agence Nationale de la Recherche (ANR), unter dem Geschäftszeichen KE 1608/13-1

## PROJEKTLAUFZEIT

- April 2018 – März 2021

## Eine Analyse ökologischer Transformationen mittels der Kombination zweier soziologischer Ansätze der Diskursforschung

### Worum geht es?

Das deutsch-französische Projekt ENERGICORPUS untersucht die öffentlichen Debatten zur Energiewende in Deutschland und Frankreich seit den 1970er Jahren bis heute. Nachdem sich in Deutschland und Frankreich Anfang der 1970er Jahre Proteste gegen die Kernenergie entfaltet hatten, nahmen die Energienutzungen in den Folgejahren länderspezifische Wege. Während Frankreich seit langer Zeit stark auf nukleare Energie setzt, wurden in Deutschland bereits in den 1980er Jahren Szenarien für einen Ausstieg aus der Kernenergie entwickelt und im Zuge von Reaktorunfällen – Tschernobyl (1986), Fukushima (2011) – auch politisch eingefordert. Vor diesem Hintergrund verlaufen die Annäherungen an eine nachhaltige Energiepolitik auf politisch-gesellschaftlicher Ebene in beiden Ländern kontrovers.

Im Projekt ENERGICORPUS werden ortsspezifische Konflikte über Energieversorgung und den Zugang zu Energieproduktionsnetzwerken in Deutschland und Frankreich in vergleichender Perspektive rekonstruiert – um nachvollziehen zu können, inwiefern solche Ereignisse die Entwicklung länderspezifischer Politiken, Proteste und Expertisen zur (alternativen) Energieversorgung beeinflusst haben. Im Zuge der europäischen Energiewende stehen beide Länder mit ihren unterschiedlichen Energieinfrastrukturen vor transformativen Herausforderungen.

# Die öffentlichen Debatten zur Energiewende in Deutschland und Frankreich

Daher wird besonderes Augenmerk auf die öffentliche Meinung im Verlauf der regionalen, nationalen und europäischen Debatten zur Energiewende gelegt.

## Zielsetzung und Methoden

Das Vorhaben verfolgt zwei wissenschaftliche Hauptziele:

- In erster Linie die empirische, vergleichende Analyse der Langzeitentwicklung der öffentlichen Diskurse bezüglich der länderspezifischen Energieversorgung und der damit zusammenhängenden Umweltfragen, die seit den 1970er Jahren in Deutschland und Frankreich virulent geworden sind. Dabei liegt der Schwerpunkt auf der Rekonstruktion argumentativer Verlaufskurven, um längerfristige Zeithorizonte zu berücksichtigen und nachzuvollziehen, wie sich Diskurse um Umweltprobleme und Energieversorgung in beiden Ländern über Jahrzehnte und im Zuge ökologischer Transformationsbestrebungen entwickelt haben.
- In zweiter Linie die theoretisch-methodologische Kombination zweier soziologischer Ansätze der Diskursforschung, nämlich die pragmatische Soziologie der Kontroversen von Francis Chateauraynaud (mit ihrer Software Prospéro) auf französischer Seite und die Wissenssoziologische Diskursanalyse (SKAD) von Reiner Keller auf deutscher Seite. Auf Grundlage eines gemeinsamen heuristischen Ansatzes werden die argumentativen Verlaufskurven der Diskussionen über die Transformationen der Energieversorgung im jeweiligen Land rekonstruiert – sowie in ihren Bedingungen, Mechanismen und Effekten zueinander in Bezug gesetzt.



© Christian Schwier

## Durchführung und Ausblick

Im Rahmen der Untersuchung wird eine konzeptgestützte Analyse des erhobenen Datenkorpus (Medienberichte, Expertengutachten, Stellungnahmen, usw.) durch interpretative Analytik und softwaregestützte Datenbearbeitung vorgenommen. Dank der Einführung eines gemeinsamen sozioinformatischen Forschungsprogramms in die Diskursanalyse wird die Annäherung oder Entkopplung der diskursiven Felder um Energiefragen in Deutschland und Frankreich, sowie die Funktionsweisen, Strukturen und Veränderungen der deutschen und französischen Öffentlichkeiten im Verlauf der Debatten zur Energiewende und europäischen Energiepolitik, evaluiert.

# Die öffentlichen Debatten zur Energiewende in Deutschland und Frankreich

## Literatur

- Keller, R. (2011): *Wissenssoziologische Diskursanalyse. Grundlegung eines Forschungsprogramms*, 3. Auflage, Wiesbaden: Springer VS.
- Chateauraynaud, F. (2003): *Prospéro. Une technologie littéraire pour les sciences humaines*, Paris: CNRS.

# Ökologie der Angst

## PROJEKTTEAM

- PD Dr. Jens Soentgen  
jens.soentgen@wzu.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 3560

Das Anthropozän, das Erdzeitalter des Menschen ist, wie die französischen Wissenschaftsphilosophen Christophe Bonneuil und Jean-Baptiste Fressoz zu Recht betont haben ein Thanatozän, ein Zeitalter des Todes und des Tötens nicht nur der Menschen untereinander, sondern insbesondere auch der Tiere durch den Menschen. Und dieses Thanatozän ist zugleich ein Phobozän, ein Zeitalter der Angst. Denn das Töten der Wildtiere durch die Menschen ist nicht nur die neutrale Reduktion der Zahl einer Population, es verbreitet, weil es sichtbar und hörbar ist unter den Überlebenden Schrecken. Und dieser Schrecken wiederum bleibt stecken wie ein Stachel und verändert das Leben der Überlebenden. Für sehr viele Tiere sind Menschen das Furchtbarste überhaupt; aufgrund jahrhundertewenn nicht Jahrtausende langer Verfolgung ist dies auch nicht verwunderlich. In sehr vielen Verhaltensweisen, die uns so normal vorkommen, dass wir sie gar nicht weiter beachten, kommt die Angst der Tiere zum Ausdruck. Wildlebende Tiere fliehen vor den Menschen, die Fluchtreaktion ist oftmals das markanteste Verhalten, das wir an ihnen kennen. Es ist Ausdruck der Angst der Tiere vor den Menschen. Diese Angst aber ist die Innenseite des Anthropozäns.

Infolge der Expansion der Menschenwelt kommt es immer wieder zu Zusammenstößen und Kämpfen mit den nichtmenschlichen Organismen. In der Regel steigert sich

dabei die Aggression des Menschen zur Destruktion, zum Zerstören und Vernichten.

Zur Angst haben die Tiere also allen Grund – Menschen sind ihr Tod. Die chronische Furcht, in der die Wildtiere leben, wirkt sich biologisch nachteilig aus, weil sie das Reproduktionsverhalten verändert und zudem, ähnlich wie beim Menschen, zu mangelhafter Ernährung und Krankheiten führt. Auch wenn die Verfolgung nachlässt, dauert es Generationen, bis die Tiere wieder zu einem angstfreien Verhalten zurückfinden. Menschen verändern nicht nur die Biotope der Erde, sie verändern auch ihre Psychotope.

Doch gibt es Unterschiede, die Psychotope unterscheiden sich, es gibt eine Geographie der Angst. In Städten und Parks etwa sind Schwäne und Enten, sogar Hasen und Kaninchen weniger scheu, hin und wieder kann man auch Füchse aus nächster Nähe beobachten, und zwar deshalb, weil diese Tiere wissen, dass sie in den Städten viel sicherer sind als auf dem Land, denn es wird nicht systematisch auf sie geschossen. Von diesen Beobachtungen muss man ausgehen, wenn man das Verhältnis von Menschen und Tieren angstfreier gestalten will. Denn es ist möglich und dringend geboten, zumindest lokal und punktuell Schritte der Versöhnung zu tun, hier und da versöhnlichere, verträglichere Naturverhältnisse zu schaffen. Auf diese Weise kann in der Tat Veränderung bewirkt werden. Hier liegt auch die Bedeutung von Nationalparks. Nationalparks wurden erstmals 1870 in Nordamerika eingerichtet. Bald erwies sich das Konzept als sehr erfolgreich und kulturell bedeutsam; es wurde rasch auch in anderen Ländern übernommen. Die Idee dieser Parks ist die Einrichtung von Zonen, in denen der Mensch nicht eingreift, sondern nur mehr Gast ist. Er ist, wie es Aldo Leopold ausgedrückt

# Ökologie der Angst

hat, nicht mehr rücksichtsloser Eroberer der natürlichen Gemeinschaft. Jener also, der einen Kreuzzug führt gegen alle, die sich seinem Machtanspruch entgegenstellen, der eine Herrschaft des Schreckens errichtet, der von sich glaubt, zu wissen, was und wer wertvoll ist, und was und wer nicht. Vielmehr ist er nur noch ein einfaches Mitglied. Dies impliziert Respekt für die anderen Mitglieder und auch Respekt für die autonome Gemeinschaft als solche. In einem bestimmten Gebiet akzeptieren die Menschen die Souveränität der Natur und beschränken sich auf die Rolle des beobachtenden Gastes, der eine Zeit lang bleibt, sich aber nicht ansiedelt.

Es ist ein bedeutender Effekt der Einrichtung von Nationalparks mit absolutem Interventionsverbot, dass sich in ihnen die Wildtiere dem Menschen gegenüber deutlich entspannter verhalten, fast so, wie auf Inseln vor Ankunft der Europäer, wo wilde Tiere als zahmer und zutraulicher beobachtet werden konnten. Aus Nationalparks in Afrika und Amerika wird dies von europäischen Naturfreunden immer wieder begeistert berichtet. Besucher machen dort die Erfahrung, dass man sich den Tieren wesentlich stärker nähern kann, bzw. dass auch die Tiere sich den Menschen deutlich mehr nähern, was auch gefährlich werden kann. Die Entfremdung zwischen Mensch und Natur wird spürbar gemindert. Auch wenn dies nur ein lokaler Effekt ist, hilft er doch, die ökologische Abwärtsspirale aufzuhalten.

Die in dem unten genannten Buch ausführlich dargelegten Ideen wurden in interdisziplinären Lehrveranstaltungen zum Naturbegriff, die gemeinsam mit Uwe Voigt (Lehrstuhl Philosophie mit Schwerpunkt analytische Philosophie und Wissenschaftstheorie) durchgeführt wurden, erprobt und entwickelt.

## Literatur:

- Soentgen, J. (2018): Ökologie der Angst. Berlin: Matthes und Seitz.



# WISSENSVERMITTLUNG UND ANWENDUNG

94 Disziplinübergreifende Lehrveranstaltungen: Umweltschutz heute

# Disziplinübergreifende Lehrveranstaltungen: Umweltschutz heute

## PROJEKTTEAM

- PD Dr. Jens Soentgen  
jens.soentgen@wzu.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 3560
- Prof. Dr. Jucundus Jacobeit  
jucundus.jacobeit@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2662
- Prof. Dr.-Ing. Christine Schwaegerl  
christine.schwaegerl@hs-augsburg.de  
0821 5586 1054
- Dr. Katharina Stroh  
katharina.stroh@lfu.bayern.de  
Tel.: 0821 9071 5257
- Dr. Ulrike Beyer  
ulrike.beyer@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2754

## Die LfU-Vortragsreihe - Faszination Natur - Perspektiven eines modernen Naturschutzes

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie die Mitglieder des WZU beteiligen sich jedes Semester an mehreren disziplinübergreifenden Lehrveranstaltungen. Hier soll beispielhaft die jedes Semester stattfindende Vortragsreihe *Umweltschutz heute* dargestellt werden, die seit dem Sommersemester 2009 gemeinsam mit dem Bayerischen Landesamt für Umwelt geplant und umgesetzt wird.

Es waren der damalige Präsident des LfU, Professor Dr.-Ing. Albert Göttele, sowie Dr. Thomas Henschel (LfU), Dr. Katharina Stroh (LfU), sowie Prof. Dr. Jucundus Jacobeit und Dr. Jens Soentgen von der Universität Augsburg, die die ersten Folgen der Reihe planten und organisierten. Bis heute sind Frau Dr. Katharina Stroh und Dr. Jens Soentgen für Planung, Organisation und Durchführung zuständig. Auf Seiten der Geographie wird ein ergänzendes Seminar angeboten, das von Dr. Ulrike Beyer durchgeführt wird. So kann der Lehrstoff vertieft werden.

Die Lehrveranstaltung hat den Anspruch, aus erster Hand, durch Fachleute aus dem LfU sowie Experten von der Universität und – nicht zuletzt – auch durch externe Gäste kompetent und zugleich praxisnah über aktuelle Themen des Umweltschutzes zu informieren und diese zu diskutieren. Ein international berühmter Umwelt- und Naturschützer, Prof. Dr. Wolfgang Haber, der die wissenschaftliche und politische Entwicklung des Naturschutzes in Deutschland entscheidend mitgeprägt hat, hat die Vorlesung in diesem Semester bereichert. Unsere Gäste bringen uns neue Perspektiven, sie berichten von erfolgreichen

## Disziplinübergreifende Lehrveranstaltungen: Umweltschutz heute

(oder manchmal auch weniger erfolgreichen) Strategien und erweitern so nicht nur unseren Horizont, sondern helfen uns, Lösungen zu finden.

Jedes Semester steht in der Vorlesung ein anderes Thema im Mittelpunkt: Klimawandel und Klimaschutz, Schutz der natürlichen Ressourcen, Natur und Landschaft, Umwelt und Gesundheit sowie Energie und Ökologie. Im SS 2018 sprachen wir – unter dem Titel „Faszination Natur – Perspektiven eines modernen Naturschutzes“ über neue Wege in der Naturschutzpraxis. Ausgangspunkt waren altbekannte, aber nicht weniger verstörende Diagnosen: So haben sich die Populationen vieler Wildtierarten zwischen 1970 und 2012 halbiert. Um diese Entwicklung aufzuhalten, wenigstens aber zu moderieren, haben Naturschützer längst ihr Instrumentarium und ihre Ziele modernisiert: Der moderne Naturschutz zielt dabei keineswegs auf die „heile Welt von früher“ ab, sondern setzt sich oft mit menschengemachten Landschaften auseinander: Auch die Eingriffe rund um Flughäfen, in Energielandschaften und auf urbanen Flächen müssen fachgerecht und innovativ begleitet werden. Ziel ist, eine moderne Entwicklung zu ermöglichen und gleichzeitig, ungestörte Freiräume für die Natur zu erhalten oder neu zu entwickeln.

Eröffnet wurde die Vortragsreihe durch einen Überblicksvortrag des LfU-Präsidenten, Claus Kumutat, es schlossen sich Vorträge an, die grundlegende Aspekte, insbesondere rechtlicher Art, herausarbeiteten. Es folgen Beispiele: In einem größeren Überblick untersuchten wir zunächst die Flüsse als Lebensadern der Landschaft, doch auch als Lebensraum für invasive Arten. Mit noch weiterem Fokus betrachteten wir anschließend die Vielfalt der Lebensräume in Europa sowie in Bayern. Ergänzend widmet sich ein eigener Vortrag der Landbewirtschaftung, die historisch

die Vielfalt der Lebensräume hervorgebracht hat, heute jedoch meist zu einer großflächigen Vereinheitlichung und Verarmung der Lebensräume führt. Entgegen üblicher Ansicht ist es eher die Landwirtschaft als die Industrie, die für die Verarmung der Natur und den Schwund vieler Populationen verantwortlich ist. Die Stadt als neuen Lebensraum zu begreifen lehrte uns das Beispiel Augsburg. Ein sehr aktuelles Thema war auch der Klimawandel und seine Auswirkungen auf die Pflanzenwelt. Mit Bär, Luchs und Wolf standen schließlich die großen Beutegreifer auf dem Programm, die immer wieder Schlagzeilen machen. Gerade große Wildtiere streifen oft weit umher und brauchen daher unzerschnittene Räume – die in unserer Landschaft sehr selten geworden sind. Den Abschluss bildeten Reflexionen über die Bedeutung des Wildniskonzeptes bei uns und in den USA sowie der schon erwähnte Vortrag von Prof. Dr. Wolfgang Haber über Natur- und Kulturlandschaften.

Die Vorlesung richtet sich an Studierende der Geographie sowie der Umweltethik und wird auch von Studierenden umweltbezogener Studiengänge der Hochschule Augsburg besucht. Auch viele Fachleute aus dem LfU nutzen die Vorträge, um sich über aktuelle Entwicklungen zu informieren. Nicht zuletzt freuen wir uns, dass auch viele Bürgerinnen und Bürger, die sich für Umweltthemen engagieren, regelmäßig dabei sind und mitdiskutieren. Das Interesse ist dabei seit Jahren stabil, auf einem hohen Niveau.

# IM GESPRÄCH

97 Im Gespräch mit Prof. Dr. Klaus Hilbert



# Im Gespräch mit Prof. Dr. Klaus Hilbert

*Klaus Kristian Hilbert, Jahrgang 1953, ist ein deutsch-brasilianischer Historiker und Archäologe. Nach Studium und Promotion in Köln und Marburg war er zunächst am Museo Emilio Goeldi in Belém do Para in Amazonien tätig, wo bereits sein Vater, Peter Paul Hilbert als Archäologe wirkte. Heute lehrt er am Institut für Geschichte der PUCRS in Porto Alegre, Brasilien. Hilbert ist Spezialist für die präkolumbische Geschichte Südamerikas, zu seinen Forschungsschwerpunkten zählen die Sambaquis (Muschelhaufen) an der brasilianischen Küste, die frühe Besiedlungsgeschichte des Kontinents sowie die Archäologie Amazoniens. Schon im WS 2010/2011 verbrachte er ein Sabbatical am WZU. Im WS 2018/2019 kam er erneut zu uns.*

*Eines Deiner Forschungsthemen ist die Terra preta. Was ist das?*

**Hilbert:** Terra preta heißt soviel wie schwarze Erde, gemeint ist ein Bodentyp, der in Amazonien vorkommt. Im Vergleich zu anderen Bodentypen in Amazonien ist die Terra preta viel nährstoffreicher. Als Boden ist sie zudem sehr stabil, sie behält die Nährstoffe auch. Der eigentliche Amazonasboden ist sehr ausgelaugt, die reiche Vegetation lebt nicht vom Boden, sondern steht da nur. Für die ersten Amazonasforscher war diese schwarze Erde ein Naturprodukt, entstanden etwa durch Tätigkeit von Vulkanen oder aus Ablagerungen, bis sich dann herausstellte, dass die Terra preta anthropogenen Ursprungs ist. Schon mein Vater, Peter Paul Hilbert hat sich damit befasst, weil Vorkommen von Terra preta immer archäologische Fundplätze sind, dort findet man Keramik und andere Artefakte. Heutzutage spielt Terra preta eine völlig andere Rolle. Vor dem Hintergrund des globalen Klimawandels wird die

Herstellung künstlicher Terra preta empfohlen, denn die ist ein Kohlenstoffspeicher.

*Warum ist eine Stoffgeschichte der Terra preta für Dich interessant?*

**Hilbert:** Das technologische Wissen der indigenen Völker Amazoniens wird oft unterschätzt. Die Terra preta ist meiner Ansicht nach das beeindruckende Resultat der gezielten Umwandlung eines unfruchtbaren Bodens in einen fruchtbaren. Gerade das wird aber oft bestritten, stattdessen wird gesagt, das alles ist nur zufällig entstanden. Mich interessiert, wie genau die Terra preta hergestellt wurde. Dieses Wissen ist durch den Zusammenbruch der indigenen Populationen in Amazonien nach der Kolonialisierung verloren gegangen. Wenn wir rekonstruieren können, wie die Terra preta ursprünglich gemacht wurde, können wir den indigenen Völkern Amazoniens dieses Wissen zurückgeben.

*Du sprichst vom technologischen Wissen der indigenen Völker Amazoniens. Welche anderen Beispiele gibt es?*

**Hilbert:** Klassisch ist etwa der Gummi. Zahlreiche Nutzpflanzen kommen aus Amazonien, auch ganz paradoxe, wie die Maniokwurzel, die heute vor allem in Afrika angebaut wird. Sie enthält im rohen Zustand sehr viel Blausäure; um sie als Nahrungsmittel zu nutzen, haben die Indianer ein sehr komplexes System der Entgiftung entwickelt. Dann natürlich medizinische Wirkstoffe, wie Curare, deren Inhaltsstoffe als Muskelentspannungsmittel eingesetzt wurde oder Jaborandí, dessen Wirkstoff Pilocarpin bei Augenoperationen eingesetzt wird. Zu erinnern ist auch an das Chinin, das lange als Medikament gegen die Malaria genommen wurde. Viele Duftstoffe und Öle

## Im Gespräch mit Prof. Dr. Klaus Hilbert

kommen ebenfalls aus den Tropen, wie die Vanille, auch viele Farbstoffe, zum Beispiel das Brasilholz, woher sich der Name Brasilien ableitet.

*Sind Stoffe für Archäologen oft nebensächlich?*

**Hilbert:** Den Archäologen geht es in erster Linie um die Dinge, die sie finden, die Stoffe, etwa auch die Böden, in die die Dinge eingebettet sind, interessieren sie weniger. Das ist ähnlich auch in den material culture studies auch da geht es meist nur um Dinge. Dabei sind Stoffe oft hochgradig spannend, Terra preta ist ein Beispiel dafür.

*Welche Bedeutung hat die Kooperation mit der Universität Augsburg für Deine Forschung?*

**Hilbert:** Das interdisziplinäre, übergreifende Konzept ist für mich interessant. Die Stoffgeschichten sind ein Beispiel, denn sie verbinden chemische und historische Aspekte. Das hat auch die brasilianischen Förderinstitutionen überzeugt, denn sowohl die CAPES als auch CNPq haben meine Forschungen unterstützt. Im Grenzgebiet zwischen Archäologie und Geoinformatik habe ich mit Sabine Timpf eine Promotionsarbeit betreut. Künftig möchten wir diese Kooperationen vertiefen.

*Noch ein Blick auf Brasilien: Wie ist die Stimmung an den Universitäten?*

**Hilbert:** In Brasilien haben wir derzeit eine große Unsicherheit. Viele Zuschüsse an die Universitäten, viele Forschungsgelder werden vermutlich künftig nicht mehr in dem Maß wie bisher zur Verfügung stehen. Wahrscheinlich wird die Wissenschaft künftig stärker von Privatstiftungen oder Unternehmen gefördert. Aber das dürfte nur für bestimmte anwendungsorientierte Naturwissenschaft-

ten positiv sein. Für die Geisteswissenschaften brechen schwere Zeiten an.



## **DAS WZU**

- 100 Profil
- 101 Das Team am WZU
- 102 Die Mitglieder des WZU
- 107 Aktuelle Publikationen

# Profil

Aktuelle Fragen der Umwelt- und Nachhaltigkeitsforschung entstehen oft im Grenzgebiet wissenschaftlicher Disziplinen und an den Grenzen von Wissenschaft und Gesellschaft. Das Wissenschaftszentrum Umwelt der Universität Augsburg führt daher die umweltwissenschaftlichen Kompetenzen der Universität Augsburg zusammen und verbindet sie mit externen Forschungsinstitutionen sowie mit den im Umweltbereich tätigen Institutionen, NGOs und Unternehmen. Die Initiative für die Gründung des WZU ging im Jahr 2000 von WissenschaftlerInnen aus natur- und sozialwissenschaftlichen sowie geisteswissenschaftlichen Disziplinen der Universität Augsburg aus, die durch fächerübergreifende Arbeit innovative, anwendungsorientierte Ergebnisse in der Umwelt- und Nachhaltigkeitsforschung erzielen wollten.

Mittlerweile gehören mehr als 70 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zum Kreis der WZU-Mitglieder. Das WZU ist seit 2016 eine Zentrale Einrichtung der Universität Augsburg.

Durch die vielfältigen Erfahrungen und Kompetenzen der WZU-Mitglieder entfaltet sich in unseren Projekten, in Mitgliederversammlungen und Tagungen die Produktivkraft des interdisziplinären Dialogs. Die offene und kreative Netzwerk-Atmosphäre ist die wesentliche Stärke unserer Einrichtung. In ihr entstehen neue Ideen, und, wenn alles glücklich läuft, aus diesen Ideen wegweisende Projekte. So zum Beispiel die Entwicklung von webbasierten Risikokartierungen, ressourcenstrategische Konzepte für Politik und Unternehmen oder auch Energiekonzepte für Kommunen. Im Bereich Umwelt und Gesundheit sind wir seit vielen Jahren mit mehreren Partnern aus Medizin

und Epidemiologie besonders im Bereich der Expositionsforschung aktiv. Neben umweltnaturwissenschaftlichen Projekten sind uns die Environmental Humanities ein zentrales Anliegen.

Wir versuchen, innovative, disziplinübergreifende Projekte zu ermöglichen, indem wir strukturelle und finanzielle Hürden aus dem Weg räumen. Das gelingt, indem wir Vertrauen über die Grenzen von Disziplinen, Fakultäten und Institutionen hinweg schaffen. Davon profitieren Forschung und Lehre an der Universität Augsburg: Aus der Kooperation am WZU ist beispielsweise der von Prof. Dr. Armin Reller entwickelte Forschungsschwerpunkt Ressourcenstrategie hervorgegangen, der heute zum Profil der Universität Augsburg beiträgt. Auch der Forschungsschwerpunkt Umwelt und Gesundheit (Environmental Health Sciences) der zukünftigen Medizinischen Fakultät basiert wesentlich auf den seit 2004 in diesem Bereich aufgebauten Forschungsaktivitäten des WZU.

In der Lehre erproben wir neue Methoden – insbesondere rund um unser Konzept der Stoffgeschichten – und entwickeln disziplinübergreifende Seminare, Vorlesungen und Studiengänge. Das bereichert seit Jahren die Ausbildung von Studierenden der Universität Augsburg über die Fächer- und Fakultätsgrenzen hinweg.

# Das Team am WZU

## Vorstand

Prof. Dr. Armin Reller, Sprecher  
Prof. Dr. Jucundus Jacobeit  
Prof. Dr. Marita Krauss  
PD Dr. Jens Soentgen

## Sekretariat

Regina Rott

## Wissenschaftliche Mitarbeiter

Karen Froitzheim  
Esther Giemsa  
Thomas Kusch (Techniker)  
Reiner Schwandt  
PD Dr. Jens Soentgen  
Prof. Dr. Dr. Bernd Wagner (Scientific Director)

## Wissenschaftliche und studentische Hilfskräfte

Stefan Fendt  
Jenny Huch  
Anna Moser  
Robin Umminger  
Christoph Wilcken

## Lehrstuhl Ressourcenstrategie am WZU

Prof. Dr. Armin Reller, Lehrstuhlinhaber  
Prof. Dr. Richard Wehrich  
Renate Diessenbacher, Sekretariat  
Dr. Simon Meißner  
Dr. Andrea Thorenz  
Thomas Kippes  
Linda Söhnlein

# Die Mitglieder des WZU

## **Prof. em. Dr. Helmut Altenberger \***

Institut für Sportwissenschaft, Universität Augsburg

## **Prof. Dr. Elisabeth André**

Institut für Informatik, Universität Augsburg

## **Prof. Dr. Wassilios Baros**

Goethe Universität Frankfurt

## **PD Dr. Christoph Beck**

Institut für Geographie, Universität Augsburg

## **Dr. Ulrike Beyer**

Institut für Geographie, Universität Augsburg

## **Prof. Dr. Helena Bilandzic**

Institut für Medien, Wissen und Kommunikation, Universität Augsburg

## **Prof. Dr. Michael Bittner**

DLR, Earth Observation Center

## **Prof. Dr. Stefan Böschen**

Institut für Technik und Gesellschaft, RWTH Aachen

## **Prof. Dr. Klaus Bredl**

Philosophisch-Sozialwissenschaftlichen Fakultät,  
Digitale Medien, Universität Augsburg

## **Prof. Dr. Wolfgang Buermann**

Institut für Geographie, Universität Augsburg

## **Dr. Josef Cyrus**

Helmholtz Zentrum München

## **Thomas Cyrus**

Sicherheitsingenieur, Universität Augsburg

## **Prof. Dr. Ulrich Eckern**

Institut für Physik, Universität Augsburg

## **Prof. Dr. Stefan Emeis**

Karlsruher Institut für Technologie (KIT),  
Institut für Meteorologie und Klimaforschung -  
Institut für Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU)

## **Dr. Martinus Fesq-Martin**

Institut für Geographie, Universität Augsburg

## **Prof. Dr. Peter Fiener**

Institut für Geographie, Universität Augsburg

## **Prof. Dr. Arne Friedmann**

Institut für Geographie, Universität Augsburg

## **PD Dr. Sven Grashey-Jansen**

Institut für Geographie, Universität Augsburg

## **RD a.D. Klaus Hager**

Neusäß

## **Dr. Riyaz Haider**

Firma BioSustain, Augsburg/Dar-es-Salaam

## Die Mitglieder des WZU

### **Prof. Dr. Thomas Hamacher \***

TU München, Lehrstuhl für Erneuerbare und Nachhaltige Energiesysteme (ENS)

### **Dr. Eckhard Hartmann \***

Fachgruppe Biologie, Universität Augsburg

### **Dr. Johanna Hartmann**

Philologisch-Historische Fakultät, Universität Augsburg

### **Dr. Stefan Hartmann**

Philologisch-Historische Fakultät, Universität Augsburg

### **Dr. Wolfgang Hatz \***

Institut für Geographie, Universität Augsburg

### **Prof. Dr. Thomas Hausmanninger \***

Christliche Sozialethik, Universität Augsburg

### **Dr. Julia von Hayek**

Zentrum für Interdisziplinäre Gesundheitsforschung, Universität Augsburg

### **Dr. Thomas Henschel**

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

### **PD Dr. Elke Hertig**

Institut für Geographie, Universität Augsburg

### **PD Dr. Markus Hilpert**

Institut für Geographie, Universität Augsburg

### **Dr. Gabriele Höfner \***

Marketing/Fundraising, Präsidium, Universität Augsburg

### **Dr. Ulrich Hohoff \***

Direktor Universitätsbibliothek, Universität Augsburg

### **Prof. Dr. Ronald H.W. Hoppe**

Institut für Mathematik, Universität Augsburg

### **Prof. Dr. Siegfried Horn**

Institut für Physik, Universität Augsburg

### **Prof. em. Dr. Jucundus Jacobeit**

Institut für Geographie, Universität Augsburg

### **Prof. Dr. Reiner Keller**

Lehrstuhl für Soziologie, Universität Augsburg

### **Dr. Sebastian Kistler**

Katholisch-Theologische Fakultät, Universität Augsburg

### **Prof. Dr. Martin Kment**

Juristische Fakultät, Universität Augsburg

### **Prof. Dr. Marita Krauss**

Philologisch-Historische Fakultät, Universität Augsburg

### **Prof. Dr. Jukka M. Krisp**

Institut für Geographie, Universität Augsburg

## Die Mitglieder des WZU

### **Prof. Dr. Harald Kunstmann**

Institut für Geographie, Universität Augsburg  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT),  
Institut für Meteorologie und Klimaforschung -  
Institut für Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU)

### **Prof. Dr. Christoph Lau (i.R.)**

Lehrstuhl für Soziologie, Universität Augsburg

### **PD Dr. Stefan Lindl**

Philologisch-Historische Fakultät, Universität Augsburg

### **Prof. Dr. Alois Loidl**

Institut für Physik, Universität Augsburg

### **Dr. Luitgard Marschall \***

München

### **Prof. Dr. Johannes Masing**

Institut für Öffentliches Recht, Universität Freiburg

### **Prof. Dr. Eva Matthes**

Lehrstuhl für Pädagogik, Universität Augsburg

### **Dr. Simon Meißner**

Lehrstuhl für Ressourcenstrategie, Universität Augsburg

### **Prof. Dr. Peter Michaelis \***

Institut für Volkswirtschaftslehre, Universität Augsburg

### **Dr. Maria Christina Müller**

Lehrstuhl für Amerikanistik, Universität Regensburg

### **Prof. Dr. Timo Müller**

Lehrstuhl für Amerikanistik, Universität Regensburg

### **Prof. Dr. med. Markus Naumann**

Neurologische Klinik und klinische Neurophysiologie,  
Klinikum Augsburg

### **Prof. Dr. Ulrike Ohl**

Institut für Geographie, Universität Augsburg

### **Prof. em. Dr. Gerd Peyke**

Institut für Geographie, Universität Augsburg

### **PD Dr. Andreas Philipp**

Institut für Geographie, Universität Augsburg

### **Dr. Joachim Rathmann**

Institut für Geographie und Geologie, Universität Würzburg

### **Prof. Dr. Armin Reller**

Institut für Physik, Universität Augsburg

### **Prof. Dr. Thomas Rist**

Fakultät für Informatik, Hochschule Augsburg

### **Prof. em. Dr. Franz Schaffer**

Institut für Geographie, Universität Augsburg

### **Prof. Dr. Lothar Schilling**

Philologisch-Historische Fakultät, Universität Augsburg

## Die Mitglieder des WZU

### **Dr. Walter Schindler**

München

### **Dr. Christopher Schliephake**

Philologisch-Historische Fakultät, Universität Augsburg

### **Prof. Dr. Kerstin Schlögl-Flierl**

Katholisch-Theologische Fakultät, Universität Augsburg

### **PD Dr. Claudia Schmidt-Dietrich**

Augsburg

### **Prof. Dr. Matthias Schmidt**

Institut für Geographie, Universität Augsburg

### **Prof. em. Dr. Reiner Schmidt \***

Juristische Fakultät, Universität Augsburg

### **Prof. Dr. Ing. Christine Schwaegerl**

Fakultät für Elektrotechnik, Hochschule Augsburg

### **Prof. Dr. Elke Seefried**

Philologisch-Historische-Fakultät, Universität Augsburg  
IFZ, München

### **Dr. Stefanie Seubert**

Augsburg

### **Prof. Dr. Natascha Sojc**

Professur für Klassische Archäologie, Universität Augsburg

### **Prof. em. Dr. Bernd Stritzker \***

Institut für Physik, Universität Augsburg

### **Dr. Markus Strobel**

Institut für Management und Umwelt, Augsburg

### **Dr. Peter Suppan**

Karlsruher Institut für Technologie (KIT),  
Institut für Meteorologie und Klimaforschung -  
Institut für Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU)

### **Prof. Dr. Sabine Timpf**

Institut für Geographie, Universität Augsburg

### **Prof. Dr. Axel Tuma**

Institut für Materials Resource Management, Universität Augsburg

### **Prof. Dr. Uwe Voigt**

Lehrstuhl für Philosophie, Universität Augsburg

### **Prof. Dr. Bernd Wagner**

Wissenschaftszentrum Umwelt, Universität Augsburg

### **Prof. Dr. Marcus Wagner**

Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Universität Augsburg

### **Prof. Dr. Richard Weihrich**

Institut für Materials Resource Management, Universität Augsburg

## Die Mitglieder des WZU

### **Prof. Dr. Christoph Weller**

Institut für Politikwissenschaft, Universität Augsburg

### **Frank Werner**

Director WEC Europe,  
World Environment Center, München

### **Prof. Dr. Karl-Friedrich Wetzel**

Institut für Geographie, Universität Augsburg

### **Prof. Dr. Hubert Zapf**

Philologisch-Historische Fakultät, Universität Augsburg

### **Dr. Thomas Ziesemer**

Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Universität Augsburg

### **Prof. Dr. Ralf Zimmermann**

Institut für Chemie, Universität Rostock  
Institut für ökologische Chemie, Helmholtz Zentrum  
München

# Aktuelle Publikationen



Jens Soentgen

## Konfliktstoffe

*Grundlagen und Perspektiven der stoffgeschichtlichen Forschung*

*(Erscheint März 2019)*

Stoffe aller Art werden rund um den Globus aus dem Boden, aus Lebewesen oder aus der Luft gewonnen, in Raffinerien und Fabriken gereinigt, zerlegt, wieder verbunden, durch Pipelines gepumpt, auf Containerschiffen verschickt, transformiert und verbraucht. Aber parallel zu all dem machen sie sich, oft unerkannt, selbst auf den Weg, versickern und verdunsten, geraten in Nahrungsketten, verteilen sich in der Atmosphäre und in Gewässern, dringen ein und breiten sich aus. Ihr ungeplantes und ungewolltes Eigenleben führt zu Konflikten. Solche Konflikte decken die Stoffgeschichten auf – indem sie den Lebensweg ausgewählter Substanzen nachzeichnen. Dieses Buch beantwortet die grundlegenden Fragen zu Theorie und Praxis der stoffgeschichtlichen Forschung. Zugleich erzählt es exemplarisch die Biographien von typischen Konfliktstoffen der Moderne, nämlich Stickstoff, Nitrosprengstoff, Aspirin und Heroin, Gummi sowie Kohlendioxid.



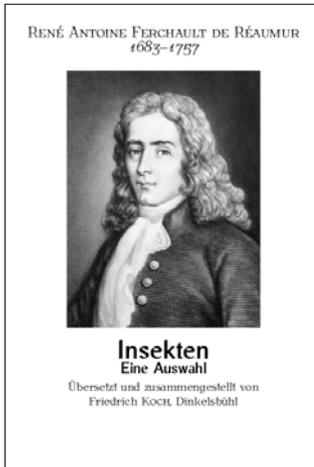
Luitgard Marschall  
Heike Holdinghausen

## Seltene Erden

*Umkämpfte Rohstoffe des Hightech-Zeitalters*

Der wichtigste Rohstoff der deutschen Industrie ist der Erfundungsgeist ihrer Ingenieure. Dieses Bonmot ist richtig, aber ganz ehrlich ist es nicht. Denn ohne Rohstoffe kommt auch der klügste Ingenieur nicht weit. Während Rohstoffe wie Eisen oder Aluminium unerschöpflich erscheinen, sieht es bei den sogenannten Seltenen Erden anders aus – wenn auch vor allem deshalb, weil der Quasi-Monopolist China die Mengen diktieren kann, die dem Markt zur Verfügung stehen. Ihre besondere Bedeutung verdanken die 17 Metalle der Tatsache, dass sie in äußerst sensiblen Bereichen Einsatz finden: Von der Militärtechnologie bis zur Kommunikations- und Energietechnik gestalten wir mit ihrer Hilfe unseren modernen Alltag. Der zehnte Band der Reihe Stoffgeschichten gibt dem Unbekannten wie Unverzichtbaren ein Gesicht, informiert über Geschichte, Verwendung und Bedeutung von Neodym, Europium & Co.

## Aktuelle Publikationen



René Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1757)  
Übersetzt und ausgewählt  
von Friedrich Koch

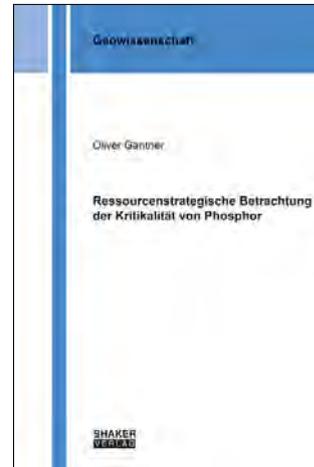
### Insekten

*Eine Auswahl  
Teil V*

*(Erscheint 2019)*

*Anna Moser  
Jens Soentgen (Hg.)*

„Je mehr man den Hervorbringungen der Natur nachgeht, desto mehr offenbart sich ihre Unermesslichkeit“. Diesen oft wundersamen Hervorbringungen der Natur geht der französische Naturforscher René Antoine Ferchault de Réaumur in seinen insektenkundlichen Essays aus dem 18. Jahrhundert auf den Grund. Das umfangreiche Werk des Pioniers der Naturforschung ist nicht nur eine wissenschaftliche Spitzenleistung. Zugleich ist es auch brillant geschriebene Literatur, die mit bemerkenswerten, handgezeichneten Grafiken versehen ist. Das WZU legte nun den Fünften Teil einer Auswahl des Gesamtwerkes vor, die über den OPUS-Server der Universitätsbibliothek Augsburg in einer digitalen Ausgabe als erste deutsche Übersetzung kostenlos verfügbar sind. Übersetzt und ausgewählt hat sie Friedrich Koch (Dinkelsbühl). Herausgegeben wurde die Sammlung von Anna Moser und Jens Soentgen.



Oliver Gantner

### Ressourcen- strategische Betrachtung der Kritikalität von Phosphor

Aufgrund der hohen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Relevanz von Phosphor stellt sich die Frage nach dessen Ressourcenkritikalität. Neben den rohstoffspezifischen Eigenschaften von Phosphor liegt der Fokus insbesondere auf dessen Funktionen und damit verbundenen Prozessen. Dazu zählen Teilbetrachtungen wie die standortspezifische Analyse der Phosphatminen weltweit sowie das Ressourcenpotential der Begleitstoffe Fluor, Uran, Cadmium und Seltenerdmetalle im Phosphatgestein. Aufgrund relevanter Unterschiede innerhalb der Produktions- und Wertschöpfungskette für die unterschiedlichen Anwendungen von Phosphor wie Düngemittel, Futterphosphat und Phosphor für industrielle Anwendungen wurde die Kritikalität der Funktionen anhand von Fallbeispielen bewertet, wie Lithium-Eisen-Phosphat oder Glyphosat. Dabei wurde ein erheblicher Unterschied zwischen kritischen Rohstoffen und kritischen Funktionen nachgewiesen.

## Aktuelle Publikationen

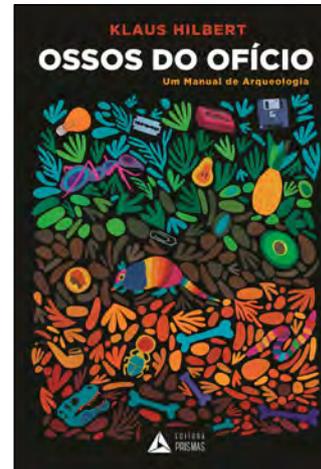


Armin Reller  
Luitgard Marschall  
Simon Meißner  
Claudia Schmidt (Hg.)

### Ressourcenstrategien

*Eine Einführung in den nachhaltigen Umgang mit Rohstoffen*

Das Thema „zukunftsfähiger Umgang mit Ressourcen“ ist zurzeit hochaktuell. Jedoch gestalten sich die Zusammenhänge immer unübersichtlicher. Um die bisherige Entwicklung nachvollziehen zu können und neue Strategien für einen nachhaltigen Umgang mit Rohstoffen zu entwickeln, müssen disziplinar begrenzte Sichtweisen überwunden werden. Die HerausgeberInnen unternehmen daher eine interdisziplinäre Betrachtung globaler Stoffkreisläufe und der weltweiten Verfügbarkeit wichtiger Rohstoffe.



Klaus Hilbert

### Ossos do Ofício

*Um Manual de Arqueologia*

Klaus Hilbert, Jg. 1953, wurde in Belém am Amazonas geboren und wuchs in Brasilien und Deutschland auf. Er studierte Archäologie in Köln und Marburg und arbeitete anschließend am Museu Goeldi in Belém. Heute lehrt er am Institut für Geschichte der Pontifícia Universidade Católica in Porto Alegre, Brasilien. Im Wintersemester 2010/2011 verbrachte er erstmals ein Forschungssemester am WZU der Universität Augsburg, seither besteht eine intensive Kooperation. In seinem Buch *Ossos do Ofício* (Knochenarbeit) erzählt er über die Orte, die Stoffe und die Dinge, mit denen der Archäologe zu tun hat, die er zu Geschichten verknüpft. Der Band ist eng mit dem Forschungsschwerpunkt Stoffgeschichten des Wissenschaftszentrums Umwelt verknüpft.

## Aktuelle Publikationen



Jens Soentgen  
Vitali Konstantinov  
(Illustrationen)

Wie man mit dem  
Feuer philosophiert  
*Chemie und Alchemie für  
Furchtlose*

Wenn wir an Chemie denken, sehen wir Wissenschaftler in weißen Kitteln, die im Labor mit Erlenmeyerkolben und reinen Chemikalien über Bunsenbrennern hantieren. Oder wir denken an komplizierte Formeln, die wir schon in der Schule nicht verstanden haben. Wer weiß schon, dass die heutige Weißkittel-Chemie eine wunderbare wild-abenteuerliche Geschichte hat, die weit zurückreicht in die Wälder Amazoniens, in die Klöster und Schlösser Europas! Hier wurden schon vor Jahrhunderten über dem Feuer Stoffe verwandelt: die Rinde von Lianen in tödliches Gift, Komposterde in Schießpulver, Urin in leuchtenden Phosphor.

„Höchste Auszeichnung für ein Sachbuch, das fabuliert!“ HANS TEN DORNKAAT / NZZ

Ausgezeichnet als „Wissensbuch des Jahres 2016“



Jens Soentgen

Ökologie der Angst

Auch Tiere haben Angst, im Brennpunkt des Emotionslebens der meisten höheren Tiere steht die Angst vor dem Menschen. Jens Soentgen nimmt die Angst als Ausgangspunkt einer Ökologie von innen und trägt damit einen entscheidenden Aspekt zur Ökologie des Anthropozäns bei. Seine These: Die Relationen zwischen Feind und Beute haben ein subjektives, emotionales und kognitives Moment, das ökologisch bedeutsam ist. Das weltweite Töten der Tiere durch den Menschen bewirkt nicht nur eine drastische Reduktion von Populationen, es verbreitet Angst unter den Überlebenden. Diese Angst verwandelt das Verhalten, die Fortpflanzung, die Nahrungsaufnahme und die Bewegung der Überlebenden. Sie verstärkt die ökologische Abwärtsspirale.



Wissenschaftszentrum Umwelt  
Environmental Science Center  
Universität Augsburg  
Universitätsstraße 1a  
86159 Augsburg  
Tel.: +49 821 598 3560  
Fax: +49 821 598 3559  
E-mail: [info@wzu.uni-augsburg.de](mailto:info@wzu.uni-augsburg.de)  
[www.wzu.uni-augsburg.de](http://www.wzu.uni-augsburg.de)



Der Jahresbericht 2018 umfasst den Berichtszeitraum von Januar bis Dezember 2018.

### **HERAUSGEBER**

Prof. Dr. Armin Reller  
Prof. Dr. Jucundus Jacobeit  
Prof. Dr. Marita Krauss  
PD Dr. Jens Soentgen

### **REDAKTION**

PD Dr. Jens Soentgen  
Reiner Schwandt  
Stefan Fendt  
Christoph Wilcken

### **LAYOUT**

Stefan Fendt  
2bex Design+Konzept, Kaufbeuren