



POTSDAM-INSTITUT FÜR
KLIMAFOLGENFORSCHUNG

Sachbericht 2020



Leibniz
Leibniz
Gemeinschaft

01 Highlights

- 7 Klimaforschung in Zeiten einer globalen Pandemie
- 9 „Green Finance“: PIK-Expertise für einen klimafreundlichen Umbau der Wirtschaft und Finanzindustrie
- 11 Aus der Forschung
- 15 In eigener Sache
- 18 Medien-Highlights 2020
- 20 Wissenschaftliche Politikberatung
- 24 Berlin und Brandenburg – das PIK aktiv in der Heimat
- 26 Wissens- und Technologietransfer

02 Eckdaten

- 29 Finanzierung | Beschäftigungszahlen
- 30 Publikationen | PIK in den Medien
- 31 Vorträge, Lehre und Veranstaltungen | Wissenschaftlicher Nachwuchs

03 Forschungsabteilungen

- 33 Forschungsabteilung 1 – Erdsystemanalyse
- 39 Forschungsabteilung 2 – Klimaresilienz
- 45 Forschungsabteilung 3 – Transformationspfade
- 51 Forschungsabteilung 4 – Komplexitätsforschung

04 FutureLabs

- 56 FutureLabs

05 Anhang

- 61 Organigramm
 - 62 Kuratorium und Wissenschaftlicher Beirat
 - 63 Auszeichnungen und Ernennungen
 - 67 Berufungen, Habilitationen und Stipendien
 - 68 Drittmittelprojekte
 - 70 Veröffentlichungen 2020
-

Vorwort

Wir freuen uns über eine Premiere: Zum ersten Mal stellen wir zu dritt der Öffentlichkeit einen Jahresbericht des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung vor – mit der Berufung der Administrativen Direktorin an die Seite der beiden Wissenschaftlichen Direktoren ist der Vorstand nun komplett. Dies war im vergangenen Jahr ein wichtiger Schritt, und zwar keineswegs nur für die Verwaltung, sondern für das ganze Haus. Neben einem Erdsystemforscher und einem Wirtschaftswissenschaftler sorgt jetzt eine Juristin und Personalexpertin dafür, dass die Führung des Instituts robust aufgestellt ist.

In der anhaltenden Corona-Pandemie ist dies nötiger denn je. Im Zusammenspiel aller Teile des Instituts, von der Verwaltung bis zu den Forschungsabteilungen, widersteht das Institut der Krise. Die IT-Services-Abteilung schaffte es mit enormem Einsatz, die technische Fernbetreuung von mehr als 350 Beschäftigten im Home-Office sicherzustellen. Die Verwaltung richtete in einem Kraftakt einen Krisenstab ein, der für die Kolleginnen und Kollegen praktische Hilfestellungen gab. Für das großartige Engagement all dieser Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter danken wir von Herzen.

Was das PIK immer schon ausmacht, ist der intensive interne Austausch über Abteilungen und Fachgrenzen hinweg. Gerade hier galt es, Nähe zu bewahren trotz der erzwungenen Distanz, und das nicht nur über die üblichen Videokonferenzen. Als Vorstand war es uns wichtig, den Dialog mit den Kolleginnen und Kollegen so gut wie eben möglich aufrecht zu erhalten: über persönliche Rundmails, eine große Beschäftigtenbefragung, den Start eines internen Newsletters. Die Forschungsabteilungen organisierten eine interne Online-Vorlesungsreihe, um trotz Kontaktbeschränkungen den wissenschaftlichen Austausch lebendig zu halten.

Dies ist uns gemeinsam gelungen. Bereits im ersten Lockdown durften wir beobachten, wie die Auslastung unseres Supercomputers nicht sank, sondern stieg. Die Forscherinnen und Forscher arbeiteten sogar noch intensiver als vorher und ließen ihre Modelle Simulation um Simulation laufen. Mit guten Ergebnissen: 2020 erreichte die Zahl der wissenschaftlichen Veröffentlichungen Rekordhöhe. Auch hier sagen wir als Direktoren für diese exzellente Leistung: Danke!

Auf dieser festen Grundlage können wir das Jahr 2021 trotz der anhaltenden Pandemie, die unser aller Leben so beeinträchtigt, optimistisch anpacken. Zunächst haben wir bei der Evaluation unseres Instituts Gelegenheit, mit den Gutachterinnen und Gutachtern eine Bilanz der vergangenen sieben Jahre zu ziehen. Eine Zeit, in der sich das Institut stark entwickelt hat, so dass es nun integrierte Nachhaltigkeitsforschung auf höchstem Niveau betreibt, deren Leitideen das Identifizieren Planetarer Grenzen und das Management Globaler Gemeinschaftsgüter sind.

Vor allem ist 2021 aber auch ein wichtiges Jahr für die Stabilisierung unseres Klimas. Mit der Wahl des neuen US-Präsidenten und mit der aktuellen EU-Kommission stehen die Chancen besser denn je, zugleich aber ist der weltweite Ausstoß von Treibhausgasen weiter beunruhigend groß. Das PIK wird auch in diesem Jahr seinen Beitrag dafür leisten, die Risiken des Klimawandels ebenso wie gangbare Lösungen zu erforschen – für eine sichere Zukunft für alle.

Johan Rockström

Bettina Hörstrup

Ottmar Edenhofer



01 HIGHLIGHTS



Fotos: DBU

DBU | Deutscher Umweltpreis



Preisverleihung mit Abstand: Der Deutsche Umweltpreis wurde unter anderem an PIK-Direktor Ottmar Edenhofer verliehen. Den Preis erhielt Edenhofer insbesondere für seine Forschung zur Bepreisung von CO₂-Emissionen. Die Preisverleihung in Hannover konnte im Corona-Jahr 2020 unter Einhaltung sozialer Distanz stattfinden.

Klimaforschung in Zeiten einer globalen Pandemie

Trotz Corona: Spitzenforschung in einem Ausnahmejahr

Als im März 2020 auch in Deutschland die Corona-Pandemie um sich zu greifen begann, stellte dies das PIK vor große Herausforderungen. Ein Institut, das vom täglichen, fachübergreifenden Austausch der Forschenden lebt, musste sich angesichts der monatelangen und lediglich im Sommer leicht gelockerten Kontaktbeschränkungen als Forschungseinrichtung wie auch als Arbeitgeber in kürzester Zeit organisatorisch neu aufstellen.

Dank eines effizienten Krisenmanagements durch das Direktorium und einen von der Verwaltung eingesetzten Krisenstab gelang es, den Betrieb unter sicheren Bedingungen aufrechtzuerhalten. Ein zentraler Pfeiler hierbei war auch das IT-Team, das den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern durch technische Fernbetreuung die Arbeit aus dem Home-Office ermöglichte. Es wurden Regeln für Tätigkeiten vor Ort und für Dienstreisen definiert, später auch für Freistellungen zur Kinderbetreuung. Die Empfehlungen der Bundes- und Länderregierung wurden am PIK mit großer Klarheit umgesetzt. Die Kommunikationsabteilung entwickelte einen regelmäßigen internen Newsletter. Die Forschungsabteilungen

füllten eine interne Online-Vorlesungsreihe, um die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen trotz Kontaktbeschränkungen über die Aktivitäten der verschiedenen Forschungsabteilungen zu informieren und den wissenschaftlichen Austausch lebendig zu halten.

Das sonst so rege Arbeitsleben vor Ort auf dem Telegrafenberg kam durch den Lockdown so mit wenigen Ausnahmen zu einem plötzlichen Stillstand. Doch die Forschung hörte nicht auf. Im Gegenteil: Der Supercomputer, mit dem die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ihre komplexen, datengetriebenen Klimamodelle Simulationsläufe machen lassen, war so ausgelastet wie nie zuvor. Was zeigte: die Forschung läuft. Am Ende des Jahres bestätigte sich zudem, dass auch die Anzahl an wissenschaftlichen Veröffentlichungen trotz Lockdown auf Rekordniveau gesteigert werden konnte.

Klimaforschung zu Corona

Mehrere Veröffentlichungen des PIK befassen sich mit den mittelbaren Auswirkungen der Pandemie auf unser Klima. So zeigte ein Forschungsteam in einem Beitrag für das Fachjournal *Global Sustainability* (1) die Parallelen zwischen der globalen Gesundheits- und der Klimakrise auf –



Lehren aus der Corona-Pandemie für das Klima: Eine noch größere Gesundheitskrise kann abgewendet werden, wenn die Reaktionszeit auf ein Minimum beschränkt wird. Foto: Davyn Ben/Unsplash

und analysierte, was politische Entscheidungsträgerinnen und -träger sowie Bürgerinnen und Bürger von der Corona-Pandemie lernen können. Ihr Vorschlag: Ein „Klima-Corona-Vertrag“, der die jüngere und die ältere Generation gleichermaßen einbezieht.

Eine ökonomische Studie von PIK und dem Mercator Research Institute on Global Commons (MCC) in der Fachzeitschrift *Nature Climate Change* (2) untersuchte die Auswirkungen von COVID-19 auf das Energiesystem und die Stromnachfrage. Sie zeigte: Die für die Menschen und Wirtschaft verheerende Pandemie hat nicht nur temporär die Emissionen gesenkt. Sondern weil in der gesunkenen Stromnachfrage erneuerbare Energien mit ihren geringen Betriebskosten – es muss kein Brennstoff gekauft werden – günstiger waren als Kohlestrom, entstand eine besonders günstige Gelegenheit, den Abschied von der Kohlenutzung voranzubringen und womöglich unumkehrbar zu machen.

Wie stark die Emissionen aufgrund weltweiter Lockdowns wirklich fielen – nämlich stärker als während der Finanzkrise von 2008, der Ölkrise von 1979 oder sogar während des Zweiten Weltkriegs – bezifferte eine weitere Studie mit PIK-Beteiligung (3). Ein internationales Forschungsteam ermittelte, dass in den ersten sechs Monaten des Jahres 2020 fast neun Prozent weniger Kohlendioxid ausgestoßen wurde als im gleichen Zeitraum im Jahr 2019 – ein Rückgang von insgesamt 1551 Millionen Tonnen.

(1) Vinke, K., Gabrysch, S., Paoletti, E., Rockström, J., Schellnhuber, H.J. (2020): Corona and the Climate: A Comparison of Two Emergencies – *Global Sustainability* – DOI: 10.1017/sus.2020.20

(2) Bertram, C., Luderer, G., Creutzig, F., Bauer, N., Ueckerdt, F., Malik, A., Edenhofer, O. (2021): COVID-induced low power demand and market forces starkly reduce CO₂ emissions – *Nature Climate Change* – DOI: 10.1038/s41558-021-00987-x

(3) Liu, Z. et al. (einschl. Schellnhuber, H. J.) (2020): Near-real-time monitoring of global CO₂ emissions reveals the effects of the COVID-19 pandemic – *Nature Communications* – DOI: 10.1038/s41467-020-18922-7.



Stefan Rahmstorf mit seiner Vorlesung zum Klima-Grundlagenwissen für Schule zuhause. Foto: PIK

„Stay at Home“: Erklärvideos für das Homeschooling

Als auf dem Höhepunkt der ersten Corona-Welle die Schulen geschlossen wurden, bot das PIK als kleinen Beitrag für das Lernen zuhause spezielle Online-Vorlesungen für Kinder und Jugendliche an – veröffentlicht auf der PIK-Homepage und verbreitet in den sozialen Netzwerken. Erklär-Videos mit Grundlagenwissen rund um das Klima boten Anregung für die viele Zeit am heimischen Schreibtisch anstatt im Klassenraum. Die Filme wurden von den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern extra für junge Zuschauer selbst erstellt – von der Forschung im Home-Office für das Lernen im Home-Schooling.

Den Auftakt machte „Was ist das – Klimawandel?“, ein Video von Stefan Rahmstorf, Leiter der PIK-Forschungsabteilung Erdsystemanalyse, für Schülerinnen und Schüler der 7.-10. Klasse, gefolgt von einem Beitrag von Ricarda Winkelmann, Leiterin des FutureLabs „Erdsystem-Resilienz im Anthropozän“, zu der Frage, warum die Zukunft der Antarktis so eng mit der Zukunft der Menschheit verbunden ist. Weitere Grundlagen, die in der „Stay at Home“-Serie unterhaltsam vermittelt wurden, waren etwa der Treibhaus-Effekt und das Prinzip der CO₂-Bepreisung.

„Green Finance“:

PIK-Expertise für einen klimafreundlichen Umbau der Wirtschaft und Finanzindustrie

Die Finanzwirtschaft wird sowohl von den direkten Auswirkungen der globalen Erwärmung getroffen, etwa weil Extremwetterereignisse enorme Konsequenzen für die globale Wirtschaft haben, als auch von den Effekten der Transformation hin zu Netto-Null-CO₂-Emissionen. Zwei FutureLabs des PIK, „Public Economics und Climate Finance“

Geldwirtschaft statt. Die Finanzfachleute und die Forschenden diskutierten dabei mögliche zukünftige Kooperationen, insbesondere beim Datenaustausch, bei Modellierungen und Computersimulationen.

Um die Risiken aus der Destabilisierung des Klimas abschätzen zu können, begannen die großen Zentralbanken und Aufsichtsbehörden, darunter die Bundesbank, die Bank of England oder die Banque de France, im Sommer 2020 vom PIK entwickelte Szenarien zu verwenden. Diese fließen nun in die Klimastresstests ein, die Zentralbanken für die von ihnen regulierten Finanzinstitute durchführen wollen. Das Projekt wurde vom „Network of Central Banks and Supervisors for Greening the Financial System“ (NGFS) in Auftrag gegeben, einer Gruppe von 66 Zentralbanken und Aufsichtsbehörden rund um den Globus, die das Ziel hat, ein Klima-Risikomanagement im Finanzsektor zu entwickeln.

Umweltsteuern und CO₂-Bepreisung: PIK-Direktor Edenhofer referiert in Brüssel

Ebenfalls im Februar 2020 referierte PIK-Direktor Ottmar Edenhofer auf Einladung der Finanzministerinnen und -minister der Eurogruppe in Brüssel darüber, wie Umweltsteuern als finanzpolitisches Instrument sowohl zur Klimastabilisierung als auch zu sozialer Gerechtigkeit beitragen können. Neben Olaf Scholz aus Deutschland, Bruno Le Maire aus Frankreich, Christos Staikouras aus Griechenland und Katri Kulmuni aus Finnland nahmen an der

Foto: European Union, 2021



Teilnehmende des gemeinsamen Workshops der Bundesbank und des PIK. Foto: PIK

und „Spieltheorie und Netzwerke interagierender Agenten“, untersuchen deshalb, wie kurzfristige wirtschaftliche Interessen der Menschen mit langfristiger ökologischer Nachhaltigkeit in Einklang gebracht werden können. Die über allem stehende Frage ist dabei: Welche Anreize und Mechanismen bringen politische und wirtschaftliche Akteure dazu, den Ausstoß von Treibhausgasen zu reduzieren? Dafür suchte das PIK auch im Jahr 2020 wieder den Austausch mit Vertretern aus Politik, Wirtschaft und ganz gezielt auch dem Finanzwesen.

Klimaszenarien für Zentralbanken

Im Februar 2020 fand ein gemeinsam mit Experten und Expertinnen der Deutschen Bundesbank veranstalteter Workshop zu Klimarisiken für die



Die Earth4All-Initiative bringt Forschende und politische Stakeholder zusammen. Grafik: Club of Rome

Veranstaltung auch die Präsidentin der Europäischen Zentralbank, Christine Lagarde, sowie weitere hochrangige Vertreter verschiedener europäischer Finanzinstitutionen teil.

Zudem hielt Edenhofer im Anschluss auch einen Vortrag vor Expertinnen und Experten der Europäischen Kommission – basierend auf seiner Studie zum Nutzen einer CO₂-Bepreisung für die Bürgerinnen und Bürger, gemeinsam verfasst mit Kollegen vom Institute for New Economic Thinking an der Universität Oxford sowie Nicholas Stern von der London School of Economics.

Earth4All: Neue Initiative für eine Transformation der Wirtschaft

Im November 2020 schließlich rief das PIK gemeinsam mit dem Club of Rome und der Norwegian Business School die internationale Initiative Earth4All ins Leben, die führende Forscherinnen und Forscher und politische Entscheider und Entscheiderinnen zusammenbringt, um transformative politische und wirtschaftliche Lösungen für das 21. Jahrhundert zu erarbeiten. Der Prozess wird dabei über fünf Pfade angetrieben: Energie, Ernährung, Ungleichheit, Armut und Bevölkerung, einschließlich Gesundheit und Bildung.

Dazu gehört, die Energiewende entlang eines „Carbon Law“ zu beschleunigen, das alle zehn Jahre eine Halbierung der Emissionen vorsieht. Letztlich muss dafür die Art und Weise geändert werden, wie Rohstoffe und Energie verwendet und Abfall verarbeitet wird. Für den Ernährungssektor bedeutet das eine rasche Ausdehnung der regenerativen Nahrungsmittelproduktion und eine Umstellung auf nachhaltigen Konsum.

Earth4All wird globale Katastrophenrisiken analysieren, wie z.B. das Überschreiten planetarer Kipp-

punkte, und diese mit der quantitativen Bewertung der wirtschaftlichen Entwicklung entlang der fünf Pfade zu kombinieren. Ziel ist es, detaillierte Pläne für jeden Transformationspfad zu erstellen, damit diese gründlich überprüft und von einer multidisziplinären Kommission wirtschaftlicher Führungskräfte zu klaren politischen Szenarien für die Umsetzung weiterentwickelt werden.

Die Initiative baut auf dem Bericht „Grenzen des Wachstums“ auf, der 1972 vom Club of Rome in Auftrag gegeben und veröffentlicht wurde. Earth4All wird die Ergebnisse der Analysen im Jahr 2022 anlässlich des 50. Jahrestags des ersten „Earth Summit“ – der Umweltkonferenz der Vereinten Nationen in Stockholm – veröffentlichen.

PIK engagiert sich in der Food System Economics Commission (FSEC)

Zusammen mit seinen Partnern EAT und The Food and Land Use Coalition hat das PIK eine unabhängige, interdisziplinäre akademische Kommission einberufen. Ihr Ziel ist eine wissenschaftliche Bewertung der wirtschaftlichen Aspekte des Übergangs zu gesunden, inklusiven und umweltfreundlichen Lebensmittelsystemen. Auf Grundlage evidenzbasierter Politikgestaltung untersucht die Kommission die Dimensionen Inklusion, Gesundheit und Umwelt der Ökonomie von Lebensmittelsystemen. Der übergeordnete Anspruch ist hierbei, eine umfassende ökonomische Bewertung der gegenwärtigen Lebensmittelsysteme, bei der auch bisher nicht berücksichtigte (gesundheitliche, ökologische und soziale) Kosten und Verteilungseffekte berücksichtigt werden. Zu den PIK-Forschern, die in das Projekt involviert sind, gehören Johan Rockström (Leitung), Ottmar Edenhofer (Co-Chair), Hermann Lotze-Campen, Alexander Popp und Benjamin Bodirsky.

Aus der Forschung

Exzellenz im Home-Office: Trotz der von Covid-19 erzwungenen Veränderungen in der Arbeitsweise des Instituts ist es den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern gelungen, ihre Forschung auf unvermindert hohem Niveau zu halten. Natürlich kam es zu Rückgängen bei der Anzahl der Vorträge und durchgeführten Konferenzen, da viele kurzfristig abgesagt werden mussten. Auch die mediale Berichterstattung über die Forschungsergebnisse des PIK lag unter jener der Vorjahre, da Klimathemen in diesem Jahr deutlich weniger in der medialen Aufmerksamkeit standen. Der Hauptindikator für wissenschaftliche Exzellenz, die Anzahl wissenschaftlich begutachteter Veröffentlichungen, konnte aber sogar noch gesteigert werden.

396 Veröffentlichungen und 34.000 Zitationen: das sind neue Höchstwerte. Dabei gehen Quantität und Qualität miteinander Hand in Hand. Über 60 Veröffentlichungen der PIK-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler wurden in „Flagship Journals“ wie Science, Nature oder der renommierten amerikanischen Zeitschrift PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America) veröffentlicht. Einige der Veröffentlichungen schafften es sogar auf die Titelblätter der entsprechenden Zeitschriften. Insgesamt sind PIK-Veröffentlichungen im Jahr 2020 über 34.000-mal von Forscherinnen und Forschern auf der ganzen Welt zitiert worden – ebenfalls ein neuer Rekord.



PIK-Forschende 2020 wieder in der Rangliste der „weltweit meist zitierten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler“

Unter den meist zitierten Forschenden weltweit waren auch 2020 wieder diverse PIK-Beschäftigte. Zwölf von ihnen gehören in ihrem Gebiet laut „Web of Science“ international zu den Top 1%, gemessen an der Häufigkeit, mit der sie von anderen Forschenden in deren Arbeiten zitiert werden. Dass beide Direktoren auf der Liste sind, die zwei wichtige Bereiche vertreten – Johan Rockström mit der Erdsystemforschung und Ottmar Edenhofer mit der Ökonomie –, bestätigt das übergreifende Ergebnis: Die transdisziplinäre Forschung des PIK findet international wissenschaftlich starke Anerkennung.

In diesem Jahr wurden 6167 Forschende aus mehr als 60 Ländern und Regionen in der Liste der „Highly Cited Scientists“ aufgeführt. Während die USA als Heimat der meisten hoch zitierten Expertinnen und Experten weiterhin die Liste dominieren, nimmt ihr relativer Anteil weiter ab. China ist die Nummer zwei, gefolgt von Großbritannien und Deutschland. Die Harvard-Universität in den USA ist die Institution mit der größten absoluten Zahl der aufgeführten führenden Fachleute, gefolgt von der chinesischen Akademie der Wissenschaften und der Stanford University – alle deutlich größere Institutionen als das PIK. Im Ranking hat sich das Institut gegenüber den Vorjahren noch leicht verbessert mit 12 statt zuvor 10 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern: Stefan Rahmstorf, Dim Coumou, Hermann Lotze-Campen, Christoph Müller, Elmar Kriegler, Katja Frieler, Gunnar Luderer, Alexander Popp, Jürgen Kurths, Malte Meinshausen, Ottmar Edenhofer und Johan Rockström.



Special Issue von Climatic Change: Valentina Krysanova, Fred F. Hattermann und Zbigniew W. Kundzewicz waren als Guest Editors für die Erstellung dieser Special Issue verantwortlich.



Coverstory in Nature: Neben dem Artikel eines PIK-Forscherteams stammt auch das Coverfoto von einem PIK-Forscher (Torsten Albrecht).

Von der Erdsystemanalyse über Klimaresilienz bis zu Transformationspfaden und Komplexitätsforschung – folgende Studien stellen besondere Highlights der PIK-Forschung im Jahr 2020 dar:

Meeresspiegelanstieg: Stabilitäts-Check der Antarktis offenbart enorme Risiken

Je wärmer es wird, desto rascher verliert die Antarktis an Eis – und viel davon wohl für immer. Ein Forscherteam des PIK untersuchte die Stabilität des Antarktischen Eisschildes bei fortschreitender globaler Erwärmung. In rund einer Million Stunden Computerrechenzeit zeigen ihre beispiellos detaillierten Simulationen, wo genau und bei welcher Erwärmung der Eisschild instabil wird.

Dabei zeigt sich, dass ein ungebremster Klimawandel gravierende langfristige Folgen haben wird: Bereits bei einer Erwärmung von 2 Grad Celsius über dem vorindustriellen Niveau könnte das Abschmelzen und der beschleunigte Eisabfluss in den Ozeanen letztlich zu einem Anstieg des globalen Meeresspiegels um 2,5 Meter führen. Bei 4 Grad beträgt er langfristig 6,5 Meter und bei 6 Grad fast 12 Meter. Entsprechend wären die Folgen für die weltweit an Küsten gelegenen Städte verheerend.

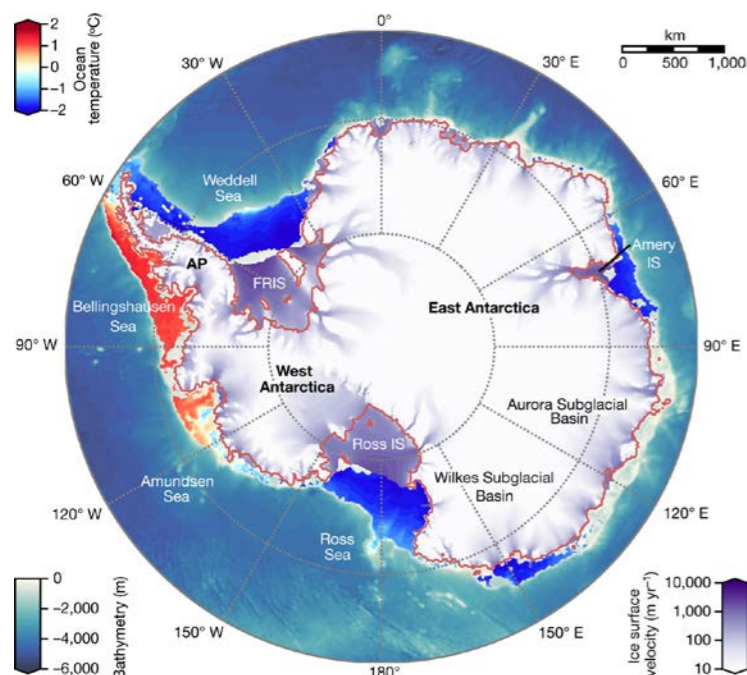
Der Titel der Studie bezieht sich auf das komplexe physikalische Phänomen der Hysterese, mit dem eine Unumkehrbarkeit des Eisverlusts beschrieben wird.

Um den Eisschild vollständig wiederherzustellen, müssten die Temperaturen auf das vorindustrielle Niveau fallen – ein höchst unwahrscheinliches Szenario. Laut einer Medienstudie von Carbon Brief gehört das Paper zu den 25 meistzitierten Klimawandelstudien.

Garbe, J., Albrecht, T., Levermann, A. et al. (2020): The hysteresis of the Antarctic Ice Sheet. – Nature 585, 538–544. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2727-5>

Wie die Auswertung von hydrologischen Modellen die Ergebnisse der Klimafolgenabschätzung beeinflusst – Special Issue der Zeitschrift Climatic Change.

Von PIK-Forscherinnen und -Forschern ist ein Special Issue zu der oben genannten Fragestellung herausgegeben worden. Dabei wurden drei Ziele verfolgt: (a) ein umfassendes Modell-Kalibrierungs- und Validierungsverfahren für hydrologische Modelle auf regionaler Ebene zu testen; (b) die Leistung von hydrologischen Modellen auf globaler Ebene zu bewerten; und (c) aufzuzeigen, ob die Kalibrierungs- und Validierungsmethoden und die Ergebnisse der Modellbewertung die prognostizierten Klimafolgen und den Unsicherheitsbereich beeinflussen. Alle Ziele konnten erreicht werden.



Bereiche mit hohen Eisfließgeschwindigkeiten sind lila gefärbt. Reprinted by permission from Springer Nature: Nature – The hysteresis of the Antarctic Ice Sheet – Garbe, J. et al. Copyright (2020)

Dank der erfolgten Kalibrierung und Validierung sind regional-skalige Modelle robuster und Klimafolgen, die auf diesen Modellen basieren, entsprechend vertrauenswürdiger. Bei global-skaligen Modellen zeigt sich, dass Modelle mit zufriedenstellender oder guter Leistung bei historischen Daten, Ergebnisse zu Klimafolgen mit höherer Glaubwürdigkeit und geringerer Streuung liefern.

Die Ergebnisse sind ein weiterer Erfolg des Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Projectes (ISI-MIP), in dessen Rahmen sie durchgeführt wurden.

Krysanova, V., Hattermann, F. F., Kundzewicz, Z. W. (2020): How evaluation of hydrological models influences results of climate impact assessment – an editorial. Climatic Change, 163, 3, 1121-1141. DOI: 10.1007/s10584-020-02927-8

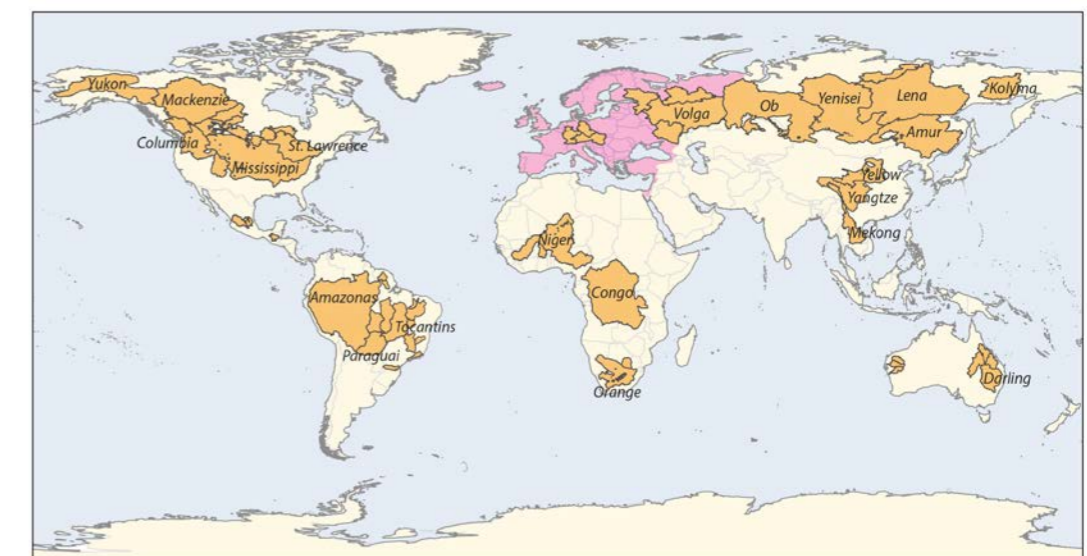
Wie kann der Weg zur CO₂-Neutralität im Jahr 2050 aussehen?

Basierend auf Modellrechnungen mit dem PIK-Modell REMIND, einem globalen integrierten Bewertungsmodell, haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Forschungsabteilung 3 analysiert, wie regionsspezifische Minderungsstrategien aussehen könnten und welche Herausforderungen mit dem Erreichen von Netto-Null-Kohlenstoffemissionen im Jahr 2050 verbunden sind. Im Fokus standen die vier Industrieregionen (EU, USA, Japan

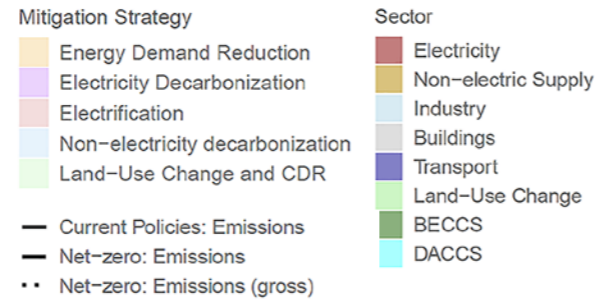
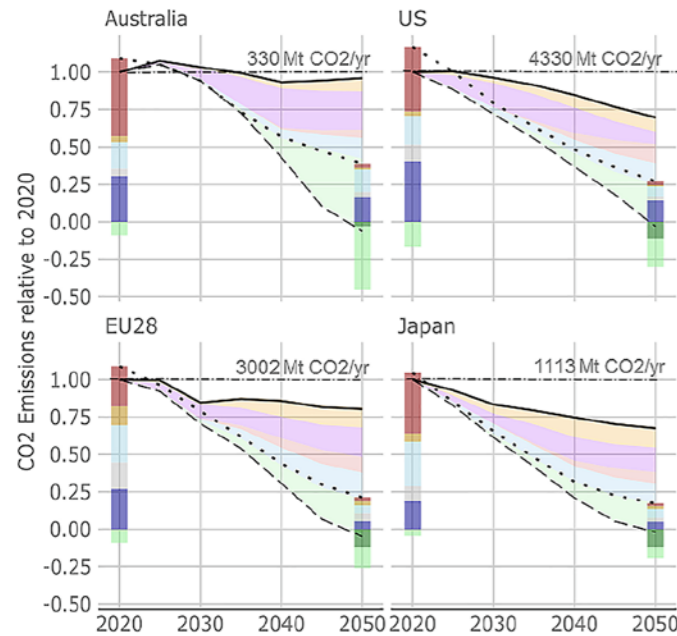
und Australien), die aufgrund ihrer wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit eine führende Rolle bei den globalen Klimaschutzbemühungen spielen könnten. Ausgehend von unterschiedlichen Emissionsprofilen und Trends ließ sich zeigen, dass alle Regionen technologische Optionen und Minderungsstrategien haben, um bis 2050 Kohlenstoffneutralität zu erreichen. Die Ergebnisse unterscheiden sich aber signifikant und hängen vor allem von den regionalen Charakteristika ab, wie der unterschiedlichen Landverfügbarkeit, der Bevölkerungsdichte und dem Bevölkerungstrend.

Technologien zum künstlichen Entfernen von CO₂ aus der Atmosphäre (Carbon Dioxide Removal genannt, kurz CDR) sind für alle Regionen notwendig, da Restemissionen bis 2050 nicht vollständig vermieden werden können. Die Autoren weisen darauf hin, dass diese Technologien gleichzeitig das Risiko eines „Carbon Lock-in“ bergen, wenn die Dekarbonisierungsambitionen in Erwartung von CDR-Technologien, die die Erwartungen nicht erfüllen, zurückgeschraubt werden.

Schreyer, F., Luderer, G., Dias Bleasby Rodrigues, R., Pietzcker, R. C., Baumstark, L., Sugiyama, M., Brecha, R. J., Ueckerdt, F. (2020): Common but differentiated leadership: strategies and challenges for carbon neutrality by 2050 across industrialized economies. – Environmental Research Letters, 15, 11, 114016.



Die am Modellvergleich bei den global-skaligen Modellen beteiligten Fallstudien/Flusseinzugsgebiete: paneuropäischer Bereich und 58 große Flusseinzugsgebiete, verteilt auf acht Klimazonen. (Nur Flusseinzugsgebiete, die größer als 470.000 km² sind, werden mit Namen genannt.) (Krysanova et al. 2020. Licenced under CC BY 4.0.)



Decarbonisierungspfade für vier Industrieregionen EU28, USA, Japan und Australien. (a) Netto-CO₂-Emissionen relativ zu den (modellierten) Werten für 2020 im Referenzszenario (Current Policies) (schwarze Linie) und im Netto-Null-Szenario (gestrichelte Linie). Die gestrichelte Linie stellt die Brutto-Emissionen im Netto-Null-Szenario dar. Die Balken zeigen die sektorale Zusammensetzung der CO₂-Emissionen im Jahr 2020 bzw. 2050. Die Emissionsverringerung zwischen dem Referenzszenario und dem Netto-Null-Szenario ist auf unterschiedliche Minderungsstrategien der jeweiligen Regionen zurückzuführen. Die Referenzemissionen für 2020 sind in absoluten Zahlen oberhalb der vertikalen Linie des Niveaus für 2020 zu sehen. Rechtes Feld (b) Pro-Kopf-CO₂-Emissionen pro Sektor in 2020 und 2050. (Schreyer et al. 2020. Licenced under CC BY 4.0.)

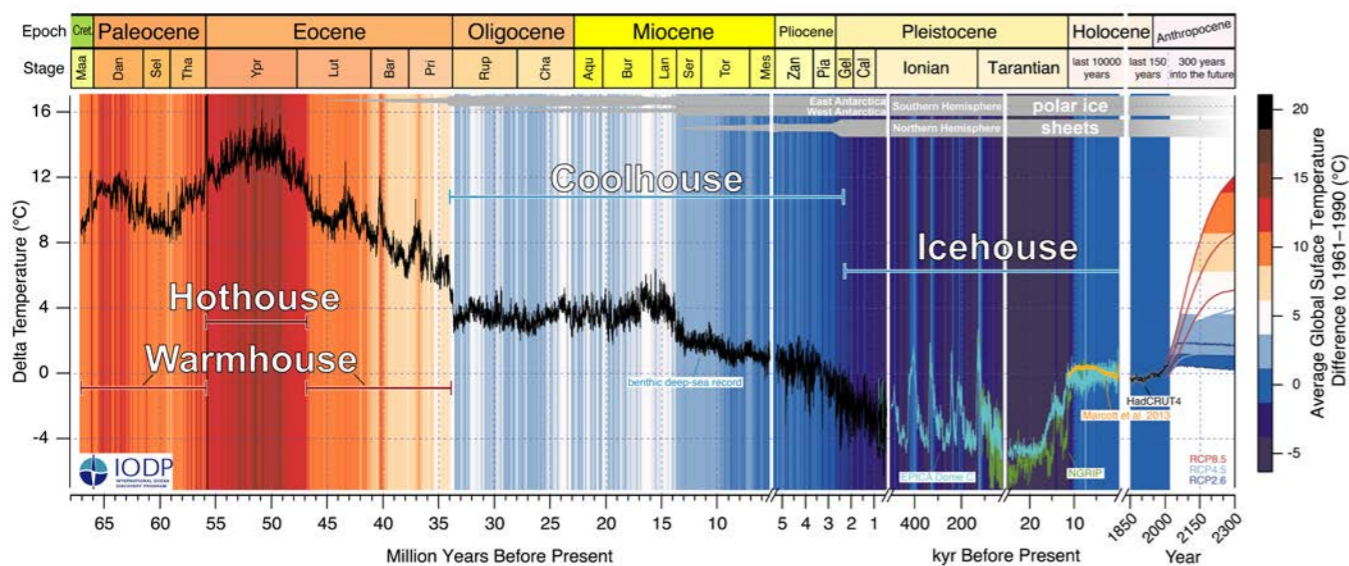
66 Millionen Jahre Klimageschichte aus Ozeansedimenten entschlüsselt

In einer Datenanalyse haben Forschende anhand von Ablagerungen in der Tiefsee das Klima der Erdvergangenheit in vorher nie dagewesener zeitlicher Auflösung nachgezeichnet. Ein internationales Team hat dafür aus Bohrungen im Ozeanboden einen umfangreichen Datensatz zusammengetragen und entschlüsselt. Dabei machen neuartige statistische Methoden aus Forschungsabteilung 4, mit denen komplexe dynamische Systeme untersucht

werden, Klimazustände zum ersten Mal sichtbar. Sie zeigen, wie berechenbar Klimaveränderungen über sehr lange Zeiträume sind. Ihre neue Klimareferenzkurve stellte das Team in der renommierten Fachzeitschrift Science vor.

Westerhold, T., Marwan, N. et al. (2020) An astronomically dated record of Earth's climate and its predictability over the last 66 million years. Science, 369, 6509, 1383-1387. DOI: 10.1126/science.aba6853

Rekonstruktion des Temperaturverlaufes der letzten 66 Millionen Jahre (schwarze Linie) (Nach Westerhold, Marwan et al. 2020)



In eigener Sache



Bettina Hörstrup.
Foto: PIK/Karkow

Bettina Hörstrup zur Administrativen Direktorin ernannt

Die neue Position der Administrativen Direktorin am PIK wurde im August 2020 mit Bettina Hörstrup besetzt. Die promovierte Juristin war zuvor Leiterin der Personalabteilung und Stellvertretung des administrativen Vorstands des Deutschen Geo-ForschungsZentrums, einem Helmholtz-Zentrum. Ihre Ernennung vervollständigt die neue Leitung des Potsdam-Instituts, die mit Johan Rockström und Ottmar Edenhofer als Direktoren 2018/19 gestartet ist.



Sabine Gabrysch,
Foto: PIK/Greb

Sabine Gabrysch in Beiräte der Bundesregierung berufen

Sabine Gabrysch, Leiterin der Forschungsabteilung Klimaresilienz am PIK, wurde in den Wissenschaftlichen Beirat Globale Umweltveränderungen (WBGU) der Bundesregierung berufen. Der WBGU ist ein unabhängiges wissenschaftliches Gremium mit dem Auftrag, Politikberatung zum Globalen Wandel zu leisten, also globale Umwelt- und Entwicklungsprobleme und deren Folgen zu analysieren sowie Handlungs- und Forschungsempfehlungen für die Bundesregierung zu erarbeiten. Zudem wurde Sabine Gabrysch Mitglied des „One Health“-Beirats, der das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung bei der nachhaltigen Politikgestaltung insbesondere in Bezug auf die Verbesserung der Gesundheits-, Ernährungs- und Einkommenssituation der Bevölkerung in Afrika unterstützt.



Johan Rockström.
Foto: PIK/Greb

Johan Rockström zum Mitglied der Leopoldina gewählt

PIK-Direktor Johan Rockström ist zum Mitglied der Leopoldina in der Sektion Geowissenschaften gewählt worden. Ausschlaggebend waren dafür laut der Nationalen Akademie der Wissenschaften seine globale Nachhaltigkeitsforschung, insbesondere seine Veröffentlichungen zu den Planetaren Grenzen unseres Erdsystems. Die Leopoldina bietet politischen Entscheidern und Entscheiderinnen sowie der Öffentlichkeit wissenschaftlich fundierte Beratung. Zu den Mitgliedern gehören bereits PIK-Direktor Ottmar Edenhofer und Direktor Emeritus Hans Joachim Schellnhuber.



Foto: DBU

Edenhofer mit dem Deutschen Umweltpreis ausgezeichnet

Der „Umweltpreis“ – der renommierteste seiner Art in Deutschland – ging 2020 an Ottmar Edenhofer. Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt ehrte den Direktor des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung und des Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change (MCC) für seine bahnbrechenden Arbeiten vor allem auf dem Gebiet der CO₂-Preise. Der Preis wurde Edenhofer am 25. Oktober in Hannover überreicht, die Laudatio hielt Bundespräsident Frank-Walter Steinmeier.

Edenhofer unter den „Top Ten“ der einflussreichsten Ökonomen und Ökonominnen

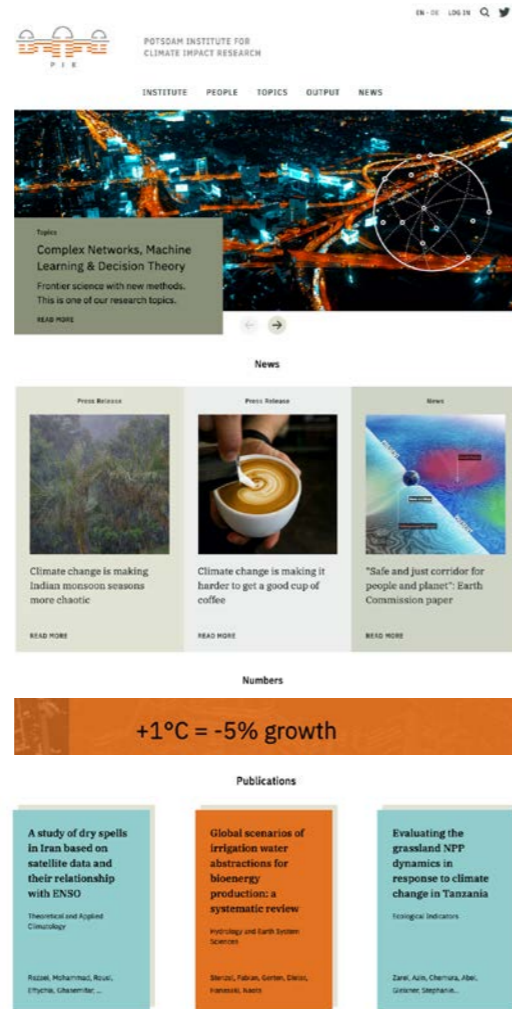
Im Ranking der Frankfurter Allgemeinen Zeitung landete PIK-Direktor Ottmar Edenhofer erneut unter den „Top Ten“ – und dies ein weiteres Mal als einziger Klima-Ökonom in der Spitzengruppe der einflussreichsten Wirtschaftsforschenden Deutschlands. Er punktete besonders stark bei den Zitationen, mit denen sich in der Wissenschaft Forschende auf seine Arbeiten beziehen.

Ricarda Winkelmann auf „Expedition Anthropozän“

PIK-Forscherin Ricarda Winkelmann, Mathematikerin und Glaziologin, bestieg im Frühjahr 2020 gemeinsam mit fünf weiteren Mitgliedern der „Jungen Akademie“ der Leopoldina den ecuadorianischen Vulkan Chimborazo, um in verschiedenen Höhenlagen und Vegetationszonen nach den Spuren der Menschheit im Erdsystem zu suchen. Benannt wurde die Expedition nach dem gegenwärtigen Erdzeitalter, das von dem Menschen als bestimmende geologische Kraft geprägt wird – dem Anthropozän. Die Forschenden berichteten von der Expedition in einem eigenen Blog in der Frankfurter Allgemeinen Zeitung.



Blick über den Gletscher Chimorazo, Foto: FAZ-YouTube



Screenshot der neuen PIK-Webseite

Relaunch der Homepage

Unter der vertrauten Adresse www.pik-potsdam.de veröffentlichte das PIK im Sommer 2020 seine komplett überarbeitete Webseite. Das Re-Design ist erstens moderner und aufgeräumter, mit ruhiger Formensprache und viel Weißraum. Zweitens ist es für mobile Endgeräte und insbesondere Mobiltelefone geeignet, die Anordnung der Elemente auf den Seiten passt sich den kleinen Bildschirmen an. Drittens wird noch deutlicher als zuvor die Wissenschaft ins Zentrum gestellt: Aufmacher der Startseite sind die Forschungsthemen. Auf den Themenseiten werden automatisch – über das so genannte Tagging der entsprechenden Inhalte – alle Neuigkeiten, alle Publikationen, alle Forschenden und alle Projekte zu einem Thema zusammengeführt. Zu den Forschungsthemen wurden von einer Agentur für Web-Design eigens Grafiken entwickelt, die das jeweilige Thema auf dem Grundmotiv des Kreises – der Erdkugel – mit einer wissenschaftlichen Grafik nachempfundenen Formensprache ästhetisch prägnant hervorhebt. Die Webpräsenz des Instituts gewann so deutlich an Funktionalität und Ästhetik. Die Entwicklung des Internetauftritts wurde von einem Team aus IT, Wissenschaftsmanagement und Kommunikation gesteuert.

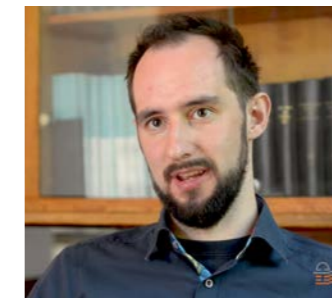
Habilitationen und Professuren

Im Jahr 2020 habilitierten wieder zahlreiche PIK-Forschende oder erhielten Professuren an Hochschulen: Elmar Kriegler, Leiter der PIK-Forschungsabteilung „Transformationspfade“, nahm einen Ruf zum Professor for Integrated Assessment of Climate Change an der Universität Potsdam an. Die Universität Kassel berief PIK-Forscher Christoph Gornott für eine Professur für Agrarökosystemanalyse und -modellierung. Finanziert durch ein Bund-Länder-Programm zur Förderung des Wissenschaftlichen Nachwuchses wird Gornott am Campus Witzenhausen künftig den Fachbereich „Ökologische Agrarwissenschaften“ verstärken.

PIK-Feuerökologin Kirsten Thonicke habilitierte mit einer geoökologischen Forschungsarbeit am Institut für Umweltwissenschaften und Geographie der Universität Potsdam. Ilona Otto wurde als Professorin für Gesellschaftliche Auswirkungen des Klimawandels vom Wegener Center für Klima und Globalen Wandel der Universität Graz berufen. Sie leitet dort eine neue Forschungsgruppe für Sozialwissenschaftliche Umweltforschung. Mit seiner Arbeit „From water resources management towards environmental resources management“ habilitierte Hagen Koch an der Technischen Universität Berlin. Zum Jahreswechsel 2019/20 habilitierte zudem Norbert Marwan mit einer Analyse der Wiederkehreigenschaften geologischer und klimatischer Prozesse an der Universität Potsdam. Im April 2020 wurde er zum Privatdozent für Statistische Geowissenschaften an der Universität Potsdam berufen.



Elmar Kriegler, Foto: PIK/Karkow



Christoph Gornott, Foto: PIK



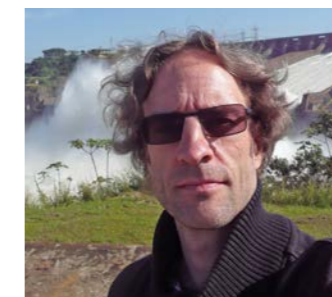
Kirsten Thonicke, Foto: PIK/Karkow



Norbert Marwan, Foto: PIK/Karkow



Ilona Otto
Foto: K. Tzivanopoulos/Uni Graz



Hagen Koch, Foto: privat



Ricarda Winkelmann und Greta Thunberg.
Foto: PIK/Benjamin Kriemann

Greta Thunberg besucht erneut das PIK

Die Klima-Aktivistin Greta Thunberg hat 2020, wie schon im Jahr davor, dem PIK einen Besuch abgestattet, um sich zum aktuellen Stand der Wissenschaft zu informieren. Im Rahmen einer Doku-Serie für die BBC sprach die Schülerin mit PIK-Forscherin Ricarda Winkelmann über den Einfluss der globalen Erwärmung auf das Eis in der Antarktis und den Meeresspiegelanstieg.

Medien-Highlights 2020

1 Anlässlich des Klimastreiks im Herbst 2020 sprach PIK-Forscherin Ricarda Winkelmann im **RBB-Format Brandenburg Aktuell** über ihre persönliche Forschung, die neuesten Erkenntnisse im Klimageschehen und die politischen Rahmenbedingungen, die geschaffen werden müssen, um das Klima zu stabilisieren.

2 In einem Meinungsbeitrag für die **Financial Times** empfahl PIK-Direktor Johan Rockström politischen Entscheidungsträgerinnen und -trägern, umgehend einen Klimanotstand auszurufen.

3 In einem Gastbeitrag für **Die ZEIT** skizzierte PIK-Forscherin und Epidemiologin Sabine Gabrysich einen Weg aus der Corona-Krise mit dem Ziel, sowohl die Menschen als auch den Planeten gesünder zu machen.

4 Waldbrände werden auch in der Europäischen Union zu einem immer größeren Problem. PIK-Forscherin und Feuerökologin Kirsten Thonicke erklärt in der **New York Times** die Herausforderungen des Wald-Managements in Zeiten der Klimakrise.

5 In seiner regelmäßig erscheinenden **SPiegel**-Kolumne erklärte PIK-Forscher Stefan Rahmstorf die Folgen, wenn die lang befürchtete Golfstromsystem-Abschwächung eintritt – insbesondere für Europa.

6 In **BILD** erklärt PIK-Forscher Benjamin Bodirsky, warum pflanzliche Produkte auf unseren Tellern grundsätzlich einen geringeren Umwelt-Fußabdruck haben als tierische.

7 In der **3Sat**-Sendung „Scobel – Leben mit dem Klimawandel“ diskutierte PIK-Forscher Herman Lotze-Campen die Entwicklung von Methoden, die dem Klimawandel entgegenwirken.

8 In der Podcast-Serie **The Sustainability Dialogues** sprechen Snowboard-Legende Xavier De Le Rue und PIK-Direktor Johan Rockström über die Klimakrise, extremes Wetter, Veganismus, Elektroautos und Gletscher.



FINANCIAL TIMES

Opinion Climate change
Why we need to declare a global climate emergency now
It is cheap insurance for future generations to match the risk with action to preserve the ecosystems we all need
JOHAN ROCKSTRÖM
JULY 28 2020
Our planet is no longer stable. Old certainties about the climate are evaporating as rising greenhouse gas emissions accelerate global warming.



9 Die chinesische Nachrichtenagentur **Xinhua** berichtete über eine Studie von PIK-Forscher Anders Levermann, demzufolge die Eisschmelze in der Antarktis allein in diesem Jahrhundert zu einem Anstieg des Meeresspiegels um bis zu 58 Zentimeter führen könnte.

10 Im großen **Handelsblatt**-Interview kommentiert PIK-Direktor Ottmar Edenhofer die EU-Beschlüsse zur Bewältigung der Corona-Krise – und empfiehlt, den Wiederaufbau nach der Pandemie klimafreundlich und nachhaltig zu gestalten.

11 Für eine Episode der **Euronews** Sendung „Climate Now“ erklärte PIK-Forscher Anders Levermann, was das schwindende Meereis in Teilen der Arktis sowie schmelzende Gletscher auf Grönland und der Antarktis für die Menschheit bedeuten.

12 Im US-Politik-Magazin **The Hill** legte PIK-Forscherin Galina Churkina dar, warum die Verwendung von Holz beim Häuserbau einen signifikanten Beitrag zur Senkung von Treibhausgasemissionen leisten kann.

13 Anlässlich großflächiger Waldbrände in Kalifornien, erklärte PIK-Forscher Fred Hattermann im Gespräch mit dem **Redaktionsnetzwerk Deutschland**, auf welche Klimafolgen sich Deutschland einstellen sollte.

14 Das Verteilen von gemahlenem Gestein auf Ackerflächen könnte einen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Im Berliner **Tagesspiegel** sprach PIK-Forscherin Jessica Strefler über Chancen und Risiken der Technologie.

15 Während des ersten Halbjahres 2020 sanken die Treibhausgasemissionen auf ein historisches Tief. In der spanischen Tageszeitung **El País** erklärte PIK-Gründungsleiter Hans Joachim Schellnhuber, warum das nur eine Momentaufnahme war und welche Schritte es für einen Umbau der Weltwirtschaft bedarf.

16 Im populären YouTube-Interviewformat **Jung & Naiv** stellte sich PIK-Direktor Ottmar Edenhofer den Fragen von Journalist Tilo Jung. Dabei ging es sowohl um Edenhofers persönlichen Werdegang als auch um CO2-Bepreisung als umweltpolitisches Instrument.

Wissenschaftliche Politikberatung



Sabine Schlacke und Ottmar Edenhofer sind Vorsitzende des Lenkungskreises der Wissenschaftsplattform Klimaschutz. Fotos: WWU – Benedikt Weischer; photothek

Wissenschaftsplattform Klimaschutz bewertet Corona-Konjunkturpakete

Unter dem Vorsitz von Sabine Schlacke, Professorin für Umwelt- und Planungsrecht an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, und PIK-Direktor Ottmar Edenhofer legte der Lenkungskreis der Wissenschaftsplattform Klimaschutz (WPKS) der Bundesregierung im Juli 2020 eine Stellungnahme zu den klimapolitischen Anforderungen an die Ausgestaltung von Konjunkturpaketen in der Corona-Krise vor. Sie begrüßten einerseits, dass der Klimaschutz insgesamt als wichtige Zieldimension im Konjunkturpaket berücksichtigt wurde und insbesondere eine Vielzahl an Maßnahmen im Zukunftspaket diesem Ziel Rechnung trägt. Andererseits bemängelten sie, dass Klimaschutz und Nachhaltigkeit im Konjunktur- und Krisenbewältigungspaket nur punktuelle Kriterien darstellten.



Außenminister Heiko Maas spricht bei BCSC 2020, Foto: Screenshot/YouTube

Neue Risikoanalyse: Berliner Konferenz zu Klima und Sicherheit

Auf der Berliner Konferenz zu Klima und Sicherheit (BCSC) 2020, veranstaltet vom Auswärtigen Amt in Zusammenarbeit mit dem PIK und adelphi, wurden die Auswirkungen des Klimawandels auf Frieden und Sicherheit diskutiert – das hochrangige Treffen fand bereits zum zweiten Mal in Folge statt. Thema war dabei auch, welche Maßnahmen die internationale Gemeinschaft ergreifen kann, um den Risiken zu begegnen, und die Welt nach der Corona-Pandemie für den Klima-Sicherheits-Nexus zu sensibilisieren. Die Veranstaltung mit Statements von mehr als 14 Außenministerien, Staatsoberhäuptern und UN-Chefs begann mit einer Keynote von Bundes-Außenminister Heiko Maas.

Der Papst beruft Edenhofer als Berater

Ottmar Edenhofer wird künftig das „Dikasterium für den Dienst zugunsten der ganzheitlichen Entwicklung des Menschen“ des Vatikans beraten. Der PIK-Direktor wurde im Dezember 2020 von Papst Franziskus berufen, der die Behörde erst vor wenigen Jahren ins Leben rief. Auftrag des Dikasteriums ist die Stärkung von Gerechtigkeit – insbesondere für Flüchtlinge und Staatenlose, die ihre Heimat aufgrund von Gewalt, wirtschaftlichen Krisen oder Naturkatastrophen verlassen mussten, sowie für Kranke und Arme. Im Jahr 2021 soll das Plenum der rund 50 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter umfassenden Einrichtung wieder in regelmäßigen Abständen im Sitz i Palazzo di San Callisto in Rom zusammenkommen, um Lösungen für aktuelle Krisenherde zu diskutieren.

75 Jahre UNO: Rockström spricht vor Staatsspitzen

Unter dem Motto „The Future We Want, the UN We Need“ eröffneten die Vereinten Nationen im September 2020 ihre 75. Generalversammlung. PIK-Direktor Johan Rockström nahm via Video an einer Veranstaltung der Staats-Chefinnen und -Chefs mit dem Titel „Protect People and Planet“ am 28. September teil und trug zu der Sitzung „Why Global Climate Governance Matters for Business: the Paris Agreement and Beyond“ für die Climate Governance Commission bei. Zudem steuerte er eine Videobotschaft für eine UN-Veranstaltung bei, auf der die Spitzen von Regierungen und Staaten ein gemeinsames Versprechen für die Natur präsentierten. Dieses „pledge for nature“ vereinte kollektive Ambitionen und dringende Maßnahmen auf dem ersten UN-Gipfel zum Thema „Biologische Vielfalt“.



United Nations Plaza in New York City, Foto: the blowup/Unsplash

Start des Kopernikus-Forschungsprojekts zur Energiewende Ariadne

Von der Stromversorgung über die Industrie bis hin zu den Pariser Klimazielen, von einzelnen Sektoren bis hin zum großen Ganzen: Mit dem Projekt Ariadne startete im Juli 2020 ein Verbund führender Forschungseinrichtungen die Arbeit an einem beispiellos umfassenden Forschungsprozess zur Gestaltung der Energiewende. Ziel des auf drei Jahre angelegten Projekts ist es, die Wirkung verschiedener Politikinstrumente besser zu verstehen, um gesellschaftlich tragfähige Energiewende-Strategien entwickeln zu können. Von Beginn an werden Politik, Wirtschaft und Bürgerinnen und Bürger über einen groß angelegten Dialogprozess eingebunden.



Treffen mit den CEOs führender LKW-Hersteller am PIK, Foto: PIK

Lastwagen-Industrie und Klimaforschung vereinbaren klimaneutralen Transport

In einer beispiellosen Erklärung hat Europas Lastwagen-Industrie auf der Grundlage wissenschaftlicher Beratung des PIK im Dezember 2020 angekündigt, dass bis 2040 alle neu verkauften Laster frei von fossilen Brennstoffen sein müssen. Damit soll bis 2050 Klimaneutralität im Straßenverkehr erreicht werden. Dieses Ziel kann erreicht werden, wenn die richtige Infrastruktur zum Laden oder Betanken aufgebaut und ein schlüssiger politischer Rahmen geschaffen wird, um den Übergang voranzutreiben. Dazu gehört eine umfassende CO₂-Bepreisung.

Das PIK und der Europäische Automobilherstellerverband (ACEA) entwickeln in dem sich auch 2021 fortsetzenden Dialog gemeinsam den Fahrplan und die Bedingungen für die Umgestaltung des Straßengüterverkehrs. Dazu gehören neben Investitionen der Nutzfahrzeugindustrie auch politische Optionen wie Straßenbenutzungsgebühren, die sich an den CO₂-Emissionen orientieren, und ein Energiebesteuerungssystem, das sich am Kohlenstoff- und Energiegehalt orientiert.



Von Sektorwissen bis hin zum großen Ganzen: Ariadne erforscht konkrete Optionen zur Gestaltung der Energiewende. Foto: Unsplash

10 New Insights in Climate Science 2020

GUTACHTEN

Die Top 10 der wichtigsten Erkenntnisse der Klimawissenschaft 2020

Die UNFCCC-Generalsekretärin Patricia Espinosa und 57 Forschende aus 21 Ländern, darunter auch PIK-Direktor Johan Rockström, haben auch für das Jahr 2020 wieder die neuesten Erkenntnisse der Nachhaltigkeitsforschung zusammengetragen und für die internationale wissenschaftspolitische Community aufbereitet:

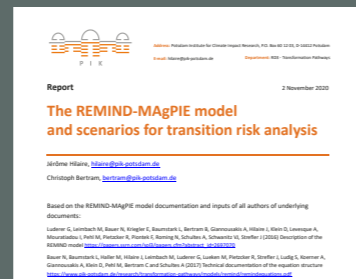
1. Ein besseres Verständnis der Empfindlichkeit der Erde gegenüber CO₂ stärkt die Bereitschaft für ehrgeizige Emissionsenkungen zur Erfüllung des Pariser Abkommens.
2. Emissionen aus dem auftauenden Permafrost sind wahrscheinlich schlimmer als erwartet.
3. Tropische Wälder haben möglicherweise den Höhepunkt ihrer CO₂-Aufnahme erreicht.
4. Der Klimawandel wird die Wasserkrise deutlich verschärfen.
5. Der Klimawandel hat einen Effekt auf unsere psychische Gesundheit.
6. Regierungen nutzen bisher nicht die Chance für einen nachhaltigen Wiederaufbau der Wirtschaft nach COVID-19.
7. COVID-19 und der Klimawandel zeigen die Notwendigkeit eines neuen Gesellschaftsvertrags.
8. Wirtschaftliche Anreize, die primär auf Wachstum ausgerichtet sind, würden das Pariser Abkommen gefährden.
9. Stromversorgung in Städten ist zentral für einen gerechten Übergang zur Nachhaltigkeit.
10. Vor Gericht zu ziehen, um Menschenrechte zu verteidigen, kann eine wesentliche Klimaschutzmaßnahme sein.



Weblink zum vollständigen Bericht



Weblink zum vollständigen Bericht



Weblink zum vollständigen Bericht



Weblink zum vollständigen Bericht



Weblink zum vollständigen Bericht



Weblink zum vollständigen Bericht

Neuseeland und die planetaren Grenzen

Andersen, L. S., Gaffney, O., Lamb, W., Hoff, H., Wood, A., Cornell, S., Häyhä, T., Lucas, P., Rockström, J. (2020): A safe operating space for New Zealand/Aotearoa, Wellington, New Zealand : Ministry for the Environment.

Im Auftrag der neuseeländischen Regierung wandte das PIK gemeinsam mit dem Stockholm Resilience Center das Konzept der planetaren Grenzen auf den Kontext von Neuseeland an, um über Ansätze für Umweltverantwortung, Wohlbefinden und wirtschaftliche Entwicklung zu informieren.

Ein klimaresistentes Europa

Hedegaard, C., Mysiak, J., Lera St. Clair, A., Scicluna Bartoli, M., Cornieti, M., Freitas, H., Holy, M., Jacob, D., Murray, V., O'Connor, K., Pieper, H., Rockström, J., Runnel, A., Espen Stoknes, P., van Ypersele, J.-P. (2020): Proposed Mission: A Climate Resilient Europe: Prepare Europe for climate disruptions and accelerate the transformation to a climate resilient and just Europe by 2030, Brussels: European Commission, 42 p.

In einer Welt zunehmender und sich gegenseitig verstärkender Klimastörungen untersucht der für die Europäische Kommission verfasste Report „A climate resilient Europe“, wie Europa widerstandsfähiger, klimafreundlicher und sozial gerechter werden kann.

Risikoanalysen für den Bankensektor

Hilaire, J., Bertram, C. (2020): The REMIND-MAGPIE model and scenarios for transition risk analysis. A report prepared by PIK for the UNEP-FI Banking Pilot project (Phase 2), Potsdam : Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, 20 p. <https://doi.org/10.2312/pik.2020.006>

Dieser technische Bericht dokumentiert Optimierungsmodelle, die für die Risikoanalyse der „Task-Force for Climate Related Financial Disclosures (TCFD)“ unter Berücksichtigung von makroökonomischen, landwirtschaftlichen, und ökologischen Faktoren vorausschauend beschreiben, welche Risiken und Chancen der Übergang zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft birgt.

Umweltgutachten für das Jahr 2020

Hornberg, C., Niekisch, M., Calliess, C., Kemfert, C., Lucht, W., Messari-Becker, L., Rotter, V. S. (2020): Für eine entschlossene Umweltpolitik in Deutschland und Europa, (Umweltgutachten ; 2020), Berlin : Geschäftsstelle des Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU).

In seinem Umweltgutachten 2020 greift der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) mit Unterstützung des PIK umweltpolitische Themenfelder auf, in denen großer Handlungsbedarf besteht: Klimapolitik, Kreislaufwirtschaft, Gewässerschutz, Lärmschutz, städtische Mobilität und nachhaltige Quartiersentwicklung.

„Planetary Boundaries: Herausforderungen für Wissenschaft, Zivilgesellschaft und Politik“

Keppner, B., Kahlenborn, W., Gornott, H., Lucht, W., Gerten, D. (2020): Planetary boundaries: Challenges for science, civil society and politics, (UBA Texte ; 183/2020), Dessau-Roßlau : Umweltbundesamt, 328 p.

Der für das Umweltbundesamt (UBA) verfasste Bericht untersucht die Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken des gleichnamigen Konzepts. Ziel der Untersuchung ist es, die Anforderungen des Konzepts an Politik, Wissenschaft, Zivilgesellschaft und Wirtschaft zu analysieren und Informationen für die politische Umsetzung zu liefern.

BMZ-Bericht zu Klimarisiken für Äthiopiens Agrarsektor

Murken, L., Carlsburg, M., Chemura, A., Didovets, I., Gleixner, S., Koch, H., Lehmann, J., Liersch, S., Lüttringhaus, S., Rivas Lopez, M. d. R., Noleppa, S., Röhrig, F., Schauburger, B., Shukla, R., Tomalka, J., Yalew, A. W., Gornott, C. (2020): Climate Risk Analysis for Identifying and Weighing Adaptation Strategies in Ethiopia's Agricultural Sector, Potsdam : Potsdam Institute for Climate Impact Research, 150 p. <https://doi.org/10.2312/pik.2020.003>

Der Klimawandel beeinflusst zunehmend Äthiopiens Landwirtschaft, wobei Dürren und schwankende Niederschläge die Lebensgrundlage der Bauern bedrohen. Die im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) verfasste Studie liefert deshalb eine umfassende Analyse des Klimarisikos für den äthiopischen Agrarsektor.

Berlin und Brandenburg das PIK aktiv in der Heimat

Online Sommerschule Klimawissen mit dem Museum für Naturkunde Berlin

Zwei Leibniz-Institute, das Museum für Naturkunde Berlin und das PIK, luden während der Berliner Sommerferien zu einem wöchentlichen digitalen Austausch mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern ein. Unterschiedliche Probleme und Lösungen rund ums Klimathema wurden vorgestellt und gemeinsam mit allen Teilnehmenden diskutiert. Zu den Themen gehörten unter anderem die Top 10 der Klimaforschung von 2019, die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Coronakrise und Klimakrise, der Meeresspiegelanstieg, planetare Grenzen und globale Ungleichheit.



Museum für Naturkunde Berlin, Foto: Jörg Zägel CC BY-SA 3.0

Fritz Reusswig in den Potsdamer Klimarat berufen

Der PIK-Soziologe Fritz Reusswig wurde im Februar 2020 in den neuen Potsdamer Klimarat berufen. In dem achtköpfigen Expertengremium wird er in der laufenden Wahlperiode für das Handlungsfeld „private Haushalte und Konsum“ verantwortlich sein. Der Potsdamer Klimarat hat als ehrenamtliches Gremium die Aufgabe, die Umsetzung des Masterplans Klimaschutz der brandenburgischen Landeshauptstadt zu begleiten, mögliche Zielkonflikte bei der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen zu identifizieren, und Impulse im gesellschaftlichen Diskurs zu mehr Nachhaltigkeit und Klimaschutz zu geben.



Fritz Reusswig berät die Stadt Potsdam als Experte im Klimarat.
Foto: YouTube-KGMNE



Christopher Reyer, Foto: PIK/Karkow

Klima-Expertise hoch über Berlin

Schon in 30 Jahren könnten in deutschen Metropolen klimatische Bedingungen wie am Mittelmeer herrschen. Für den Beitrag „Es wird heiß: Wie bleiben unsere Städte lebenswert?“ der ZDF-Doku-Reihe „Terra X“ erkundete PIK-Forscher Fritz Reusswig deshalb mit einer Wärmebildkamera ausgestattet im Helikopter Berlin von oben. Dabei ging es unter anderem um die Bedeutung von Kleingartenanlagen als urbane Frischluftschneisen.



Fritz Reusswig hebt ab, um sich Hitzeinseln und Frischluftschneisen von oben anzusehen. Foto: Unsplash

PIK-Wissenschaftler Christopher Reyer in den Forstausschuss Brandenburg gewählt

Christopher Reyer, der die Arbeitsgruppe „Wald und Ökosystemresilienz“ am PIK leitet, gehört seit 2020 dem Forstausschuss des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz an. Der Ausschuss berät die oberste Forstbehörde bei Fragen von grundsätzlicher Bedeutung. Vor wichtigen Entscheidungen und Maßnahmen der obersten Forstbehörde, wie zum Beispiel einer Überarbeitung von Fördermaßnahmen nach Extremwetterereignissen, wird er künftig im Rahmen seiner Beratungstätigkeit beteiligt.

Brandenburgische Staatskanzlei beruft Edenhofer in Nachhaltigkeitsbeirat

Ottmar Edenhofer wird künftig die Brandenburgische Landesregierung bei der Weiterentwicklung ihrer Nachhaltigkeitsstrategie unterstützen. Gemeinsam mit fünf weiteren Vertreterinnen und Vertretern aus Wissenschaft, Industrie und Zivilgesellschaft wurde er in den Nachhaltigkeitsbeirat gewählt, der die Staatskanzlei zu aktuellen Herausforderungen wie Klimawandel, Gleichwertigkeit von Lebensverhältnissen und der COVID-19-Pandemie berät.

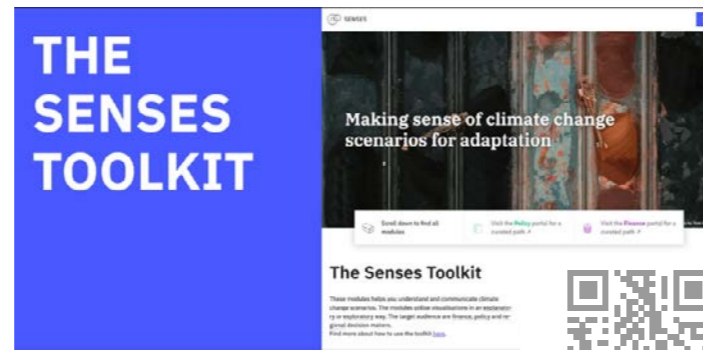


Brandenburgs Ministerin für Wissenschaft, Forschung und Kultur, Manja Schüle, und PIK-Direktor Ottmar Edenhofer, Foto: PIK

Wissens- und Technologietransfer

SENSES: Klimaszenarien für Entscheidungsträger

Damit Klimaszenarien für Entscheiderinnen und Entscheider nutzbar werden, hat ein internationales Forschungsteam unter der Leitung von PIK-Forscher Elmar Kriegler eine umfassende interaktive Online-Plattform entwickelt. Die SENSES-Plattform stellt die Werkzeuge zur Nutzung dieser Szenarien – von Klimafolgen bis hin zur Klimastabilisierung – einer breiteren Öffentlichkeit jenseits der Wissenschaft zur Verfügung. Sie soll Unternehmen, Finanzmärkte, Politik und Zivilgesellschaft dabei unterstützen, die Bedrohung durch die globale Erwärmung und Möglichkeiten zu ihrer Begrenzung besser einzuschätzen.



SENSES Toolkit (Screenshot)



Link zur Plattform

„Das Klima hat einen globalen Krisenpunkt erreicht“: PIK-Direktor gibt TED Talk



„Das Klima hat einen globalen Krisenpunkt erreicht“: PIK-Direktor Johan Rockström nahm am TED-Countdown teil (Foto: TED Countdown/Screenshot)



Link zur Plattform

„We Can Change Climate Change“ – das ist das Motto von TED Countdown, einer im Oktober 2020 gestarteten Initiative von Wissenschaftlerinnen, Künstlern, Regierungsvertreterinnen und Aktivisten, um gemeinsam konkrete Ideen für eine nachhaltige Zukunft zu entwickeln. Unter ihnen ist auch PIK-Direktor Johan Rockström, der in einem packenden und visuell spektakulären Videostatement die Weltgemeinschaft dazu aufrief, „zu Verwaltern des gesamten Planeten zu werden“.

Zu weiteren Rednerinnen und Rednern, die beim globalen Launch der Initiative mitwirkten, gehörten UN-Generalsekretär António Guterres, die Präsidentin der Europäischen Kommission Ursula von der Leyen und Papst Franziskus sowie die US-Schauspieler und Aktivisten Mark Ruffalo und Don Cheadle.

Facebook launcht Klima- Informationszentrum mit Beiträgen des PIK

Facebook, das weltweite soziale Netzwerk, startete im September 2020 ein Klima-Informationszentrum, zu dem führende Institutionen – darunter das PIK, der Weltklimarat IPCC, die Weltorganisation für Meteorologie (WMO), das Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP), die Klimaforschenden der US-Weltraumbehörde NASA, die National Oceanic and Atmospheric Administration der USA (NOAA), das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI) und der Deutsche Wetterdienst (DWD) – wissenschaftliche Informationen beitragen. Das „Climate Science Information Center“, wie es auf Englisch heißt, lief in den USA, Großbritannien, Frankreich und Deutschland an und soll bald auch in anderen Ländern eingeführt werden.



„Die größte Geschichte unserer Zeit“: PIK@Gamescom 2020

Extreme Wetterereignisse, der Anstieg des Meeresspiegels oder dessen Begrenzung, durch das Klima ausgelöste gewaltsame Konflikte und deren Lösung: Der Klimawandel hat ein enormes narratives Potenzial für Entwicklerinnen und Entwickler von Computerspielen. Auf der diesjährigen devcom digital conference 2020, dem zweiwöchigen digitalen Event für „developer“ als Teil der weltgrößten Videospiele-Expo Gamescom, präsentierte Anders Levermann den Kreativen in der Spieleindustrie die neuesten Erkenntnisse der Klimafolgenforschung. Das Ziel: mehr Spiele-Entwicklerinnen und -Entwickler zu ermutigen, das Thema Klima in ihre zukünftigen Projekte aufzunehmen. Das PIK-Kommunikationsteam arbeitet mit deutschen und internationalen Veranstaltern und Verbänden der Branche an weiteren Formaten des Austauschs.



Anders Levermann hält einen Online-Vortrag bei der devcom 2020, Foto: Screenshot

Neues Online-Portal zur Qualifizierung und Vernetzung von Transferverantwortlichen

Im Rahmen des Verbundvorhabens „BePerfekt: Befähigung von Personen und Teams in Transferstrukturen“ ist neben innovativen Qualifizierungsmodulen ein Online-Portal mit dazugehörigem



Prototyp der App von SCIARA, Foto: Screenshot/SCIARA

Neue App: „Klima-Zeitreisen“ als Test für künftige Entscheidungen

Wer sich Gedanken um die Klima-Zukunft macht, kann bald in einem „citizen science“ Experiment zum Verständnis der sozialen Dynamik des Klimawandels beitragen. In einer durch Spenden finanzierten Online-Simulation, die momentan von der Non-Profit-GmbH SCIARA in Kooperation mit dem PIK entwickelt wird, erkunden die Nutzerinnen und Nutzer spielerisch virtuelle Klima-Zukünfte, treffen Entscheidungen und sehen deren Folgen.

Auf der Basis von so ermittelten Verhaltensmustern sollen einmal Entscheiderinnen und Entscheider in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft Klimaschutzmaßnahmen vor der Umsetzung auf ihre gesellschaftliche Akzeptanz und Wirksamkeit überprüfen können – und so nachhaltig effektive Entscheidungen treffen. Das PIK stellt dabei Modelle und Daten bereit, berät bei der Erstellung von Szenarien und unterstützt bei der wissenschaftlichen Umsetzung.

Businessplan erarbeitet worden. Das Portal bietet der deutschen WTT-Community neben umfangreichen aktuellen Informationen rund um den Transfer auch Möglichkeiten zur Weiterbildung und Kollaboration. „Dadurch, dass es gelungen ist, mit dem Branchenverband TransferAllianz einen Träger für das Online-Portal zu finden, stehen die erarbeiteten Bildungsmodule der Öffentlichkeit auch nach Projektende zur Verfügung und können nachhaltig genutzt werden“, so Projektleiterin Ulrike Sylla.

Viertes Jahr in Folge: PIK Forscherin sagt korrekten Monsun-Beginn vorher

Eine von PIK-Forscherin Elena Surovyatkina entwickelte Methode zur Vorhersage des Beginns des Sommermonsuns in Zentralindien hat sich 2020 zum vierten Mal in Folge als erfolgreich erwiesen. Surovyatkina sagte korrekt vorher, dass die für die regionale Landwirtschaft essentiellen Regenfälle zwischen dem 18. und 26. Juni 2020 beginnen würden. Mit der globalen Erwärmung verändert sich der indische Monsun. Dies macht langfristige Prognosen noch wichtiger. Surovyatkina steht seit längerem schon mit dem indischen Wetterdienst in Kontakt, der an der Vorhersage Interesse hat. Das Modell der Wissenschaftlerin soll in den kommenden Jahren auch auf Vorhersagen für Dürren in der Amazonasregion ausgeweitet werden.

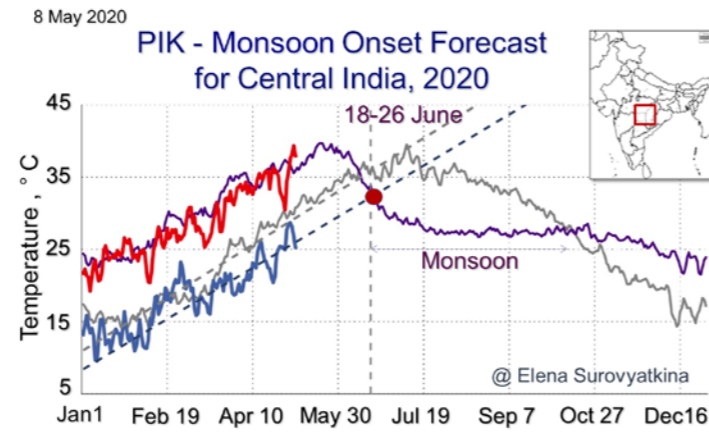


Bild: PIK / Surovyatkina

Johan Rockström in Daimlers Beirat für Integrität und Unternehmensverantwortung berufen

Der Automobilhersteller Daimler hat Johan Rockström in seinen Beirat für Integrität und Unternehmensverantwortung berufen. Als eines von neun unabhängigen Mitgliedern aus Wissenschaft, Bürgerorganisationen und Wirtschaft wird Rockström den Veränderungsprozess, vor dem die Automobilindustrie steht, mit seinem kritischen Denken begleiten. Bereits seit 2016 ist Ottmar Edenhofer Mitglied im Nachhaltigkeitsrat von Volkswagen, einem Gremium, das ebenfalls die Aufgabe hat, bei strategischen Themen der Nachhaltigkeit und der sozialen Verantwortung mit Rat und Tat zur Seite zu stehen.

„Sustainability Dialogues“ Podcast – Rockström trifft Snowboarder de le Rue

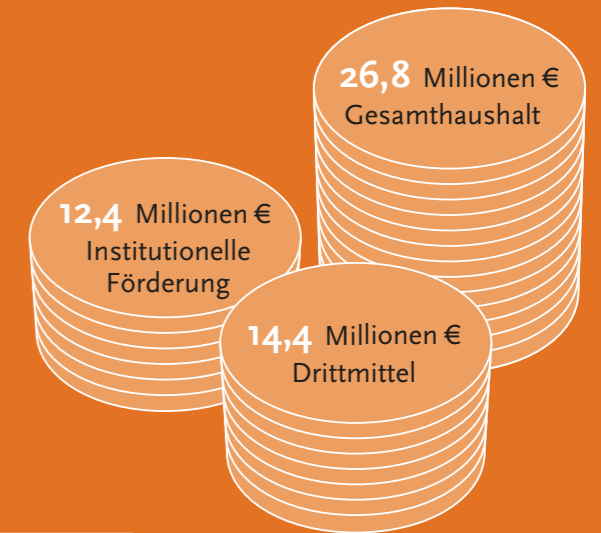
Was passiert, wenn der mehrfache Boardercross- und Freeride World Tour Champion Xavier de le Rue gemeinsam mit PIK-Direktor Johan Rockström in die Berge aufbricht? Ein fünfteiliger „Sustainability Dialogues Podcast“, in dem die beiden über Eis und Gletscher, extreme Wettermuster, erneuerbare Energien, nachhaltige Verkehrsmittel, Ernährung sowie einige der Maßnahmen sprechen, die ergriffen werden müssen, wenn man etwas verändern möchte.



Johan Rockström und Xavier de le Rue in den Bergen. Foto: Melody Sky

02 ECKDATEN

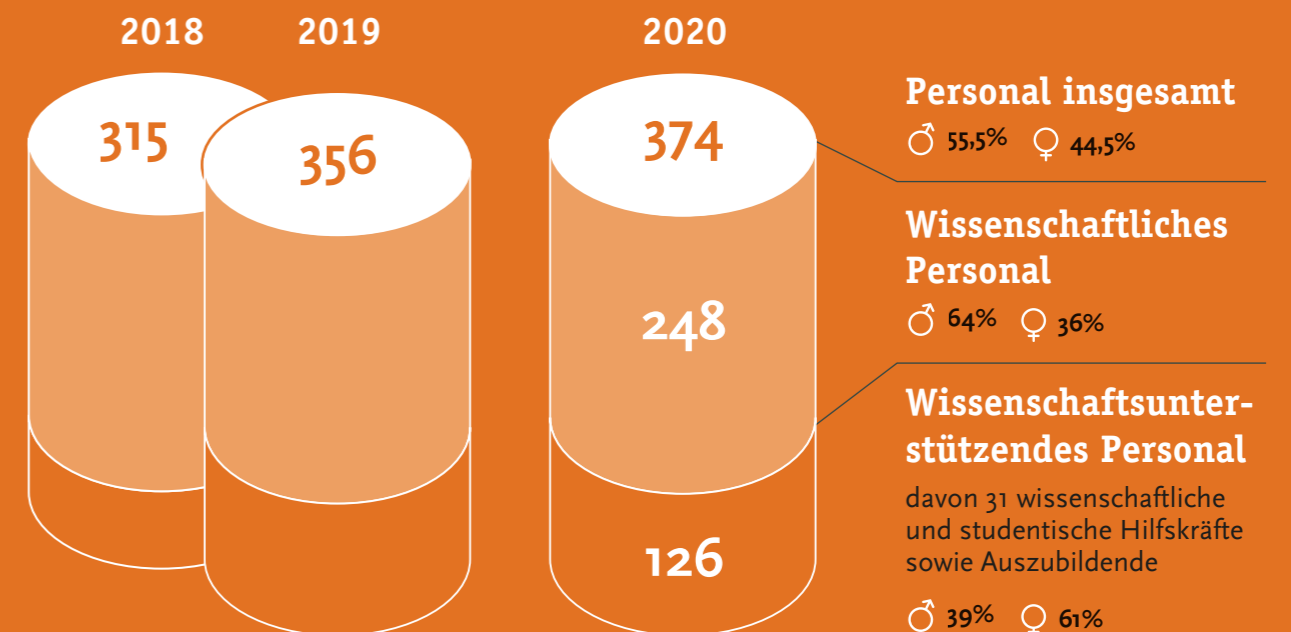
Stand: 31.12.2020



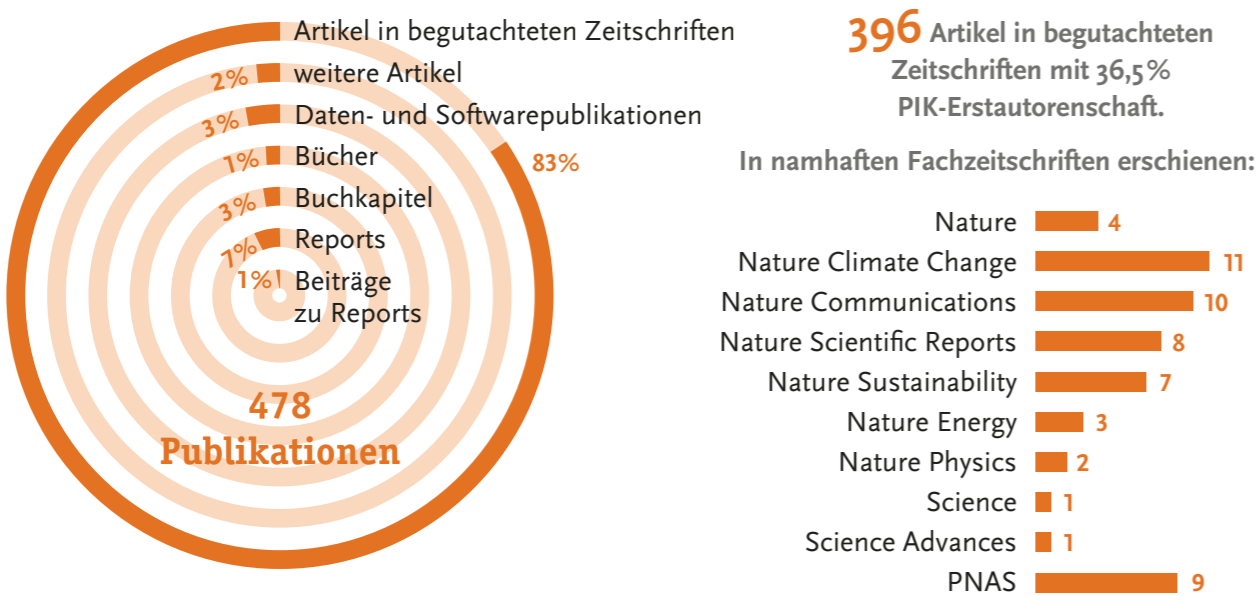
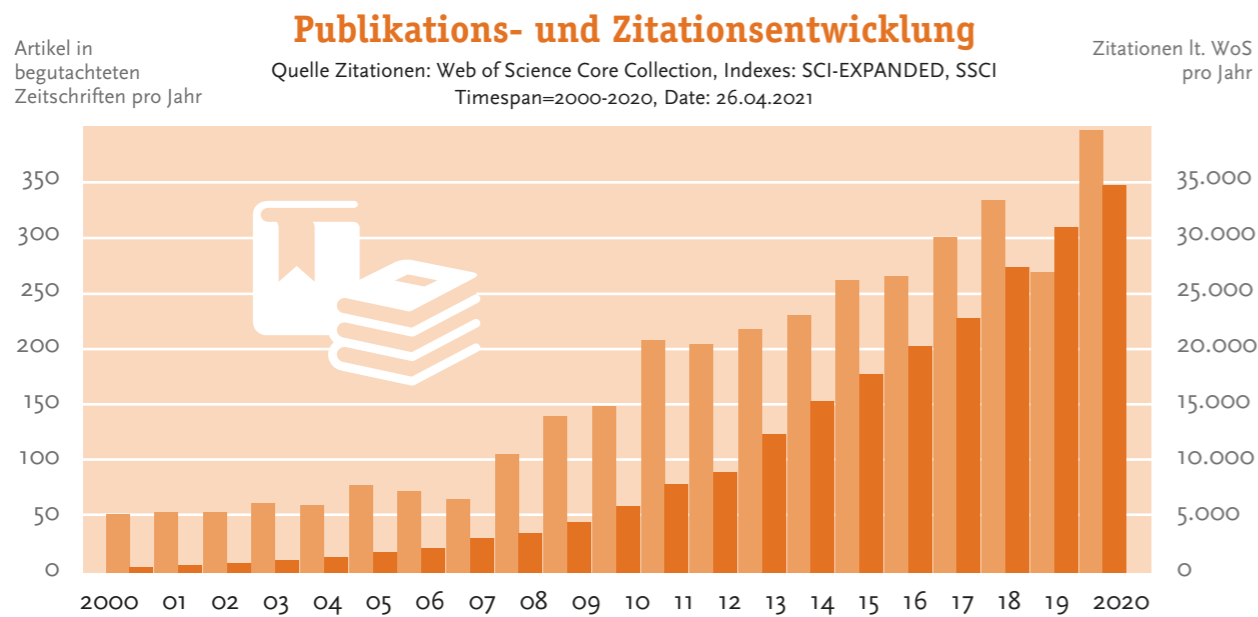
FINANZIERUNG



BESCHÄFTIGUNGSZAHLEN



PUBLIKATIONEN



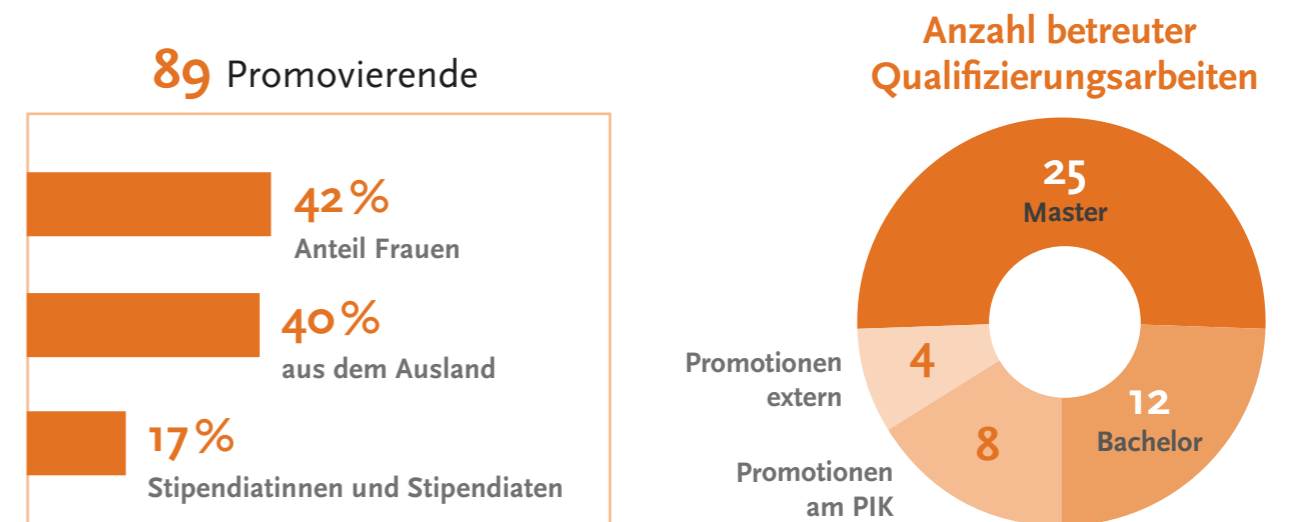
PIK IN DEN MEDIEN



VORTRÄGE, LEHRE UND VERANSTALTUNGEN



WISSENSCHAFTLICHER NACHWUCHS



03 FORSCHUNGS- BEREICHE



Forschungsabteilung 1 – Erdsystemanalyse

Leitung: Stefan Rahmstorf & Wolfgang Lucht

Stellvertretende Leitung: Kirsten Thonicke & Georg Feulner

Was können wir aus der klimatischen Vergangenheit der Erde und neuen Messdaten über die heutige und zukünftige Dynamik des Erdsystems lernen?

Die thematischen Schwerpunkte und Ziele sind:

- **Kipppunkte.** Grundlagenforschung über nichtlineare Erdsystemprozesse und potentielle kritische Schwellen.
- **Planetare Grenzen.** Politikrelevante Forschung zur Definitionen, Quantifizierungen und Operationalisierungen von planetaren Grenzen und deren Wechselwirkungen.
- **Entwicklungspfade der Erde.** Forschung über die Dynamik und Funktionsweise des Erdsystems unter natürlichem und menschlichem Antrieb sowie die daraus resultierenden lang- und kurzfristigen Entwicklungspfade.
- **Extremereignisse.** Forschung über die dynamischen Mechanismen und sich verändernde Statistik extremer Wetterereignisse auf einer sich erwärmenden Erde.

Struktur der Forschungsabteilung 1



Leitung: Stefan Rahmstorf & Wolfgang Lucht, Stellvertretung: Kirsten Thonicke & Georg Feulner, Koordination: Christine von Bloh, Sekretariat: Brigitta Krukenberg



Die Forschung in Forschungsabteilung 1 (RD1) wird in sieben Arbeitsgruppen durchgeführt, die jeweils von erfahrenen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern geleitet werden. Diese unterteilen sich in zwei Themenbereiche: „Wechselwirkungen im Erdsystem“, koordiniert von S. Rahmstorf, mit dem Ziel, unser Verständnis des Erdsystems im Lichte der planetaren Grenzen zu verbessern und „Menschlicher Lebensraum und Integrität der Biosphäre“, koordiniert von W. Lucht, mit dem Ziel, die zentrale Rolle der Ökosphäre für die biogeochemischen Kreisläufe der Erde und ihre Nutzung

durch den Menschen zu untersuchen. Die beiden Themenbereiche spiegeln zwei Hauptpfeiler des Zustands des Erdsystems wider. Das eng mit RD1 verbundene FutureLab (FL) „Erdsystemresilienz im Anthropozän“ führt diese Forschung weiter, um die Eigenschaften eines stabilisierten Erdsystems im Anthropozän und Entwicklungspfade dorthin zu skizzieren.

Die Arbeitsgruppen werden in einigen ihrer Arbeiten abteilungsübergreifend koordiniert; so liefern sie z.B. gemeinsam die Grundlagen für die Entwicklung des Potsdamer Erdmodells POEM.

Die Arbeitsgruppen spiegeln die aktuellen Schwerpunkte der RD1 Forschungsagenda wider: Zwei Gruppen arbeiten zu lang- und kurzfristigen Trajektorien im Erdsystem (einschließlich paläoklimatischer sowie ozeanischer Forschung), zwei zu besonders wichtigen Subsystemen (Eis- und Landökosysteme), eine zu planetaren Grenzen und sicherem Handlungsraum für die Menschheit und eine zur Modellierung der Koevolution zwischen Mensch und Umwelt im Anthropozän. Das FL ist eng mit RD1 verbunden, da seine doppelte Leitung seit langem erfolgreich und innovativ in RD1 forscht und das FL stark auf den wissenschaftlichen Ergebnissen von RD1 aufbaut.

Ausgewählte Ergebnisse

FORSCHUNGSSCHWERPUNKT „WECHSELWIRKUNGEN IM ERDSYSTEM“

Arbeitsgruppe – Langfristige Dynamik des Erdsystems

Entwicklung eines Pakets neuer Modelle für das verbesserte Verständnis simulierter Eiszeitzyklen sowie für besonders langfristige Zukunftsprognosen. Aufbauend auf Ergebnisse des Erdsystemmodells mittlerer Komplexität CLIMBER-2 wurden in Verbindung mit Paläoklimadaten eine Reihe von Modellen niedriger Ordnung mit dem Ziel entwickelt, das Verständnis und die Simulation vergangener und zukünftiger Eiszeitzyklen zu verbessern. CLIMBER-2 bildet erfolgreich die Eiszeitzyklen des gesamten Quartärs (die letzten 2,7 Millionen Jahre) ab und bildet einen wichtigen Baustein, die Milankovic-Theorie modelltechnisch zu untermauern. Das Modell ist über viele Jahre in der Gruppe entwickelt worden. Ein weiteres Modell simuliert das globale Eisvolumen, die CO₂-Konzentration und die globale Temperatur über die nächsten Millionen Jahre für verschiedene anthropogene CO₂-Emissionsszenarien. Dieser Zeithorizont ist entscheidend für die Entwicklung sicherer Atommüll-Lagerstätten. Die Arbeit wird in Zusammenarbeit mit den Schweizer Institutionen durchgeführt, die für die Entwicklung solcher Anlagen verantwortlich sind. Die Ergebnisse der Modellsimulationen bestätigten frühere Befunde, dass selbst mittlere kumulative anthropogene CO₂-Emissionen eine sehr lang anhaltende Auswirkung auf die zukünftige Entwicklung des Erdsystems haben können.

Arbeitsgruppe – Eisdynamik

Dynamik der Eisschilde auf Grönland und Antarktis, Meeresspiegel-Projektionen und Hysterese-Verhalten. Die Arbeitsgruppe hat im vergangenen Jahr ihre Forschung zur Dynamik der polaren Eisschilde fortgesetzt, mit einem speziellen Fokus auf der Rolle des Fließgesetzes (Zeit et al. 2020). Mit dem Parallel Ice Sheet Model (PISM) sowie dem Potsdam Ice-shelf Cavity Model (PICO), die beide am PIK leitend mitentwickelt werden, wurde das erste umfassende Ensemble von Simulationen des antarktischen Eisschildes über mehrere Eiszeitzyklen hinweg erstellt (Albrecht et al. 2020a,b). In einem Pilotprojekt wurde das Eisschildmodell PISM erstmalig mit dem Ozeanmodell MOM gekoppelt (Kreuzer et al. 2020). Darüber hinaus hat die Gruppe mit PISM zu mehreren großen Modellvergleichsstudien beigetragen, darunter das vom PIK geleitete Linear Antarctic Response Model Intercomparison Project LARMIP-2 (Levermann et al. 2020), das Marine Ice Sheet Model Intercomparison Project MISIP+ (Cornford et al. 2020), das Antarctic BUtressing Model Intercomparison Project ABUMIP (Sun et al. 2020) und das Ice Sheet Model Intercomparison Project ISMIP6 (Seroussi et al. 2020). Die historische Entwicklung und die Schmelz-Sensitivität spielen dabei eine entscheidende Rolle für Meeresspiegelprojektionen sowie die langfristige Stabilität des antarktischen Eisschildes (Reese et al. 2020). In einer in Nature veröffentlichten Studie wurde gezeigt, dass die selbstverstärkenden Mechanismen im Eis bei Überschreitung kritischer Temperaturen zu irreversiblen Eisverlust und Hysterese-Verhalten in der Antarktis führen (Garbe et al. 2020).

Arbeitsgruppe – Zustände des sich wandelnden Erdsystems

Neue Erkenntnisse zur Atmosphärenzirkulation über dem Nordatlantik und ihren Auswirkungen auf das Klima Europas, zur Wechselwirkung von Tropen und mittleren Breiten und zu den Ursachen von winterlichen Kälteextremen. Verschiedene Moden der Nordatlantischen Oszillation (NAO) und ihre Effekte auf Temperatur und Niederschlag in Europa wurden identifiziert (Rousi et al. 2020a). Zudem wurden die Veränderungen der NAO unter globaler Erwärmung quantifiziert, die zu signifikant höheren Risiken von winterlichen Überschwemmungen in Nordwesteuropa und sommerlichen Dürren in West- und Mitteleuropa führen (Rousi et al. 2020b). Die Gruppe untersuchte die kausalen Zusammenhänge zwischen den dominanten

Variabilitätsmustern von sommerlichen Klimaschwankungen in den Tropen und den mittleren Breiten auf der Nordhalbkugel und konnte zeigen, dass der Einfluss auf die mittleren Breiten auf kurzen, der indische Sommermonsun dagegen auf monatlichen Zeitskalen dominiert (Di Capua et al. 2020). Desweiteren wurde untersucht, wie der Polarwirbel in der Stratosphäre winterliche Kälteextreme in Nordamerika und Europa beeinflusst. Es konnte festgestellt werden, dass Kaltlufteinbrüche in den USA wie im Winter 2018/19 mit sogenannten Wellenreflektionsereignissen zusammenhängen, während die Kältewelle im Februar 2019 in Europa mit plötzlichen Erwärmungen der Stratosphäre korrelierte. Ein Verständnis dieser Mechanismen ist ein wichtiger Schritt auf dem Weg zu besseren Vorhersagen (Matthias und Kretschmer 2020).

Stärkere Belege für eine Abschwächung des Golfstromsystems im 20. Jahrhundert. In einer Übersichtsstudie konnte gezeigt werden, dass inzwischen eine stattliche Anzahl von unterschiedlichen Studien auf Basis verschiedener Proxydaten und Analysemethoden unsere frühere Folgerung stützt, dass die Atlantikzirkulation sich im 20. Jahrhundert signifikant abgeschwächt hat. Sie ist demnach jetzt schwächer als je zuvor in den vorangegangenen tausend Jahren (Caesar et al. 2021).

Starke Klimaschwankungen durch Vulkanausbrüche vor rund 200 Millionen Jahren. Das Massensterben am Ende der Trias, eine der fünf größten Biodiversitätskrisen in der Erdgeschichte, wird allgemein mit intensivem Vulkanismus in Verbindung gebracht. In einer Modellstudie konnte gezeigt werden, dass die bei den wiederholten Vulkanausbrüchen entstehenden Gase zu einer langfristigen Erwärmung geführt haben, die aber immer wieder durch Phasen drastischer Abkühlung unterbrochen wurde. Diese starken Klimaschwankungen könnten zur Schädigung der Biosphäre beigetragen haben (Landwehrs et al. 2020).

FORSCHUNGSSCHWERPUNKT „DER MENSCHLICHE LEBENSRAUM UND DIE INTEGRITÄT DER BIOSPHÄRE“

Arbeitsgruppe – Ökosysteme im Wandel
Dynamisches Wurzelwachstum und variable Wurzelstrategien beeinflussen räumliche Verbreitung der immergrünen Regenwälder in Südamerika. Dynamisches Wurzelwachstum, gekoppelt an das

Höhenwachstum der Bäume, und die Konkurrenz verschiedener Wurzelstrategien um Bodenwasser bis in tiefe Sedimentschichten verbessern die Simulation der räumlichen Verteilung immergrüner und regengrüner tropischer Wälder in Südamerika sowie die modellierte Saisonalität der Verdunstung im LPJmL4-Modell entscheidend (Sakschewski et al. 2020). Diese entscheidenden Verbesserungen lösen langjährige Modellierungsherausforderungen und ermöglichen es, die Bedeutung variabler Wurzeln für den Wasserkreislauf und die Stabilität der Wälder genauer zu untersuchen.

Feuer beeinflusst Biomassenhysterese tropischer Wälder unter Klimawandel. Bei steigendem CO₂-Gehalt in der Atmosphäre und dem damit verbundenen Klimawandel konnten jetzt mit dem Potsdam Earth Model POEM die gekoppelten biophysikalischen Effekte auf die Rückkopplungen zwischen Vegetation, Feuer und Klima untersucht werden (Drüke et al. 2021). Das Feuer beeinflusst die Biomasse in den Tropen und verzögert die Erholung des gesamten Bioms bei einer anschließenden Absenkung der atmosphärischen CO₂-Konzentration. Nachdem der CO₂-Wert wieder einen vorindustriellen Wert angenommen hat, benötigt das System weitere 200 Jahre, bis die ursprünglichen Biomassewerte wieder erreicht werden (Drüke et al. 2021 angenommen). Diese langfristigen Folgen verdeutlichen die Notwendigkeit, Klimaanpassungsmaßnahmen über das 21. Jahrhundert hinaus zu betrachten.

Klimawandel verkürzt den Zeitraum für Überlandfahrten in der Tundra. Permafrost und Schneedynamik sind für die Simulation hydrologischer Prozesse in arktischen Einzugsgebieten von großer Bedeutung. Neu entwickelte Indizes zur Modellgüte trugen dazu bei, Vergleiche globaler Modelle konzeptionell voran zu bringen (Gädeke et al. 2020). Darauf aufbauend wurde der Einfluss des Klimawandels in der Tundra untersucht. Klimawandel verkürzt die Wintersaison und degradiert den Permafrostboden, wodurch der Zeitraum, der für Überlandfahrten in der Tundra genutzt werden kann, ebenfalls kürzer wird. Während für Ostsibirien relativ geringe Änderungen projiziert wurden, ist in den anderen arktischen Regionen, insbesondere im Herbst und Frühjahr, diese für die Tundra spezifische Transportart zunehmend betroffen (Gädeke et al. 2021).

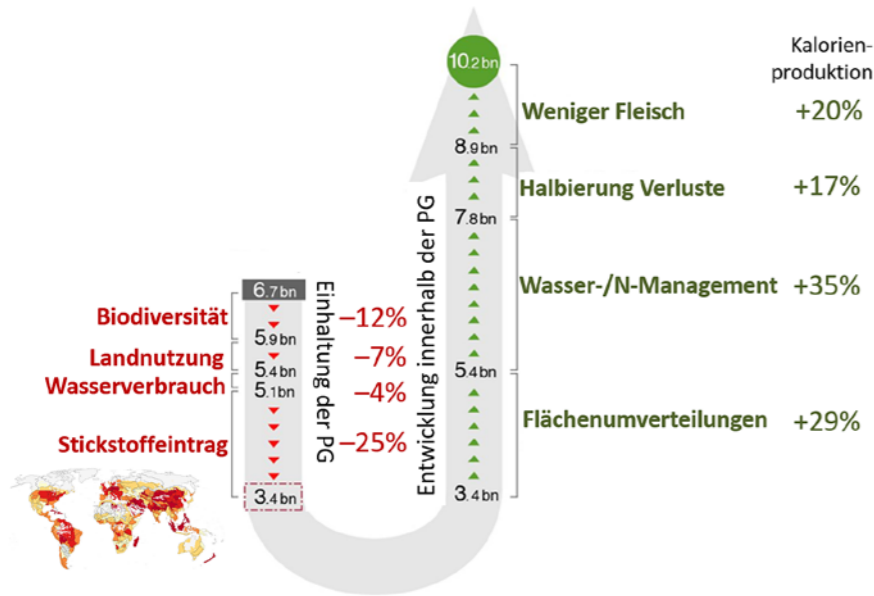


Abb. 1: Mit dem LPJmL-Modell simulierter theoretischer Verlust an landwirtschaftlicher Produktion bei Einhaltung verschiedener planetarer Grenzen (linke Seite) sowie Zugewinn durch verschiedene nachhaltigere Produktions- und Konsumformen innerhalb dieser Grenzen (rechte Seite). Die Zahlenangaben innerhalb des Pfeils beziehen sich auf die entsprechende Bevölkerungszahl (in Milliarden), die mit einer gesunden Nahrung von 2350 kcal pro Kopf und Tag versorgt werden kann. (Reprinted by permission from Springer Nature: Nature Sustainability - Feeding ten billion people is possible within four terrestrial planetary boundaries, Gerten, D., et al., copyright 2020)

Arbeitsgruppe – Sicherer Handlungsraum Landbiosphäre

Welterrnährung innerhalb planetarer Grenzen prinzipiell möglich. Auf Basis umfassender, räumlich detaillierter LPJmL-Simulationen konnte gezeigt werden, dass etwa die Hälfte der derzeitigen Nahrungsmittelproduktion auf der Überschreitung der planetaren Grenzen für Wasserverbrauch, Stickstoffeintrag, Biodiversität und Landnutzung beruht (Gerten et al. 2020). Durch konsequente Umsetzung nachhaltiger Produktions- und Verhaltensweisen – Umverteilung von Anbauflächen, verbessertes Wasser- und Nährstoffmanagement, Halbierung von Nahrungsmittelverlusten, Reduktion des Konsums tierischer Produkte – ließen sich diese Überschreitungen jedoch vermeiden und dabei sogar ausreichend Nahrungsmittel für rund zehn Milliarden Menschen bereitstellen (Abb. 1).

Planetare Grenzen und ihre Interaktionen besser dargestellt. Hinsichtlich der Definition und Quantifizierung der planetaren Grenzen wurden weitere Fortschritte erzielt. Zum einen wurden deren wesentliche Interaktionen erstmals in einer semi-quantitativen Analyse zusammenfassend dargestellt (Lade et al. 2020), zum anderen eine umfassend erweiterte Definition und Berechnung der planetaren Grenze für die Wassernutzung gemacht (Gleeson et al. 2020).

Arbeitsgruppe – Analyse des Gesamtsystems Erde-Mensch

Modellierung der Mensch-Erdsystem Interaktionen im Anthropozän weiterentwickelt. Die Entwicklung einer ersten nutzbaren Version des copan: CORE Welt-Erde-Modellsystems (gemeinsam mit dem FutureLab GaNe und RD4 in der COPAN-Kollabo-

ration) wurde abgeschlossen und in einem Artikel beschrieben (Donges/Heitzig et al. 2020). Durch mathematische Analyse eines stilisierten Welt-Erde-Modells unter Berücksichtigung von Klimakippunkten konnten die Bedingungen identifiziert werden, unter denen Entscheidungsträger Maßnahmen zur Stabilisierung des Klimas ergreifen (Barfuss et al. 2020). Hierbei erwies sich als besonders wichtig, wie sehr den Akteuren die Zukunft und nicht nur die Gegenwart am Herzen liegt, und auch wie schwerwiegend sie die Auswirkungen eines möglichen Klimakollapses einschätzen. Des Weiteren ist die Zahl der Akteure, zum Beispiel die Zahl der relevanten Länder, ausschlaggebend. Die Anstrengungen zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen müssen auf internationaler Ebene erfolgen. Eine größere Zahl von Akteuren kann zu einer Diffusion von Verantwortung führen und damit effektives Handeln erschweren.

Identifizierung sozialer Kippdynamiken und menschlicher Handlungsspielräume für die Klimastabilisierung. Im Rahmen einer umfassenden Expertenbefragung und einer Literaturstudie konnten sozial-ökonomische Systeme identifiziert werden, die ein großes Potential für das Entfalten sogenannter sozialer Kippdynamiken aufweisen und damit eine rasche Dekarbonisierung zur Stabilisierung des Erdklimas antreiben könnten (Otto, Donges et al. 2020, Abb. 2). Als potentiell besonders effektive Interventionen, die solchen disruptiven Wandel auslösen könnten, zeigten sich unter anderem die Abschaffung von Subventionen für fossile Brennstoffindustrien und entsprechendes Divestment an den Finanzmärkten, oder die Schaffung von Informationsrückkopplungen zu Treibhausgasemissionen

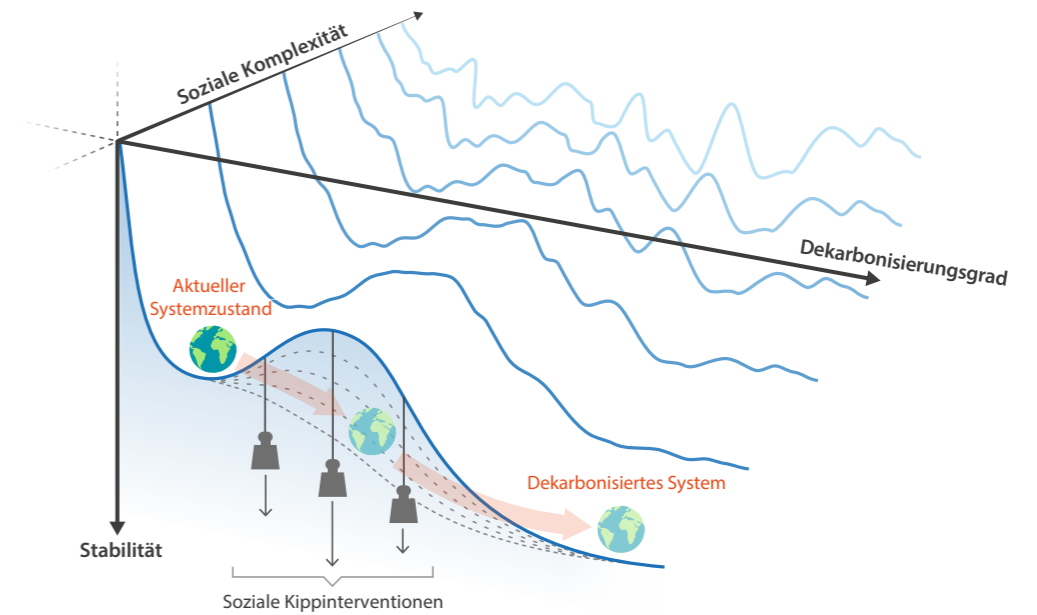


Abb. 2: Das Konzept der Dekarbonisierungstransformation als gesellschaftliche Kippdynamik illustriert in einer abstrakten Stabilitätslandschaft. Hier ist das sozio-ökonomische System der Welt heute in einem Tal gefangen, in dem es immer noch stark von der Verbrennung fossiler Brennstoffe abhängt, was zu hohen Raten von Treibhausgasemissionen führt. Soziale Kippinterventionen haben das Potenzial, diese Barriere zu durchbrechen, indem sie soziale Kippdynamiken in verschiedenen Sektoren auslösen und so den Weg für einen schnellen transformativen Wandel freimachen. Unsicherheiten und Komplexitäten, die den vielen Dimensionen menschlicher Gesellschaften jenseits ihres Dekarbonisierungsgrades innewohnen, kann man sich als eine rauere Stabilitätslandschaft vorstellen, die viele Stabilitätstäler und eine größere Anzahl von Barrieren aufweist, die erodiert oder überwunden werden müssen. (Nach Otto/Donges et al. 2020, Social tipping dynamics for stabilizing Earth's climate by 2050. – Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS), 117, 5, 2354-2365, DOI 10.1073/pnas.1900577117)

von Produkten und Dienstleistungen. Zum tieferen Verständnis dieser sozialen Dynamiken wurden in einer theoretischen Studie alternative Konzepte menschlichen Handelns untersucht, die kollektive und strategische Dimensionen betonen, und aufzeigen, wie Handlungsspielräume innerhalb der Gesellschaft verteilt sind (Otto et al. 2020). Als besonders wichtig stellt sich dabei das Konzept der sozialen Struktur als eine Manifestation und Einschränkung menschlicher Handlungsspielräume heraus.

Arbeitsgruppe – Entwicklung von Erdsystemmodellen

Die Entwicklungsarbeit am Potsdamer Erdmodell (POEM) wurde auf mehreren Wegen fortgesetzt. In der aktuellen Entwicklungsphase 2 des Potsdamer Erdmodells (POEM) wurde eine erste kalibrierte Modellversion CM2Mc-LPJmL5.1 entwickelt, getestet und in einer Veröffentlichung beschrieben (Drüke et al. 2020 eingereicht). Diese Modellva-

riante umfasst die biophysikalische Kopplung des Vegetationsmodells LPJmL5.1 an ein Atmosphäre-Ozean-Modell. Darüber hinaus wurde für die Landbiosphäre eine Evaluierung vorgenommen, welche in ein umfassendes System der Qualitätskontrolle einfließt, welches in den nächsten Jahren für POEM fortlaufend weiterentwickelt wird. Die aktuelle Modellversion erlaubt erste Untersuchungen zu den Auswirkungen der Landnutzungsänderungen auf das Klima. Das am PIK entwickelte marine Biogeochemiemodell wurde weiter verbessert (Landwehrs et al. 2020; Brugger et al. 2020 eingereicht). Die Arbeit an der Kopplung des Ozeanmodells MOM5 an das Landeis-Schelf-Modell PISM-PICO wurde fortgesetzt (Kreuzer et al. 2020 eingereicht), ebenso die Arbeiten zur Modellierung dynamischer Meeresspiegeländerungen mit der kommenden Ozeanmodellgeneration MOM6. Damit wird auch die Nutzung von MOM6 als neue Ozeankomponente in POEM vorbereitet.

Abgeschlossene Promotionen

Name	Institution	Thema
Jens Heinke (mit RD2)	Humboldt-Universität zu Berlin	Water Resources in the Anthropocene: Assessing the impact of climate change on freshwater supply and the scope for adaptation in the livestock sector



Forschungsabteilung 2 – Klimaresilienz

Leitung: Sabine Gabrysch & Hermann Lotze-Campen

Stellvertretende Leitung: Fred Hattermann & Jürgen Kropp

Wie kann die Klimaresilienz über Sektoren und Skalen hinweg durch das Management globaler Gemeinschaftsgüter innerhalb der planetaren Grenzen erhöht werden?

Das Ziel unserer Forschung ist ein besseres Verständnis der Resilienz sozialer und ökologischer Systeme gegenüber dem Klimawandel, in verschiedenen Sektoren und auf verschiedenen räumlichen Skalen. „Resilienz“ umfasst für uns folgende Aspekte:

- **Persistenz** – die Fähigkeit von Systemen, kurzfristigen Schocks zu widerstehen, diese zu absorbieren und dabei innerhalb wichtiger Schwellenwerte zu bleiben.
- **Anpassungsfähigkeit** – die Fähigkeit zu regenerieren, sich an wechselnde äußere Einflüsse anzupassen, aber auf einem bestehenden Entwicklungspfad zu bleiben.
- **Transformierbarkeit** – die Fähigkeit, gegebenenfalls Schwellenwerte zu überschreiten, um neue, robuste langfristige Entwicklungspfade einzuschlagen.

Die übergreifenden Forschungsthemen sind:

- **Auswirkungen des Klimawandels und der sozioökonomischen Konsequenzen** in Bezug auf Landnutzung, Landwirtschaft, Wälder, hydrologische Systeme, menschliche Gesundheit und Wohlergehen sowie urbane Räume.
- **Anpassungsfähigkeit von Gesellschaften und Ökosystemen**, über verschiedene Skalen hinweg und unter verschiedenen Klimaszenarien.
- **Synergien zwischen Klimawandelanpassung und -vermeidung**, zur Erhöhung der Klimaresilienz und zur Sicherstellung einer nachhaltigen gesellschaftlichen Entwicklung.

Struktur der Forschungsabteilung 2



Leitung: Sabine Gabrysch & Hermann Lotze-Campen, Stellvertretung: Fred Hattermann & Jürgen Kropp, Koordination: Peggy Gräfe, Sekretariat: Gabriele Götz

Arbeitsgruppen	Ernährung und Gesundheit		Sektorübergreifende Klimawirkungen		Urbane Transformationen	
	Klimawandel und Gesundheit	Landnutzung und Resilienz	Anpassung in Agrarsystemen	Wald- und Ökosystemresilienz	Hydro-klimatische Risiken	Urbane Transformationen
	Amanda Wendt	Christoph Müller	Christoph Gornott & Bernhard Schaubberger	Christopher Reyher	Fred Hattermann	Jürgen Kropp

Die Forschungsabteilung 2 (RD2) gliedert sich in sechs Arbeitsgruppen und drei Forschungsschwerpunkte. Im Forschungsschwerpunkt „Ernährung und Gesundheit“ untersucht die Arbeitsgruppe *Klimawandel und Gesundheit* Auswirkungen von

Klima und Landwirtschaft auf die menschliche Ernährung und Gesundheit und evaluiert Lösungsansätze hin zu klimaresilienten, nachhaltigen und gesunden Ernährungssystemen. Die Arbeitsgruppe *Landnutzung und Resilienz* untersucht die Triebkräfte,

Rückkopplungen und Auswirkungen von klimabedingten Landnutzungsänderungen. Dies geschieht in enger Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe *Landnutzungsmanagement* in der Forschungsabteilung 3. „Sektorübergreifende Klimawirkungen“ werden mit besonderem Schwerpunkt auf *Anpassung in Agrarsystemen, Resilienz von Wäldern und Ökosystemen sowie Hydroklimatische Risiken* bearbeitet. Diese drei Gruppen arbeiten eng zusammen, um integrierte Klimafolgenabschätzungen auf regionaler bis kontinentaler Skala zu verbessern, mit einer Reihe von regionalen Fallstudien in Europa, Afrika, Lateinamerika und Asien. Die Arbeitsgruppe *Urbane Transformationen* nutzt innovative Modelle und Methoden, um zukünftige Transformationen von Städten zu verstehen, mit einem Schwerpunkt auf Resilienz gegenüber dem Klimawandel und Nachhaltigkeit städtischen Lebens.

Das FutureLab „Ungleichheit, menschliches Wohlergehen und Entwicklung“ ist in die Struktur der Forschungsabteilung 2 integriert und konzentriert sich auf sozialwissenschaftliche Forschung zu nachhaltiger Entwicklung, Ungleichheit und menschlichem Wohlergehen. Diese Forschungsarbeiten werden die wissenschaftliche Grundlage für die nächste Generation integrierter Bewertungsmodelle bilden und zum Modellrahmen PIAM am PIK beitragen.

Ausgewählte Ergebnisse

FORSCHUNGSSCHWERPUNKT „ERNÄHRUNG UND GESUNDHEIT“

Arbeitsgruppe – Klimawandel und Gesundheit
Ernährungsunsicherheit und eine eintönige Ernährung gehen bei Frauen im ländlichen Bangladesch mit Depressionen einher – dies zeigt eine Studie von Sparling et al. (2020) unter Heranziehung von Daten aus dem FAARM-Projekt. Weiterhin wird noch untersucht, ob der Mangel an Nährstoffen das Depressionsrisiko erhöht oder Depressionen zu schlechterer Ernährung führen.

Im Rahmen des FAARM-Projekts wurde eine innovative Methode zu Herstellung und Ausbringung von Pflanzenkohle-Urin-Dünger durch Kleinbauern zum ersten Mal in Bangladesch eingesetzt und evaluiert. Erste Untersuchungen ergaben eine um 60% gesteigerte Erntemenge von Kohl und Kohlrabi und eine hohe Akzeptanz in der Studienbevölkerung bei

Verwendung von Kuh-Urin statt menschlichem Urin (Sutradhar et al. 2021). Die Ergebnisse wurden im September 2020 beim Themenforum Ernährungssicherung der GIZ und im Dezember 2020 auf einer Konferenz des Niederländischen Forschungsrats (NWO) vorgestellt und stießen auf großes Interesse.



Abb. 3: Herstellung und Ausbringung von Pflanzenkohle-Urin-Dünger durch Kleinbauern im ländlichen Bangladesch (Sutradhar et al. 2021, *Environment, Development and Sustainability*, DOI <https://doi.org/10.1007/s10668-020-01194-y>, licensed under CC BY 4.0.).

Schimmelpilzgifte oder Mykotoxine kontaminieren in Bangladesch und anderen Ländern mit feuchtheißem Klima häufig Lebensmittel und sind als nienschädigend und krebserregend bekannt. Durch sich ändernde Niederschlagsmuster und höhere Temperaturen infolge des Klimawandels könnte sich diese Problematik weiter verschärfen. Lebensmittelproben und Urinproben von schwangeren Frauen wurden auf Mykotoxine und deren Einfluss auf ungeborene Kinder im Mutterleib untersucht.

Eine Literaturübersicht zum Thema zeigte erste Hinweise auf schädliche Auswirkungen auf Kinder im Mutterleib, insbesondere durch Aspergillus-Mykotoxine (Kyei et al. 2020).

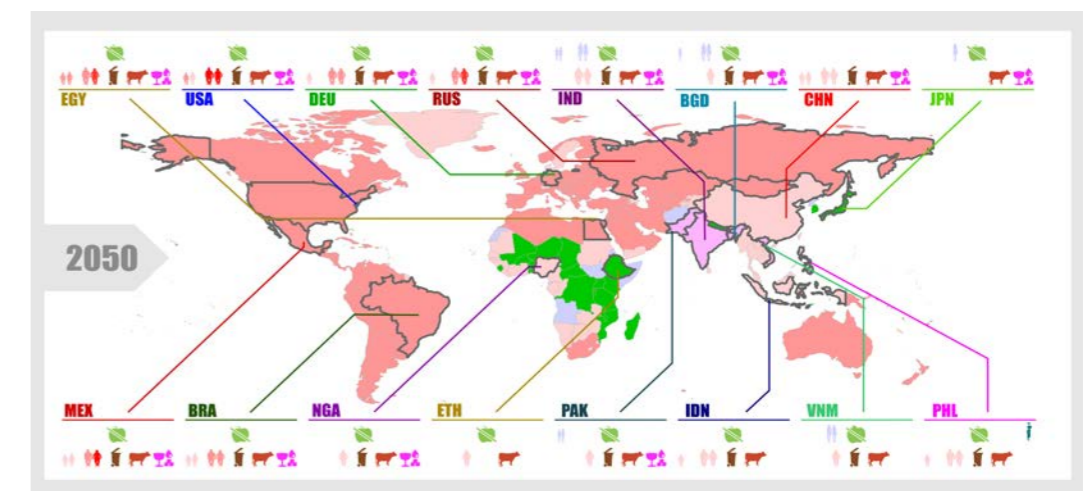
Arbeitsgruppe – Landnutzung und Resilienz
Flexible Emulatoren von landwirtschaftlichen Ertragsmodellen erleichtern die Analyse und Berücksichtigung von Klimafolgen auf die Landwirtschaft in integrierten Analysen. Franke et al. (2020) haben rechentechnisch sparsame Modelle (Emulatoren) entwickelt, die wegen ihres geringen Rechenzeitbedarfs deutlich umfangreichere Analysen ermöglichen. Hierzu zählen die Zuschreibung von Unsicherheiten zu unterschiedlichen Quellen sowie die Anwendung in integrierten Assessment-Modellen, die anderenfalls wegen der iterativen Berechnungsart selten detaillierte Informationen über landwirtschaftliche Klimafolgen berücksichtigen können. Die neuen Emulatoren sind frei verfügbar und durch eine breite Nutzergruppe von Laien und Fachleuten anwendbar.

Aktuelle Trends in Ernährungsgewohnheiten gefährden mehrere Nachhaltigkeitsziele. Bodirsky et al. (2020) haben eine detaillierte Analyse durchgeführt, um die Verbindung zwischen sich verändernden Ernährungsgewohnheiten und negativen Folgen für die Ernährungssicherheit, die menschliche Gesundheit und die Umwelt zu beziffern. Während Unterernährung sich in den nächsten 30 Jahren in etwa halbieren wird, nehmen Übergewicht und Fettleibigkeit drastisch zu – wie auch die damit verbundenen gesundheitlichen Schäden. Hohe Anteile an tierischen Nahrungsmitteln und Lebensmittelverschwendung verstärken diese Trends und verstärken negative Umweltbelastungen deutlich (Abb. 4).

FORSCHUNGSSCHWERPUNKT „SEKTORÜBERGREIFENDE KLIMAWIRKUNGEN“

Arbeitsgruppe – Anpassung in Agrarsystemen
Basierend auf maschinellem Lernen wurden robuste landwirtschaftliche Ertragsvorhersagen für verschiedene Regionen entwickelt. Die Arbeitsgruppe hat im vergangenen Jahr bedeutende Fortschritte bei frühzeitigen und präzisen Ertragsvorhersagen vor der nächsten Ernte in Regionen gemacht, deren landwirtschaftliche Systeme stark wetterabhängig sind. Zuverlässige und frühzeitige Ertragsvorhersagen sind von großer Bedeutung u.a. für Landwirte, Händler, Versicherer und Regierungen, aber die Genauigkeit der Vorhersagen und die räumliche Abdeckung sind häufig unzureichend (Schauberger et al. 2020). Laudien et al. (2020) nutzen globale Klimadaten und eine kurze historische Zeitreihe, um Maiserträge in Tansania sechs Wochen vor der Ernte vorherzusagen. In einer Studie zu Marokko verwenden Lehmann et al. (2020) ‚Causal discovery‘-Algorithmen, basierend auf klimatischen Indikatoren, um Weizenträge bereits einige Monate vor der Ernte vorherzusagen. Diese Studien zeigen, dass zuverlässige Ertragsvorhersagen in datenarmen Regionen möglich sind, welche nachhaltig zur Verbesserung von Frühwarnsystemen zur Ernährungssicherheit beitragen können.

Abb. 4: Zu geringe Anteile an Obst und Gemüse (durchgestrichenes Apfelsymbol), große Lebensmittelverschwendung (Mülltonnensymbol) und hohe Anteile an tierischen Nahrungsmitteln (Kuhensymbol) herrschen im Jahr 2050 in fast allen Regionen der Welt vor, gleichzeitig gibt es Regionen, in denen Unterernährung immer noch mit über 10% (blaue Personensymbole) die gesunde Entwicklung der betroffenen Bevölkerungsgruppen beeinträchtigt (Bodirsky et al. 2020, *Scientific Reports*, 10, 19778. DOI <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75213-3>, licenced under CC BY 4.0.).



Zudem ermöglichen frühzeitige Ertragsvorhersagen rechtzeitige Anpassung landwirtschaftlicher Praktiken an variable Wetterbedingungen.

Arbeitsgruppe – Wald- und Ökosystemresilienz
Häuser aus innovativen Holzprodukten können bis 2050 zwischen 10-700 Millionen Tonnen Kohlenstoff speichern, wenn die Wälder nachhaltig bewirtschaftet werden. Die Arbeitsgruppe hat zu einer Studie beigetragen, die das Kohlenstoff-Speicherpotential von Holzhäusern unter verschiedenen Szenarien bezüglich des Anteils von Holzneubauten aus Brett-schnittholzprodukten ausgewertet hat (Churkina et al. 2020). Ein solches Potential kann nur mit Hilfe einer nachhaltigen Forstwirtschaft mobilisiert werden, und die weiteren Forschungsaktivitäten der Arbeitsgruppe konzentrieren sich darauf, die Wechselwirkungen von Waldmanagement und Klimafolgen zu untersuchen. So hat die Arbeitsgruppe zu einem Expertenbericht zu Klimafolgen in Russland für das European Forest Institute (Reyer et al. 2020) und zu einer Publikation zu Klimafolgen in borealen und subpolaren Gebieten (Ito et al. 2020) beigetragen.

Im März 2020 hat die Arbeitsgruppe eine große Konferenz zum Thema „Forest Management in the 21st Century“ organisiert (Reyer et al. 2020).

Arbeitsgruppe – Hydroklimatische Risiken
Für die Planung von Anpassungsmaßnahmen sollten in Klimawirkungsstudien nur erfolgreich validierte Modelle Anwendung finden, da die Qualität der Ergebnisse sonst unzureichend ist. In einer von der Arbeitsgruppe koordinierten Sonderausgabe des Journals „Climatic Change“ (Krysanova et al. 2020) wird die Bedeutung der Evaluierung der Modelleignung für hydrologische Klimafolgenstudien analysiert. Die Hauptziele waren: (a) Testen eines umfassenden Modellkalibrierungs-/Validierungsverfahrens; (b) Bewertung der Leistung hydrologischer Modelle im regionalen und globalen Maßstab; und (c) aufzuzeigen, ob die Kalibrierungs-/Validierungsmethoden und die Ergebnisse der Modellbewertung die Klimaauswirkungen in Bezug auf die Größe des Änderungssignals und den Unsicherheitsbereich beeinflussen. 14 Artikel aus einem internationalen Konsortium trugen zu der Sonderausgabe bei.

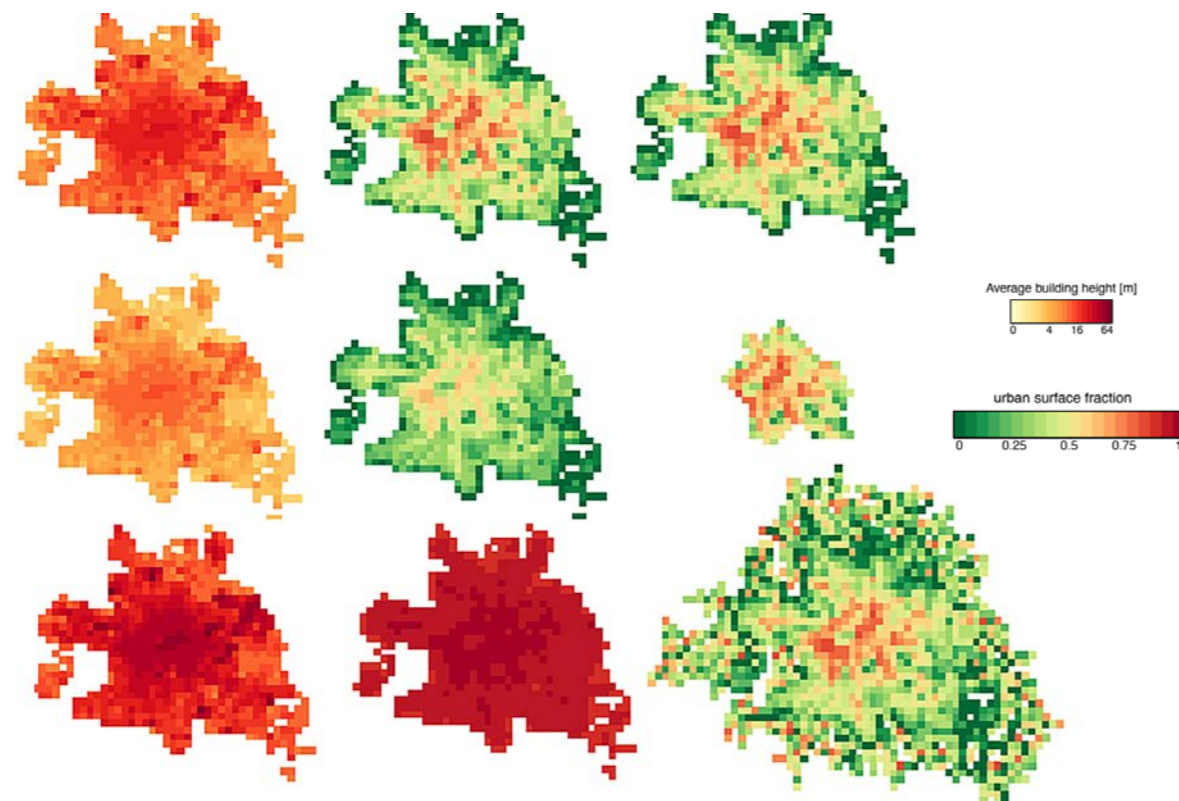


Abb. 5: Um Hinweise für eine zukünftig hitzeresiliente Stadtplanung zu erhalten, wurden Simulationen für die Temperatur 2 Meter über dem Boden vorgenommen. Die Klimabedingungen wurden konstant gehalten, aber das Gebäudevolumen, die Stadtgröße und die gesamte Infrastrukturabdeckung variiert (am Beispiel Berlin). (Bearbeitet aus Li et al. 2020, Nature Communications, 11, 2647, DOI <https://doi.org/10.1038/s41467-020-16461-9>, licenced under CC BY 4.0)

Langfristige Änderungen der beobachteten Temperatur und des Niederschlags in Europa sind zum Teil auf eine Änderung der Häufigkeit von Großwetterlagen zurückzuführen. Unter Verwendung einer Kombination aus täglichen meteorologischen Daten und einer europäischen Wettertypklassifizierung wurden die langfristigen monatlichen Durchschnittstemperaturen und -niederschläge für jeden Wettertyp berechnet und so deren Einfluss auf den Klimawandel analysiert und quantifiziert (Hoffmann & Spekat 2021).

FORSCHUNGSSCHWERPUNKT „URBANE TRANSFORMATIONEN“

Arbeitsgruppe – Urbane Transformationen
Monozentrische urbane Systeme verstärken die lokale Hitzebelastung, polyzentrische Strukturen können diese aber mindern. Die Hitzebelastung in Städten ist nicht nur vom Klima abhängig, sondern auch von Struktur und Form urbaner Zentren. Vermeintlich einfache Lösungen, z.B. eine weitere Verdichtung zur Reduzierung des Flächenverbrauchs, können andere Probleme verursachen, z.B. zunehmende Hitzebelastung (Li et al. 2020, Abb. 5).

Die Etablierung von lokalen Wertschöpfungsketten kann in vielen Regionen die Emissionen deutlich senken. Untersuchungen für über 7000 urbane Administrationseinheiten weltweit haben dies gezeigt, wenn lokale und saisonale Produkte bevorzugt, bestehende Optimierungslücken geschlossen sowie organische Abfallprodukte dem Produktionszyklus wieder zugeführt werden (Pradhan et al. 2020).

Die Integration von nachhaltigen Entwicklungszielen (SDGs) in Skalierungsanalysen kann helfen, die Nachhaltigkeit von Städten in Abhängigkeit von ihrer Größenklasse zu bestimmen. SDG 11 (Nachhaltige Städte) wurde mit messbaren Indikatoren unterlegt, welche im Rahmen von Skalierungsanalysen mit Größenklassen zur Bevölkerung von Städten kombiniert wurden. Die Resultate differieren stark in Abhängigkeit vom gewählten Indikator (Akuraju et al. 2020).

Promotionen		
Name	Institution	Thema
Jens Heinke (mit RD1)	Humboldt-Universität zu Berlin	Water Resources in the Anthropocene: Assessing the impact of climate change on freshwater supply and the scope for adaptation in the livestock sector
Tobias Pilz	Universität Potsdam	Pursuing the understanding of uncertainties in hydrological modelling
Femke Lutz	Universität Wageningen	Tilling the earth: modelling global N ₂ O emissions caused by tillage
Sara Minoli	Humboldt-Universität zu Berlin	Managing phenology for agronomic adaptation of global cropping systems to climate change

Forschungsabteilung 3 – Transformationspfade

Leitung: Katja Frieler & Elmar Kriegler

Stellvertretende Leitung: Gunnar Luderer & Matthias Mengel

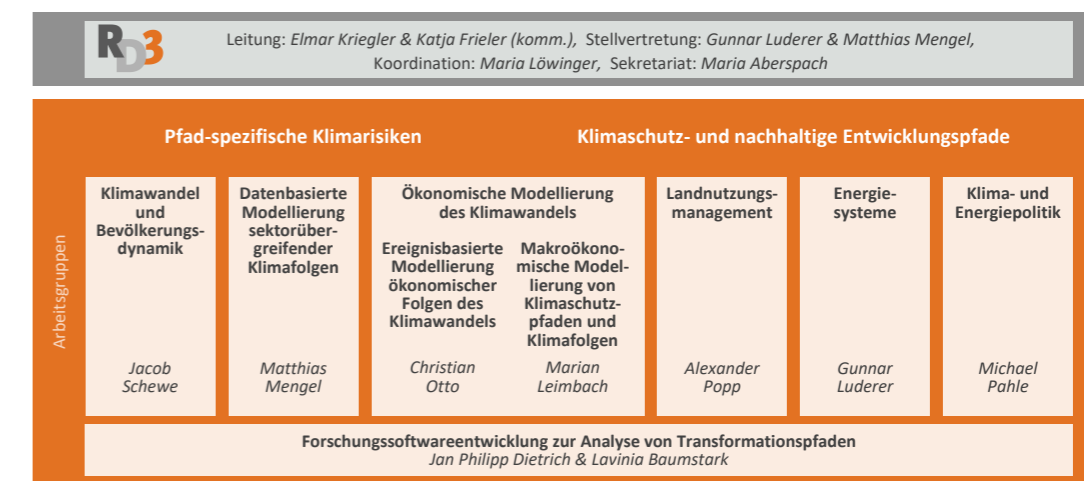
Wie können Szenarien zum Klimaschutz sowie die Risiken des Klimawandels gemeinsam erforscht werden?

Der Klimawandel wird alle Gesellschaftsbereiche beeinflussen. Wir entwickeln eine integrierte Analyse zu Emissionsvermeidungsstrategien und verbleibenden Klimafolgen und betten diese in den Kontext nachhaltiger gesellschaftlicher Entwicklung ein.

Die thematischen Schwerpunkte und Ziele sind:

- Analyse der Anforderungen, Kosten und Möglichkeiten langfristiger Klimaschutzpfade sowie die Kombination und der Vergleich mit den entsprechenden biophysikalischen und gesellschaftlichen Folgen des Klimawandels.
- Schwerpunkte der integrativen Betrachtung sind die Umgestaltung der Energiegewinnung, der Landnutzung sowie der ökonomischen Entwicklung und Migrationsbewegungen.
- Analyse der politischen und ökonomischen Instrumente zur Vermeidung des Klimawandels und zur notwendigen Umstellung der weltweiten Energie- und Landnutzungssysteme.
- Untersuchung von Wechselwirkungen zwischen Klimaschutz, Klimafolgen und nachhaltiger Entwicklung, u.a. im Hinblick auf Erreichbarkeit der Ziele nachhaltiger Entwicklung (SDGs).

Struktur der Forschungsabteilung 3



Die Forschungsabteilung 3 (RD3) gliedert sich in zwei Forschungsschwerpunkte: „Pfad-spezifische Klimarisiken“, geleitet von Katja Frieler und „Klimaschutz- und nachhaltige Entwicklungspfade“, geleitet von Elmar Kriegler. Sieben Arbeitsgruppen untersuchen, mit Hilfe welcher Transformationspfade langfristiger Klimaschutz gewährleistet werden kann und welche Risiken, Herausforderungen und

Chancen damit einhergehen. Eine Querschnittsgruppe widmet sich zudem der „Forschungssoftwareentwicklung zur Analyse von Transformationspfaden“. Zudem sind der Abteilung zwei Future-Labs zugeordnet: neben dem Thema „Sicherheit, ethnische Konflikte und Migration“ wird in enger Kooperation mit dem MCC zu „Public Economics und Climate Finance“ geforscht.

Ausgewählte Ergebnisse

FORSCHUNGSSCHWERPUNKT „PFAD-SPEZIFISCHE KLIMARISIKEN“

Arbeitsgruppe – Datenbasierte Modellierung sektorübergreifender Klimafolgen

Projektion von Extremereignissen auf ein neues Niveau gehoben. Basierend auf Modellierungsergebnissen aus der zweiten Simulationsrunde des ISIMIP-Projekts wurden die Auswirkungen des Klimawandels auf das Auftreten verschiedener Extremereignisse projiziert. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die globale Erwärmung zu einer weltweiten Zunahme von Überschwemmungen, tropischen Wirbelstürmen, Missernten, Waldbränden, Dürren und Hitzewellen führt. Die Studie mit 43 Autoren ist ein Meilenstein der Klimafolgenforschung. Noch nie zuvor wurde ein solch großes Ensemble sektorübergreifend konsistenter Klimafolgensimulationen in Bezug auf Extremereignisse analysiert (Lange et al. 2020, Abb. 6).

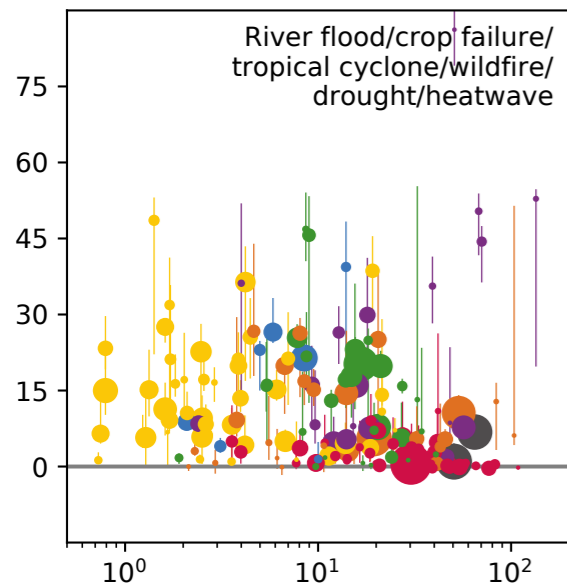


Abb. 6: Die Grafik zeigt die Veränderungen in der Landflächenexposition gegenüber Extremereignissen bei 2°C globaler Erwärmung im Vergleich zu den vorindustriellen Klimabedingungen – ausgedrückt als Prozentsatz der nationalen Landfläche und in Abhängigkeit vom Pro-Kopf-BIP 2019 aufgezeichnet. Jeder Datenpunkt zeigt die Veränderung für ein Land. (Lange, S., Volkholz, J., Geiger, T., Zhao, F., Vega, I., Veldkamp, T., et al. 2020: Projecting exposure to extreme climate impact events across six event categories and three spatial scales. (Earth's Future, 11, e2020EF001616). <https://doi.org/10.1029/2020EF001616>)

Arbeitsgruppe – Klimawandel und Bevölkerungsdynamik

Entwicklung von Modellierungsmethoden für Binnenmigration. Während internationale Migration viel Aufsehen erregt, ist Binnenmigration – Wanderungsbewegungen innerhalb eines Landes – ein zahlenmäßig noch bedeutenderes Phänomen. Zudem deuten zahlreiche Studien darauf hin, dass hier der Einfluss von Klimaveränderungen am deutlichsten zutage tritt und etwa Verstärkungstrends in Entwicklungsländern verstärken kann. Jedoch müssen die Computermodelle, die für die Erfassung dieser Art von Migration bisher verwendet werden (sog. gravity-Modelle), mit umfangreichen Beobachtungsdaten kalibriert werden. Eine Untersuchung aus RD3 hat nun neuere Modellierungsansätze aus dem Bereich der Pendlermobilität (radiation-Modelle) auf die Anwendung für Binnenmigration übertragen und so erweitert, dass mit sehr wenigen Parametern eine vergleichsweise hohe Genauigkeit auch bei Binnenwanderungen über große Entfernungen erreicht werden kann (Kluge & Schewe, in Vorbereitung).

Arbeitsgruppe – Ereignisbasierte Modellierung ökonomischer Folgen des Klimawandels

Auswirkungen von COVID-19 auf die globale Ernährungssicherheit. In einer RD3 Studie wurden mögliche Auswirkungen der Pandemie auf die globalen Handelsnetzwerke für Weizen, Reis und Mais untersucht und quantifiziert. Dabei konnte gezeigt werden, dass aufgrund voller Getreidespeicher lokale Produktionsrückgänge in Hauptproduktionsländern nur moderate Auswirkungen auf die globalen Preise und das Angebot haben. Sollten aber Covid-bedingte Unsicherheiten an Weltmärkten starke unilaterale Ernährungssicherheitspolitiken bewirken – wie z.B. das Erlassen von Exportbeschränkungen in großen Produzentenländern oder ungewöhnlich hohe Zukäufe reicher importabhängiger Länder – würde dies zu einem starken Anstieg der Weltmarktpreise für Getreide und zu schwerwiegenden lokalen Nahrungsmittelengpässen führen. Dies war während der Welternährungskrisen in 2007/08 und 2010/11 der Fall. Von lokalen Nahrungsmittelengpässen wären insbesondere Niedrigeinkommensländer in Ostafrika und an dem Horn von Afrika mit geringen Getreidereserven betroffen, die zudem unter lokalen Ernteaussfällen durch eine Heuschreckenplage leiden (Falkendal et al. 2021, Abb. 7).

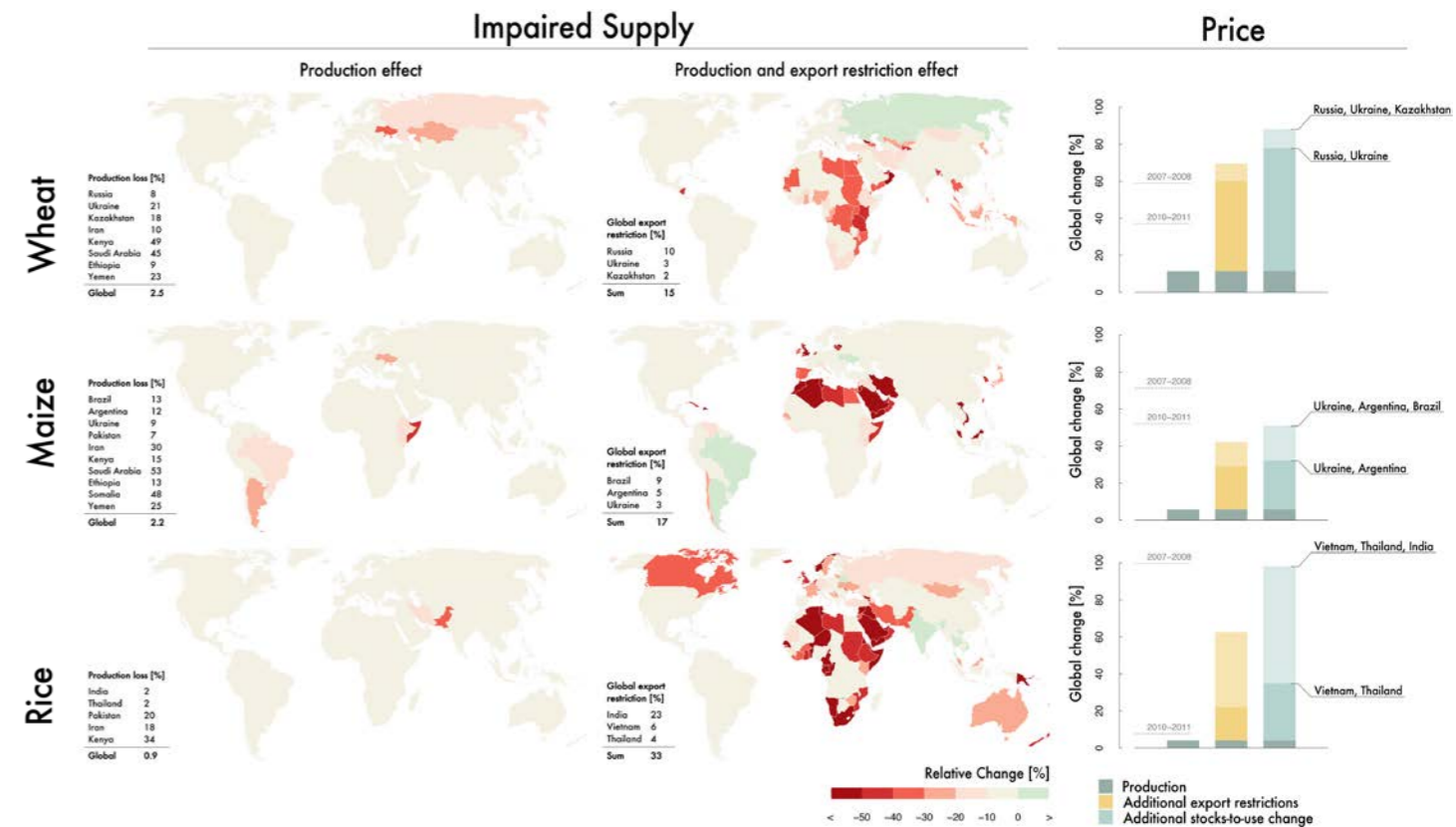


Abb. 7: Lieferänderungen durch Produktionsausfälle (links) und zusätzlich Exportbeschränkungen (Mitte), die die betroffenen Länder durch Zukäufe bei anderen Lieferanten, die Nutzung nationaler Reserven oder die Verringerung des Verbrauchs ausgleichen müssen. Die Tabellen rechts zeigen geschätzte Veränderungen der Weltmarktpreise aufgrund von Produktionsrückgängen, zusätzlichen Exportbeschränkungen und zusätzlichen Aufstockungsversuchen der Verbraucher. Die gestrichelten Linien zeigen die Preisniveaus während der Lebensmittelpreiskrisen 2007/08 und 2010/11. (Reprinted by permission from Springer Nature: Nature Food - Grain export restrictions during COVID-19 risk food insecurity in many low- and middle-income countries, Falkendal et al., copyright 2021)

FORSCHUNGSSCHWERPUNKT „KLIMASCHUTZ- UND NACHHALTIGE ENTWICKLUNGSPFADE“

Arbeitsgruppe – Makroökonomische Modellierung von Klimaschutzpfaden und Klimafolgen

Dank Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung können Klimaschutz und globale Armutsbekämpfung Hand in Hand gehen. Die Studie von Soergel et al. (2021) untersucht die Wechselwirkung zwischen Klimaschutz und der Bekämpfung extremer Armut (erstes Ziel der UN-Nachhaltigkeitsagenda bis 2030). Während eine ambitionierte CO₂-Bepreisung zur Erreichung des 1.5°C-Ziels die Preise für Energie und Nahrungsmittel erhöhen würde und somit insbesondere ärmere Haushalte in den Ländern des Globalen Südens stärker belasten würde, können zugleich die Einnahmen daraus zur Kompensation genutzt werden. Um eine Reduktion von Armut auch in den ärmsten Ländern zu erreichen, ist jedoch neben einer nationalen „Klimadividende“ auch

internationale Unterstützung erforderlich. Diese könnte bereits mit einem kleinen Teil der Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung in Industrieländern finanziert werden (Abb. 8).

Arbeitsgruppe – Landnutzungsmanagement

Die Renaturierung trockengelegter Moore hat großes Klimaschutzpotential. Allerdings ist diese Maßnahme in aktuellen Transformationspfaden nicht ausreichend berücksichtigt. Während in der öffentlichen Debatte oft nur Wälder im Fokus stehen, speichern Moore weltweit etwa doppelt so viel Kohlenstoff wie alle Wälder zusammen. Doch einmal entwässert, stoßen sie große Mengen an Treibhausgasen aus: derzeit etwa doppelt so viel wie der weltweite Flugverkehr jedes Jahr. Die Studie von Humpeöder et al. (2020) hat zum ersten Mal Moor-Emissionen auf der Grundlage von Computersimulationen in quantitative Projektionen zu der Frage einbezogen, wie die globale Erwärmung unter 2° C gehalten werden kann (Abb. 9). Das Ergebnis:

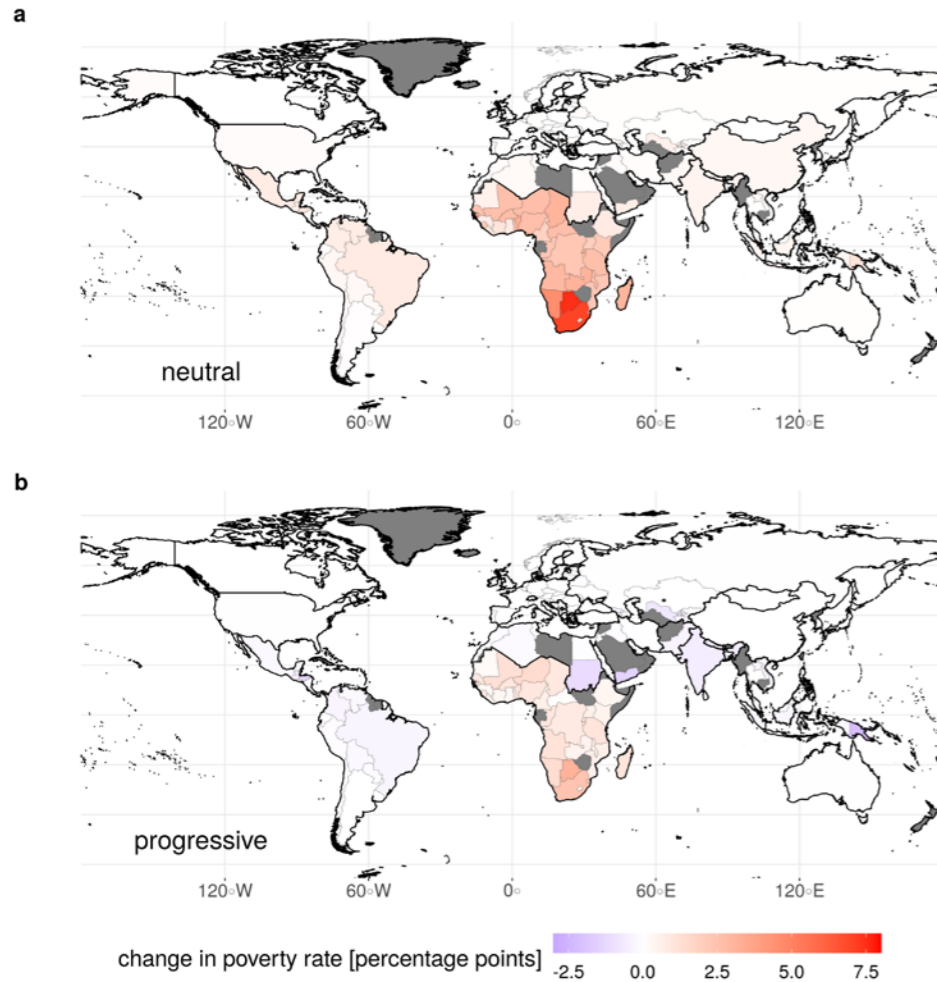


Abb. 8: Eine CO₂-Bepreisung ohne progressive Verwendung der Einnahmen erhöht die Armutsrate in vielen Ländern des Globalen Südens. b: Bereits eine nationale pro-Kopf-Ausschüttung der Einnahmen („Klimadividende“) kompensiert diesen Effekt in vielen Ländern. Insbesondere in Subsahara-Afrika ist jedoch zusätzlich auch Unterstützung durch internationale Klimafinanzierung erforderlich. (Reprinted by permission from Springer Nature: Nature Communications - Combining ambitious climate policies with efforts to eradicate poverty, Sörgel et al., copyright 2021).

Die derzeitigen Szenarien zur Stabilisierung unseres Klimas berücksichtigen Moore nicht ausreichend. Um die Klimaziele zu erreichen, muss daher der Schutz und die Wiederherstellung von Mooren verstärkt werden – zum Beispiel im Rahmen der aktuellen Reform der EU-Agrarpolitik.

Arbeitsgruppe – Energiesysteme

Die Dynamik der CO₂-Preisentwicklung kann die benötigte Menge an CO₂-Entnahme entscheidend reduzieren. Der bisher häufig angenommene exponentielle Anstieg des CO₂-Preises ist, sobald CO₂-Entnahme zur Verfügung steht, nicht mehr geeignet um eine Stabilisierung der globalen Mitteltemperatur zu erreichen. Er führt zu hohen netto-negativen Emissionen in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts, was die Menge an CO₂-Entnahme deutlich überschätzt. Stattdessen sollte der CO₂-Preis zu Beginn hoch genug sein, um die benötigten Emissionsreduktionen zu erreichen. Sobald aber Emissionsneutralität erreicht ist, sollte der Preis nur noch langsam steigen, um die Menge an CO₂-Entnahme zu begrenzen. Ein solcher Preisverlauf reduziert sowohl die Risiken, die sich aus einer zunehmenden Abhängigkeit von CO₂-Entnahme ergeben, als auch

die ökonomischen Risiken sehr hoher CO₂-Preise in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts. Ein linearer CO₂-Preisverlauf ist eine einfache Option, die beide Bedingungen erfüllt und nahe an der ökonomisch effizienten Lösung ist (Strefler, 2021 angenommen).

Eine Analyse der Verwerfungen in der globalen Stromerzeugung im COVID-Jahr 2020 ermöglicht nützliche Lehren für erfolgreiche Klimapolitik. Die politischen, sozialen und ökonomischen Reaktionen auf die COVID-19 Pandemie führten 2020 global zu einer leichten Senkung der Stromnachfrage. Aufgrund der fortgeschrittenen Diversifizierung der Stromerzeugung in beinahe allen Strommärkten weltweit führte dies zu einer überproportional hohen Senkung der CO₂-Emissionen des Sektors. Fossile Stromerzeugung, die mit Brennstoffkosten einhergeht, wurde deutlich reduziert, während Stromerzeugung aus Erneuerbaren – einmal gebaut verursachen diese keine variablen Kosten – sogar weiter ausgebaut wurde. Zudem haben die Preisverfälle auf den Märkten für alle fossilen Energieträger dazu geführt, dass Stromerzeugung aus Gas gegenüber der aus Kohle wettbewerbsfähiger wurde. Die Analyse zeigt also, dass im Stromsektor sehr rasche

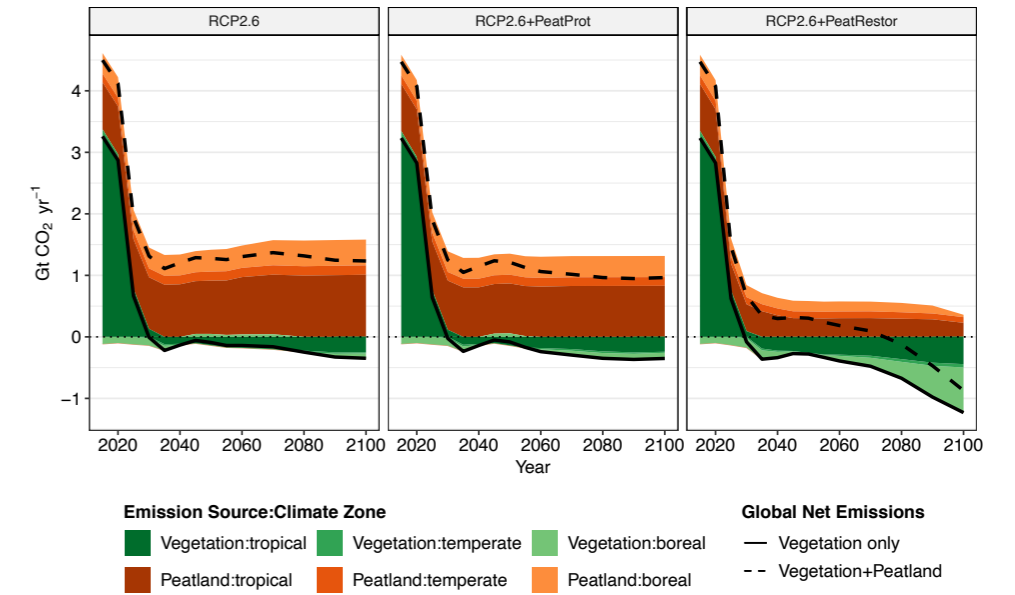


Abb. 9: Die Graphik zeigt die jährlichen Treibhausgas-Emissionen (CO₂, CH₄ und N₂O) und externe CO₂-Emissionen (DOC) aus degradierten und wiedervernässten Mooren zwischen 2015 und 2100 für drei Szenarien (links, mitte, rechts) in tropischen, gemäßigten und borealen Klimazonen. Die Emissionsarten sind farblich gekennzeichnet, die Klimazonen sind durch entsprechende Farbverläufe dargestellt. (Humpenöder et al. 2020, Environ. Res. Lett. 15 104093.)

Emissionsreduktionen möglich sind. Die Politik kann daher durch CO₂-Bepreisung aber auch durch Förderung von Erneuerbaren und Energieeffizienz sicherstellen, dass das Allzeithoch der Emissionen aus Stromerzeugung aus dem Jahre 2018 nicht mehr erreicht wird und die Emissionen dauerhaft sinken (Bertram, 2021 angenommen).

Arbeitsgruppe – Klima & Energiepolitik

Diskretionäre Eingriffe in die Regeln des Emissionshandels können den Zertifikatemarkt destabilisieren. Im Jahr 2018 hat die EU ihr Emissionshandelssystem (EU-ETS) grundlegend reformiert. Die neuen Regeln haben zwar kurzfristig zu einem Anstieg der Preise geführt, aber eine ökonometrische Analyse (Friedrich et al. 2020a) zeigt, dass dadurch langfristig die Preisunsicherheit erhöht und der Markt destabilisiert wurde. Für diese Analyse wurde u.a. eine neue nicht-parametrische Methode eingesetzt, die am PIK (mit) entwickelt wurde (Friedrich et al. 2020b).

Arbeitsgruppe – Forschungssoftwareentwicklung für Transformationspfade

Tagesaktuelle Dokumentation in MAGPIE und REMIND durch In-Code-Dokumentationstools. Eine Modelldokumentation auf dem aktuellen Stand

zu halten, stellt häufig eine große Herausforderung dar. Durch die Entwicklung eines R-Paketes („Goxygen“) zur Dokumentation von GAMS-Modellen ist es gelungen, den Dokumentationsaufwand für GAMS-basierte Modelle deutlich zu reduzieren und eine Übereinstimmung von Code und Dokumentation sicherzustellen. Goxygen verfolgt dabei zwei Ansätze: 1. automatische Extraktion der benötigten Informationen soweit möglich (z.B. automatisches Auslesen von Modellgleichungen und Variablen-deklarationen). 2. Extraktion fehlender Dokumentationssteile aus speziellen Kommentaren im Modellcode. Die automatische Extraktion reduziert dabei den Arbeitsaufwand der Dokumentationspflege drastisch und verhindert nutzerbedingte Extraktionsfehler. Das Ablegen von Dokumentationsbausteinen in Form von Kommentaren sorgt für eine instantane Pflege der Dokumentation bei Modellanpassungen. Die Dokumentationsqualität und -aktualität der am PIK entwickelten Modelle REMIND und MAGPIE hat sich dadurch erheblich verbessert.

Promotionen		
Name	Institution	Thema
Sebastian Rauner	Technische Universität Berlin	Environmental impact assessment in energy-economy-climate
Christina Roolfs	Technische Universität Berlin	Carbon Pricing and Transfers – Feasible and Effective Multilevel Climate Policy in Federations



Forschungsabteilung 4 – Komplexitätsforschung

Leitung: Jürgen Kurths & Anders Levermann

Stellvertretende Leitung: Norbert Marwan & Leonie Wenz

Wie kann die Theorie komplexer Systeme für Klima- und Nachhaltigkeitsforschung fruchtbar gemacht werden?

Die thematischen Forschungsschwerpunkte sind:

- Untersuchung der Strukturbildung in komplexen Netzwerken als neuartiger Ansatz, um heterogene Klimafolgen und die Interaktionen sozio-ökonomischer Systeme zu modellieren.
- Datenbasierte Modellierung klimabezogener Entscheidungen, globaler Schadenskaskaden und Analyse ökonomischer Auswirkungen.
- Entwicklung von Methoden der nichtlinearen Zeitreihenanalyse, des maschinellen Lernens und Visualisierungstechniken und deren Anwendung auf Beobachtungen des Systems Erde mit dem Schwerpunkt extremer Ereignisse.

Struktur der Forschungsabteilung 4

RD4

Leitung: Jürgen Kurths & Anders Levermann, Stellvertretung: Norbert Marwan & Leonie Wenz, Koordination: Gabriele Pilz & Anja Bruhn, Sekretariat: Till Hollmann & Sophia Kostial

Analyse von Netzwerken, Stabilität und Dynamischen Systemen

Dynamik, Stabilität und Resilienz in komplexen hybriden Infrastrukturalternativen

Frank Hellmann

Numerische Analyse globaler ökonomischer Folgen

Sven Willner

Weiterentwicklung von Zeitreihenanalyse-Techniken

Norbert Marwan

Datenbasierte Analyse klimarelevanter Entscheidungsprozesse

Leonie Wenz

Vorhersage extremer Ereignisse mittels Netzwerkanalyse und Maschinellen Lernens

Jürgen Kurths

Computerbasierte Methoden und Visualisierung
Thomas Nocke

Die Forschungsabteilung 4 (RD4) gliedert sich in zwei Forschungsschwerpunkte mit insgesamt fünf Arbeitsgruppen, in denen die Theorie komplexer Systeme in der Klima- und Nachhaltigkeitsforschung weiterentwickelt und angewandt wird. Jede Arbeitsgruppe bearbeitet eine Anzahl von drittmittelfinanzierten Projekten. In einer abteilungsübergreifenden Unit werden Visualisierungstechniken und deren Anwendungen auf das System Erde vorangetrieben. Zwei FutureLabs sind in die Abteilung integriert, um die in RD4 entwickelten Methoden und Expertise in abteilungsübergreifende Projekte

einfließen zu lassen und die Forschung zu Machine Learning und Spieltheorie besonders zu fördern. Besonders hervorzuheben ist die aktive Mitarbeit in größeren Projekten der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), wie dem Schwerpunktprogramm 1984 CoCoHype 2, der International Research Training Group 1740, dem Graduiertenkolleg 2043 NatRiskChange sowie dem Exzellenzcluster Math+.

Ausgewählte Ergebnisse

FORSCHUNGSSCHWERPUNKT „ANALYSE VON NETZWERKEN, STABILITÄT UND DYNAMISCHEN SYSTEMEN“

Arbeitsgruppe – Dynamik, Stabilität und Resilienz in komplexen hybriden Infrastrukturnetzwerken

(De-)Stabilisierungsmechanismen in komplexen Stromnetzen. Die Arbeitsgruppe erforscht sowohl die Destabilisierung als auch die Stabilisierung von dynamischen Energiesystemen. Es wurde erstmalig aufgezeigt, dass die Details der Physik des Netzwerks eine herausgehobene Rolle in der nicht-linearen Dynamik von Prosumern und Generatoren spielen. So sind bereits kleine Verluste, die typischerweise in Stabilitätsbetrachtungen vernachlässigt werden, ausreichend, um die Basins of Attraction, aus denen das System von selbst an einen akzeptablen Zustand zurückkehrt, komplett zu verändern (Hellmann et al. 2020).

Universalität in Straßennetzwerken und on-demand Ride-sharing: Entdeckung von neuen universellen Zusammenhängen in Mobilitätsnetzen. Die Effizienz von dynamischen on-demand ride-sharing Systemen wurde in Abhängigkeit von Anfragendichte, Fahrzeuganzahl und Aufbau des Straßennetzes analysiert. Die in Simulationen erhaltenen Ergebnisse werden durch eine universelle Kurve theoretisch approximiert, die von Details der Routenplanung erstaunlich unabhängig ist. Dies führt zu einem besseren Verständnis der zugrundeliegenden kollektiven Dynamik und ermöglicht eine regionsübergreifende Analyse von neuen Mobilitätskonzepten (Molkenthin et al. 2020).

Arbeitsgruppe – Numerische Analyse globaler ökonomischer Folgen „Ökonomische Schwingungsresonanz“ – Überlagerung und Verstärkung indirekter ökonomischer Schäden durch verschiedene Extremwetterereignisse. Die ökonomischen Schocks verschiedener Extremwetterereignisse können, entlang von Versorgungs- und Handelsketten, miteinander räumlich wie zeitlich wechselwirken und mitschwingen: Ökonomische Schwingungsresonanz. Mittels des Schadensausbreitungsmodells Acclimate konnte dieser Effekt für Hitzestress, Flussüberschwemmungen und tropische Stürme in den nächsten

20 Jahren gezeigt werden. Dabei wurde besonderer Fokus auf die Konsumverluste am Ende der Versorgungsketten gelegt. Auf globaler Ebene werden die Konsumverluste durch solche Resonanzen im Mittel um 21% im Vergleich zu den durch eine einzelne Art von Extremwetterereignissen verursachten Verlusten verstärkt. Während wenige Regionen zwar von indirekten Auswirkungen wie Preiseffekten sogar profitieren können, liegt doch ein Großteil (82%) der wirtschaftlichen Produktion weltweit in Ländern, in denen indirekte Handelseffekte und deren Resonanzen die totalen Konsumverluste bei steigenden Schäden verschlechtern (Kuhla et al. 2020 eingereicht).

Brexit Schock: Kurzzeitiger Konsumentenvorteil aber langfristiger Schaden für Wirtschaftswachstum. In einer weiteren Untersuchung mit dem Schadensausbreitungsmodell Acclimate wurden die Auswirkungen einer plötzlichen Handelsstörung durch einen sogenannten harten Brexit untersucht. Es ergaben sich hierbei kurzfristige Vorteile für die Konsumenten sowohl in Großbritannien als auch in Europa und dem Rest der Welt. Diese wurden durch Preissenkungen aufgrund nationaler Überschüsse hervorgerufen. Dieses kurzfristige Signal wird aber durch einen mittel- und langfristigen Schaden aufgrund eines verringerten Wirtschaftswachstums überkompensiert (Wenz et al. 2020).

FORSCHUNGSSCHWERPUNKT „NICHTLINEARE METHODEN, BIG DATA UND MASCHINELLES LERNEN“

Arbeitsgruppe – Weiterentwicklung von Zeitreihenanalyse-Techniken

Charakteristische Phänomene von Übergängen in dynamischen Systemen. Das universelle Verhalten bestimmter Übergänge in turbulenten dynamischen Systemen wurde systematisch mit modernen statistischen Verfahren der nichtlinearen Zeitreihenanalyse untersucht. So ändern sich die Powerspektren beim Übergang zu oszillatorischen Instabilitäten in turbulenten Strömungen immer auf die gleiche Weise. Ähnliche Übergänge wurden auch in gekoppelten Systemen studiert. Hier ändert sich das Synchronisationsverhalten auf typische, skalenfreie Weise. Durch die Universalität solcher Phänomene sollen sich künftig unerwünschte instabile Zustände oder nahe Kippunkte vorhersagen lassen (Pavithran et al. 2020).

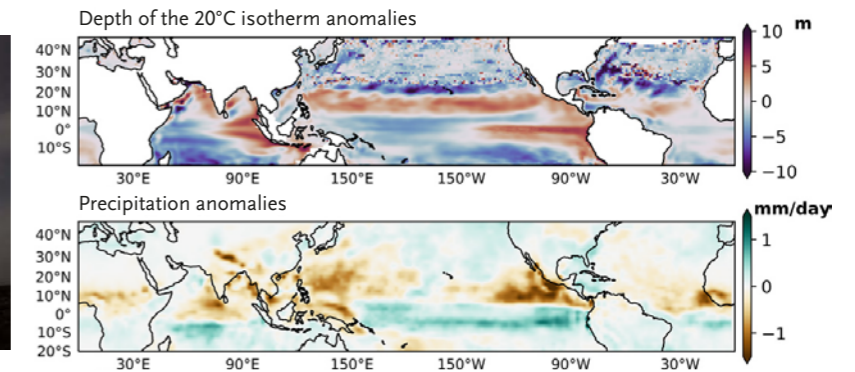


Abb. 10: Simulierte Temperatur- und Niederschlagsanomalie infolge des Ausbruchs des Vulkans Krakatau um 1883. (Singh et al. 2020, Science Advances, DOI: <https://doi.org/10.1126/sciadv.aba8164>, licenced under CC-BY-NC)

Große Vulkanausbrüche können dazu beitragen, die Vorhersagbarkeit des indischen Monsuns zu verbessern. Durch eine Kombination von Computersimulationen mit Daten aus verschiedenen Quellen, wie meteorologischen Beobachtungen und Klimaänderungen aus geologischen Archiven für die vergangenen Jahrtausende, konnte eine Hypothese bestätigt werden, dass Vulkaneruptionen zu einer stärkeren Synchronisation zwischen dem Indischen Sommermonsun und dem El-Niño-Phänomen führen. Dieser Zusammenhang wurde von der Arbeitsgruppe bereits vor 15 Jahren postuliert. Die Analysen neuer Daten sowie die Modellrechnungen, die gemeinsam mit dem IITM in Pune, Indien, durchgeführt wurden, zeigen, welchen Einfluss die vulkanischen Teilchen in der Stratosphäre auf einen Teil der Sonnenstrahlen haben und wie sich dadurch die Wahrscheinlichkeit eines El-Niño-Ereignisses im nächsten Jahr erhöht. Dieser Zusammenhang kann jetzt für eine Verbesserung der Vorhersage der Stärke des Monsuns genutzt werden (Singh et al. 2020, Abb. 10).

Arbeitsgruppe – Datenbasierte Analyse klimarelevanter Entscheidungsprozesse Von Tag zu Tag schwankendes Wetter bremst die Wirtschaft, vor allem im globalen Süden.

Steigende Jahresmitteltemperaturen beeinflussen das Wirtschaftswachstum (Kalkuhl & Wenz 2020). Zum ersten Mal wurde nun den Effekt von Temperaturschwankungen auf viel kürzerer, d.h. täglicher, Zeitskala untersucht (Kotz et al. 2021). Dazu wurden Wirtschaftsdaten von mehr als 1500 Regionen der letzten 40 Jahre mit einem Maß kombiniert, das für jedes Jahr die täglichen Schwankungen um das Monatsmittel misst. Wenn diese Variabilität in einem Jahr um 1°C steigt, verringert sich das Wirtschaftswachstum im gleichen Jahr im Mittel

um 5 Prozentpunkte (p.p.) – zusätzlich zu dem Effekt der Jahresmitteltemperatur. Besonders stark fällt der Effekt in einkommensschwachen Regionen im globalen Süden aus (bis zu 12 p.p.) – also dort, wo man aufgrund der geringen saisonalen Temperaturunterschiede kaum mit Temperaturschwankungen vertraut ist.

Alle Menschen an das Straßennetz anschließen ist teuer, aber nicht unbedingt für das Klima.

Eines der UN-Ziele für nachhaltige Entwicklung ist der Zugang zur Verkehrsinfrastruktur, etwa indem man alle Menschen ans Straßennetz anschließt. Die Arbeitsgruppe hat untersucht, was dies kosten würde – ökonomisch und für das Klima (Wenz et al. 2020). Anhand von Satellitendaten wurde dabei ermittelt, dass etwa 14% der Weltbevölkerung derzeit weiter als 2 km von der nächsten Straße entfernt leben (Abb. 11). Um nahezu alle (97,5%) ans Straßennetz anzuschließen, müsste dieses um etwa 8% erweitert werden. Das ist teuer (ca. 3.000 Milliarden USD). Die durch Straßenbau und zusätzlichen Verkehr verursachten CO₂-Emissionen hingegen könnten überschaubar sein – geschätzt 16 Gigatonnen CO₂ bis 2100, also etwa 1,5% des zur Erreichung des 2-Grad-Zieles noch zur Verfügung stehenden Budgets.

Arbeitsgruppe – Vorhersage extremer Ereignisse mittels Netzwerkanalyse und Maschinellen Lernens

Langfrist-Vorhersage extremer Klimaphänomene. Die El Niño Southern Oscillations (ENSO) gehören zu den wichtigsten Klimaphänomenen auf der Skala mehrerer Jahre, die zugleich von substantieller Bedeutung für Ökosystem und Gesellschaft im pazifischen Raum und weit darüber hinaus sind. Deshalb ist deren langfristige Vorhersage von größter Relevanz.

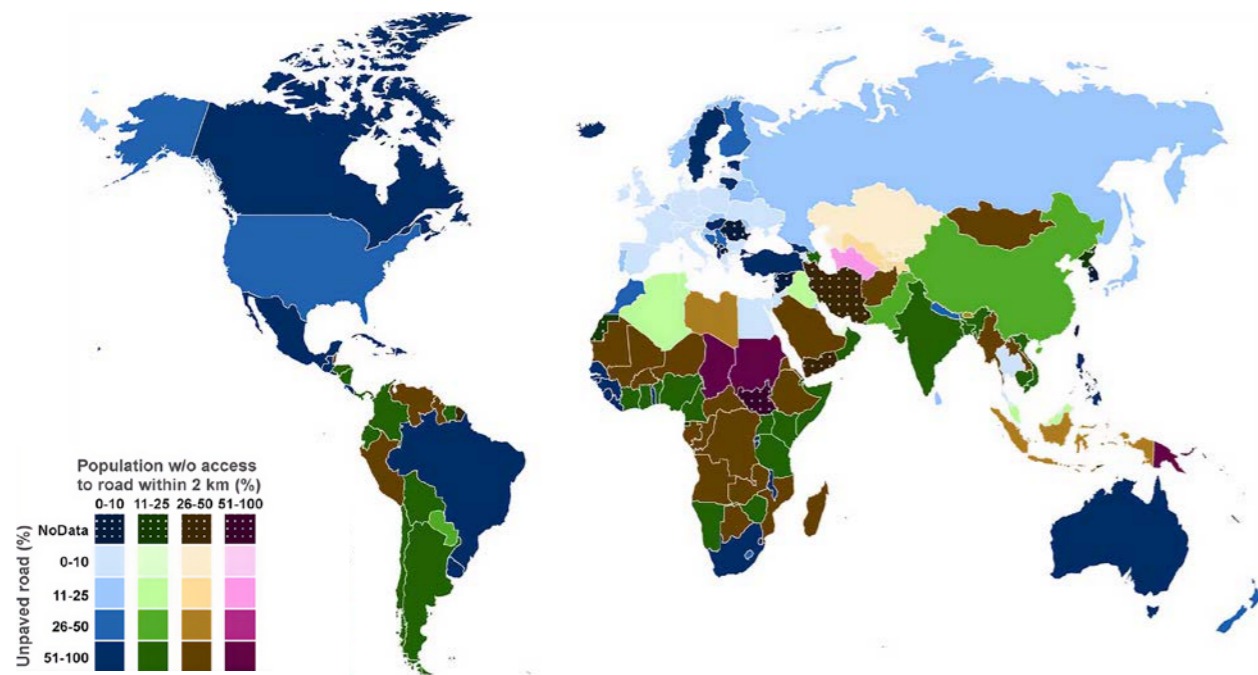


Abb. 11: Zugangslücken zum Straßennetz. Unterschiedliche Farben geben an, wie groß in jedem Land der Anteil der Bevölkerung ist, der weiter als 2km von der nächsten Straße entfernt lebt. Besonders groß sind die Zugangslücken in Subsahara-Afrika und in Südostasien. Die unterschiedlichen Schattierungsstufen geben Aufschluss darüber, wie viele der Straßen befestigt, also wetterfest, sind. (Leonie Wenz et al. 2020. Environ. Res. Lett. 15 075010)

Trotz erheblicher Forschungsbemühungen in den letzten Jahrzehnten sind zuverlässige Vorhersagen bisher nur bis maximal 6 Monate möglich. Mittels eines neuartigen Herangehens über Komplexitätsmaße ist eine substantielle Verbesserung gelungen, die sogar sehr präzise Prädiktionen der ENSO-Aktivität bis zu einem Jahr ermöglicht (Meng et al. 2020).

Kausalitätsanalyse in komplexen Netzwerken. Komplexe Netzwerke setzen sich meist aus vielen Komponenten zusammen, die vielfältig untereinander gekoppelt sind. Diese Wechselwirkungen generieren eine reichhaltige Dynamik. Deshalb ist deren Identifikation aus gemessenen Daten ein Schlüsselproblem zum Verständnis, zur Vorhersage sowie zur Steuerung derartiger Netzwerke. Basierend auf der innovativen Technik partieller Kreuz-Abbildungen, einer Verallgemeinerung von Techniken maschinellen Lernens, wurde eine Methodik entwickelt, die eine statistisch gesicherte Schätzung kausaler Zusammenhänge in großen komplexen Netzwerken ermöglicht. Ein besonderer Vorteil dabei ist, dass sie direkte Verbindungen von indirekten zu unterscheiden vermag und somit ein Artefakt, der typischerweise bei Kopplungsschätzungen auftritt, vermieden wird. Das Potenzial dieser Methodik wurde für die Analyse sozialer Netzwerke eindrucksvoll nachgewiesen (Leng et al. 2020).

Querschnittsaktivität „Computerbasierte Methoden und Visualisierung“

Entwicklung von Visualisierungsportalen und Climate Services. Die Visualisierungsportale für Klima und Klimafolgen für Deutschland des PIK (www.klimafolgenonline.com, www.klimafolgenonlinebildung.de und www.climateimpactsonline.com) wurden im Jahr 2020 mehr als 28.000 Mal aufgerufen. Die Portale wurden zusammen mit RD2 mittels einer neuen Generation von Klimadaten basierend auf dynamischen regionalen Klimamodellen aktualisiert. Um die Erfahrungen mit der interaktiven Visualisierung auch für Nutzer aus anderen Weltregionen verfügbar zu machen, wurde im Jahr 2020 im Rahmen des EPICC-Projektes ein neues Visualisierungsportal für die Länder Tansania und Peru entworfen und umgesetzt (Abb. 12), und mit Nutzern aus Tansania in einem Online-Workshop getestet. Die Nutzer bewerteten die Nutzbarkeit des Portales als sehr positiv. Es ergaben sich viele nützliche Rückmeldungen, um die lokalen Bedürfnisse in Tansania noch besser abdecken zu können, z.B. die Einbeziehung neuer Klimaparameter und weiterer Naturschutzgebiete. 2021 ist die Veröffentlichung des neuen Portals unter Einschluss von Klimadaten auch für Indien geplant.

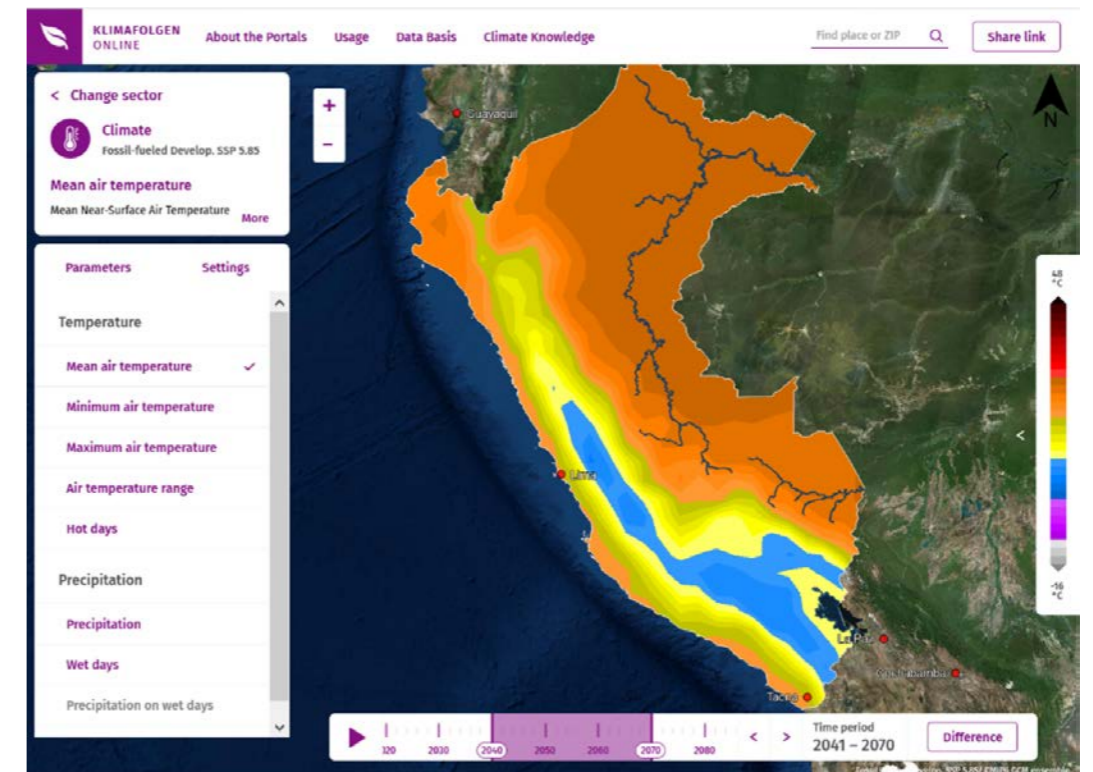


Abb. 12: Tägliche mittlere Temperatur in Peru für den Zeitraum 2041-2070 im Szenarium SSP5.85 (Median ISIMIP3b CGMs) im neu designten KlimafolgenOnline-Webportal. (Screenshot des Portals KlimafolgenOnline vom 09. März 2021. Copyright PIK)

Formale Methoden für verifizierte Entscheidungsfindung. Im Rahmen des H2020-Projekts TiPES wurde ein zweiteiliger Kurs „Einführung in formale Spezifikation und verifizierte Entscheidungsfindung“ (20 + 20 Stunden) entwickelt und bei den Projektpartnerinnen und -partnern an der UCL (Universität catholique de Louvain) gehalten.

Aus dieser Arbeit ist eine neue Methodik für die Verifikation von generischen Programmen in

Intensionaler Typentheorie entstanden, die auf der systematischen Nutzung eines Erhaltungsprinzips (für extensionale Gleichheit) basiert. Anhand dieser Methodik konnte die semantische Korrektheit des Frameworks für sequentielle Entscheidungsprobleme generisch bewiesen werden (Botta et al. 2020). Der aktuelle Schwerpunkt der Gruppe ist die Entwicklung, Formalisierung und Anwendung von Maßen zur Quantifizierung von Verantwortung bei sequentiellen Entscheidungsproblemen.

Abgeschlossene Promotionen

Name	Institution	Thema
Jacqueline Lekscha	Humboldt-Universität zu Berlin	Complex systems methods for detecting dynamical anomalies in past climate variability
Jakob Kolb	Humboldt-Universität zu Berlin	Heuristic Decision Making in World Earth Models



04 FUTURELABS

In sieben abteilungsübergreifenden FutureLabs wird an ambitionierten Forschungsthemen von strategischer Bedeutung gearbeitet. Hier einige Beispiele ihrer im Jahr 2020 erzielten Forschungsergebnisse – mit neuen Erkenntnissen zu Kippkaskaden im Klimasystem sowie Einsichten zu Migration und Konfliktrisiken bis hin zu den Faktoren, die Kooperation zwischen Ländern begünstigen.

FutureLab Sozialer Metabolismus und Umweltfolgen Leitung: Helga Weisz

Wie kann menschliches Wohlergehen innerhalb planetarer Grenzen erreicht werden?

Der Zusammenhang zwischen klimatischen Veränderungen und Migration hängt von einer Reihe wirtschaftlicher und soziopolitischer Kontextfaktoren ab. In Form einer Meta-Analyse betrachtet eine Studie von Hoffmann et al. (2020, *Nature Climate Change*) das komplexe Zusammenspiel zwischen Umweltveränderungen, soziopolitischen Faktoren und Migration auf Basis von 30 verschiedenen Länderstudien. Während die meisten der betrachteten Studien einen positiven Zusammenhang zwischen Klima und Migration feststellen, gibt es deutliche Unterschiede in den Ergebnissen. So zeigt sich

beispielsweise eine besonders deutliche Korrelation für Länder mit mittlerem Wohlstandsniveau und landwirtschaftlich geprägter Wirtschaftsstruktur.

Die direkten und indirekten CO₂ Emissionen des österreichischen Gesundheitssystems betragen 2014 6,8 Millionen Tonnen. Das entspricht einem Rückgang von 14% gegenüber 2005. Die wichtigste Ursache dieses Rückgangs war der zunehmende Anteil von erneuerbaren Energieträgern. Pharmazeutika und medizinische Produkte trugen besonders viel zu den CO₂ Emissionen bei. Eine neue Studie zeigt zahlreiche bisher noch wenig diskutierte CO₂-Reduktionspotentiale in Gesundheitssystemen auf, von der Anbindung großer Gesundheitsdienstleister an den öffentlichen Verkehr über eine ökologische Beschaffung und Vermeidung von Übermedikation und Mehrfachbehandlungen bis hin zur Stärkung der Gesundheitsvorsorge (Weisz et al. 2020, *Resources, Conservation and Recycling*).

FutureLab Public Economics und Climate Finance Leitung: Kai Lessmann & Matthias Kalkuhl (MCC)

Mit welchen Instrumenten setzen wir Klimapolitik bestmöglich um? Aktuelle Arbeiten untersuchen dazu insbesondere die Wahl des Klimaziels und dessen Durchsetzbarkeit.

Wie viel Klimaschutz ist aus ökonomischer Sicht sinnvoll? Seit langem besteht eine Diskrepanz zwischen dem Klimaziel einer maximalen Erderwärmung um 2°C und den Ergebnissen der Kosten-Nutzen-Analysen zu wirtschaftlich sinnvoller Klimapolitik. Eine neue Veröffentlichung zeigt, dass diese Kluft geschlossen werden kann und die Begrenzung der Erderwärmung auf unter 2°C ein wirtschaftlich optimales Gleichgewicht zwischen künftigen Klimaschäden und den heutigen Kosten für den Klimaschutz herstellt (Hänsel et al. 2020, *Nature Climate Change*).

Bringen Klimakatastrophen mehr Länder an den Verhandlungstisch für kooperative Klimapolitik? Die drastischen Konsequenzen abrupten Klimawandels disziplinieren Länder, sich an Klimaabkommen zu beteiligen. Eine neue Veröffentlichung zeigt, dass der Zusammenhalt von Klimakoalitionen besonders dann durch „tipping point“ Klimaschäden gestärkt wird, wenn diese bei 2-3° Erderwärmung aufgelöst werden. Gerade die bedeutenden Emittenten wie die USA oder China stehen dann unter Druck, das Abkommen zu unterstützen (Emmerling et al. 2020, *The Review of International Organisations*).

FutureLab Ungleichheit, menschliches Wohlergehen und Entwicklung Leitung: Kati Krähnert & Linus Mattauch

Wie wirken sich Klimafolgen und Klimapolitik auf die am stärksten gefährdeten Bevölkerungsgruppen aus? Wie werden die Anpassung an und die Minderung von Klimafolgen durch Ungleichheit beeinflusst?

Wie kann das Anpassungsverhalten von Haushalten erfasst und analysiert werden? Das Ausmaß von sozioökonomischen Klimafolgen hängt auch vom

Anpassungsverhalten der Haushalte ab. Die Heterogenität in ihrem Verhalten – darunter auch die Bewegungsmuster – ist jedoch bislang kaum erforscht. In einer Publikation in *Applied Geography* (Teickner et al. 2020) wurde ein neuer Ansatz entwickelt, mit dem die Mobilität von Haushalten anhand GPS-Trajektorien aufgezeichnet und analysiert werden kann.

Welche unbeabsichtigten Nebeneffekte können Agrarversicherungen haben? Agrarversicherungen gelten als vielversprechendes Anpassungsinstrument, um Kleinbauern in Entwicklungsländern bei der Bewältigung von Klimarisiken zu unterstützen. Eine neue Publikation zeigt auf, über welche Mechanismen Agrarversicherungen jedoch auch unbeabsichtigte negative Effekte auf die Diversität des Nahrungsmittelkonsums von Haushalten haben können. Es wurden Empfehlungen entwickelt, wie derartige negative Auswirkungen vermieden werden können. (Habtemariam et al. 2021, *Global Food Security*).

FutureLab Sicherheit, ethnische Konflikte und Migration Leitung: Jacob Schewe & Barbora Sedova

Welche Auswirkungen hat der Klimawandel auf menschliche Sicherheit, Konfliktrisiken und Migration? Zu diesem Forschungsthema wurde insbesondere der Einfluss von globalen Nahrungsmittelpreis- und lokalen Wetterschocks auf Migration und Konfliktrisiken in Subsahara-Afrika untersucht.

Führen Nahrungsmittel-Preisschwankungen auf den Weltmärkten zu Migration? Wie eine aktuelle Studie des FutureLabs zeigt, hängt die Auswirkung eines globalen Nahrungsmittelpreisanstiegs auf die Abwanderung von Haushalten vom Vermögen der Haushalte ab. Höhere internationale Nahrungsmittelpreise lockern die Budgetbeschränkung armer landwirtschaftlicher Haushalte und ermöglichen Migration. Im Gegensatz zu lokalen Wetterschocks, die meist interne Land-Stadt-Migration auslösen, erhöhen positive Einkommensschocks durch steigende globale Nahrungsmittelpreise die Migration in benachbarte afrikanische Länder. Die Studie zeigt zudem, dass höhere Nahrungsmittelpreise zwar Konflikte beeinflussen, diese aber keine Rolle für die Entscheidung eines

Haushalts spielen, ein Mitglied als Arbeitsmigrantin oder Arbeitsmigrant zu entsenden (Sedova & Ludolph, Arbeitspapier).

Was wissen wir über die Rolle des Klimawandels für Frieden und Sicherheit – und was nicht? Der von der FutureLab-Leiterin und dem FutureLab-Leiter mitverfasste Bericht „10 Insights on Climate Change and Peace“ bildet eine politikrelevante Synthese des aktuellen Forschungsstandes sowie drängender offener Fragen. Die zehn Erkenntnisse bilden die Grundlage für die vom Auswärtigen Amt unterstützte Initiative *Weathering Risk*. Sie reichen von den friedens- und sicherheitspolitischen Auswirkungen des Klimawandels auf die Lebensgrundlagen, Nahrungssicherheit und die Migration der Menschen bis hin zu den unbeabsichtigten Folgen schlecht gestalteter Klima- und Sicherheitspolitik. Das Fazit des Berichtes: Der Klimawandel wird mehr Fragilität, weniger Frieden und weniger Sicherheit bedeuten, wenn wir nicht schnell handeln (Detges et al. 2020).

FutureLab

Künstliche Intelligenz im Anthropozän

Leitung: Niklas Boers

Wie können Methoden des Maschinellen Lernens prozess-basierte Modelle unterstützen, um abrupte Übergänge, Extremereignisse und deren Folgen im Erdsystem besser zu verstehen und vorherzusagen?

Lassen sich extreme Wetterereignisse mit Hilfe der Quantifizierung ihrer raum-zeitlichen Synchronisationsstruktur vorhersagen? Komplexe Netzwerke sind eine bewährte Methode, um Zusammenhänge zwischen Extremereignissen mathematisch darzustellen. Die Methoden, um die Zusammenhänge zu quantifizieren, sollten hierzu an die spezifischen klimatischen Variablen angepasst sein. In Wolf et al. (2020, *Chaos*) wurden verschiedene Methoden zur Messung der Synchronisation von extremen Niederschlägen systematisch und in Anwendung auf Daten des südamerikanischen Monsuns verglichen. Ciemer et al. (2020, *Environmental Research Letters*) konnten zeigen, dass Dürren im Amazonas unter Verwendung komplexer Netzwerke aus charakteristischen Mustern in den Meeresoberflächentemperaturen des tropischen Atlantiks vorhergesagt werden können.

Wie können stochastische Differentialgleichungsmodelle für die Dynamik nichtlinearer Teilsysteme des Klimas effizient aus Daten gewonnen werden?

Für die Beschreibung nichtlinearen Verhaltens im Klimasystem können dynamische Modelle, deren Struktur und Parameter aus Beobachtungsdaten geschätzt werden, von großem Nutzen sein, wie Hassanibesheli et al. (2020, *New Journal of Physics*) zeigen konnten. Dazu wurden verschiedene Methoden aus der Statistischen Physik an simulierten Daten evaluiert und dann auf paleoklimatische Rekonstruktionen abrupten Klimawechsels während der letzten Eiszeit angewendet.

FutureLab

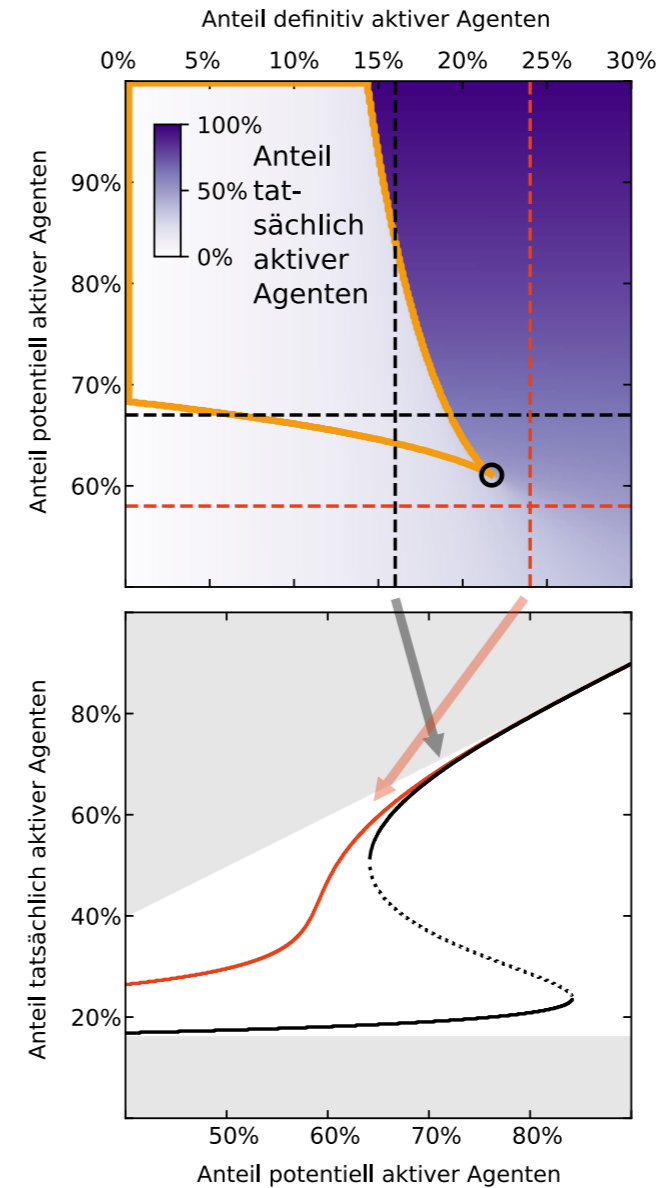
Erdsystem-Resilienz im Anthropozän

Leitung: Ricarda Winkelmann
& Jonathan F. Donges

Wo liegen kritische Schwellenwerte für Kippelemente im Erdsystem und wie kann die Resilienz des gesamten Erdsystems definiert, charakterisiert, modelliert und gemessen werden?

Theorie und Dynamik wechselwirkender Kippelemente in komplexen Systemen. Das FutureLab hat seinen theoretischen Ansatz zur Beschreibung und Analyse der Dynamik interagierender Kippelemente in allgemeinen komplexen Systemen weiterentwickelt. Dabei konnte aufgezeigt werden, unter welchen Bedingungen Kaskaden von Effekten ausgelöst werden (Klose et al. 2020; Krönke et al. 2020), und insbesondere wie die Resilienz des jeweiligen Gesamtsystems durch das vermehrte Auftreten bestimmter kleinskaliger Wechselwirkungsmuster (sogenannter Netzwerk-Motive) verringert werden kann (Wunderling/Stumpf et al. 2020). Basierend auf diesen konzeptionellen Erkenntnissen wurde das OpenSource Modellpaket *pycascades* entwickelt und publiziert. Damit kann die Dynamik von Netzwerken interagierender Kippelemente simuliert werden (Wunderling et al. 2021, *European Physical Journal – Special Topics*).

Risiko des Auslösens von Kippkaskaden im Klimasystem durch globale Erwärmung. Aufbauend auf diesen neuen Ansätzen wurden die Wechselwirkungen zwischen den potentiellen Klima-Kippelementen Grönland, Westantarktis, thermohaline



FutureLab

Spieltheorie und Netzwerke interagierender Agenten

Leitung: Jobst Heitzig & Ulrike Kornek (MCC)

Wie können international, national und auf individueller Ebene Anreize geschaffen werden, gemeinsam den Klimaschutz voranzubringen? Welche strategischen und sozialen Dynamiken folgen aus möglichen Regelungen und Politikoptionen?

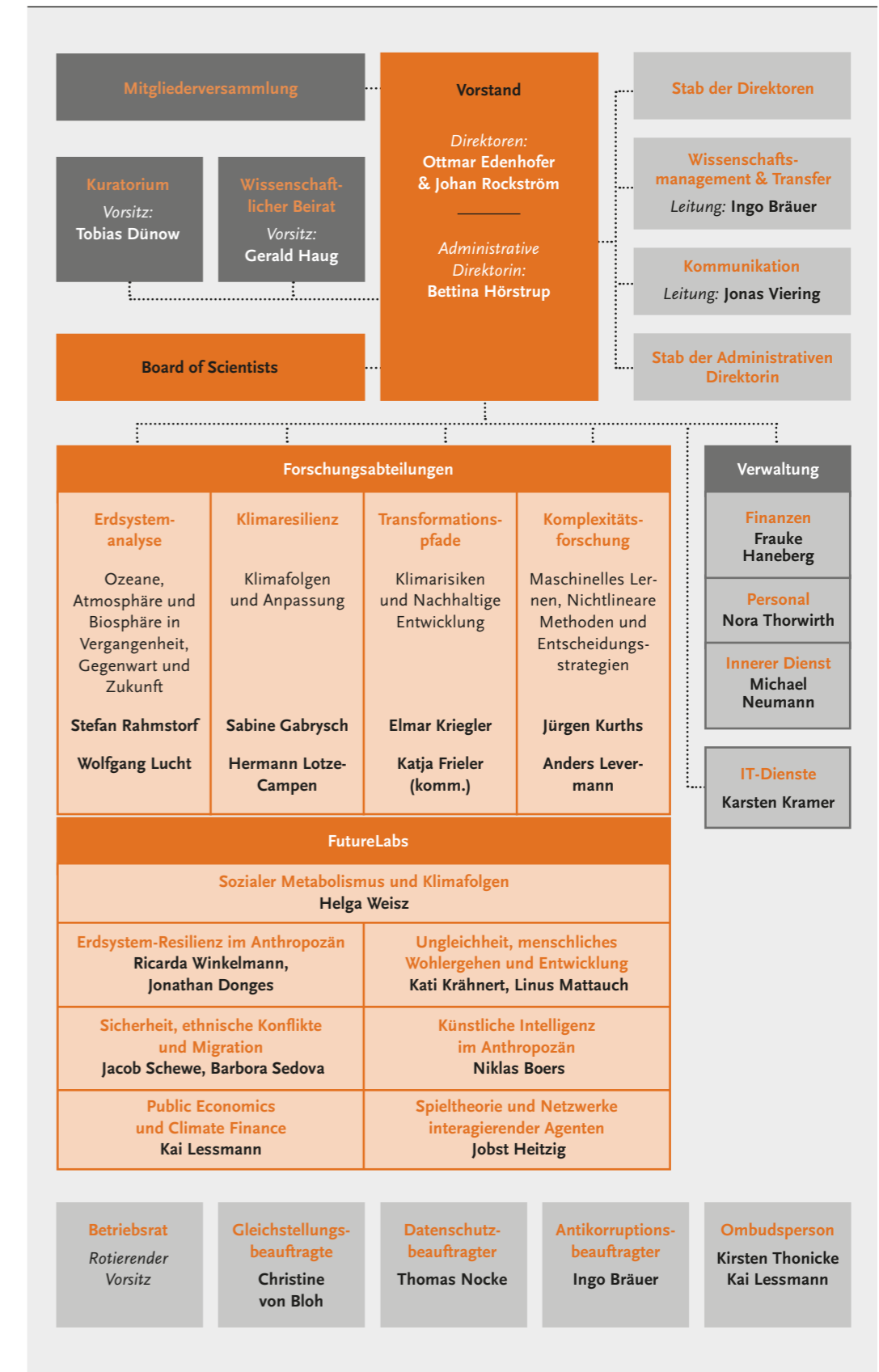
Strategische Transferzahlungen können die Kooperation zwischen Ländern begünstigen. Transferzahlungen innerhalb eines Klimafonds können Trittbrettfahreranreize einzelner Länder verringern, wenn die Höhe der Zahlung, die ein Land erhält, mit der Höhe des CO₂-Preises steigt, der im Land implementiert ist. Gleicht der Klimafonds die durch Preise verursachten Mitigationskosten zwischen Ländern aus, entsteht globale Kooperation (Kornek and Edenhofer 2020, *European Economic Review*).

Soziale Kippprozesse können als Kombination von Schwellwertverhalten und Netzwerkeffekten beschrieben werden. Nach einer etablierten soziologischen Theorie wachsen soziale Bewegungen, indem Individuen aktiv werden, sobald genügend andere aktiv sind. Allerdings ist dieser „Schwellwert“ individuell sehr verschieden. Eine agentenbasierte Modellierung erklärt unterschiedliche Schwellenwerte durch die Position der Individuen im sozialen Netzwerk. So entsteht ein allgemeines Modell für soziale Kippprozesse (Wiedermann et al. 2020, *Scientific Reports*).

Ozeanzirkulation und Amazonas-Regenwald untersucht. Dabei zeigt sich, dass das Risiko von Dominoeffekten selbst bei relativ schwacher Wechselwirkung ab einer globalen Erwärmung von 2°C signifikant zunimmt (Wunderling et al. 2020c). Zudem konnte gezeigt werden, dass die Eisschilde auf Grönland und der Westantarktis eine besonders wichtige strukturelle Rolle für die Resilienz dieses Systems spielen (Wunderling et al. 2020a). Der Verlust dieser Eismassen und des arktischen Meereises würde langfristig die globale Erwärmung durch Rückkopplungseffekte verstärken (Wunderling et al. 2020b). Außerdem wurden Frühwarnsysteme identifiziert für das drohende Überschreiten von Kippunkten in der Amundsen-Region der Westantarktis (Rosier et al. 2021, *The Cryosphere*), die in Zukunft als Indikatoren für die verbleibende Resilienz dieser Systeme dienen könnten.

05 ANHANG

[5.1] Organigramm (Stand: 31.12.2020)



[5.2] Kuratorium und Wissenschaftlicher Beirat

Kuratorium (Stand: 31.12.2020)	
Name	Institution
<i>Vorsitzender:</i> Staatssekretär Tobias Dünow	Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg
<i>Stellvertretender Vorsitzender:</i> Professor Dr. René Haak	Bundesministerium für Bildung und Forschung
Professor Dr. Verena Blechinger-Talcott	Freie Universität Berlin
Professor Dr. Hartmut Graßl	Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg
Professor Dr.-Ing. Dr. Sabine Kunst	Humboldt-Universität zu Berlin
Professor Dr. Peter Lemke	Alfred-Wegener-Institut – Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven
Klaus Milke	Germanwatch e.V., Bonn
Hildegard Müller	Verband der Automobilindustrie, Berlin
Professor Dr. Robert Seckler	Universität Potsdam

Wissenschaftlicher Beirat (Stand: 31.12.2020)	
Name	Institution
<i>Vorsitzender:</i> Professor Dr. Gerald H. Haug	Max-Planck-Institut für Chemie, Mainz
<i>Stellvertretende Vorsitzende:</i> Professor Katherine Richardson	Sustainability Science Centre, University of Copenhagen, Denmark
Professor Ginestra Bianconi	Queen Mary University of London, London, UK
Professor Dr. Antja Boetius	Alfred-Wegener-Institut – Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven
Professor Marc Fleurbaey	Paris School of Economics, Paris, France
Dr. Heide Hackmann	International Science Council (ISC), Paris, France
Professor Dr. Vincent Heuveline	Universität Heidelberg u. Heidelberg Institute for Theoretical Studies, Heidelberg
Professor Ravi Kanbur	Cornell University, Ithaca, USA
Professor Tim Lenton	University of Exeter, Exeter, UK
Professor Dr. Nebojsa Nakicenovic	International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg, Austria
Professor Dennis Snower	Global Solutions Initiative, Berlin
Professor Jessika Trancik	Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA

[5.3] Auszeichnungen und Ernennungen

Name	Auszeichnungen / Ehrungen 2020
Bertram, Christoph	Outstanding reviewer 2019 in Environmental Research Letters, IOP Publishing
Boers, Niklas	EGU Outstanding Early Career Scientist Award (2021), European Geoscience Union
Braun, Johanna	Nachhaltigkeitspreis der Universität Greifswald für Masterarbeit
Caesar, Levke	Publikationspreis 2020 des Leibniz-Kollegs Potsdam
Churkina, Galina	Aquila Capital Transformation Award
Donner, Reik	Lehrpreis 2020 der Hochschule Magdeburg-Stendal, Förderverein der Hochschule Magdeburg-Stendal
Edenhofer, Ottmar	Deutscher Umweltpreis 2020, Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)
Edenhofer, Ottmar	Highly Cited Researcher in Cross-Field, Clarivate Analytics
Foong, Adrian	Preis des Fachbereiches Natur- und Umweltwissenschaften, Universität Koblenz-Landau
Frieler, Katja	Highly Cited Researcher in Cross-Field, Clarivate Analytics
Hilaire, Jérôme	IAMC Award for Best Poster, IAMC (Integrated Assessment Modelling Consortium)
Holger, Hoff	Innovation in Sustainability Science Award, Ecological Society of America
Kluge, Lucas	Physik-Studienpreis der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin
Kriegler, Elmar	Highly Cited Researcher in Social Sciences, Clarivate Analytics
Kurths, Jürgen	Highly Cited Researcher in Engineering, Clarivate Analytics
Lotze-Campen, Hermann	Highly Cited Researcher in Cross-Field, Clarivate Analytics
Luderer, Gunnar	Highly Cited Researcher in Cross-Field, Clarivate Analytics
McConnell, Andrew	Sensitive Intervention Points competition, Oxford Martin School (University of Oxford)
Müller, Christoph	Highly Cited Researcher in Cross-Field, Clarivate Analytics
Nauck, Christian	Förderpreis für herausragende Abschlussarbeit, Stiftung Energieinformatik
Popp, Alexander	Highly Cited Researcher in Cross-Field, Clarivate Analytics
Rahmstorf, Stefan	Highly Cited Researcher in Cross-Field, Clarivate Analytics
Rockström, Johan	Honorary Doctorate of the University of Amsterdam
Rockström, Johan	Prince Albert II of Monaco Foundation Award
Rockström, Johan	Highly Cited Researcher in Environment and Ecology, Clarivate Analytics
Schellnhuber, Hans Joachim	Order of the Rising Sun, Gold Rays with Neck Ribbon bestowed by the Government of Japan

Name	Ernennungen / Wahl in Gremien 2020
Auer, Cornelia	Advisory board to Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie, Berlin - Klimaverträge für Berliner Schulen
Bodirsky, Benjamin Leon	Steering committee member of the German Alliance for Global Health Research (GLOHRIA)

Bodirsky, Benjamin Leon	Secretariat Member, Food System Economics Commission (FSEC)
Donges, Jonathan	Associate member of Scientific Steering Committee of Future Earth Global Research Project AIMES
Edenhofer, Ottmar	Co-chair of the Food System Economics Commission (FSCE)
Edenhofer, Ottmar	Member of the S20 Circular Economy Task Force
Edenhofer, Ottmar	Expert in the working group of the Leibniz Association on developing guidelines for political and societal consultancy in the field of environmental sciences
Edenhofer, Ottmar	Member of the working group „A systemic approach to the energy transition in Europe“, Science Advice for Policy by European Academies (SAPEA)
Frieler, Katja	Berufung in den Stiftungsrat der Stiftung Deutsches Technikmuseum Berlin
Gabrysch, Sabine	Member, Advisory Council ‚One Health‘, established by the Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ)
Gabrysch, Sabine	Member of the German Advisory Council on Global Change (WBGU)
Gabrysch, Sabine	Steering committee member of German Alliance for Global Health Research
Gabrysch, Sabine	Member of BUA-GH expert circle for next Grand Challenge Initiative on Global Health
Gabrysch, Sabine	Representative of Charité at DKK (Deutsches Klima Konsortium)
Gerten, Dieter	Co-speaker of the working group „Integrierte Erdsystemforschung“ of the Leibniz-Gemeinschaft
Gornott, Christoph	Invited member of Global Risk Assessment Framework (GRAF) Working Group of the United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR)
Hattermann, Fred	Advisory board member supporting the foundation of the Climate Resilient Local Infrastructure Centre (CRELIC) in Dhaka, Bangladesh
Hoff, Holger	Member of Working Group 5, Translation and Methods, Earth Commission, Future Earth
Hoffmann, Roman	Scientific coordinator at the Regional Academy on the United Nations (RAUN)
Kropp, Jürgen P.	Selection and screening committee member for the Director General position at International Centre for Integrated Mountain Development and Research
Kropp, Jürgen P.	Member of Expert Panel on UK Climate Resilience Programme, Natural Environment Research Council
Kropp, Jürgen P.	Invited Expert on H2020 Research Programme at EU project review and project midterm evaluation
Kropp, Jürgen P.	Member of Screening and Selection Committee, Guest Professorship „Film and Knowledge“ @ Film University Babelsberg KONRAD WOLF
Lotze-Campen, Hermann	Mitglied der Kommission „Niedersachsen 2030“
Lotze-Campen, Hermann	Commissioner, Food System Economic Commission (FSCE)
Luderer, Gunnar	Leiter der Kopernikus-übergreifenden Arbeitsgruppe Szenarien
Pichler, Peter-Paul	Member of the technical advisory group for the Global Health Decarbonization Roadmap (Health Care Without Harm)
Pradhan, Prajal	Member of the Review Panel for FORMAS call „Realising the Sustainable Development Goals“.
Pradhan, Prajal	Member of the Review Panel for FORMAS call „Research centers for sustainable and competitive food-systems 2020“.
Reyer, Christopher	Member of the „Forstausschuss“ (Forest Council) of the Land Brandenburg

Reyer, Christopher	Member of expert team consulted by EEA on „climate hazard indices“
Reyer, Christopher	Chair of COST Action CA19139 PROCLIAS „Process-based models for climate impact attribution across sectors“
Rockström, Johan	Member of the National Academy of Sciences Leopoldina
Rockström, Johan	Inception Advisor, KR Commission on Sustainable Behavioral Change
Rockström, Johan	Principal of the Food System Economics Commission (FSCE)
Rockström, Johan	Member of Scientific Advisory Board, UNEP State of the Environment Report
Rockström, Johan	Member of the Daimler Advisory Board
Rockström, Johan	Member of the Royal Swedish Academy of Sciences
Rockström, Johan	Chair of the Steering Committee, CGIAR’s Research Program on Water, Land, and Ecosystems
Rybski, Diego	Advisory board member, Greentech Alliance
Sietz, Diana	Youth in Landscapes Initiative Mentoring Program, GLF Biodiversity Digital Conference, Global Landscapes Forum
Vinke, Kira	Member of the Vatican’s Covid-19 Commission, Ecology Working Group
Vinke, Kira	Jury Member of BMBF selection process for Citizen Science Projects
Vinke, Kira	Deutsche Gesellschaft für Auswärtige Politik (DGAP), member of the Expert Group for the „Ideenwerkstatt Deutsche Außenpolitik“
Waid, Jillian	National Platforms for Nutrition - Expert Advisory Group
Waid, Jillian	Advisory Group of the 3ie Aquaculture Systematic Review
Winkelmann, Ricarda	Member of the Earth Commission
Winkelmann, Ricarda	Scientific Advisory Board of Alfred Wegener Institute
Winkelmann, Ricarda	Scientific Steering Committee of PalMod (German Climate Modeling initiative)
Winkelmann, Ricarda	Scientific Steering Committee of TIPACCs (H2020 project on Tipping Points in Antarctic Climate Components)
Winkelmann, Ricarda	Scientific Steering Committee of PROTECT (H2020 project on Projecting Sea-Level Rise: from Ice Sheets to Local Implications)
Winkelmann, Ricarda	Board Member of Die Junge Akademie
Weisz, Helga	Member of the Scientific Advisory Board for the UNDP Human Development Report 2020
Name	Ernennungen als Herausgeber und Hauptautoren 2020 (Auswahl)
Bodirsky, Benjamin Leon	Lead author, Chapter 10 of the International Nitrogen Assessment (INA)
Hoffmann, Roman	Guest Editor, Special Issue on „Education and Sustainable Development“ in journal Sustainability
Hoffmann, Roman	Guest Editor, Special Issue on „Space and Health“ in journal Region
Krysanova, Valentina	Guest editor, Special Issue on „How evaluation of hydrological models influences results of climate impact assessment“ in Climatic Change
Krysanova, Valentina	Appointment as Associate Deputy Editor, Climatic Change
Kurths, Jürgen	Topical Associate Editor of Nonlinear Dynamics
Kurths, Jürgen	Member of Senior Advisory Panel, Journal of Physics: Complexity

Kurths, Jürgen	Editorial Board member, journal Electronics
Luderer, Gunnar	Contributing author to Emissions Gap Report 2020
Luderer, Gunnar	Contributing Author, Chapter 3 „Mitigation pathways compatible with long-term goals“ of the IPCC 6th Assessment Report, WG III
Luderer, Gunnar	Contributing Author, Chapter 6 „Energy systems“ of the IPCC 6th Assessment Report, WG III
Marwan, Norbert	Editor, journal Entropy
Marwan, Norbert	Topic editor „Recurrence Analysis of Complex Systems Dynamics“ for Frontiers in Applied Mathematics and Statistics
Pradhan, Prajal	Contributing Author, Chapter 12 „Cross sectoral perspectives“ of the IPCC 6th Assessment Report, WG III
Pradhan, Prajal	Contributing Author, Chapter 16 „ Key risks across sectors and regions“ of the IPCC 6th Assessment Report, WG III
Pradhan, Prajal	Lead author, SDG Scientific Midterm Assessment, Chapter 7 „Indicators and Methods for Analyzing Steering Effects of the Sustainable Development Goals“
Pradhan, Prajal	Editor, Special Issue on „Food Systems to Address Climate Challenges“ in journal Sustainability
Pradhan, Prajal	Editor, Journal of Engineering Issues and Solutions
Reyer, Christopher	Chief Editor at Regional Environmental Change
Shukla, Roopam	Guest Editor, Special Issue on „Emerging Hydro-Climatic Patterns, Teleconnections and Extreme Events in Changing World at Different Timescales“ in Atmosphere Journal MDPI
Sprinz, Detlef	Editorial Board and Associate Editor, Humanities and Social Sciences Communications, Springer Nature
Yalew, Amsalu Woldie	Guest Editor, Special Issue on Slow Onset Events related to Climate Change in the Journal of Current Opinion in Environmental Sustainability

[5.4] Berufungen, Habilitationen und Stipendien

Name	Berufung
Gornott, Christoph	Professur für Agrarökosystemanalyse und -modellierung, Universität Kassel
Kriegler, Elmar	Professur für Integrated Assessment of Climate Change an der Universität Potsdam
Otto, Ilona	Professorship in Societal Impacts of Climate Change, Wegener Center for Climate and Global Change, University of Graz
Winkelmann, Ricarda	Professur für Climate System Analysis an der Universität Potsdam

Name	Universitäten / Fellowships / Stipendien
Boers, Niklas	Visiting Professor, Beijing Normal University
Chen, David Meng-Chuen	Promotionsstipendium der Deutsche Bundesstiftung Umwelt
Donges, Jonathan	Visiting Research Collaborator, High Meadows Environmental Institute, Princeton University, USA
Garbe, Julius	Abschlussstipendium Promotion, Potsdam Graduate School
Koch, Hagen	Habilitation, Technische Universität Berlin
Levermann, Anders	Renewal as Adjunct Senior Research Scientist Lamont-Doherty Earth Observatory, Columbia University, USA
Marwan, Norbert	Habilitation, Universität Potsdam (2019)
Marwan, Norbert	Privatdozent „Statistical Geosciences“, Universität Potsdam
Murken, Lisa	Promotionsstipendium der Studienstiftung des deutschen Volkes
Nauck, Christian	Promotionsstipendium der Deutsche Bundesstiftung Umwelt
Reese, Ronja	Leibniz Mentoring, selected mentee, Leibniz Association
Rybski, Diego	External Faculty member, Complexity Science Hub Vienna (ab 2021)
Schuster, Antonia	Promotionsstipendium der Hans Böckler Stiftung
Sietz, Diana	Viadrina Mentoring 2020, Europa-Universität Viadrina, Frankfurt (Oder)
Sprinz, Detlef F.	Research Affiliate, ESSCA School of Management (École Supérieure des Sciences Commerciales d'Angers), France
Sprinz, Detlef F.	Visiting Researcher, Centre for Environmental and Climate Research, University of Lund, Sweden
Sprinz, Detlef F.	Tandem Teaching Fellowship, Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e. V.
Thonicke, Kirsten	Habilitation, Universität Potsdam
Wang, Xiaoxi	Award of the China Scholarship Council for outstanding overseas Chinese students

[5.5] Drittmittelprojekte

Projekte gestartet in 2020

Akronym	Projektname	RD*	Mittelgeber	Start	Ende
Atmo-POEM	Potsdam Institute for Climate Impact Research Partnership	1	H&M Foundation	01.10.20	30.09.23
EWP_Analyse	Modellbasierte Analyse und Simulation der Grundwasserneubildung unter Klimawandelbedingungen für den Raum Potsdam	1	Energie und Wasser Potsdam	21.01.20	15.12.20
LOCOMOTION	Use of the dynamic vegetation global model LPJmL with technical support for H2020 LOCOMOTION project	1	FCiências.ID	01.07.20	31.12.20
NEGEM	Quantifying and Deploying Responsible Negative Emissions in Climate Resilient Pathways	1	Europäische Union	01.06.20	31.05.24
PalMod II WP 1.4	Ice sheets/shelves interacting with the solid earth and ocean in the Antarctic (WP1.4 Teilprojekt 2)	1	Bundesministerium für Bildung und Forschung	01.08.20	30.09.22
PalMod II WP 2.2	Kohlenstoffdynamik im CLIMBER-X Modell (WP 2.2 Teilprojekt 2)	1	Bundesministerium für Bildung und Forschung	01.01.20	31.12.22
REBOOST	A Boost for Rural Lignite Regions	1	Europäisches Institut für Innovation und Technologie	01.01.20	31.12.22
EXIMO	Extreme climate impacts interacting across sectors	1 & 2	Bundesministerium für Bildung und Forschung	01.03.20	28.02.23
PROTECT	Projecting Sea-Level Rise: from Ice Sheets to Local Implications	1 & 4	Europäische Union	01.09.20	31.08.24
EC	Support for the Earth and Human Systems Modelling Intercomparison Project of the Earth Commission	1 & VB	Rockefeller Philanthropy Advisors (RPA)	01.08.20	30.06.21
GCF	Global Challenges Foundation	1 & VB	Future Earth / Global Challenges Foundation	01.08.20	31.12.23
Agrica_2020	Durchführung von zwei Klimarisikobewertungen für den landwirtschaftlichen Sektor in zwei Ländern Subsahara-Afrika inklusive Kosten-Nutzen Betrachtung von Optionen zur Klimawandelanpassung als Beitrag zur Umsetzung der nationalen Klimaschutzbeiträge	2	Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	01.01.20	31.12.20
Bolivia	National climate risk analysis to identify and weight adaption strategies for the water sector in Bolivia	2	Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	15.10.20	31.12.21
CCH Frierer	Climate Change and Health in Sub-Saharan Africa – Provision of climate and bio-physical forcing data for health impact projections	2	Deutsche Forschungsgemeinschaft	01.05.20	30.04.23
CCH Lotze-Campen	Climate Change and Health in Sub-Saharan Africa – Weather and climate-related impacts on crop yields and food production on regional and national scale	2	Deutsche Forschungsgemeinschaft	01.01.20	31.12.23
CLIMRISK	Leben mit Klimarisiken	2	Deutsche Bundesstiftung Umwelt	01.07.20	30.06.23
CURE	Copernicus for urban resilience in Europe	2	Europäische Union	01.01.20	31.12.22
FSEC	Food Systemic Economic Commission	2	EAT Foundation	01.07.20	30.06.23
Green Vision Central Asia	Bridging science and capacity building for safer future: integrated water resources management strategies across competing sectors and transboundary dialogue in Central Asia under climate change	2	Auswärtiges Amt	01.07.20	30.06.24
IIASA 2020	Unterstützung der Geschäftsführung der deutschen NMO für das Projektjahr 2020	2	Bundesministerium für Bildung und Forschung	01.01.20	31.12.20

Akronym	Projektname	Ref. Nr.	RD*	Mittelgeber	Laufzeit
KNOW	Kohlenstoff- und Holzvorräte des Deutschen Waldes (KNOW) – Verbesserung der Projektionen des aktuellen und künftigen CO ₂ -Vorrates mittels ökophysiologischer u. empirischer Waldwachstumsmodelle. Teilvorhaben 3: Klimasensitive Simulationen und Analyse	2		Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft	01.03.20 28.02.22
Konferenz Klimawandel & Wasser	Klimawandel und Wasser – Anpassung an die Folgen des Klimawandels	2		Bundesumweltministerium / Adelphi	04.05.20 25.03.21
KoSe	Klimaorientierte Stadtentwicklung – Treibhausgas-minderungspotenzial in synergetischen Handlungsfeldern	2		Umweltbundesamt	10.06.20 30.09.23
PROCLIAS	Process-based models for climate impact attribution across sectors	2		Europäische Union	01.11.20 31.10.24
YSSP 2020	Unterstützung des Young Scientist Summer Programme 2020	2		Bundesministerium für Bildung und Forschung	01.06.20 31.08.20
ClimateWorks	Complete climate change scenario work to support the NGFS	3		ClimateWorks	01.01.20 30.06.21
CO ₂ -Preis	CO ₂ -Preis – Analyse der kurz- und langfristigen Wirkungen unterschiedlicher CO ₂ -Bepreisungsvarianten auf Gesellschaft und Volkswirtschaft	3		Bundesministerium für Wirtschaft und Energie	01.05.20 30.04.23
DBU-Stipendium Odenweller	Kolleg-Energiewende: Die Rolle der Sektorenkopplung für die Erreichung der EU-Ziele zur Reduktion von Treibhausgasemissionen anhand einer Modellkopplung eines globalen Energie-Ökonomie-Klima-Modells mit einem detaillierten Energiesystemmodell	3		Deutsche Bundesstiftung Umwelt	01.09.20 31.08.23
GCFRA	Towards a Global Risk and Foresight Assessment on the Security Implications of Climate Change	3		Auswärtiges Amt	06.04.20 30.04.23
INSPIRE	International Network for Sustainable Financial Policy	3		ClimateWorks	01.06.20 31.05.21
UNEP-FI	Task-Force for Climate Related Financial Disclosures (TCFD) Banking Pilot Phase II	3		Umweltprogramm der Vereinten Nationen	15.06.20 31.12.20
QUIDIC	Quantifying direct and indirect costs of climate-related hazards	3 & 4		Bundesministerium für Bildung und Forschung	01.05.20 30.04.23
ClimXtreme	Räumliche Synchronisationsmuster von Starkniederschlagsereignissen in Europa	4		Bundesministerium für Bildung und Forschung	01.03.20 28.02.23
Dansgaard	Dansgaard/Oeschger Events During Marine Isotope Stage 8	4		Deutsche Forschungsgemeinschaft	01.05.20 30.04.23
DBU-Stipendium Nauck	Kolleg-Energiewende: Entwicklung von interaktiven Analyseverfahren für die explorative Bewertung komplexer Zusammenhänge in zukünftigen Stromnetzen in Anbetracht der Herausforderung der Energiewende basierend auf maschinellem Lernen.	4		Deutsche Bundesstiftung Umwelt	01.10.20 30.09.23
open_plan	Bottom-up Energy Transformation: Optimized Open-Source Planning of Electricity- and Heat Supply in Cellular Energy Systems	4		Bundesministerium für Bildung und Forschung	01.01.20 31.12.22
HABITABLE	Linking Climate Change, Habitability and Social Tipping Points: Scenarios for Climate Migration	FL Metab		Europäische Union	01.09.20 30.08.24
Ariadne	Evidenzbasiertes Assessment für die Gestaltung der deutschen Energiewende (BMBF Kopernikus-Projekt)	VB & 3		Bundesministerium für Bildung und Forschung	01.06.20 31.05.23
PIK Change	Förderung von drei explorativen Investitionsbereichen im Kontext der strategischen Neuausrichtung des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung	VB		Bundesministerium für Bildung und Forschung	01.11.20 31.10.23
SoftWert	Methodenbaukasten zur Verwertung von wissenschaftlicher Software; Zielgruppenorientierte Analyse- und Verwertungsstrategien	VB		Bundesministerium für Bildung und Forschung	01.09.20 31.08.23

[5.6] Veröffentlichungen 2020

Artikel in begutachteten Zeitschriften

Adamou, H., Ibrahim, B., Salack, S., Adamou, R., Sanfo, S., **Liersch, S.** (2020): Physico-chemical and bacteriological quality of groundwater in a rural area of Western Niger: a case study of Bonkoukou. – *Journal of Water and Health*, 18, 1, 77-90. – DOI: 10.2166/wh.2020.082

Agarwal, A., Marwan, N., Maheswaran, R., Öztürk, U., **Kurths, J.,** Merz, B. (2020): Optimal design of hydrometric station networks based on complex network analysis. – *Hydrology and Earth System Sciences*, 24, 5, 2235-2251. – DOI: 10.5194/hess-24-2235-2020

Akuraju, V., Pradhan, P., Haase, D., **Kropp, J. P., Rybski, D.** (2020): Relating SDG11 indicators and urban scaling – an exploratory study. – *Sustainable Cities and Societies*, 52, 101853. – DOI: 10.1016/j.scs.2019.101853

Alberti, T., Consolini, G., Ditlevsen, P. D., **Donner, R. V.,** Quattrocchi, V. (2020): Multiscale measures of phase-space trajectories. – *Chaos*, 30, 12, 123116. – DOI: 10.1063/5.0008916

Alberti, T., **Lekscha, J.,** Consolini, G., De Michelis, P., **Donner, R. V.** (2020): Disentangling nonlinear geomagnetic variability during magnetic storms and quiescence by timescale dependent recurrence properties. – *Journal of Space Weather and Space Climate*, 10, 25. – DOI: 10.1051/swsc/2020026

Albrecht, T., Winkelmann, R., Levermann, A. (2020): Glacial-cycle simulations of the Antarctic Ice Sheet with the Parallel Ice Sheet Model (PISM) – Part 2: Parameter ensemble analysis. – *The Cryosphere*, 14, 2, 633-656. – DOI: 10.5194/tc-14-633-2020

Albrecht, T., Winkelmann, R., Levermann, A. (2020): Glacial-cycle simulations of the Antarctic Ice Sheet with the Parallel Ice Sheet Model (PISM) – Part 1: Boundary conditions and climatic forcing. – *The Cryosphere*, 14, 2, 599-632. – DOI: 10.5194/tc-14-599-2020

Andrijevic, M., Crespo Cuaresma, J., Mutarak, R., **Schleussner, C.-F.** (2020): Governance in socioeconomic pathways and its role for future adaptive capacity. – *Nature Sustainability*, 3, 1, 35-41. – DOI: 10.1038/s41893-019-0405-0

Anees, M. M., **Shukla, R.,** Punia, M., Joshi, P. K. (2020): Assessment and visualization of inherent vulnerability of urban population in India to natural disasters. – *Climate & Development*, 12, 6, 532-546. – DOI: 10.1080/17565529.2019.1646629

Anvari, M., Hellmann, F., Zhang, X. (2020): Introduction to Focus Issue: Dynamics of modern power grids. – *Chaos*, 30, 6, 063140. – DOI: 10.1063/5.0016372

Anvari, M., Rydin Gorjão, L., Timme, M., Withaut, D., Schäfer, B., Kantz, H. (2020): Stochastic properties of the frequency dynamics in real and synthetic power grids. – *Physical Review Research*, 2, 1, 013339. – DOI: 10.1103/PhysRevResearch.2.013339

Arumugam, P., Chemura, A., Schaubberger, B., Gornott, C. (2020): Near real-time biophysical rice (*Oryza sativa* L.) yield estimation to support crop insurance implementation in India. – *Agronomy*, 10, 11, 1674. – DOI: 10.3390/agronomy10111674

Athare, T., Pradhan, P., Kropp, J. P. (2020): Environmental Implications and socioeconomic Characterisation of Indian Diets. – *Science of the Total Environment*, 737, 139881. – DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.139881

Augustynczyk, A. L. D., **Gutsch, M.,** Basile, M., **Suckow, F., Lasch-Born, P.,** Yousefpour, R., Hanewinkel, M. (2020): Socially optimal forest management and biodiversity conservation in temperate forests under climate change. – *Ecological Economics*, 169, 106504. – DOI: 10.1016/j.ecolecon.2019.106504

Aybar, C., **Fernández, C.,** Huerta, A., Lavado, W., Vega, F., Felipe-Obando, O. (2020): Construction of a high-resolution gridded rainfall dataset for Peru from 1981 to the present day. – *Hydrological Sciences Journal*, 65, 5, 770-785. – DOI: 10.1080/02626667.2019.1649411

Baarsch, F., Granadillos, J. R., **Hare, W.,** Knaus, M., Krapp, M., Schaeffer, M., **Lotze-Campen, H.** (2020): The impact of climate change on incomes and convergence in Africa. – *World Development*, 126, 104699. – DOI: 10.1016/j.worlddev.2019.104699

Barfuss, W., Donges, J. F., Vasconcelos, V. V., **Kurths, J.,** Levin, S. A. (2020): Caring for the

future can turn tragedy into comedy for long-term collective action under risk of collapse. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 117, 23, 12915-12922. – DOI: 10.1073/pnas.1916545117

Bauer, N., Bertram, C., Schultes, A., Klein, D., Luderer, G., Krieglner, E., Popp, A., Edenhofer, O. (2020): Quantification of an efficiency-sovereignty trade-off in climate policy. – *Nature*, 588, 7837, 261-266. – DOI: 10.1038/s41586-020-2982-5

Bauer, N., Klein, D., Humpenöder, F., Krieglner, E., Luderer, G., Popp, A., Strefler, J. (2020): Bio-energy and CO₂ emission reductions: an integrated land-use and energy sector perspective. – *Climatic Change*, 163, 3, 1675-1693. – DOI: 10.1007/s10584-020-02895-z

Beillouin, D., **Schaubberger, B.,** Bastos, A., Ciais, P., Makowski, D. (2020): Impact of extreme weather conditions on European crop production in 2018. – *Philosophical Transactions of the Royal Society B – Biological Sciences*, 375, 1810, 20190510.

Beltrán-Tolosa, L. M., Navarro-Racines, C., **Pradhan, P.,** Cruz-García, G. S., Solís, R., Quintero, M. (2020): Action needed for staple crops in the Andean-Amazon foothills because of climate change. – *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 25, 6, 1103-1127. – DOI: 10.1007/s11027-020-09923-4

Beringer, T., Kulak, M., **Müller, C., Schaphoff, S., Jans, Y.** (2020): First process-based simulations of climate change impacts on global tea production indicate large effects in the World's major producer countries. – *Environmental Research Letters*, 15, 3, 034023. – DOI: 10.1088/1748-9326/ab649b

Berzaghi, F., Wright, I. J., Kramer, K., Oddou-Mouratorio, S., Bohn, F. J., **Reyer, C. P. O.,** Sabaté, S., Sanders, T. G. M., Hartig, F. (2020): Towards a new generation of trait-flexible vegetation models. – *Trends in Ecology and Evolution*, 35, 3, 191-205. – DOI: 10.1016/j.tree.2019.11.006

Bhowmik, A. K., McCaffrey, M. S., Ruskey, A. M., Frischmann, C., **Gaffney, O.** (2020): Powers of 10: seeking 'sweet spots' for rapid

climate and sustainability actions between individual and global scales. – *Environmental Research Letters*, 15, 9, 094011. – DOI: 10.1088/1748-9326/abgedo

Blennow, K., Persson, J., Goncalves, L. M. S., Borys, A., Dutca, I., Hynynen, J., Janeczko, E., Lyubenova, M., Merganič, J., Merganičová, K., Peltoniemi, M., Petr, M., Reboredo, F., Vacchiano, G., **Reyer, C. P. O.** (2020): The role of beliefs, expectations and values in decision-making favoring climate change adaptation-implications for communications with European forest professionals. – *Environmental Research Letters*, 15, 11, 114061. – DOI: 10.1088/1748-9326/abc2fa

Bodirsky, B. L., Dietrich, J. P., Martinelli, E., Stenstad, A., Pradhan, P., Gabrysch, S., Mishra, A., Weindl, I., Le Mouél, C., Rolinski, S., Baumstark, L., Wang, X., Waid, J. L., Lotze-Campen, H., Popp, A. (2020): The ongoing nutrition transition thwarts long-term targets for food security, public health and environmental protection. – *Scientific Reports*, 10, 19778. – DOI: 10.1038/s41598-020-75213-3

Börner, R., **Schultz, P.,** Ünzelmann, B., Wang, D., **Hellmann, F., Kurths, J.** (2020): Delay master stability of inertial oscillator networks. – *Physical Review Research*, 2, 023409. – DOI: 10.1103/PhysRevResearch.2.023409

Braun, T., Waechter, M., Peinke, J., Guhr, T. (2020): Correlated power time series of individual wind turbines: A data driven model approach. – *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, 12, 2, 023301. – DOI: 10.1063/1.5139039

Büntgen, U., Arseneault, D., Boucher, É., Churakova, O. V., Gennaretti, F., Crivellaro, A., Hughes, M. K., Kiryanov, A. V., Klippel, L., Krusic, P. J., Linderholm, H. W., Ljungqvist, F. C., **Ludescher, J.,** McCormick, M., Myglan, V. S., Nicolussi, K., Piermattei, A., Oppenheimer, C., Reinig, F., Sigl, M., Vaganov, E. A., Esper, J. (2020): Prominent role of volcanism in Common Era climate variability and human history. – *Dendrochronologia*, 64, 125757. – DOI: 10.1016/j.dendro.2020.125757

Burek, P., Satoh, Y., Kahil, T., Tang, T., Greve, P., Smilovic, M., Guillaumont, L., **Zhao, F.,** Wada, Y. (2020): Development of the Community Water Model (CWatM v1.04) – a high-resolution hydrological model for global and regional assessment of integrated water resources management. – *Geoscientific Model Development*, 13, 7, 3267-3298. – DOI: 10.5194/gmd-13-3267-2020

Cacho, O., Moss, J., Thornton, P. K., Herrero, M., Henderson, B., **Bodirsky, B. L., Humpenöder, F., Popp, A.,** Lipper, L. (2020): The value of climate-resilient seeds for smallholder adaptation in sub-Saharan Africa. – *Climatic Change*, 162, 3, 1213-1229. – DOI: 10.1007/s10584-020-02817-z

Caesar, L., Rahmstorf, S., Feulner, G. (2020): On the relationship between Atlantic meridional overturning circulation slowdown and global surface warming. – *Environmental Research Letters*, 15, 2, 024003. – DOI: 10.1088/1748-9326/ab63e3

Callaghan, M. W., Müller-Hansen, F. (2020): Statistical stopping criteria for automated screening in systematic reviews. – *Systematic Reviews*, 9, 273. – DOI: 10.1186/s13643-020-01521-4

Casanueva, A., Herrera, S., Iturbide, M., **Lange, S.,** Jury, M., Dosio, A., Maraun, D., Gutiérrez, J. M. (2020): Testing bias adjustment methods for regional climate change applications under observational uncertainty and resolution mismatch. – *Atmospheric Science Letters*, 21, 7, e978. – DOI: 10.1002/asl.978

Ceglar, A., Zampieri, M., Gonzalez-Reviriego, N., Ciais, P., **Schaubberger, B.,** Van der Velde, M. (2020): Time-varying impact of climate on maize and wheat yields in France since 1900. – *Environmental Research Letters*, 15, 9, 094039. DOI: 10.1088/1748-9326/aba1be

Chapagain, D., **Baarsch, F.,** Schaeffer, M., D'haen, S. (2020): Climate change adaptation costs in developing countries: insights from existing estimates. – *Climate & Development*, 12, 10, 934-942. DOI: 10.1080/17565529.2020.1711698

Chauhan, N., **Shukla, R.,** Joshi, P. K. (2020): Assessing inherent vulnerability of farming communities across different biogeographical zones in Himachal Pradesh, India. – *Environmental Development*, 33, 100506. – DOI: 10.1016/j.envdev.2020.100506

Chemura, A., Rwasoka, D., Mutanga, O., Dube, T., Mushore, T. (2020): The impact of land-use/land cover changes on water balance of the heterogeneous Buzi sub-catchment, Zimbabwe. – *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 18, 100292. – DOI: 10.1016/j.rsase.2020.100292

Chemura, A., Schaubberger, B., Gornott, C. (2020): Impacts of climate change on agro-

climatic suitability of major food crops in Ghana. – *PLoS ONE*, 15, 6, e0229881. – DOI: 10.1371/journal.pone.0229881

Chen, D.-M.-C., Bodirsky, B. L., Krueger, T., **Mishra, A., Popp, A.** (2020): The world's growing municipal solid waste: Trends and impacts. – *Environmental Research Letters*, 15, 7, 074021. – DOI: 10.1088/1748-9326/ab8659

Chen, J., **Zhao, F.,** Zeng, N., Oda, T. (2020): Comparing a global high-resolution downscaled fossil fuel CO₂ emission dataset to local inventory-based estimates over 14 global cities. – *Carbon Balance and Management*, 15, 9. – DOI: 10.1186/s13021-020-00146-3

Chen, S., Chen, B., Feng, K., Liu, Z., Fromer, N., Tan, X., Alsaedi, A., Hayat, T., **Weisz, H., Schellhuber, H. J.,** Hubacek, K. (2020): Physical and virtual carbon metabolism of global cities. – *Nature Communications*, 11, 182. – DOI: 10.1038/s41467-019-13757-3

Chepkoech, W., Mungai, N. W., Stöber, S., **Lotze-Campen, H.** (2020): Understanding adaptive capacity of smallholder African indigenous vegetable farmers to climate change in Kenya. – *Climate Risk Management*, 27, 100204. – DOI: 10.1016/j.crm.2019.100204

Churkina, G., Organschi, A., **Reyer, C. P. O.,** Ruff, A., **Vinke, K.,** Liu, Z., Reck, B. K., Graedel, T. E., **Schellhuber, H. J.** (2020): Buildings as a global carbon sink. – *Nature Sustainability*, 3, 4, 269-276. – DOI: 10.1038/s41893-019-0462-4

Ciemer, C., Rehm, L., **Kurths, J., Donner, R. V., Winkelmann, R., Boers, N.** (2020): An early-warning indicator for Amazon droughts exclusively based on tropical Atlantic sea surface temperatures. – *Environmental Research Letters*, 15, 9, 094087. – DOI: 10.1088/1748-9326/ab9c6f

Cohen, J., Zhang, X., Francis, J., Jung, T., Kwok, R., Overland, J., Ballinger, T. J., Bhatt, U. S., Chen, H. W., **Coumou, D.,** Feldstein, S., Gu, H., Handorf, D., Henderson, G., Ionita, M., Kretschmer, M., Laliberte, F., Lee, S., Linderholm, H. W., Maslowski, W., Peings, Y., Pfeiffer, K., Rigor, I., Semmler, T., Stroeve, J., Taylor, P. C., Vavrus, S., Vihma, T., Wang, S., Wendisch, M., Wu, Y., Yoon, J. (2020): Divergent consensus on Arctic amplification influence on midlatitude severe winter weather. – *Nature Climate Change*, 10, 1, 20-29. – DOI: 10.1038/s41558-019-0662-y

- Comas-Bru, L., Rehfeld, K., Roesch, C., Amirnezhad-Mozhdehi, S., Harrison, S. P., Atsawawanunt, K., Masood Ahmad, S., Ait Brahim, Y., Baker, A., Bosomworth, M., Breitenbach, S. F. M., Burstyn, Y., Columbu, A., Deininger, M., Demény, A., Dixon, B., **Fohlmeister, J.**, Hatvani, I. G., Hu, J., Kaushal, N., Kern, Z., Labuhn, I., Lechleitner, F. A., Lorrey, A., Martrat, B., Novello, V. F., Oster, J., Pérez-Mejías, C., Scholz, D., Scroxton, N., Sinha, N., Ward, B. M., Warken, S., Zhang, H., SISAL Working Group members (2020): SISALv2: a comprehensive speleothem isotope database with multiple age-depth models. – *Earth System Science Data*, 12, 4, 2579-2606. – DOI: 10.5194/essd-12-2579-2020
- Cornford, S. L., Seroussi, H., Asay-Davis, X. S., Gudmundsson, G. H., Arthern, R., Borstad, C., Christmann, J., Dias dos Santos, T., **Feldmann, J.**, Goldberg, D., Hoffman, M. J., Humbert, A., Kleiner, T., Leguy, G., Lipscomb, W. H., Merino, N., Durand, G., Morlighem, M., Pollard, D., Rückamp, M., Williams, C. R., Yu, H. (2020): Results of the third Marine Ice Sheet Model Intercomparison Project (MIS-MIP+). – *The Cryosphere*, 14, 7, 2283-2301. – DOI: 10.5194/tc-14-2283-2020
- Creutzig, F., Javaid, A., Koch, N., Knopf, B., Mattioli, G., **Edenhofer, O.** (2020): Adjust urban and rural road pricing for fair mobility [Comment]. – *Nature Climate Change*, 10, 7, 591-594. – DOI: 10.1038/s41558-020-0793-1
- Cucchi, M., Weedon, G. P., Amici, A., Bellouin, N., **Lange, S.**, Müller Schmied, H., Hersbach, H., Buontempo, C. (2020): WFDE5: bias-adjusted ERA5 reanalysis data for impact studies. – *Earth System Science Data*, 12, 3, 2097-2120. – DOI: 10.5194/essd-12-2097-2020
- Daioglou, V., Muratori, M., Lamers, P., Fujimori, S., Kitous, A., Köberle, A. C., **Bauer, N.**, Junginger, M., Kato, E., Leblanc, F., Mima, S., Wise, M., van Vuuren, D. P. (2020): Implications of climate change mitigation strategies on international bioenergy trade. – *Climatic Change*, 163, 3, 1639-1658. – DOI: 10.1007/s10584-020-02877-1
- Daioglou, V., Rose, S. K., **Bauer, N.**, Kitous, A., Muratori, M., Sano, F., Fujimori, S., Gidden, M. J., Kato, E., Keramidas, K., **Klein, D.**, Leblanc, F., Tsutsui, J., Wise, M., van Vuuren, D. P. (2020): Bioenergy technologies in long-run climate change mitigation: results from the EMF-33 study. – *Climatic Change*, 163, 3, 1603-1620. – DOI: 10.1007/s10584-020-02799-y
- de Oliveira Garcia, W., Amann, T., Hartmann, J., **Karstens, K.**, **Popp, A.**, Boysen, L. R., Smith, P., Goll, D. (2020): Impacts of enhanced weathering on biomass production for negative emission technologies and soil hydrology. – *Biogeosciences*, 17, 7, 2107-2133. – DOI: 10.5194/bg-17-2107-2020
- Dhamija, V., **Shukla, R.**, **Gornott, C.**, Joshi, P. (2020): Consistency in vulnerability assessments of wheat to climate change – A district-level analysis in India. – *Sustainability*, 12, 19, 8256. – DOI: 10.3390/su12198256
- Di Capua, G.**, **Kretschmer, M.**, **Donner, R. V.**, Hurk, B. v. d., Vellore, R., Krishnan, R., **Coumou, D.** (2020): Tropical and mid-latitude teleconnections interacting with the Indian summer monsoon rainfall: a theory-guided causal effect network approach. – *Earth System Dynamics*, 11, 1, 17-34. – DOI: 10.5194/esd-11-17-2020
- Di Capua, G.**, Runge, J., **Donner, R. V.**, van den Hurk, B., Turner, A. G., Vellore, R., Krishnan, R., **Coumou, D.** (2020): Dominant patterns of interaction between the tropics and mid-latitudes in boreal summer: causal relationships and the role of timescales. – *Weather and Climate Dynamics*, 1, 2, 519-539. – DOI: 10.5194/wcd-1-519-2020
- Didovets, I.**, **Krysanova, V.**, **Hattermann, F. F.**, **Rivas López, M. d. R.**, Snizhko, S., Müller Schmied, H. (2020): Climate change impact on water availability of main river basins in Ukraine. – *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 32, 100761. – DOI: 10.1016/j.ejrh.2020.100761
- Dietze, H., Löptien, U., Hordoir, R., Heinemann, M., **Huiskamp, W. N.**, Schneider, B. (2020): Silicon isotopes in an EMIC's ocean: sensitivity to runoff, iron supply and climate. – *Paleoceanography and Paleoclimatology*, 35, 10, e2020PA003960. – DOI: 10.1029/2020PA003960
- Do, H. X., **Zhao, F.**, Westra, S., Leonard, M., Gudmundsson, L., Boulange, J. E. S., Chang, J., Ciais, P., **Gerten, D.**, Gosling, S. N., Müller Schmied, H., Stacke, T., Telteu, C.-E., Wada, Y. (2020): Historical and future changes in global flood magnitude – evidence from a model-observation investigation. – *Hydrology and Earth System Sciences*, 24, 3, 1543-1564. – DOI: 10.5194/hess-24-1543-2020
- Donges, J. F.**, **Heitzig, J.**, **Barfuss, W.**, **Wiedermann, M.**, **Kassel, J. A.**, Kittel, T., **Kolb, J. J.**, **Kolster, T.**, **Müller-Hansen, F.**, **Otto, I. M.**, **Zimmerer, K. B.**, **Lucht, W.** (2020): Earth system modeling with endogenous and dynamic human societies: the copan: CORE open World–Earth modeling framework. – *Earth System Dynamics*, 11, 2, 395-413. – DOI: 10.5194/esd-11-395-2020
- Dorband, I. I., Jakob, M., **Steckel, J. C.** (2020): Unraveling the political economy of coal: Insights from Vietnam. – *Energy Policy*, 147, 111860. – DOI: 10.1016/j.enpol.2020.111860
- Duan, G.**, Wang, X., Huang, T., **Kurths, J.** (2020): An improved group similarity-based association rule mining algorithm in complex scenes. – *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 34, 2, 2059005. – DOI: 10.1142/S0218001420590053
- Edenhofer, O.**, **Kalkuhl, M.**, Requate, T., **Steckel, J. C.** (2020): How assets get stranded: The impact of climate policy on capital and fossil fuel owners. Introduction to the JEEM special section on climate policy and political economy. – *Journal of Environmental Economics and Management*, 100, 102300. – DOI: 10.1016/j.jeem.2020.102300
- Edenhofer, O.**, Kalkuhl, M., Ockenfels, A. (2020): Das Klimaschutzprogramm der Bundesregierung: Eine Wende der deutschen Klimapolitik? – Perspektiven der Wirtschaftspolitik, 21, 1, 4-18. – DOI: 10.1515/pwp-2020-0001
- Eixmann, R., **Matthias, V.**, Höffner, J., Baumgarten, G., Gerding, M. (2020): Local stratosphere temperature variabilities and their embedding in the global context. – *Annales Geophysicae*, 38, 2, 373-383. – DOI: 10.5194/angeo-38-373-2020
- Ershad, A. M.**, **Pietzcker, R. C.**, **Ueckerdt, F.**, **Luderer, G.** (2020): Managing power demand from air conditioning benefits solar PV in India scenarios for 2040. – *Energies*, 13, 9, 2223. – DOI: 10.3390/en13092223
- Expósito, A., **Beier, F.**, Berbel, J. (2020): Hydro-economic modelling for water-policy assessment under climate change at a river basin scale: A review. – *Water*, 12, 5, 1559. – DOI: 10.3390/w12061559
- Fan, J.**, **Meng, J.**, **Liu, Y.**, Ali Saberi, A., **Kurths, J.**, Nagler, J. (2020): Universal gap scaling in percolation. – *Nature Physics*, 16, 4, 455-461. – DOI: 10.1038/s41567-019-0783-2
- Farrell, N.**, O'Donoghue, C., Morrissey, K. (2020): Regional income and wave energy deployment in Ireland. – *Papers in Regional Science*, 99, 3, 509-531. – DOI: 10.1111/pirs.12488
- Fdez-Arroyabe, P., Fornieles-Callejón, J., Santurtún, A., Szangolies, L., **Donner, R. V.** (2020): Schumann resonance and cardiovascular hospital admission in the area of Granada, Spain: An event coincidence analysis approach. – *Science of the Total Environment*, 705, 135813. – DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.135813
- Feng, M., Deng, L.-J., Chen, F., Perc, M., **Kurths, J.** (2020): The accumulative law and its probability model: an extension of the Pareto distribution and the log-normal distribution. – *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 476, 2237, 20200019. – DOI: 10.1098/rspa.2020.0019
- Feng, M., Deng, S., Chen, F., **Kurths, J.** (2020): Distributed event-triggered adaptive partial diffusion strategy under dynamic network topology. – *Chaos*, 30, 6, 063103. – DOI: 10.1063/1.5007405
- Ferreira, L. N.**, Vega-Oliveros, D. A., Cotacalapa, M., Cardoso, M. F., Quiles, M. G., Zhao, L., Macau, E. E. N. (2020): Spatiotemporal data analysis with chronological networks. – *Nature Communications*, 11, 4036. – DOI: 10.1038/s41467-020-17634-2
- Flachsland, C., **Pahle, M.**, Burtraw, D., **Edenhofer, O.**, Elkerbout, M., Fischer, C., **Tietjen, O.**, Zetterberg, L. (2020): How to avoid history repeating itself: the case for an EU Emissions Trading System (EU ETS) price floor revisited. – *Climate Policy*, 20, 1, 133-142. – DOI: 10.1080/14693062.2019.1682494
- Fofrich, R. A., Tong, D., Calvin, K. V., de Boer, H. S., Emmerling, J., Fricko, O., Fujimori, S., **Luderer, G.**, Rogelj, J., Davis, S. J. (2020): Early retirement of power plants in climate mitigation scenarios. – *Environmental Research Letters*, 15, 9, 094064. – DOI: 10.1088/1748-9326/ab96d3
- Fohlmeister, J.**, Voarintsoa, N. R. G., Lechleitner, F. A., Boyd, M., Brandstätter, S., Jacobson, M. J., Oster, J. (2020): Main controls on the stable carbon isotope composition of speleothems. – *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 279, 67-87. – DOI: 10.1016/j.gca.2020.03.042
- Foure, J., Aguiar, A., Bibas, R., Chateau, J., Fujimori, S., Lefevre, J., **Leimbach, M.**, Rey-Los-Santos, L., Valin, H. (2020): Macroeconomic drivers of baseline scenarios in dynamic CGE models: review and guidelines proposal. – *Journal of Global Economic Analysis*, 5, 1, 28-62. – DOI: 10.21642/JGEA.050102AF
- Franke, J. A., **Müller, C.**, Elliott, J., Ruane, A. C., **Jägermeyr, J.**, Balkovic, J., Ciais, P., Dury, M., Falloon, P. D., Folberth, C., François, L., Hank, T., Hoffmann, M., Izaurralde, R. C., Jacquemin, I., Jones, C., Khabarov, N., Koch, M., Li, M., Liu, W., Olin, S., Phillips, M., Pugh, T. A. M., Reddy, A., Wang, X., Williams, K., Zabel, F., Moyer, E. J. (2020): The GGCM Phase 2 experiment: global gridded crop model simulations under uniform changes in CO₂, temperature, water, and nitrogen levels (protocol version 1.0). – *Geoscientific Model Development*, 13, 5, 2315-2336. – DOI: 10.5194/gmd-13-2315-2020
- Franke, J. A., **Müller, C.**, Elliott, J., Ruane, A. C., **Jägermeyr, J.**, Snyder, A., Dury, M., Falloon, P. D., Folberth, C., François, L., Hank, T., Izaurralde, R. C., Jacquemin, I., Jones, C., Li, M., Liu, W., Olin, S., Phillips, M., Pugh, T. A., Reddy, A., Williams, K., Wang, Z., Zabel, F., Moyer, E. (2020): The GGCM Phase 2 emulators: global gridded crop model responses to changes in CO₂, temperature, water, and nitrogen (version 1.0). – *Geoscientific Model Development*, 13, 9, 3995-4018. – DOI: 10.5194/gmd-13-3995-2020
- Friedrich, M.**, Beutner, E., Reuvers, H., Smeekes, S., Urbain, J.-P., Bader, W., Franco, B., Lejeune, B., Mahieu, E. (2020a): A statistical analysis of time trends in atmospheric ethane. – *Climatic Change*, 162, 1, 105-125. – DOI: 10.1007/s10584-020-02806-2
- Friedrich, M.**, Smeekes, S., Urbain, J.-P. (2020b): Autoregressive wild bootstrap inference for nonparametric trends. – *Journal of Econometrics*, 214, 1, 81-109. – DOI: 10.1016/j.jeconom.2019.05.006
- Fuchs, K., Merbold, L., Buchmann, N., Bretscher, D., Brilli, L., Fitton, N., Topp, C. F. E., Klumpp, K., Lieffering, M., Martin, R., Newton, P. C. D., Rees, R. M., **Rolinski, S.**, Smith, P., Snow, V. (2020): Multimodel evaluation of nitrous oxide emissions from an intensively managed grassland. – *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 125, 1, e2019JG005261. – DOI: 10.1029/2019JG005261
- Gädeke, A.**, **Krysanova, V.**, **Aryal, A.**, Chang, J., Grillakis, M., Hanasaki, N., Koutroulis, A., Pokhrel, Y., Satoh, Y., **Schaphoff, S.**, Müller Schmied, H., Stacke, T., Tang, Q., Wada, Y., **Thonicke, K.** (2020): Performance evaluation of global hydrological models in six large Pan-Arctic watersheds. – *Climatic Change*, 163, 3, 1329-1351. – DOI: 10.1007/s10584-020-02892-2
- Gailing, L., **Bues, A.**, Kern, K., Röhring, A. (2020): Socio-spatial dimensions in energy transitions: Applying the TPSN framework to case studies in Germany. – *Environment and Planning A: Economy and Space*, 52, 6, 1112-1130. – DOI: 10.1177/0308518X19845142
- Gambardella, C.**, **Pahle, M.**, Schill, W.-P. (2020): Do benefits from dynamic tariffing rise? Welfare effects of real-time retail pricing under carbon taxation and variable renewable electricity supply. – *Environmental and Resource Economics*, 75, 1, 183-213. – DOI: 10.1007/s10640-019-00393-0
- Gao, C., Su, B., **Krysanova, V.**, Zha, Q., Chen, C., Luo, G., Zeng, X., Huang, J., Xiong, M., Zhang, L., Jiang, T. (2020): A 439-year simulated daily discharge dataset (1861–2299) for the upper Yangtze River, China. – *Earth System Science Data*, 12, 1, 387-402. – DOI: 10.5194/essd-12-387-2020
- Garbe, J.**, **Albrecht, T.**, **Levermann, A.**, **Donges, J. F.**, **Winkelmann, R.** (2020): The hysteresis of the Antarctic Ice Sheet. – *Nature*, 585, 7826, 538-544. – DOI: 10.1038/s41586-020-2727-5
- Geiger, T.**, Stomper, A. (2020): Rising economic damages of natural disasters: Trends in event intensity or capital intensity? – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 117, 12, 6312-6313. – DOI: 10.1073/pnas.1922152117
- Geiges, A., Nauels, A., Parra, P. Y., Andrijevic, M., Hare, W., **Pfleiderer, P.**, Schaeffer, M., **Schleussner, C.-F.** (2020): Incremental improvements of 2030 targets insufficient to achieve the Paris Agreement goals. – *Earth System Dynamics*, 11, 3, 697-708. – DOI: 10.5194/esd-11-697-2020
- Gelbrecht, M.**, **Kurths, J.**, **Hellmann, F.** (2020): Monte Carlo basin bifurcation analysis. – *New Journal of Physics*, 22, 033032. – DOI: 10.1088/1367-2630/ab7a05
- Gerten, D.**, **Heck, V.**, **Jägermeyr, J.**, **Bodirsky, B. L.**, Fetzer, I., Jalava, M., Kumm, M., **Lucht,**

- W., **Rockström, J., Schaphoff, S., Schellnhuber, H. J.** (2020): Feeding ten billion people is possible within four terrestrial planetary boundaries. – *Nature Sustainability*, 3, 3, 200-208. – DOI: 10.1038/s41893-019-0465-1
- Giannousakis, A., Baumstark, L., Kriegler, E.** (2020): En route to China's mid-century climate goal: comparison of emissions intensity versus absolute targets. – *Climate Policy*, 20, 10, 1274-1289. – DOI: 10.1080/14693062.2020.1798734
- Glanemann, N., Willner, S., Levermann, A.** (2020): Paris Climate Agreement passes the cost-benefit test. – *Nature Communications*, 11, 110. – DOI: 10.1038/s41467-019-13961-1
- Gleeson, T., Wang-Erlandsson, L., Porkka, M., Zipper, S. C., Jaramillo, F., **Gerten, D.**, Fetzer, I., Cornell, S. E., Piemontese, L., Gordon, L. J., **Rockström, J.**, Oki, T., Sivapalan, M., Wada, Y., Brauman, K. A., Flörke, M., Bierkens, M. F. P., Lehner, B., Keys, P., Kummu, M., Wagener, T., Dadson, S., Troy, T. J., Steffen, W., Falkenmark, M., Famiglietti, J. S. (2020): Illuminating water cycle modifications and Earth system resilience in the Anthropocene. – *Water Resources Research*, 56, 4, e2019WR024957. – DOI: 10.1029/2019WR024957
- Gleeson, T., Wang-Erlandsson, L., Zipper, S. C., Porkka, M., Jaramillo, F., **Gerten, D.**, Fetzer, I., Cornell, S. E., Piemontese, L., Gordon, L. J., **Rockström, J.**, Oki, T., Sivapalan, M., Wada, Y., Brauman, K. A., Flörke, M., Bierkens, M. F. P., Lehner, B., Keys, P., Kummu, M., Wagener, T., Dadson, S., Troy, T. J., Steffen, W., Falkenmark, M., Famiglietti, J. S. (2020): The water planetary boundary: interrogation and revision. – *One Earth*, 2, 3, 223-234. – DOI: 10.1016/j.oneear.2020.02.009
- Gleixner, S.**, Demissie, T., Diro, G. T. (2020): Did ERA5 improve temperature and precipitation reanalysis over East Africa? – *Atmosphere*, 11, 9, 996. – DOI: 10.3390/atmos11090996
- Godavarthi, V., Kasthuri, P., Mondal, S., Sujith, R. I., **Marwan, N., Kurths, J.** (2020): Synchronization transition from chaos to limit cycle oscillations when a locally coupled chaotic oscillator grid is coupled globally to another chaotic oscillator. – *Chaos*, 30, 3, 033121. – DOI: 10.1063/1.5134821
- Goelzer, H., Nowicki, S., Payne, A., Larour, E., Seroussi, H., Lipscomb, W. H., Gregory, J., Abe-Ouchi, A., Shepherd, A., Simon, E., Agosta, C., Alexander, P., Aschwanden, A., Barthel, A., **Calov, R.**, Chambers, C., Choi, Y., Cuzzzone, J., Dumas, C., Edwards, T., Felikson, D., Fettweis, X., Golledge, N. R., Greve, R., Humbert, A., Huybrechts, P., Le clec'h, S., Lee, V., Leguy, G., Little, C., Lowry, D. P., Morlighem, M., Nias, I., Quiquet, A., Rückamp, M., Schlegel, N.-J., Slater, D. A., Smith, R. S., Straneo, F., Tarasov, L., van de Wal, R., van den Broeke, M. (2020): The future sea-level contribution of the Greenland ice sheet: a multi-model ensemble study of ISMIP6. – *The Cryosphere*, 14, 9, 3071-3096. – DOI: 10.5194/tc-14-3071-2020
- Goldstein, A., Turner, W. R., Spawn, S. A., Anderson-Teixeira, K. J., Cook-Patton, S., Fargione, J., Gibbs, H. K., Griscom, B., Hewson, J. H., Howard, J. F., Ledezma, J. C., Page, S., Koh, L. P., **Rockström, J.**, Sanderman, J., Hole, D. G. (2020): Protecting irrecoverable carbon in Earth's ecosystems. – *Nature Climate Change*, 10, 4, 287-295. – DOI: 10.1038/s41558-020-0738-8
- Guillaume, J. H. A., Sojamo, S., Porkka, M., **Gerten, D.**, Jalava, M., Lankoski, L., Lehtikoinen, E., Lettenmeier, M., Pfister, S., Usva, K., Wada, Y., Kummu, M. (2020): Giving legs to handprint thinking: Foundations for evaluating the good we do. – *Earth's Future*, 8, 6, e2019EF001422. – DOI: 10.1029/2019EF001422
- Guntu, R. K., Yeditha, P. K., Rathinasamy, M., Perc, M., **Marwan, N., Kurths, J.**, Agarwal, A. (2020): Wavelet entropy-based evaluation of intrinsic predictability of time series. – *Chaos*, 30, 3, 033117. – DOI: 10.1063/1.5145005
- Guo, Y., Luo, Y., Wang, W., Luo, X., Ge, C., **Kurths, J.**, Yuan, M., Gao, Y. (2020): Fixed-time synchronization of complex-valued memristive BAM neural network and applications in image encryption and decryption. – *International Journal of Control, Automation and Systems*, 18, 2, 462-476. – DOI: 10.1007/s12555-018-0676-7
- Gwyther, D. E., Kusahara, K., **Asay-Davis, X. S.**, Dinniman, M. S., Galton-Fenzi, B. K. (2020): Vertical processes and resolution impact ice shelf basal melting: A multi-model study. – *Ocean Modelling*, 147, 101569. – DOI: 10.1016/j.ocemod.2020.101569
- Haiyang, Y., Haiyan, W., Yong, X., **Kurths, J.** (2020): A recurrent plot based stochastic nonlinear ray propagation model for underwater signal propagation. – *New Journal of Physics*, 22, 063025. – DOI: 10.1088/1367-2630/ab8caf
- Hänsel, M. C.**, Drupp, M. A., Johansson, D. J. A., Nesje, F., Azar, C., Freeman, M. C., Groom, B., Sterner, T. (2020): Climate economics support for the UN climate targets. – *Nature Climate Change*, 10, 8, 781-789. – DOI: 10.1038/s41558-020-0833-x
- Hänsel, M. C.**, Schmidt, J. O., Stiasny, M. H., Stöven, M. T., Voss, R., Quaas, M. F. (2020): Ocean warming and acidification may drag down the commercial Arctic cod fishery by 2100. – *PLoS ONE*, 15, 4, e0231589. – DOI: 10.1371/journal.pone.0231589
- Hanssen, S. V., Daioglou, V., Steinmann, Z. J. N., Frank, S., **Popp, A.**, Brunelle, T., Lauri, P., Hasegawa, T., Huijbregts, M. A. J., Vuuren, D. P. v. (2020): Biomass residues as twenty-first century bioenergy feedstock — a comparison of eight integrated assessment models. – *Climatic Change*, 163, 3, 1569-1586. – DOI: 10.1007/s10584-019-02539-x
- Harmsen, M., Fricko, O., **Hilaire, J.**, Vuuren, D. P. v., Drouet, L., Durand-Lasserve, O., Fujimori, S., Keramidas, K., Klimont, Z., **Luderer, G.**, Aleluia Reis, L., Riahi, K., Sano, F., Smith, S. J. (2020): Taking some heat off the NDCs? The limited potential of additional short-lived climate forcers' mitigation. – *Climatic Change*, 163, 3, 1443-1461. – DOI: 10.1007/s10584-019-02436-3
- Harmsen, M., Vuuren, D. P. v., **Bodirsky, B. L.**, Chateau, J., Durand-Lasserve, O., Drouet, L., Fricko, O., Fujimori, S., Gernaat, D. E. H. J., Hanaoka, T., **Hilaire, J.**, Keramidas, K., **Luderer, G.**, Moura, M. C. P., Sano, F., Smith, S. J., Wada, K. (2020): The role of methane in future climate strategies: mitigation potentials and climate impacts. – *Climatic Change*, 163, 3, 1409-1425. – DOI: 10.1007/s10584-019-02437-2
- Hasegawa, T., Fujimori, S., Havlík, P., Valin, H., **Bodirsky, B. L.**, Doelman, J. C., Fellmann, T., Kyle, P., Koopman, J. F. L., **Lotze-Campen, H.**, Mason-D'Croz, D., **Müller, C.**, Ochi, Y., Pérez Domínguez, I., Stehfest, E., Sulser, T. B., Tabeau, A., Takahashi, K., Takakura, J., van Meijl, H., van Zeist, W.-J., Wiebe, K., Witzke, P. (2020): Reply to: An appeal to cost undermines food security risks of delayed mitigation. – *Nature Climate Change*, 10, 420-421. – DOI: 10.1038/s41558-020-0767-3
- Hasegawa, T., Sands, R. D., Brunelle, T., Cui, Y., Frank, S., Fujimori, S., **Popp, A.** (2020): Food security under high bioenergy demand toward long-term climate goals. – *Climatic Change*, 163, 3, 1587-1601. – DOI: 10.1007/s10584-020-02838-8
- Hassanibesheli, F.**, Boers, N., **Kurths, J.** (2020): Reconstructing complex system dynamics from time series: a method comparison. – *New Journal of Physics*, 22, 073053. – DOI: 10.1088/1367-2630/ab9ce5
- He, G.**, Liu, J., Wu, Y., Fang, J.-A. (2020): On Bipartite Consensus of Bounded Confidence Models for Opinion Dynamics. – *International Journal of Control, Automation and Systems*, 18, 2, 303-312. – DOI: 10.1007/s12555-019-0138-x
- Heinke, J.**, Lannerstad, M., **Gerten, D.**, Havlík, P., Herrero, M., Notenbaert, A. M. O., **Hoff, H.**, **Müller, C.** (2020): Water use in global livestock production-opportunities and constraints for increasing water productivity. – *Water Resources Research*, 56, 12, e2019WR026995. – DOI: 10.1029/2019WR026995
- Heino, M., Guillaume, J. H. A., **Müller, C.**, Iizumi, T., Kummu, M. (2020): A multi-model analysis of teleconnected crop yield variability in a range of cropping systems. – *Earth System Dynamics*, 11, 1, 113-128. – DOI: 10.5194/esd-11-113-2020
- Helfmann, L.**, Ribera Borrell, E., Schütte, C., Koltai, P. (2020): Extending transition path theory: Periodically driven and finite-time dynamics. – *Journal of Nonlinear Science*, 30, 6, 3321-3366. – DOI: 10.1007/s00332-020-09652-7
- Hellmann, F.**, **Schultz, P.**, Jaros, P., Levchenko, R., Kapitaniak, T., **Kurths, J.**, Maistrenko, Y. (2020): Network-induced multistability through lossy coupling and exotic solitary states. – *Nature Communications*, 11, 592. – DOI: 10.1038/s41467-020-14417-7
- Herrero, M., Thornton, P. K., Mason-D'Croz, D., Palmer, J., Benton, T. G., **Bodirsky, B. L.**, Bogard, J. R., Hall, A., Lee, B., Nyborg, K., **Pradhan, P.**, Bonnett, G. D., Bryan, B. A., Campbell, B. M., Christensen, S., Clark, M., Cook, M. T., de Boer, I. J. M., Downs, C., Dizyee, K., Folberth, C., Godde, C. M., Gerber, J. S., Grundy, M., Havlik, P., Jarvis, A., King, R., Loboguerrero, A. M., Lopes, M. A., McIntyre, C. L., Naylor, R., Navarro, J., Obersteiner, M., Parodi, A., Peoples, M. B., Pikaar, I., **Popp, A.**, **Rockström, J.**, Robertson, M. J., Smith, P., Stehfest, E., Swain, S. M., Valin, H., van
- Wijk, M., van Zanten, H. H. E., Vermeulen, S., Vervoort, J., West, P. C. (2020): Innovation can accelerate the transition towards a sustainable food system. – *Nature Food*, 1, 5, 266-272. – DOI: 10.1038/s43016-020-0074-1
- Hoffmann, R.**, Blecha, D. (2020): Education and disaster vulnerability in Southeast Asia: Evidence and policy implications. – *Sustainability*, 12, 4, 1401. – DOI: 10.3390/su12041401
- Hoffmann, R.**, Dimitrova, A., Muttarak, R., Crespo Cuarema, J., Peisker, J. (2020): A meta-analysis of country-level studies on environmental change and migration. – *Nature Climate Change*, 10, 10, 904-912. – DOI: 10.1038/s41558-020-0898-6
- Horton, B. P., Khan, N. S., Cahill, N., Lee, J. S. H., Shaw, T. A., Garner, A. J., Kemp, A. C., Engelhart, S. E., **Rahmstorf, S.** (2020): Estimating global mean sea-level rise and its uncertainties by 2100 and 2300 from an expert survey. – *npj Climate and Atmospheric Science*, 3, 18. – DOI: 10.1038/s41612-020-0121-5
- Huang, G., Hoekstra, A. Y., Krol, M. S., **Jägermeyr, J.**, Galindo, A., Yu, C., Wang, R. (2020): Water-saving agriculture can deliver deep water cuts for China. – *Resources, Conservation and Recycling*, 154, 104578. – DOI: 10.1016/j.resconrec.2019.104578
- Huang, S.**, Shah, H., Naz, B. S., Shrestha, N., Mishra, V., Daggupati, P., Ghimire, U., **Vetter, T.** (2020): Impacts of hydrological model calibration on projected hydrological changes under climate change — a multi-model assessment in three large river basins. – *Climatic Change*, 163, 3, 1143-1164. – DOI: 10.1007/s10584-020-02872-6
- Huber, V., **Krummenauer, L.**, Pena-Ortiz, C., **Lange, S.**, Gasparrini, A., Vicedo-Cabrera, A. M., Garcia-Herrera, R., **Frieler, K.** (2020): Temperature-related excess mortality in German cities at 2 °C and higher degrees of global warming. – *Environmental Research*, 186, 109447. – DOI: 10.1016/j.envres.2020.109447
- Humpenöder, F.**, **Karstens, K.**, **Lotze-Campen, H.**, Leifeld, J., Menichetti, L., Barthelmes, A., **Popp, A.** (2020): Peatland protection and restoration are key for climate change mitigation. – *Environmental Research Letters*, 15, 10, 104093. – DOI: 10.1088/1748-9326/abae2a
- Hurt, G. C., Chini, L., Sahajpal, R., Frolking, S., **Bodirsky, B. L.**, Calvin, K., Doelman, J. C., Fisk, J., Fujimori, S., Goldewijk, K. K., Hasegawa, T., Havlik, P., Heinemann, A., **Humpenöder, F.**, Jungclaus, J., Kaplan, J. O., Kennedy, J., Krisztin, T., Lawrence, D., Lawrence, P., Ma, L., Mertz, O., Pongratz, J., **Popp, A.**, Poulter, B., Riahi, K., Shevliakova, E., Stehfest, E., Thornton, P., Tubiello, F. N., Vuuren, D. P. v., Zhang, X. (2020): Harmonization of global land use change and management for the period 850–2100 (LUH2) for CMIP6. – *Geoscientific Model Development*, 13, 11, 5425-5464. – DOI: 10.5194/gmd-13-5425-2020
- Ide, T., Brzoska, M., **Donges, J. F.**, **Schleussner, C.-F.** (2020): Multi-method evidence for when and how climate-related disasters contribute to armed conflict risk. – *Global Environmental Change*, 62, 102063. – DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2020.102063
- Ide, T., Fröhlich, C., **Donges, J. F.** (2020): The Economic, Political, and Social Implications of Environmental Crises. – *Bulletin of the American Meteorological Society*, 101, 3, E364-E367. – DOI: 10.1175/BAMS-D-19-0257.1
- Ismail, M. F., Naz, B. S., **Wortmann, M.**, Disse, M., Bowling, L. C., Bogacki, W. (2020): Comparison of two model calibration approaches and their influence on future projections under climate change in the Upper Indus Basin. – *Climatic Change*, 163, 3, 1227-1246. – DOI: 10.1007/s10584-020-02902-3
- Ito, A., **Reyer, C. P. O.**, **Gädeke, A.**, Ciaia, P., Chang, J., Chen, M., Francois, L., Forrest, M., Hickler, T., **Ostberg, S.**, Hao, S., Thiery, W., Tian, H. (2020): Pronounced and unavoidable impacts of low-end global warming on northern high-latitude land ecosystems. – *Environmental Research Letters*, 15, 4, 044006. – DOI: 10.1088/1748-9326/ab702b
- Jägermeyr, J.** (2020): Agriculture's historic twin-challenge towards sustainable water use and food supply for all. – *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 35. – DOI: 10.3389/fsufs.2020.00035
- Jägermeyr, J.**, Robock, A., Elliott, J., **Müller, C.**, Xia, L., Khabarov, N., Folberth, C., Schmid, E., Liu, W., Zabel, F., Rabin, S. S., Puma, M. J., Heslin, A., Franke, J., Foster, I., Asseng, S., Bardeen, C. G., Toon, O. B., Rosenzweig, C. (2020): A regional nuclear conflict would compromise global food security. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 117, 13, 7071-7081. – DOI: 10.1073/pnas.1919049117

Jakob, M., Lamb, W. F., **Steckel, J. C.**, Flachsland, C., **Edenhofer, O.** (2020): Understanding different perspectives on economic growth and climate policy. – *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 11, 6, e677. – DOI: 10.1002/wcc.677

Jakob, M., **Steckel, J. C.**, Jotzo, F., Sovacool, B. K., Cornelsen, L., Chandra, R., **Edenhofer, O.**, Holden, C., Löschel, A., Nace, T., Robins, N., Suedekum, J., Urpelainen, J. (2020): The future of coal in a carbon-constrained climate [Comment]. – *Nature Climate Change*, 10, 8, 704-707. – DOI: 10.1038/s41558-020-0866-1

Jewell, J., Emmerling, J., Vinichenko, V., **Bertram, C.**, Berger, L., Daly, H. E., Keppo, I., Krey, V., Gernaat, D. E. H. J., Fragkiadaki, K., McCollum, D., Paroussas, L., Riahi, K., Tavoni, M., van Vuuren, D. (2020): Reply to: Why fossil fuel producer subsidies matter. – *Nature*, 578, 7793, E5-E7. – DOI: 10.1038/s41586-019-1921-9

Ji, P., Lin, W., **Kurths, J.** (2020): Asymptotic scaling describing signal propagation in complex networks. – *Nature Physics*, 16, 11, 1082-1083. – DOI: 10.1038/s41567-020-1025-3

Ji, P., Zhu, L., Lu, C., Lin, W., **Kurths, J.** (2020): How price-based frequency regulation impacts stability in power grids: A complex network perspective. – *Complexity*, 2020, 6297134. – DOI: 10.1155/2020/6297134

Ji, Y., He, W., Cheng, S., **Kurths, J.**, Zhan, M. (2020): Dynamic Network Characteristics of Power-electronics-based Power Systems. – *Scientific Reports*, 10, 9946. – DOI: 10.1038/s41598-020-66635-0

Jia, B., Cai, X., **Zhao, F.**, Liu, J., Chen, S., Luo, X., Xie, Z., Xu, J. (2020): Potential future changes of terrestrial water storage based on climate projections by ensemble model simulations. – *Advances in Water Resources*, 142, 103635. – DOI: 10.1016/j.advwatres.2020.103635

Jiang, N., Huang, C., Chen, Y., **Kurths, J.** (2020): Bisimulation-based stabilization of probabilistic Boolean control networks with state feedback control. – *Frontiers of Information Technology and Electronic Engineering*, 21, 2, 268-280. – DOI: 10.1631/FITEE.1900447

Jin, X., Wei, D., He, W., Kocarev, L., Tang, Y., **Kurths, J.** (2020): Twisting-based finite-time consensus for Euler-Lagrange systems

with an event-triggered strategy. – *IEEE Transactions on Network Science and Engineering*, 7, 3, 1007-1018. – DOI: 10.1109/TNSE.2019.2900264

Kahraman, A., **Ural, D.**, Önoğ, B. (2020): Future changes in Euro-Mediterranean daytime severe thunderstorm environments based on an RCP8.5 Med-CORDEX simulation. – *Atmosphere*, 11, 8, 822. – DOI: 10.3390/atmos11080822

Kalkuhl, M., **Steckel, J. C.**, **Edenhofer, O.** (2020): All or nothing: Climate policy when assets can become stranded. – *Journal of Environmental Economics and Management*, 100, 102214. – DOI: 10.1016/j.jeem.2019.01.012

Kalkuhl, M., Schwerhoff, G., **Waha, K.** (2020): Land tenure, climate and risk management. – *Ecological Economics*, 171, 106573. – DOI: 10.1016/j.ecolecon.2019.106573

Kalkuhl, M., **Wenz, L.** (2020): The impact of climate conditions on economic production. Evidence from a global panel of regions. – *Journal of Environmental Economics and Management*, 103, 102360. – DOI: 10.1016/j.jeem.2020.102360

Kanter, D. R., Winiwarter, W., **Bodirsky, B. L.**, Bouwman, L., Boyer, E., Buckle, S., Compton, J. E., Dalgaard, T., de Vries, W., Leclère, D., Leip, A., **Müller, C.**, **Popp, A.**, Raghuram, N., Rao, S., Sutton, M. A., Tian, H., Westhoek, H., Zhang, X., Zurek, M. (2020): A framework for nitrogen futures in the shared socioeconomic pathways. – *Global Environmental Change*, 61, 102029. – DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2019.102029

Kasthuri, P., Pavithran, I., Krishnan, A., Pawar, S. A., Sujith, R. I., Gejji, R., Anderson, W., **Marwan, N.**, **Kurths, J.** (2020): Recurrence analysis of slow-fast systems. – *Chaos*, 30, 6, 063152. – DOI: 10.1063/1.5144630

Kemter, M., Merz, B., **Marwan, N.**, Vorogushyn, S., Blöschl, G. (2020): Joint trends in flood magnitudes and spatial extents across Europe. – *Geophysical Research Letters*, 47, 7, e2020GL087464. – DOI: 10.1029/2020GL087464

Klose, A. K., **Karle, V.**, **Winkelmann, R.**, **Donges, J. F.** (2020): Emergence of cascading dynamics in interacting tipping elements of ecology and climate. – *Royal Society Open Science*, 7, 6, 200599. – DOI: 10.1098/rsos.200599

Koch, H., Chavez Silva, A. L., **Liersch, S.**, Gonçalves de Azevedo, J. R., **Hattermann, F. F.** (2020): Effects of model calibration on hydrological and water resources management simulations under climate change in a semi-arid watershed. – *Climatic Change*, 163, 3, 1247-1266. – DOI: 10.1007/s10584-020-02917-w

Kolb, J. J., **Müller-Hansen, F.**, **Kurths, J.**, **Heitzig, J.** (2020): Macroscopic approximation methods for the analysis of adaptive networked agent-based models: Example of a two-sector investment model. – *Physical Review E*, 102, 4, 042311. – DOI: 10.1103/PhysRevE.102.042311

Kornek, U., **Edenhofer, O.** (2020): The strategic dimension of financing global public goods. – *European Economic Review*, 127, 103423. – DOI: 10.1016/j.eurocorev.2020.103423

Kornek, U., Flachsland, C., Kardish, C., Levi, S., **Edenhofer, O.** (2020): What is important for achieving 2 °C? UNFCCC and IPCC expert perceptions on obstacles and response options for climate change mitigation. – *Environmental Research Letters*, 15, 2, 024005. – DOI: 10.1088/1748-9326/ab6394

Kornhuber, K., **Coumou, D.**, Vogel, E., Lesk, C., **Donges, J. F.**, **Lehmann, J.**, Horton, R. (2020): Amplified Rossby waves enhance risk of concurrent heatwaves in major breadbasket regions. – *Nature Climate Change*, 10, 1, 48-53. – DOI: 10.1038/s41558-019-0637-z

Koulierakis, I., Verganelakis, D. A., Omelchenko, I., Zakharova, A., **Schöll, E.**, Provata, A. (2020): Structural anomalies in brain networks induce dynamical pacemaker effects. – *Chaos*, 30, 11, 113137. – DOI: 10.1063/5.0006207

Krichene, H., Inoue, H., Isogai, T., Chakraborty, A. (2020): A model of the indirect losses from negative shocks in production and finance. – *PLoS ONE*, 15, 9, e0239293. – DOI: 10.1371/journal.pone.0239293

Krönke, J., **Wunderling, N.**, **Winkelmann, R.**, Staal, A., **Stumpf, B.**, Tuinenburg, O. A., **Donges, J. F.** (2020): Dynamics of tipping cascades on complex networks. – *Physical Review E*, 101, 042311. – DOI: 10.1103/PhysRevE.101.042311

Krysanova, V., **Hattermann, F. F.**, **Kundzewicz, Z. W.** (2020): How evaluation of hydrological

models influences results of climate impact assessment – an editorial. – *Climatic Change*, 163, 3, 1121-1141. – DOI: 10.1007/s10584-020-02927-8

Krysanova, V., Zaherpour, J., **Didovets, I.**, Gosling, S. N., **Gerten, D.**, Hanasaki, N., Müller Schmied, H., Pokhrel, Y., Satoh, Y., Tang, Q., Wada, Y. (2020): How evaluation of global hydrological models can help to improve credibility of river discharge projections under climate change. – *Climatic Change*, 163, 3, 1353-1377. – DOI: 10.1007/s10584-020-02840-0

Kuempel, C. D., Frazier, M., Nash, K. L., Jacobsen, N. S., Williams, D. R., Blanchard, J. L., Cottrell, R. S., McIntyre, P. B., Moran, D., Bouwman, L., Froehlich, H. E., Gephart, J. A., Metian, M., **Többen, J.**, Halpern, B. S. (2020): Integrating life cycle and impact assessments to map food's cumulative environmental footprint. – *One Earth*, 3, 1, 65-78. – DOI: 10.1016/j.oneear.2020.06.014

Kundzewicz, Z. W., Matczak, P., **Otto, I. M.**, Otto, P. E. (2020): From 'atmosfear' to climate action. – *Environmental Science and Policy*, 105, 75-83. – DOI: 10.1016/j.envsci.2019.12.012

Kyei, N. N. A., Boakye, D., **Gabrysch, S.** (2020): Maternal mycotoxin exposure and adverse pregnancy outcomes: a systematic review. – *Mycotoxin Research*, 36, 2, 243-255. – DOI: 10.1007/s12550-019-00384-6

Lade, S. J., Steffen, W., Vries, W. d., Carpenter, S. R., **Donges, J. F.**, **Gerten, D.**, **Hoff, H.**, Newbold, T., Richardson, K., **Rockström, J.** (2020): Human impacts on planetary boundaries amplified by Earth system interactions. – *Nature Sustainability*, 3, 2, 119-128. – DOI: 10.1038/s41893-019-0454-4

Ladeira, G., **Marwan, N.**, Destro-Filho, J.-B., Davi Ramos, C., Lima, G. (2020): Frequency spectrum recurrence analysis. – *Scientific Reports*, 10, 21241. – DOI: 10.1038/s41598-020-77903-4

Lahr, M. L., Ferreira, J. P., **Többen, J.** (2020): Intraregional trade shares for goods-producing industries: RPC estimates using EU data. – *Papers in Regional Science*, 99, 6, 1583-1605. – DOI: 10.1111/pirs.12541

Lamb, W. F., Antal, M., Bohnenberger, K., Brand-Correa, L. I., **Müller-Hansen, F.**, Jakob, M., Minx, J. C., Raiser, K., Williams, L.

Sovacool, B. K. (2020): What are the social outcomes of climate policies? A systematic map and review of the ex-post literature. – *Environmental Research Letters*, 15, 11, 113006. – DOI: 10.1088/1748-9326/abc11f

Landwehrs, J. P., **Feulner, G.**, **Hofmann, M.**, **Petri, S.** (2020): Climatic fluctuations modeled for carbon and sulfur emissions from end-Triassic volcanism. – *Earth and Planetary Science Letters*, 537, 116174. – DOI: 10.1016/j.epsl.2020.116174

Lange, S., **Volkholz, J.**, **Geiger, T.**, Zhao, F., Vega, I., Veldkamp, T., **Reyer, C. P. O.**, **Warszawski, L.**, Huber, V., **Jägermeyr, J.**, **Schewe, J.**, Bresch, D. N., **Büchner, M.**, Chang, J., Ciais, P., Dury, M., Emanuel, K., Folberth, C., **Gerten, D.**, Gosling, S. N., Grillakis, M., Hanasaki, N., Henrot, A., Hickler, T., Honda, Y., Ito, A., Khabarov, N., Koutroulis, A., Liu, W., **Müller, C.**, Nishina, K., **Ostberg, S.**, Mueller Schmied, H., Seneviratne, S. I., Stacke, T., Steinkamp, J., Thiery, W., Wada, Y., **Willner, S.**, Yang, H., Yoshikawa, M., Yue, C., **Frieler, K.** (2020): Projecting exposure to extreme climate impact events across six event categories and three spatial scales. – *Earth's Future*, 8, 12, e2020EF001616. – DOI: 10.1029/2020EF001616

Lasch-Born, P., **Suckow, F.**, **Reyer, C. P. O.**, **Gutsch, M.**, **Kollas, C.**, Badeck, F.-W., Bugmann, H. K. M., Grote, R., Fürstenau, C., Lindner, M., Schaber, J. (2020): Description and evaluation of the process-based forest model 4C v2.2 at four European forest sites. – *Geoscientific Model Development*, 13, 11, 5311-5343. – DOI: 10.5194/gmd-13-5311-2020

Laudien, R., **Schauberger, B.**, **Gleixner, S.**, **Gornott, C.** (2020): Assessment of weather-yield relations of starchy maize at different scales in Peru to support the NDC implementation. – *Agricultural and Forest Meteorology*, 295, 108154. – DOI: 10.1016/j.agrformet.2020.108154

Laudien, R., **Schauberger, B.**, Makowski, D., **Gornott, C.** (2020): Robustly forecasting maize yields in Tanzania based on climatic predictors. – *Scientific Reports*, 10, 19650. – DOI: 10.1038/s41598-020-76315-8

Leclère, D., Obersteiner, M., Barrett, M., Butchart, S. H. M., Chaudhary, A., De Palma, A., DeClerck, F. A. J., Di Marco, M., Doelman, J. C., Dürauer, M., Freeman, R., Harfoot, M., Hasegawa, T., Hellweg, S., Hilbers, J. P., Hill, S. L. L., **Humpenöder, F.**, Jennings, N.,

Krisztin, T., Mace, G. M., Ohashi, H., **Popp, A.**, Purvis, A., Schipper, A. M., Tabeau, A., Valin, H., van Meijl, H., van Zeist, W.-J., Visconti, P., Alkemade, R., Almond, R., Bunting, G., Burgess, N. D., Cornell, S. E., Di Fulvio, F., Ferrier, S., Fritz, S., Fujimori, S., Grooten, M., Harwood, T., Havlík, P., Herrero, M., Hoskins, A. J., Jung, M., Kram, T., **Lotze-Campen, H.**, Matsui, T., Meyer, C., Nel, D., Newbold, T., Schmid-Traub, G., Stehfest, E., Strassburg, B. B. N., van Vuuren, D. P., Ware, C., Watson, J. E. M., Wu, W., Young, L. (2020): Bending the curve of terrestrial biodiversity needs an integrated strategy. – *Nature*, 585, 551-556. – DOI: 10.1038/s41586-020-2705-y

Lehmann, J., Kretschmer, M., **Schauberger, B.**, **Wechsung, F.** (2020): Potential for early forecast of Moroccan wheat yields based on climatic drivers. – *Geophysical Research Letters*, 47, 12, e2020GL087516. – DOI: 10.1029/2020GL087516

Leipprand, A., Flachsland, C., **Pahle, M.** (2020): Starting low, reaching high? Sequencing in EU climate and energy policies. – *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 37, 140-155. – DOI: 10.1016/j.eist.2020.08.006

Lekscha, J., **Donner, R. V.** (2020): Detecting dynamical anomalies in time series from different palaeoclimate proxy archives using windowed recurrence network analysis. – *Nonlinear Processes in Geophysics*, 27, 2, 261-275. – DOI: 10.5194/npg-27-261-2020

Leng, S., Ma, H., **Kurths, J.**, Lai, Y.-C., Lin, W., Aihara, K., Chen, L. (2020): Partial cross mapping eliminates indirect causal influences. – *Nature Communications*, 11, 2632. – DOI: 10.1038/s41467-020-16238-0

Lenzen, M., Malik, A., Mengyu, L., Fry, J., **Weisz, H.**, **Pichler, P.-P.**, Chaves, L. S. M., Capon, A., Pencheon, D. (2020): The environmental footprint of health care: a global assessment. – *The Lancet Planetary Health*, 4, 7, e271-e279. – DOI: 10.1016/S2542-5196(20)30121-2

Leolini, L., Costafreda-Aumedes, S., A. Santos, J., **Menz, C.**, Fraga, H., Molitor, D., Merante, P., Junk, J., **Kartschall, T.**, Destrac-Irvine, A., van Leeuwen, C., C. Malheiro, A., Eiras-Dias, J., Silvestre, J., Dibari, C., Bindi, M., Moriondo, M. (2020): Phenological Model Intercomparison for Estimating Grapevine Budbreak Date (*Vitis vinifera* L.) in Europe. – *Applied Sciences*, 10, 11, 3800. – DOI: 10.3390/app10113800

- Levermann, A., Winkelmann, R., Albrecht, T., Goelzer, H., Gollidge, N. R., Greve, R., Huybrechts, P., Jordan, J., Leguy, G., Martin, D., Morlighem, M., Pattyn, F., Pollard, D., Quiquet, A., Rodehake, C., Seroussi, H., Sutter, J., Zhang, T., Van Breedam, J., Calov, R., DeConto, R., Dumas, C., Garbe, J., Gudmundsson, G. H., Hoffman, M. J., Humbert, A., Kleiner, T., Lipscomb, W. H., Meinshausen, M., Ng, E., Nowicki, S. M. J., Perego, M., Price, S. F., Saito, F., Schlegel, N.-J., Sun, S., Wal, R. S. W. v. d.** (2020): Projecting Antarctica's contribution to future sea level rise from basal ice shelf melt using linear response functions of 16 ice sheet models (LARMIP-2). – *Earth System Dynamics*, 11, 1, 35-76. – DOI: 10.5194/esd-11-35-2020
- Li, H., Xu, Y., Metzler, R., **Kurths, J.** (2020): Transition path properties for one-dimensional systems driven by Poisson white noise. – *Chaos, Solitons and Fractals*, 141, 110293. – DOI: 10.1016/j.chaos.2020.110293
- Li, L., Fang, Y., Liu, L., Peng, H., **Kurths, J., Yang, Y.** (2020): Overview of compressed sensing: sensing model, reconstruction algorithm, and its applications. – *Applied Sciences*, 10, 17, 5909. – DOI: 10.3390/app10175909
- Li, Q., **Schultz, P.**, Lin, W., **Kurths, J.**, Ji, P. (2020): Global and local performance metric with inertia effects. – *Nonlinear Dynamics*, 102, 2, 653-665. – DOI: 10.1007/s11071-020-05872-4
- Li, W., Ciais, P., Stehfest, E., Vuuren, D. P. v., **Popp, A.**, Arneth, A., Di Fulvio, F., Doelman, J., **Humpenöder, F.**, Harper, A., Park, T., Makowski, D., Havlik, P., Obersteiner, M., Wang, J., Krause, A., Liu, W. (2020): Mapping the yields of lignocellulosic bioenergy crops from observations at the global scale. – *Earth System Science Data*, 12, 2, 789-804. – DOI: 10.5194/essd-2019-118
- Li, X., Feng, M., Chen, F., Shi, Q., **Kurths, J.** (2020): Robust distributed estimation based on a generalized correntropy logarithmic difference algorithm over wireless sensor networks. – *Signal Processing*, 177, 107731. – DOI: 10.1016/j.sigpro.2020.107731
- Li, Y., Mei, R., Xu, Y., **Kurths, J.**, Duan, J., Metzler, R. (2020): Particle dynamics and transport enhancement in a confined channel with position-dependent diffusivity. – *New Journal of Physics*, 22, 053016. – DOI: 10.1088/1367-2630/ab81b9
- Li, Y., Schubert, S., Kropp, J. P., Rybski, D.** (2020): On the influence of density and morphology on the Urban Heat Island intensity. – *Nature Communications*, 11, 2647. – DOI: 10.1038/s41467-020-16461-9
- Liersch, S.**, Drews, M., **Pilz, T.**, Salack, S., **Sietz, D.**, **Aich, V.**, Larsen, M. A. D., **Gädeke, A.**, Halsnæs, K., Thiery, W., Huang, S., **Lobanova, A., Koch, H., Hattermann, F. F.** (2020): One simulation, different conclusions – the baseline period makes the difference! – *Environmental Research Letters*, 15, 10, 104014. – DOI: 10.1088/1748-9326/aba3d7
- Liu, L.-J., Liang, Q.-M., Creutzig, F., **Ward, H.**, Zhang, K. (2020): Sweet spots are in the food system: Structural adjustments to co-control regional pollutants and national GHG emissions in China. – *Ecological Economics*, 171, 106590. – DOI: 10.1016/j.ecolecon.2020.106590
- Liu, Q., Xu, Y., **Kurths, J.** (2020): Bistability and stochastic jumps in an airfoil system with viscoelastic material property and random fluctuations. – *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 84, 105184. – DOI: 10.1016/j.cnsns.2020.105184
- Liu, R., Lu, J., Zheng, W. X., **Kurths, J.** (2020): Output feedback control for set stabilization of Boolean control networks. – *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 31, 6, 2129-2139. – DOI: 10.1109/TNNLS.2019.2928028
- Liu, Z., Ciais, P., Deng, Z., Lei, R., Davis, S. J., Feng, S., Zheng, B., Cui, D., Dou, X., Zhu, B., Guo, R., Ke, P., Sun, T., Lu, C., He, P., Wang, Y., Yue, X., Wang, Y., Lei, Y., Zhou, H., Cai, Z., Wu, Y., Guo, R., Han, T., Xue, J., Boucher, O., Boucher, E., Chevallier, F., Tanaka, K., Wei, Y., Zhong, H., Kang, C., Zhang, N., Chen, B., Xi, F., Liu, M., Bréon, F.-M., Lu, Y., Zhang, Q., Guan, D., Gong, P., Kammen, D. M., He, K., **Schellnhuber, H. J.** (2020): Near-real-time monitoring of global CO₂ emissions reveals the effects of the COVID-19 pandemic. – *Nature Communications*, 11, 5172. – DOI: 10.1038/s41467-020-18922-7
- Lopes, S., Prado, T., Corso, G., dos S. Lima, G., **Kurths, J.** (2020): Parameter-free quantification of stochastic and chaotic signals. – *Chaos, Solitons and Fractals*, 133, 109616. – DOI: 10.1016/j.chaos.2020.109616
- Ludescher, J.**, Bunde, A., Büntgen, U., **Schellnhuber, H. J.** (2020): Setting the tree-ring record straight. – *Climate Dynamics*, 55, 11-12, 3017-3024. – DOI: 10.1007/s00382-020-05433-w
- Luers, A., Garard, J., St. Clair, A. L., **Gaffney, O.**, Hassenboehler, T., Langlois, L., Mougeot, M., Luccioni, A. (2020): Leveraging Digital Disruptions for a Climate-Safe and Equitable World: The D²S Agenda [Commentary]. – *IEEE Technology and Society Magazine*, 39, 2, 18-31. – DOI: 10.1109/MTS.2020.2991495
- Lüttringhaus, A. S., Gornott, C.**, Wittkop, B., Noleppa, S., **Lotze-Campen, H.** (2020): The economic impact of exchanging breeding material: assessing winter wheat production in Germany. – *Frontiers in Plant Science*, 11, 601013. – DOI: 10.3389/fpls.2020.601013
- Lutz, F.**, Del Grosso, S., Ogle, S., Williams, S., **Minoli, S., Rolinski, S., Heinke, J.**, Stoorvogel, J. J., **Müller, C.** (2020): The importance of management information and soil moisture representation for simulating tillage effects on N₂O emissions in LPJmL5.0-tillage. – *Geoscientific Model Development*, 13, 9, 3905-3923. – DOI: 10.5194/gmd-13-3905-2020
- Lux, T., Luu, D. T., **Yanovski, B.** (2020): An analysis of systemic risk in worldwide economic sentiment indices. – *Empirica – Journal of European Economics*, 47, 4, 909-928. – DOI: 10.1007/s10663-019-09464-3
- Ma, J., Xu, Y., Li, Y., Tian, R., Chen, G., **Kurths, J.** (2020): Precursor criteria for noise-induced critical transitions in multi-stable systems. – *Nonlinear Dynamics*, 101, 1, 21-35. – DOI: 10.1007/s11071-020-05746-9
- Madeddu, S., Ueckerdt, F., Pehl, M.**, Peterseim, J., Lord, M., Kumar, K. A., Krüger, C., **Luderer, G.** (2020): The CO₂ reduction potential for the European industry via direct electrification of heat supply (power-to-heat). – *Environmental Research Letters*, 15, 12, 124004. – DOI: 10.1088/1748-9326/abb02
- Mahecha, M. D., Gans, F., Brandt, G., Christiansen, R., Cornell, S. E., Fomferra, N., Kraemer, G., Peters, J., Bodesheim, P., Camps-Valls, G., **Donges, J. F.**, Dorigo, W., Estupinan-Suarez, L. M., Gutierrez-Velez, V. H., Gutwin, M., Jung, M., Londono, M. C., Miralles, D. G., Papastefanou, P., Reichstein, M. (2020): Earth system data cubes unravel global multivariate dynamics. – *Earth System Dynamics*, 11, 1, 201-234. – DOI: 10.5194/esd-11-201-2020
- Malik, A., Bertram, C.**, Després, J., Emmerling, J., Fujimori, S., Garg, A., **Kriegler, E.**, **Luderer, G.**, Mathur, R., Roelfsema, M., Shekhar, S., Vishwanathan, S., Vrontisi, Z. (2020): Reducing stranded assets through early action in the Indian power sector. – *Environmental Research Letters*, 15, 9, 094091. – DOI: 10.1088/1748-9326/ab8033
- Mathias, J., Debeljak, M., Deffuant, G., Diemer, A., Dierickx, F., **Donges, J. F.**, Gladkykh, G., **Heitzig, J.**, Holtz, G., Obergassel, W., Pellaud, F., Sánchez, A., Trajanov, A., Videira, N. (2020): Grounding social foundations for Integrated Assessment Models of climate change. – *Earth's Future*, 8, 7, e2020EF001573. – DOI: 10.1029/2020EF001573
- Matthias, V., Kretschmer, M.** (2020): The influence of stratospheric wave reflection on North American cold spells. – *Monthly Weather Review*, 148, 4, 1675-1690. – DOI: 10.1175/MWR-D-19-0339.1
- Mei, R., Xu, Y., Li, Y., **Kurths, J.** (2020): The steady current analysis in a periodic channel driven by correlated noises. – *Chaos, Solitons and Fractals*, 135, 109766. – DOI: 10.1016/j.chaos.2020.109766
- Meinshausen, M.**, Nicholls, Z. R. J., Lewis, J., Gidden, M. J., Vogel, E., Freund, M., Beyerle, U., Gessner, C., Nauels, A., **Bauer, N.**, Canadell, J. G., Daniel, J. S., John, A., Krummel, P. B., **Luderer, G.**, Meinshausen, N., Montzka, S. A., Rayner, P. J., Reimann, S., Smith, S. J., van den Berg, M., Velders, G. J. M., Vollmer, M. K., Wang, R. H. J. (2020): The shared socio-economic pathway (SSP) greenhouse gas concentrations and their extensions to 2500. – *Geoscientific Model Development*, 13, 8, 3571-3605. – DOI: 10.5194/gmd-13-3571-2020
- Meng, J., Fan, J., Ludescher, J., Agarwal, A.**, Chen, X., Bunde, A., **Kurths, J., Schellnhuber, H. J.** (2020): Complexity-based approach for El Niño magnitude forecasting before the spring predictability barrier. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 117, 1, 177-183. – DOI: 10.1073/pnas.1917007117
- Mester, B.**, Noack, M., Wieprecht, S. (2020): Der Weg zur perfekten Surfelle – helfen experimentelle Untersuchungen der Praxis? – *Wasserwirtschaft*, 110, 7-8, 27-31. – DOI: 10.1007/s35147-020-0412-0
- Meyer, P. G., **Anvari, M.**, Kantz, H. (2020): Identifying characteristic time scales in power grid frequency fluctuations with DFA. – *Chaos*, 30, 1, 013130. – DOI: 10.1063/1.5123778
- Milesi, C., **Churkina, G.** (2020): Measuring and monitoring urban impacts on climate change from space. – *Remote Sensing*, 12, 21, 3494. – DOI: 10.3390/rs12213494
- Milojevic-Dupont, N., Hans, N., Kaack, L. H., Zumwald, M., Andrieux, F., de Barros Soares, D., Lohrey, S., **Pichler, P.-P.**, Creutzig, F. (2020): Learning from urban form to predict building heights. – *PLoS ONE*, 15, 12, e0242010. – DOI: 10.1371/journal.pone.0242010
- Mishra, V., Shah, H., **Rivas López, M. d. R., Lobanova, A., Krysanova, V.** (2020): Does comprehensive evaluation of hydrological models influence projected changes of mean and high flows in the Godavari River basin? – *Climatic Change*, 163, 3, 1187-1205. – DOI: 10.1007/s10584-020-02847-7
- Mitter, H., Techen, A.-K., Sinabell, F., Helming, K., Schmid, E., **Bodirsky, B. L.**, Holman, I., Kok, K., Lehtonen, H., Leip, A., Le Mouél, C., Mathijs, E., Mehdi, B., Mittenzwei, K., Mora, O., Øistad, K., Øygarden, L., Priess, J., Reidsma, P., Schaldach, R., Schönhart, M. (2020): Shared Socio-economic Pathways for European agriculture and food systems: The Eur-Agri-SSPs. – *Global Environmental Change*, 65, 102159. – DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2020.102159
- Molkenthin, N.**, Schröder, M., Timme, M. (2020): Scaling laws of collective ride-sharing dynamics. – *Physical Review Letters*, 125, 24, 248302. – DOI: 10.1103/PhysRevLett.125.248302
- Müller, B., Hoffmann, F., Heckeleti, T., **Müller, C.**, Hertel, T. W., Polhill, J. G., Wijk, M. v., Achterbosch, T., Alexander, P., Brown, C., Kreuer, D., Ewert, F., Ge, J., Millington, J. D. A., Seppelt, R., Verburg, P. H., Webber, H. (2020): Modelling food security: Bridging the gap between the micro and the macro scale. – *Global Environmental Change*, 63, 102085. – DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2020.102085
- Müller-Hansen, F.**, Callaghan, M. W., Minx, J. C. (2020): Text as big data: Develop codes of practice for rigorous computational text analysis in energy social science. – *Energy Research and Social Science*, 70, 101691. – DOI: 10.1016/j.erss.2020.101691
- Muratori, M., **Bauer, N.**, Rose, S. K., Wise, M., Daigoglou, V., Cui, Y., Kato, E., Gidden, M., **Strefler, J.**, Fujimori, S., Sands, R. D., van Vuuren, D. P., Weyant, J. (2020): EMF-33 insights on bioenergy with carbon capture and storage (BECCS). – *Climatic Change*, 163, 3, 1621-1637. – DOI: 10.1007/s10584-020-02784-5
- Naidu, P. D., Ganeshram, R., Bollasina, M. A., Panmei, C., Nürnberg, D., **Donges, J. F.** (2020): Coherent response of the Indian Monsoon Rainfall to Atlantic Multi-decadal Variability over the last 2000 years. – *Scientific Reports*, 10, 1302. – DOI: 10.1038/s41598-020-58265-3
- Nava-Fernandez, C., Hartland, A., Gázquez, F., Kwecien, O., **Marwan, N.**, Fox, B., Hellstrom, J., Pearson, A., Ward, B., French, A., Hodell, D. A., Immenhauser, A., Breitenbach, S. F. M. (2020): Pacific climate reflected in Waipuna Cave drip water hydrochemistry. – *Hydrology and Earth System Sciences*, 24, 6, 3361-3380. – DOI: 10.5194/hess-24-3361-2020
- Nazari Nooghabi, S., Fleskens, L., **Sietz, D.**, Azadi, H. (2020): Typology of vulnerability of wheat farmers in Northeast Iran and implications for their adaptive capacity. – *Climate & Development*, 12, 8, 703-716. – DOI: 10.1080/17565529.2019.1679072
- Nicholls, Z. R. J., **Gieseke, R.**, Lewis, J., Nauels, A., **Meinshausen, M.** (2020): Implications of non-linearities between cumulative CO₂ emissions and CO₂-induced warming for assessing the remaining carbon budget. – *Environmental Research Letters*, 15, 7, 074017. – DOI: 10.1088/1748-9326/ab83af
- Nicholls, Z. R. J., **Meinshausen, M.**, Lewis, J., Gieseke, R., Dommengen, D., Dorheim, K., Fan, C.-S., Fuglestedt, J. S., Gasser, T., Golüke, U., Goodwin, P., Hartin, C., Hope, A. P., **Kriegler, E.**, Leach, N. J., Marchegiani, D., McBride, L. A., Quilcaille, Y., Rogelj, J., Salawitch, R. J., Samset, B. H., Sandstad, M., Shiklomanov, A. N., Skeie, R. B., Smith, C. J., Smith, S., Tanaka, K., Tsutsui, J., Xie, Z. (2020): Reduced Complexity Model Inter-comparison Project Phase 1: introduction and evaluation of global-mean temperature response. – *Geoscientific Model Development*, 13, 11, 5175-5190. – DOI: 10.5194/gmd-13-5175-2020
- Nkwayep, C. H., Bowong, S., Tewa, J., **Kurths, J.** (2020): Short-term forecasts of the COVID-19 pandemic: a study case of Cameroon. – *Chaos, Solitons and Fractals*, 140, 110106. – DOI: 10.1016/j.chaos.2020.110106

Norström, A. V., Cvitanovic, C., Löf, M. F., West, S., Wyborn, C., Balvanera, P., Bednarek, A. T., Bennett, E. M., Biggs, R., de Bremond, A., Campbell, B. M., Canadell, J. G., Carpenter, S. R., Folke, C., Fulton, E. A., **Gaffney, O.**, Gelcich, S., Jouffray, J.-B., Leach, M., Le Tissier, M., Martín-López, B., Louder, E., Loutre, M.-F., Meadow, A. M., Nagendra, H., Payne, D., Peterson, G. D., Reyers, B., Scholes, R., Speranza, C. I., Spierenburg, M., Stafford-Smith, M., Tengö, M., van der Hel, S., van Putten, I., Österblom, H. (2020): Principles for knowledge co-production in sustainability research. – *Nature Sustainability*, 3, 3, 182-190. – DOI: 10.1038/s41893-019-0448-2

O'Neill, B. C., Carter, T. R., Ebi, K., Harrison, P. A., Kemp-Benedict, E., Kok, K., **Kriegler, E.**, Preston, B. L., Riahi, K., Sillmann, J., van Ruijven, B. J., van Vuuren, D., Carlisle, D., Conde, C., Fuglestedt, J., Green, C., Hasegawa, T., Leininger, J., Monteith, S., Pichs-Madruga, R. (2020): Achievements and needs for the climate change scenario framework. – *Nature Climate Change*, 10, 12, 1074-1084. – DOI: 10.1038/s41558-020-00952-0

Ockenfels, A., Werner, P., **Edenhofer, O.** (2020): Pricing externalities and moral behaviour. – *Nature Sustainability*, 3, 10, 872-877. – DOI: 10.1038/s41893-020-0554-1

Odenweller, A., Donner, R. V. (2020): Disentangling synchrony from serial dependency in paired-event time series. – *Physical Review E*, 101, 052213. – DOI: 10.1103/PhysRevE.101.052213

Okullo, S. J. (2020): Determining the social cost of carbon: Under damage and climate sensitivity uncertainty. – *Environmental and Resource Economics*, 75, 1, 79-103. – DOI: 10.1007/s10640-019-00389-w

Oshiro, K., Gi, K., Fujimori, S., Soest, H. L. v., **Bertram, C.**, Després, J., Masui, T., Rochedo, P., Roelfsema, M., Vrontisi, Z. (2020): Mid-century emission pathways in Japan associated with the global 2 °C goal: national and global models' assessments based on carbon budgets. – *Climatic Change*, 162, 4, 1913-1927. – DOI: 10.1007/s10584-019-02490-x

Osoorio, S., Pietzcker, R. C., Pahle, M., Edenhofer, O. (2020): How to deal with the risks of phasing out coal in Germany. – *Energy Economics*, 87, 104730. – DOI: 10.1016/j.eneco.2020.104730

Otto, C., Piontek, F., Kalkuhl, M., Frieler, K.

(2020): Event-based models to understand the scale of the impact of extremes [Comment]. – *Nature Energy*, 5, 2, 111-114. – DOI: 10.1038/s41560-020-0562-4

Otto, I. M., Donges, J. F., Cremades, R., Bhowmik, A., Hewitt, R. J., Lucht, W., Rockström, J., Allerberger, F., McCaffrey, M., Doe, S. S. P., Lenferna, A., Morán, N., Vuuren, D. P. v., Schellnhuber, H. J. (2020): Social tipping dynamics for stabilizing Earth's climate by 2050. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 117, 5, 2354-2365. – DOI: 10.1073/pnas.1900577117

Otto, I. M., Donges, J. F., Lucht, W., Schellnhuber, H. J. (2020): Reply to Smith et al.: Social tipping dynamics in a world constrained by conflicting interests. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 117, 20, 10631-10632. – DOI: 10.1073/pnas.2002648117

Otto, I. M., Wiedermann, M., Cremades, R., Donges, J. F., Auer, C., Lucht, W. (2020): Human agency in the Anthropocene. – *Ecological Economics*, 167, 106463. – DOI: 10.1016/j.ecolecon.2019.106463

Pan, S., Yang, J., Tian, H., Shi, H., Chang, J., Ciaisi, P., Francois, L., **Frieler, K.**, Fu, B., Hickler, T., Ito, A., Nishina, K., **Ostberg, S., Reyer, C. P. O., Schaphoff, S.**, Steinkamp, J., **Zhao, F.** (2020): Climate Extreme Versus Carbon Extreme: Responses of Terrestrial Carbon Fluxes to Temperature and Precipitation. – *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 125, 4, e2019JG005252. – DOI: 10.1029/2019JG005252

Passow, C., **Donner, R. V.** (2020): Regression-based distribution mapping for bias correction of climate model outputs using linear quantile regression. – *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 34, 1, 87-102. – DOI: 10.1007/s00477-019-01750-7

Pavithran, I., Unni, V. R., Varghese, A. J., Sujith, R. I., Saha, A., **Marwan, N., Kurths, J.** (2020): Universality in the emergence of oscillatory instabilities in turbulent flows. – *EPL (Europhysics Letters)*, 129, 2, 24004. – DOI: 10.1209/0295-5075/129/24004

Pavithran, I., Unni, V. R., Varghese, A. J., Premraj, D., Sujith, R. I., Vijayan, C., Saha, A., **Marwan, N., Kurths, J.** (2020): Universality in spectral condensation. – *Scientific Reports*, 10, 17405. – DOI: 10.1038/s41598-020-73956-7

Pavlov, A. N., Abdurashitov, A. S., Koronovskii, A. A., Pavlova, O. N., Semyachkina-Glushkovskaya, O. V., **Kurths, J.** (2020): Detrended fluctuation analysis of cerebrovascular responses to abrupt changes in peripheral arterial pressure in rats. – *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 85, 105232. – DOI: 10.1016/j.cnsns.2020.105232

Pavlov, A. N., Dubrovsky, A. I., Koronovskii, A. A., Pavlova, O. N., Semyachkina-Glushkovskaya, O. V., **Kurths, J.** (2020): Extended detrended fluctuation analysis of electroencephalograms signals during sleep and the opening of the blood-brain barrier. – *Chaos*, 30, 7, 073138. – DOI: 10.1063/5.0011823

Pavlov, A., Dubrovsky, A., Koronovskii Jr, A., Pavlova, O., Semyachkina-Glushkovskaya, O., **Kurths, J.** (2020): Extended detrended fluctuation analysis of sound-induced changes in brain electrical activity. – *Chaos, Solitons and Fractals*, 139, 109989. – DOI: 10.1016/j.chaos.2020.109989

Pereira, L. M., Davies, K. K., den Belder, E., Ferrier, S., Karlsson-Vinkhuyzen, S., Kim, H., Kuiper, J. J., Okayasu, S., Palomo, M. G., Pereira, H. M., Peterson, G., Sathyapalan, J., Schoolenberg, M., Alkemade, R., Carvalho Ribeiro, S., Greenaway, A., Hauck, J., King, N., Lazarova, T., Ravera, F., Chettri, N., Cheung, W. W. L., Hendriks, R. J. J., Kolomytsev, G., Leadley, P., Metzger, J.-P., Ninan, K. N., Pichs, R., **Popp, A.**, Rondinini, C., Rosa, I., van Vuuren, D., Lundquist, C. J. (2020): Developing multiscale and integrative nature-people scenarios using the Nature Futures Framework. – *People and Nature*, 2, 4, 1172-1195.

Persson, J., Blennow, K., Gonçalves, L., **Borys, A.**, Dutcă, I., Hynynen, J., Janeczko, E., Lyubenova, M., Martel, S., Merganic, J., Merganičová, K., Peltoniemi, M., Petr, M., Reberdo, F. H., Vacchiano, G., **Reyer, C. P. O.** (2020): No polarization – expected values of climate change impacts among European forest professionals and scientists. – *Sustainability*, 12, 7, 2659. – DOI: 10.3390/su12072659

Pfleiderer, P., Schleussner, C.-F., Geiger, T., Kretschmer, M. (2020): Robust predictors for seasonal Atlantic hurricane activity identified with causal effect networks. – *Weather and Climate Dynamics*, 1, 2, 313-324. – DOI: 10.5194/wcd-1-313-2020

Pilz, T., Francke, T., Baroni, G., Bronstert, A. (2020): How to tailor my process-based



hydrological model? Dynamic identifiability analysis of flexible model structures. – *Water Resources Research*, 56, 8, e2020WR028042. – DOI: 10.1029/2020WR028042

Piniewski, M., Marcinkowski, P., O'Keefe, J., Szcześniak, M., Nieróbca, A., Kozyra, J., **Kundzewicz, Z. W.**, Okruszko, T. (2020): Model-based reconstruction and projections of soil moisture anomalies and crop losses in Poland. – *Theoretical and Applied Climatology*, 140, 1-2, 691-708. – DOI: 10.1007/s00704-020-03106-6

Pinker, A., Argüelles, L., Fischer, A., **Becker, S. L.** (2020): Between straitjacket and possibility: Energy initiatives and the politics of regulation. – *Geoforum*, 113, 14-25. – DOI: 10.1016/j.geoforum.2020.04.016

Pitsik, E., Frolov, N., **Krämer, K.-H.**, Grubov, V., Maksimenko, V., **Kurths, J.**, Hramov, A. (2020): Motor execution reduces EEG signals complexity: Recurrence quantification analysis study. – *Chaos*, 30, 2, 023111. – DOI: 10.1063/1.5136246

Pless, J., Hepburn, C., **Farrell, N.** (2020): Bringing rigour to energy innovation policy evaluation. – *Nature Energy*, 5, 4, 284-290. – DOI: 10.1038/s41560-020-0557-1

Pradhan, P., Kriewald, S., Costa, L., Rybski, D., Benton, T., Fischer, G., Kropp, J. P. (2020): Urban food systems: how regionalization can contribute to climate change mitigation. – *Environmental Science and Technology*, 54, 17, 10551-10560. – DOI: 10.1021/acs.est.0c02739

Pradhan, P., Kropp, J. P. (2020): Interplay between diets, health, and climate change. – *Sustainability*, 12, 9, 3878. – DOI: 10.3390/su12093878

Prasad, S., **Marwan, N.**, Eroglu, D., **Goswami, B.**, Mishra, P. K., Gaye, B., Anoop, A., Basavaiah, N., Stebich, M., Jehangir, A. (2020): Holocene climate forcings and lacustrine regime shifts in the Indian summer monsoon realm. – *Earth Surface Processes and Landforms*, 45, 15, 3842-3853. – DOI: 10.1002/esp.5004

Protachevicz, P. R., Borges, F. S., Iarosz, K. C., Baptista, M. S., Lameu, E. L., Hansen, M., Caldas, I. L., Szezech, J. D., Batista, A. M., **Kurths, J.** (2020): Influence of delayed conductance on neuronal synchronization. – *Frontiers in Physiology*, 11, 1053. – DOI: 10.3389/fphys.2020.01053

Protachevicz, P. R., Iarosz, K. C., Caldas, I. L., Antonopoulos, C. G., Batista, A. M., **Kurths, J.** (2020): Influence of Autapses on Synchronization in Neural Networks With Chemical Synapses. – *Frontiers in Systems Neuroscience*, 14, 604563. – DOI: 10.3389/fnsys.2020.604563

Pugh, T. A. M., Rademacher, T., Shafer, S. L., Steinkamp, J., Barichivich, J., Beckage, B., Haverd, V., Harper, A., **Heinke, J.**, Nishina, K., Rammig, A., Sato, H., Arneth, A., Hantson, S., Hickler, T., Kautz, M., Quesada, B., Smith, B., **Thonicke, K.** (2020): Understanding the uncertainty in global forest carbon turnover. – *Biogeosciences*, 17, 15, 3961-3989. – DOI: 10.5194/bg-17-3961-2020

Putra, M. P. I. F., Pradhan, P., Kropp, J. P. (2020): A systematic analysis of Water-Energy-Food security nexus: A South Asian case study. – *Science of the Total Environment*, 728, 138451. – DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.138451

Qiu, Q., Ma, R., **Kurths, J.**, Zhan, M. (2020): Swing equation in power systems: Approximate analytical solution and bifurcation curve estimate. – *Chaos*, 30, 1, 013110. – DOI: 10.1063/1.5115527

Ragunathan, M., **George, N. B.**, Unni, V. R., Midhun, P. R., Reeja, K. V., Sujith, R. I. (2020): Multifractal analysis of flame dynamics during transition to thermoacoustic instability in a turbulent combustor. – *Journal of Fluid Mechanics*, 888, A14. – DOI: 10.1017/jfm.2020.19

Raiser, K., **Kornek, U.**, Flachsland, C., Lamb, W. F. (2020): Is the Paris Agreement effective? A systematic map of the evidence. – *Environmental Research Letters*, 15, 8, 083006. – DOI: 10.1088/1748-9326/ab865c

Rauner, S., Bauer, N., Dirnacher, A., Van Dingenen, R., Mutel, C., **Luderer, G.** (2020): Coal-exit health and environmental damage reductions outweigh economic impacts. – *Nature Climate Change*, 10, 4, 308-312. – DOI: 10.1038/s41558-020-0728-x

Rauner, S., Hilaire, J., Klein, D., Strefler, J., Luderer, G. (2020): Air quality co-benefits of ratcheting up the NDCs. – *Climatic Change*, 163, 3, 1481-1500. – DOI: 10.1007/s10584-020-02699-1

Redlingshöfer, B., Barles, S., **Weisz, H.** (2020): Are waste hierarchies effective in

reducing environmental impacts from food waste? A systematic review for OECD countries. – *Resources, Conservation and Recycling*, 156, 104723. – DOI: 10.1016/j.resconrec.2020.104723

Reese, R., Levermann, A., Albrecht, T., Seroussi, H., Winkelmann, R. (2020): The role of history and strength of the oceanic forcing in sea level projections from Antarctica with the Parallel Ice Sheet Model. – *The Cryosphere*, 14, 9, 3097-3110. – DOI: 10.5194/tc-14-3097-2020

Reußwig, F., Lass, W., Bock, S. (2020): Abschied vom NIMBY. Transformationen des Energiewende-Protests und populistischer Diskurs. – *Forschungsjournal Soziale Bewegungen*, 33, 1, 140-160. – DOI: 10.1515/fjsb-2020-0012

Reyer, C. P. O., Gonzalez, R. S., Dolos, K., Hartig, F., Hauf, Y., Noack, M., Lasch-Born, P., Rötzer, T., Pretzsch, J., Mesenburg, H., Fleck, S., Wagner, M., Bolte, A., Sanders, T. G. M., Kolari, P., Mäkelä, A., Vesala, T., Mammarella, I., Pumpanen, J., Collalti, A., Trotta, C., Matteucci, G., D'Andrea, E., Foltýnová, L., Krejza, J., Ibrom, A., Pilegaard, K., Loustau, D., Bonnefond, J.-M., Berbigier, P., Picart, D., Lafont, S., Dietze, M., Cameron, D., Vieno, M., Tian, H., Palacios-Orueta, A., Cicundez, V., Recuero, L., Wiese, K., **Büchner, M., Lange, S., Volkholz, J., Kim, H., Horemans, J. A., Bohn, F., Steinkamp, J., Chikalanov, A., Weedon, G. P., Sheffield, J., Babst, F., Vega del Valle, I., **Suckow, F., Martel, S., Mahnken, M., Gutsch, M., Frieler, K.** (2020): The PROFOUND database for evaluating vegetation models and simulating climate impacts on forests. – *Earth System Science Data*, 12, 2, 1295-1320. – DOI: 10.5194/essd-12-1295-2020**

Riechelmann, D. F. C., Riechelmann, S., Wassenburg, J. A., **Fohlmeister, J.**, Schöne, B. R., Jochum, K. P., Richter, D. K., Scholz, D. (2020): High-resolution proxy records from two simultaneously grown stalagmites from Zoolithencave (southeastern Germany) and their potential for palaeoclimate reconstruction. – *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 21, 6, e2019GC008755. – DOI: 10.1029/2019GC008755

Robinson, A., Alvarez-Solas, J., Montoya, M., Goelzer, H., Greve, R., Ritz, C. (2020): Description and validation of the ice-sheet model Yelmo (version 1.0). – *Geoscientific Model Development*, 13, 6, 2805-2823. – DOI: 10.5194/gmd-13-2805-2020

- Rockström, J., Edenhofer, O., Gärtner, J., Declerck, F.** (2020): Planet-proofing the global food system [Comment]. – *Nature Food*, 1, 1, 3-5. – DOI: 10.1038/s43016-019-0010-4
- Roelfsema, M., van Soest, H. L., Harmsen, M., van Vuuren, D. P., **Bertram, C.**, den Elzen, M., Höhne, N., Iacobuta, G., Krey, V., **Kriegler, E., Luderer, G.**, Riahi, K., **Ueckerdt, F.**, Després, J., Drouet, L., Emmerling, J., Frank, S., Fricko, O., Gidden, M., **Humpenöder, F.**, Huppmann, D., Fujimori, S., Fragkiadakis, K., Gi, K., Keramidas, K., Köberle, A. C., Aleluia Reis, L., Rochedo, P., Schaeffer, R., Oshiro, K., Vrontisi, Z., Chen, W., Iyer, G. C., Edmonds, J., Kannavou, M., Jiang, K., Mathur, R., Safonov, G., Vishwanathan, S. S. (2020): Taking stock of national climate policies to evaluate implementation of the Paris Agreement. – *Nature Communications*, 11, 2096. – DOI: 10.1038/s41467-020-15414-6
- Rosa, I. M. D., Purvis, A., Alkemade, R., Chaplin-Kramer, R., Ferrier, S., Guerra, C. A., Hurtt, G., Kim, H., Leadley, P., Martins, I. S., **Popp, A.**, Schipper, A. M., Vuuren, D. v., Pereira, H. M. (2020): Challenges in producing policy-relevant global scenarios of biodiversity and ecosystem services. – *Global Ecology and Conservation*, 22, e00886. – DOI: 10.1016/j.gecco.2019.e00886
- Rose, S. K., **Bauer, N., Popp, A.**, Weyant, J., Fujimori, S., Havlik, P., Wise, M., van Vuuren, D. P. (2020): An overview of the Energy Modeling Forum 33rd study: assessing large-scale global bioenergy deployment for managing climate change. – *Climatic Change*, 163, 3, 1539-1551. – DOI: 10.1007/s10584-020-02945-6
- Rosenzweig, C., Mbow, C., Barioni, L. G., Benton, T. G., Herrero, M., Krishnapillai, M., Liwenga, E. T., **Pradhan, P.**, Rivera-Ferre, M. G., Sapkota, T., Tubiello, F. N., Xu, Y., Contreras, E. M., Portugal-Pereira, J. (2020): Climate change responses benefit from a global food system approach [Comment]. – *Nature Food*, 1, 2, 94-97. – DOI: 10.1038/s43016-020-0031-z
- Rousi, E.**, Rust, H. W., Ulbrich, U., Anagnostopoulou, C. (2020): Implications of winter NAO flavors on present and future European climate. – *Climate*, 8, 1, 13. – DOI: 10.3390/cli8010013
- Rousseau, D.-D., Antoine, P., **Boers, N.**, Lagroix, F., Ghil, M., Lomax, J., Fuchs, M., Debret, M., Hatté, C., Moine, O., Gauthier, C., Jordanova, D., Jordanova, N. (2020): Dansgaard-Oeschger-like events of the penultimate climate cycle: the loess point of view. – *Climate of the Past*, 16, 2, 713-727. – DOI: 10.5194/cp-16-713-2020
- Rüdiger, S., **Plietzsch, A.**, Sagués, F., Sokolov, I. M., **Kurths, J.** (2020): Epidemics with mutating infectivity on small-world networks. – *Scientific Reports*, 10, 5919. – DOI: 10.1038/s41598-020-62597-5
- Ruiz-Benito, P., Vacchiano, G., Lines, E. R., **Reyer, C. P. O.**, Ratcliffe, S., Morin, X., Hartig, F., Mäkelä, A., Yousefpour, R., Chaves, J. E., Palacios-Orueta, A., Benito-Garzon, M., Morales-Molino, C., Camarero, J. J., Jump, A. S., Kattge, J., Lehtonen, A., Ibrom, A., Owen, H. J. F., Zavala, M. A. (2020): Available and missing data to model impact of climate change on European forests. – *Ecological Modelling*, 416, 108870. – DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2019.108870
- Rybski, D.**, Dawson, R. J., **Kropp, J. P.** (2020): Comparing generic and case study damage functions – the London storm-surge example. – *Natural Hazards Review*, 21, 1, 06019003. – DOI: 10.1061/(ASCE)NH.1527-6996.0000336
- Sælen, H., Hovi, J., **Sprinz, D. F.**, Underdal, A. (2020): How US withdrawal might influence cooperation under the Paris climate agreement. – *Environmental Science and Policy*, 108, 121-132. – DOI: 10.1016/j.envsci.2020.03.011
- Salas, H. D., Poveda, G., Mesa, O. J., **Marwan, N.** (2020): Generalized synchronization between ENSO and hydrological variables in Colombia: A recurrence quantification approach. – *Frontiers in Applied Mathematics and Statistics*, 6, 3. – DOI: 10.3389/fams.2020.00003
- Sándor, R., Ehrhardt, F., Grace, P., Recous, S., Smith, P., Snow, V., Soussana, J.-F., Basso, B., Bhatia, A., Brill, L., Doltra, J., Dorich, C. D., Doro, L., Fitton, N., Grant, B., Harrison, M. T., Kirschbaum, M. U., Klumpp, K., Laville, P., Léonard, J., Martin, R., Massad, R.-S., Moore, A., Myrgeiotis, V., Pattey, E., **Rolinski, S.**, Sharp, J., Skiba, U., Smith, W., Wu, L., Zhang, Q., Bellocchi, G. (2020): Ensemble modelling of carbon fluxes in grasslands and croplands. – *Field Crops Research*, 252, 107791. – DOI: 10.1016/j.fcr.2020.107791
- Sano, K., **Mitsui, T.**, Akimoto, T. (2020): Reduction of the synchronization time in random logistic maps. – *Physical Review E*, 102, 6, 062209. – DOI: 10.1103/PhysRevE.102.062209
- Santos, J. A., Fraga, H., Malheiro, A. C., Moutinho-Pereira, J., Dinis, L.-T., Correia, C., Moriondo, M., Leolini, L., Dibari, C., Costafreda-Aumedes, S., **Kartschall, T.**, **Menz, C.**, Molitor, D., Junk, J., Beyer, M., Schultz, H. R. (2020): A Review of the Potential Climate Change Impacts and Adaptation Options for European Viticulture. – *Applied Sciences*, 10, 9, 3092. – DOI: 10.3390/app10093092
- Sanz-Cobena, A., Alessandrini, R., **Bodirsky, B. L.**, Springmann, M., Aguilera, E., Amon, B., Bartolini, F., Geupel, M., Grizzetti, B., Kugelberg, S., Latka, C., Liang, X., Milford, A. B., Musinguzi, P., Ng, E. L., Suter, H., Leip, A. (2020): Research meetings must be more sustainable. – *Nature Food*, 1, 4, 187-189. – DOI: 10.1038/s43016-020-0065-2
- Schaeffer, R., Köberle, A., van Soest, H. L., **Bertram, C.**, **Luderer, G.**, Riahi, K., Krey, V., van Vuuren, D. P., **Kriegler, E.**, Fujimori, S., Chen, W., He, C., Vrontisi, Z., Vishwanathan, S., Garg, A., Mathur, R., Shekhar, S., Oshiro, K., **Ueckerdt, F.**, Safonov, G., Iyer, G., Gi, K., Potashnikov, V. (2020): Comparing transformation pathways across major economies. – *Climatic Change*, 162, 4, 1787-1803. – DOI: 10.1007/s10584-020-02837-9
- Schaeffer, R., Bosetti, V., **Kriegler, E.**, Riahi, K., van Vuuren, D. (2020): Climatic change: CD-Links special issue on national low-carbon development pathways. – *Climatic Change*, 162, 4, 1779-1785. – DOI: 10.1007/s10584-020-02890-4
- Schaffitzel, F., Jakob, M., Soria, R., Vogt-Schilb, A., **Ward, H.** (2020): Can government transfers make energy subsidy reform socially acceptable? A case study on Ecuador. – *Energy Policy*, 137, 111120. – DOI: 10.1016/j.enpol.2019.111120
- Schauberger, B.**, **Jägermeyr, J.**, **Gornott, C.** (2020): A systematic review of local to regional yield forecasting approaches and frequently used data resources. – *European Journal of Agronomy*, 120, 126153. – DOI: 10.1016/j.eja.2020.126153
- Scherrer, K. J. N., Harrison, C. S., Heneghan, R. F., Galbraith, E., Bardeen, C. G., Coupe, J., **Jägermeyr, J.**, Lovenduski, N. S., Luna, A., Robock, A., Stevens, J., Stevenson, S., Toon, O. B., Xia, L. (2020): Marine wild-capture fisheries after nuclear war. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 117, 47, 29748-29758. – DOI: 10.1073/pnas.2008256117
- Schneiderbauer, S., Baunach, D., Pedoth, L., Renner, K., Fritzsche, K., Bollin, C., Pregolato, M., Zebisch, M., **Liersch, S.**, **Rivas López, M. d. R.**, Ruzima, S. (2020): Spatial-explicit climate change vulnerability assessments based on impact chains. Findings from a case study in Burundi. – *Sustainability*, 12, 16, 6354. – DOI: 10.3390/su12166354
- Schreyer, F.**, **Luderer, G.**, **Dias Bleasby Rodrigues, R.**, **Pietzcker, R. C.**, **Baumstark, L.**, Sugiyama, M., Brecha, R. J., **Ueckerdt, F.** (2020): Common but differentiated leadership: strategies and challenges for carbon neutrality by 2050 across industrialized economies. – *Environmental Research Letters*, 15, 11, 114016. – DOI: 10.1088/1748-9326/abb852
- Schwab, F., Gastmeier, P., **Hoffmann, P.**, Meyer, E. (2020): Summer, sun and sepsis – The influence of outside temperature on nosocomial bloodstream infections: A cohort study and review of the literature. – *PLoS ONE*, 15, 6, e0234656. – DOI: 10.1371/journal.pone.0234656
- Schwalbert, R., Amado, T., Nieto, L., Corassa, G., Rice, C., Peralta, N., **Schauberger, B.**, **Gornott, C.**, Ciampitti, I. (2020): Mid-season county-level corn yield forecast for US Corn Belt integrating satellite imagery and weather variables. – *Crop Science*, 60, 2, 739-750. – DOI: 10.1002/csc2.20053
- Schweizer, V. J., Ebi, K. L., van Vuuren, D. P., Jacoby, H. D., Riahi, K., **Strefler, J.**, Takahashi, K., van Ruijven, B. J., Weyant, J. P. (2020): Integrated climate-change assessment scenarios and carbon dioxide removal. – *One Earth*, 3, 2, 166-172. – DOI: 10.1016/j.oneear.2020.08.001
- Schwerhoff, G., **Edenhofer, O.**, Fleurbaey, M. (2020): Taxation of economic rents. – *Journal of Economic Surveys*, 34, 2, 398-423. – DOI: 10.1111/joes.12340
- Seiermann, A. U., **Gabrysch, S.** (2020): Ramadan is not the same as Ramadan fasting [Letter to the Editor]. – *The Journal of Nutrition*, 150, 4, 968. – DOI: 10.1093/jn/nxaa033
- Semeraro, T., Luvisi, A., Lillo, A. O., Aretano, R., Buccolieri, R., **Marwan, N.** (2020): Recurrence analysis of vegetation indices for drought highlighting the ecosystem response to drought events: An application to the Amazon Forest. – *Remote Sensing*, 12, 6, 907. – DOI: 10.3390/rs12060907
- Semyachkina-Glushkovskaya, O., Esmat, A., Bragin, D., Bragina, O., Shirokov, A. A., Navolokin, N., Yang, Y., Abdurashitov, A., Khorovodov, A., Terskov, A., Klimova, M., Mamedova, A., Fedosov, I., Tuchin, V., **Kurths, J.** (2020): Phenomenon of music-induced opening of the blood-brain barrier in healthy mice. – *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 287, 20202337. – DOI: 10.1098/rspb.2020.2337
- Semyachkina-Glushkovskaya, O., Abdurashitov, A., Dubrovsky, A., Klimova, M., Agranovich, I., Terskov, A., Shirokov, A., Vinnik, V., Kuzmina, A., Lezhnev, N., Blokhina, I., Shnitenkova, A., Tuchin, V., Rafailov, E., **Kurths, J.** (2020): Photobiomodulation of lymphatic drainage and clearance: perspective strategy for augmentation of meningeal lymphatic functions. – *Biomedical Optics Express*, 11, 2, 725-734. – DOI: 10.1364/BOE.383390
- Semyachkina-Glushkovskaya, O., Borisova, E., Mantareva, V., Angelov, I., Eneva, I., Terskov, A., Mamedova, A., Shirokov, A., Khorovodov, A., Klimova, M., Agranovich, I., Blokhina, I., Lezhnev, N., **Kurths, J.** (2020): Photodynamic opening of the blood-brain barrier using different photosensitizers in mice. – *Applied Sciences*, 10, 1, 33. – DOI: 10.3390/app10010033
- Semyachkina-Glushkovskaya, O., Postnov, D., Penzel, T., **Kurths, J.** (2020): Sleep as a novel biomarker and a promising therapeutic target for cerebral small vessel disease: A review focusing on Alzheimer's Disease and the blood-brain barrier. – *International Journal of Molecular Sciences*, 21, 17, 6293. – DOI: 10.3390/ijms21176293
- Seroussi, H., Nowicki, S., Payne, A. J., Goelzer, H., Lipscomb, W. H., Abe Ouchi, A., Agosta, C., **Albrecht, T.**, Asay-Davis, X., Barthel, A., **Calov, R.**, Cullather, R., Dumas, C., Galton-Fenzi, B. K., Gladstone, R., Golledge, N. R., Gregory, J. M., Greve, R., Hatterman, T., Hoffman, M. J., Humbert, A., Huybrechts, P., Jourdain, N. C., Kleiner, T., Larour, E., Leguy, G. R., Lowry, D. P., Little, C. M., Morlighem, M., Pattyn, F., Pelle, T., Price, S. F., Quiquet, A., **Reese, R.**, Schlegel, N.-J., Shepherd, A., Simon, E., Smith, R. S., Straneo, F., Sun, S., Trusel, L. D., Van Breedam, J., van de Wal, R. S. W., **Winkelmann, R.**, Zhao, C., Zhang, T., Zwinger, T. (2020): ISMIP6 Antarctica: a multi-model ensemble of the Antarctic ice sheet evolution over the 21st century. – *The Cryosphere*, 14, 9, 3033-3070. DOI: 10.5194/tc-14-3033-2020
- Shen, G., **Kurths, J.**, Yuan, Y. (2020): Sequence-to-sequence prediction of spatiotemporal systems. – *Chaos*, 30, 2, 023102. – DOI: 10.1063/1.5133405
- Siderius, C., Conway, D., Yassine, M., **Murken, L.**, Lostis, P.-L., Dalin, C. (2020): Multi-scale analysis of the water-energy-food nexus in the Gulf region. – *Environmental Research Letters*, 15, 9, 094024. – DOI: 10.1088/1748-9326/ab8a86
- Singh, C., Wang-Erlandsson, L., Fetzer, I., **Rockström, J.**, van der Ent, R. (2020): Root-zone storage capacity reveals drought coping strategies along rainforest-savanna transitions. – *Environmental Research Letters*, 15, 12, 124021. – DOI: 10.1088/1748-9326/abc377
- Singh, M., Krishnan, R., **Goswami, B.**, Choudhury, A. D., Swapna, P., Vellore, R., Prajeesh, A. G., Sandeep, N., Venkataraman, C., **Donner, R. V.**, **Marwan, N.**, **Kurths, J.** (2020): Fingerprint of volcanic forcing on the ENSO-Indian monsoon coupling. – *Science Advances*, 6, 38, eaba8164. – DOI: 10.1126/sciadv.aba8164
- Singh, U., Sathiyadevi, K., Chandrasekar, V. K., Zou, W., **Kurths, J.**, Senthilkumar, D. V. (2020): Trade-off between filtering and symmetry breaking mean-field coupling in inducing macroscopic dynamical states. – *New Journal of Physics*, 22, 093024. – DOI: 10.1088/1367-2630/abadb4
- Smith, S. J., Chateau, J., Dorheim, K., Drouet, L., Durand-Lasserre, O., Fricko, O., Fujimori, S., Hanaoka, T., Harmsen, M., **Hilaire, J.**, Keramidas, K., Klimont, Z., **Luderer, G.**, Moura, M. C. P., Riahi, K., Rogelj, J., Sano, F., van Vuuren, D. P., Wada, K. (2020): Impact of methane and black carbon mitigation on forcing and temperature: a multi-model scenario analysis. – *Climatic Change*, 163, 3, 1427-1442. – DOI: 10.1007/s10584-020-02794-3
- Smith, S. J., Klimont, Z., Drouet, L., Harmsen, M., **Luderer, G.**, Riahi, K., van Vuuren, D. P., Weyant, J. P. (2020): The Energy Modeling Forum (EMF)-30 study on short-lived climate forcers: introduction and overview. – *Climatic Change*, 163, 3, 1399-1408. – DOI: 10.1007/s10584-020-02938-5

Soreghan, G. S., Beccaletto, L., Benison, K. C., Bourquin, S., **Feulner, G.**, Hamamura, N., Hamilton, M., Heavens, N. G., Hinnov, L., Huttenlocker, A., Looy, C., Pfeifer, L. S., Pochat, S., Sardar Abadi, M., Zambito, J. (2020): Report on ICDP Deep Dust workshops: probing continental climate of the late Paleozoic icehouse–greenhouse transition and beyond. – *Scientific Drilling*, 28, 93-112. – DOI: 10.5194/sd-28-93-2020

Sparling, T. M., **Waid, J. L.**, **Wendt, A.**, **Gabrys, S.** (2020): Depression among women of reproductive age in rural Bangladesh is linked to food security, diets and nutrition. – *Public Health Nutrition*, 23, 4, 660-673. – DOI: 10.1017/S1368890019003495

Staal, A., Fetzer, I., Wang-Erlandsson, L., Bosmans, J. H. C., Dekker, S. C., van Nes, E. H., **Rockström, J.**, Tuinenburg, O. A. (2020): Hysteresis of tropical forests in the 21st century. – *Nature Communications*, 11, 4978. – DOI: 10.1038/s41467-020-18728-7

Stechemesser, A., **Wenz, L.**, **Levermann, A.** (2020): Corona crisis fuels racially profiled hate in social media networks [Commentary]. – *EClinicalMedicine*, 23, 100372. – DOI: 10.1016/j.eclinm.2020.100372

Steckel, J. C., **Hilaire, J.**, Jakob, M., **Edenhofer, O.** (2020): Coal and carbonization in sub-Saharan Africa. – *Nature Climate Change*, 10, 1, 83-88. – DOI: 10.1038/s41558-019-0649-8

Steffen, B., Egli, F., **Pahle, M.**, Schmidt, T. S. (2020): Navigating the clean energy transition in the COVID-19 crisis [Commentary]. – *Joule*, 4, 6, 1137-1141. – DOI: 10.1016/j.joule.2020.04.011

Steffen, W., Richardson, K., **Rockström, J.**, **Schellnhuber, H. J.**, Dube, O. P., Dutreuil, S., Lenton, T. M., Lubchenco, J. (2020): The emergence and evolution of Earth System Science. – *Nature Reviews Earth & Environment*, 1, 1, 54-63. – DOI: 10.1038/s43017-019-0005-6

Stephan, C. C., Schmidt, H., Zülicke, C., **Matthias, V.** (2020): Oblique gravity wave propagation during sudden stratospheric warmings. – *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 125, 1, e2019JD031528. – DOI: 10.1029/2019JD031528

Sterzel, T., **Lüdeke, M. K. B.**, **Walther, C.**, Kok, M. T., **Sietz, D.**, Lucas, P. L. (2020): Typology of coastal urban vulnerability under rapid

urbanization. – *PLoS ONE*, 15, 1, e0220936. – DOI: 10.1371/journal.pone.0220936

Straaten, C., Whan, K., **Coumou, D.**, Hurk, B., Schmeits, M. (2020): The influence of aggregation and statistical post-processing on the subseasonal predictability of European temperatures. – *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 146, 7341 (Part B), 2654-2670. – DOI: 10.1002/qj.3810

Streng, L., **Schultz, P.**, **Kurths, J.**, Raisch, J., **Hellmann, F.** (2020): A multiplex, multi-timescale model approach for economic and frequency control in power grids. – *Chaos*, 30, 3, 033138. – DOI: 10.1063/1.5132335

Su, Z., Gao, C., Liu, J., Jia, T., Wang, Z., **Kurths, J.** (2020): Emergence of nonlinear crossover under epidemic dynamics in heterogeneous networks. – *Physical Review E*, 102, 5, 052311. – DOI: 10.1103/PhysRevE.102.052311

Suchithra, K. S., Gopalakrishnan, E. A., **Surovyatkina, E.**, **Kurths, J.** (2020): Rate-induced transitions and advanced takeoff in power systems. – *Chaos*, 30, 6, 061103. – DOI: 10.1063/5.0002456

Sun, F., Liu, P., **Kurths, J.**, Zhu, W. (2020): Fixed-time connectivity preserving tracking consensus of multiagent systems with disturbances. – *Complexity*, 2020, 6859042. – DOI: 10.1155/2020/6859042

Sun, F., Shen, Y., **Kurths, J.**, Zhu, W. (2020): Mean-square consensus of multi-agent systems with noise and time delay via event-triggered control. – *Journal of the Franklin Institute*, 357, 9, 5317-5339. – DOI: 10.1016/j.jfranklin.2020.02.047

Sun, F., Tuo, M., **Kurths, J.**, Zhu, W. (2020): Finite-time consensus of leader-following multi-agent systems with multiple time delays over time-varying topology. – *International Journal of Control, Automation and Systems*, 18, 8, 1985-1992. – DOI: 10.1007/s12555-019-0266-3

Sun, S., Pattyn, F., Simon, E. G., **Albrecht, T.**, Cornford, S., **Calov, R.**, Dumas, C., Gillet-Chaulet, F., Goelzer, H., Golledge, N. R., Greve, R., Hoffman, M. J., Humbert, A., Kazmierczak, E., Kleiner, T., Leguy, G. R., Lipscomb, W. H., Martin, D., Morlighem, M., Nowicki, S., Pollard, D., Price, S., Quiquet, A., Seroussi, H., **Schlemm, T.**, Sutter, J., van de Wal, R. S. W., **Winkelmann, R.**, Zhang, T. (2020): Antarctic ice sheet response to

sudden and sustained ice-shelf collapse (AB-UMIP). – *Journal of Glaciology*, 66, 260, 891-904. – DOI: 10.1017/jog.2020.67

Talento, S., Osborn, T. J., Joshi, M., Ratna, S. B., Luterbacher, J. (2020): Response of the Asian summer Monsoons to a high-latitude thermal forcing: mechanisms and nonlinearities. – *Climate Dynamics*, 54, 9-10, 3927-3944. – DOI: 10.1007/s00382-020-05210-9

Tang, X., Huo, W., Yuan, Y., Li, X., Shi, L., Ding, H., **Kurths, J.** (2020): Dynamical network size estimation from local observations. – *New Journal of Physics*, 22, 093031. – DOI: 10.1088/1367-2630/abaf2f

Tang, Y., **Kurths, J.**, Lin, W., Ott, E., Kocarev, L. (2020): Introduction to Focus Issue: When machine learning meets complex systems: Networks, chaos, and nonlinear dynamics. – *Chaos*, 30, 6, 063151. – DOI: 10.1063/5.0016505

Tarakini, G., **Chemura, A.**, Musundire, R. (2020): Farmers' knowledge and attitudes toward pollination and bees in a maize-producing region of Zimbabwe: Implications for pollinator conservation. – *Tropical Conservation Science*, 13, 194008292091853. – DOI: 10.1177/1940082920918534

Teickner, H., Knoth, C., Bartoschek, T., **Kraehnert, K.**, Vigh, M., Purevtseren, M., Sugar, M., Pebesma, E. (2020): Patterns in Mongolian nomadic household movement derived from GPS trajectories. – *Applied Geography*, 122, 102270. – DOI: 10.1016/j.apgeog.2020.102270

Tesfay, D., Wei, P., Zheng, Y., Duan, J., **Kurths, J.** (2020): Transitions between metastable states in a simplified model for the thermohaline circulation under random fluctuations. – *Applied Mathematics and Computation*, 369, 124868. – DOI: 10.1016/j.amc.2019.124868

Therre, S., **Fohlmeister, J.**, Fleitmann, D., Matter, A., Burns, S. J., Arps, J., Schröder-Ritzrau, A., Friedrich, R., Frank, N. (2020): Climate-induced speleothem radiocarbon variability on Socotra Island from the Last Glacial Maximum to the Younger Dryas. – *Climate of the Past*, 16, 1, 409-421. – DOI: 10.5194/cp-16-409-2020

Thonicke, K., Bahn, M., Lavorel, S., Bardgett, R., Erb, K., Giamberini, M., Reichstein, M., Vollan, B., **Rammig, A.** (2020): Advancing the understanding of adaptive



capacity of social-ecological systems to absorb climate extremes [Commentary]. – *Earth's Future*, 8, 2, e2019EF001221. – DOI: 10.1029/2019EF001221

Thonicke, K., **Billing, M.**, **von Bloh, W.**, **Sakschewski, B.**, Niinemets, Ü., Peñuelas, J., Cornelissen, J. H. C., Onoda, Y., Bodegom, P. v., Schaeppman, M. E., Schneider, F. D., Walz, A. (2020): Simulating functional diversity of European natural forests along climatic gradients. – *Journal of Biogeography*, 47, 5, 1069-1085. – DOI: 10.1111/jbi.13809

Toreti, A., Deryng, D., Tubiello, F. N., **Müller, C.**, Kimball, B. A., Moser, G., Boote, K., Asseng, S., Pugh, T. A. M., Vanuytrecht, E., Pleijel, H., Webber, H., Durand, J.-L., Dentener, F., Ceglar, A., Wang, X., Badeck, F., Leclercq, R., Wall, G. W., van den Berg, M., Hoegy, P., Lopez-Lozano, R., Zampieri, M., Galmarini, S., O'Leary, G. J., Manderscheid, R., Mencias Contreras, E., Rosenzweig, C. (2020): Narrowing uncertainties in the effects of elevated CO₂ on crops. – *Nature Food*, 1, 12, 775-782. – DOI: 10.1038/s43016-020-00195-4

Turney, C. S. M., Fogwill, C. J., Golledge, N. R., McKay, N. P., van Sebille, E., Jones, R. T., Etheridge, D., Rubino, M., Thornton, D. P., Davies, S. M., Ramsey, C. B., Thomas, Z. A., Bird, M. I., Munksgaard, N. C., Kohno, M., Woodward, J., Winter, K., Weyrich, L. S., Rootes, C. M., Millman, H., Albert, P. G., Rivera, A., van Ommen, T., Curran, M., Moy, A., **Rahmstorf, S.**, Kawamura, K., Hillenbrand, C.-D., Weber, M. E., Manning, C. J., Young, J., Cooper, A. (2020): Early Last Interglacial ocean warming drove substantial ice mass loss from Antarctica. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 117, 8, 3996-4006. – DOI: 10.1073/pnas.1902469117

van den Elsen, E., Stringer, L. C., De Ita, C., Hessel, R., Kéfi, S., Schneider, F. D., Bautista, S., Mayor, A. G., Baudena, M., Rietkerk, M., Valdecantos, A., Vallejo, V. R., Geeson, N., Brandt, C. J., Fleskens, L., Hemerik, L., Panagos, P., Valente, S., Keizer, J. J., Schwilch, G., Jucker Riva, M., **Sietz, D.**, Christoforou, M., Hadjimitsis, D. G., Papoutsas, C., Quaranta, G., Salvia, R., Tsanis, I. K., Daliakopoulos, I., Claringbould, H., de Ruiter, P. C. (2020): Advances in understanding and managing catastrophic ecosystem shifts in mediterranean ecosystems. – *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8, 561101. – DOI: 10.3389/fevo.2020.561101

Van Oijen, M., Barcza, Z., Confalonieri, R., Korhonen, P., Kröel-Dulay, G., Lellei-Kovács, E., Louarn, G., Louault, F., Martin, R., Moulin, T., Movedi, E., Picon-Cochard, C., **Rolinski, S.**, Viovy, N., **Wirth, S. B.**, Bellocchi, G. (2020): Incorporating biodiversity into biogeochemistry models to improve prediction of ecosystem services in temperate grasslands: Review and roadmap. – *Agronomy*, 10, 2, 259. – DOI: 10.3390/agronomy10020259

Vanderkelen, I., Lipzig, N. P. M., Lawrence, D. M., Droppers, B., Golub, M., Gosling, S. N., Janssen, A. B. G., Marcé, R., Müller Schmied, H., Perroud, M., Pierson, D., Pokhrel, Y., Satoh, Y., **Schewe, J.**, Seneviratne, S. I., Stepanenko, V. M., Tan, Z., Woolway, R. I., Thiery, W. (2020): Global heat uptake by inland waters. – *Geophysical Research Letters*, 47, 12, e2020GL087867. – DOI: 10.1029/2020GL087867

Vellore, R. K., Bisht, J. S., Krishnan, R., Uppara, U., **Di Capua, G.**, **Coumou, D.** (2020): Sub-synoptic circulation variability in the Himalayan extreme precipitation event during June 2013. – *Meteorology and Atmospheric Physics*, 132, 5, 631-665. – DOI: 10.1007/s00703-019-00713-5

Vicedo-Cabrera, A. M., Sera, F., Liu, C., Armstrong, B., Milojevic, A., Guo, Y., Tong, S., Lavigne, E., Kyselý, J., Urban, A., Orru, H., Indermitte, E., Pascal, M., **Huber, V.**, Schneider, A., Katsouyanni, K., Samoli, E., Stafoggia, M., Scortichini, M., Hashizume, M., Honda, Y., Ng, C. F. S., Hurtado-Diaz, M., Cruz, J., Silva, S., Madureira, J., Scovronick, N., Garland, R. M., Kim, H., Tobias, A., Iñiguez, C., Forsberg, B., Åström, C., Ragettli, M. S., Röösli, M., Guo, Y.-L.-L., Chen, B.-Y., Zanobetti, A., Schwartz, J., Bell, M. L., Kan, H., Gasparrini, A. (2020): Short term association between ozone and mortality: global two stage time series study in 406 locations in 20 countries. – *BMJ: British Medical Journal*, 368, m1008. – DOI: 10.1136/bmj.m1008

Vinke, K., **Bergmann, J.**, **Blocher, J.**, **Upadhyay, H.**, **Hoffmann, R.** (2020): Migration as adaptation? – *Migration Studies*, 8, 4, 626-634. – DOI: 10.1093/migration/mnaa029

Vinke, K., **Gabrys, S.**, **Paoletti, E.**, **Rockström, J.**, **Schellnhuber, H. J.** (2020): Corona and the climate: a comparison of two emergencies. – *Global Sustainability*, 3, e25. – DOI: 10.1017/sus.2020.20

von Jeetze, P. J., Zarebanadkouki, M., Carminati, A. (2020): Spatial heterogeneity

enables higher root water uptake in dry soil but protracts water stress after transpiration decline: A numerical study. – *Water Resources Research*, 56, 1, e2019WR025501. – DOI: 10.1029/2019WR025501

von Philipsborn, P., Wabnitz, K., Sell, K., Maintz, E., Rehfuess, E., **Gabrys, S.** (2020): Klimapolitik als Chance für bessere Gesundheit. – *Public Health Forum*, 28, 1, 75-77. – DOI: 10.1515/pubhef-2019-0128

Wabnitz, K.-J., **Gabrys, S.**, Guinto, R., Haines, A., Herrmann, M., Howard, C., Potter, T., Prescott, S. L., Redvers, N. (2020): A pledge for planetary health to unite health professionals in the Anthropocene [Commentary]. – *The Lancet*, 396, 10261, 1471-1473. – DOI: 10.1016/S0140-6736(20)32039-0

Waha, K., **Dietrich, J. P.**, Portmann, F. T., Siebert, S., Thornton, P. K., Bondeau, A., Herrero, M. (2020): Multiple cropping systems of the world and the potential for increasing cropping intensity. – *Global Environmental Change*, 64, 102131. – DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2020.102131

Waltgenbach, S., Scholz, D., Spötl, C., Riechelmann, D. F., Jochum, K. P., **Fohlmeister, J.**, Schröder-Ritzrau, A. (2020): Climate and structure of the 8.2 ka event reconstructed from three speleothems from Germany. – *Global and Planetary Change*, 193, 103266. – DOI: 10.1016/j.gloplacha.2020.103266

Wang, C., Deng, Y., Yuan, Z., Zhang, C., Zhang, F., Cai, Q., Gao, C., **Kurths, J.** (2020): How to optimize the supply and allocation of medical emergency resources during public health emergencies. – *Frontiers in Physics*, 8, 383. – DOI: 10.3389/fphy.2020.00383

Wang, H., Chen, W., **Bertram, C.**, **Malik, A.**, **Kriegler, E.**, **Luderer, G.**, Després, J., Jiang, K., Krey, V. (2020): Early transformation of the Chinese power sector to avoid additional coal lock-in. – *Environmental Research Letters*, 15, 2, 024007. – DOI: 10.1088/1748-9326/abd5d9

Wang, W., Jia, X., Wang, Z., Luo, X., Li, L., **Kurths, J.**, Yuan, M. (2020): Fixed-time synchronization of fractional order memristive MAM neural networks by sliding mode control. – *Neurocomputing*, 401, 364-376. – DOI: 10.1016/j.neucom.2020.03.043

Wang, X., **Dietrich, J. P.**, **Lotze-Campen, H.**, **Biewald, A.**, **Stevanović, M.**, **Bodirsky, B. L.**, Brümmer, B., **Popp, A.** (2020): Beyond

land-use intensity: Assessing future global crop productivity growth under different socioeconomic pathways. – *Technological Forecasting and Social Change*, 160, 120208. – DOI: 10.1016/j.techfore.2020.120208

Wang, X., Wang, H., Li, C., Huang, T., Kurths, J. (2020): Improved consensus conditions for multi-agent systems with uncertain topology: the generalized transition rates case. – *IEEE Transactions on Network Science and Engineering*, 7, 3, 1158-1169. – DOI: 10.1109/TNSE.2019.2911713

Wang, X., Wang, H., Li, C., Huang, T., Kurths, J. (2020): Consensus seeking in multiagent systems with Markovian switching topology under aperiodic sampled data. – *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 50, 12, 5189-5200. – DOI: 10.1109/TSMC.2018.2867900

Wang, X., Zhao, C., Müller, C., Wang, C., Ciaisi, P., Janssens, I., Peñuelas, J., Asseng, S., Li, T., Elliott, J., Huang, Y., Li, L., Piao, S. (2020): Emergent constraint on crop yield response to warmer temperature from field experiments. – *Nature Sustainability*, 3, 11, 908-916. – DOI: 10.1038/s41893-020-0569-7

Wang, Z., Jusup, M., Guo, H., Shi, L., Geček, S., Anand, M., Perc, M., Bauch, C. T., Kurths, J., Boccaletti, S., Schellnhuber, H. J. (2020): Communicating sentiment and outlook reverses inaction against collective risks. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 117, 30, 17650-17655. – DOI: 10.1073/pnas.1922345117

Wei, R., Cao, J., Kurths, J. (2020): Novel fixed-time stabilization of quaternion-valued BAMNNs with disturbances and time-varying coefficients. – *AIMS Mathematics*, 5, 4, 3089-3110. – DOI: 10.3934/math.2020199

Weindl, I., Ost, M., Wiedmer, P., Schreiner, M., Neugart, S., Klopsch, R., Kühnhold, H., Kloas, W., Henkel, I. M., Schlüter, O., Bußler, S., Bellingrath-Kimura, S. D., Ma, H., Grune, T., Rolinski, S., Klaus, S. (2020): Sustainable food protein supply reconciling human and ecosystem health: A Leibniz Position. – *Global Food Security*, 25, 100367. – DOI: 10.1016/j.gfs.2020.100367

Weisz, H., Pichler, P.-P., Weisz, U., Jaccard, I. S. (2020): The health-care sector's role in climate stabilisation [Correspondence]. – *The Lancet*, 396, 10244, 92-92. – DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30809-6

Weisz, U., Pichler, P.-P., Jaccard, I. S., Haas, W., Matej, S., Bachner, F., Nowak, P., Weisz, H. (2020): Carbon emission trends and sustainability options in Austrian health care. – *Resources, Conservation and Recycling*, 160, 104862. – DOI: 10.1016/j.resconrec.2020.104862

Weng, W., Becker, S. L., Lüdeke, M. K. B., Lakes, T. (2020): Landscape matters: Insights from the impact of mega-droughts on Colombia's energy transition. – *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 36, 1-16. – DOI: 10.1016/j.eist.2020.04.003

Wenz, L., Levermann, A., Willner, S., Otto, C., Kuhla, K. (2020): Post-Brexit no-trade-deal scenario: Short-term consumer benefit at the expense of long-term economic development. – *PLoS ONE*, 15, 9, e0237500. – DOI: 10.1371/journal.pone.0237500

Wenz, L., Weddige, U., Jakob, M., Steckel, J. C. (2020): Road to glory or highway to hell? Global road access and climate change mitigation. – *Environmental Research Letters*, 15, 7, 075010. – DOI: 10.1088/1748-9326/ab858d

Wessel, N., Gapelyuk, A., Kraemer, J. F., Berg, K., Kurths, J. (2020): Spontaneous baroreflex sensitivity: sequence method at rest does not quantify causal interactions but rather determines the heart rate to blood pressure variability ratio. – *Physiological Measurement*, 41, 03LT01. – DOI: 10.1088/1361-6579/ab7edc

Wessel, N., Berg, K., Kraemer, J. F., Gapelyuk, A., Rietsch, K., Hauser, T., Kurths, J., Wenzel, D., Klein, N., Kolb, C., Belke, R., Schirdewan, A., Kääb, S. (2020): Cardiac Autonomic Dysfunction and Incidence of de novo Atrial Fibrillation: Heart Rate Variability vs. Heart Rate Complexity. – *Frontiers in Physiology*, 11, 596844. – DOI: 10.3389/fphys.2020.596844

Wessel, N., Gapelyuk, A., Weiß, J., Schmidt, M., Kraemer, J. F., Berg, K., Malberg, H., Stephan, H., Kurths, J. (2020): Instantaneous Cardiac Baroreflex Sensitivity: xBRS Method Quantifies Heart Rate Blood Pressure Variability Ratio at Rest and During Slow Breathing. – *Frontiers in Neuroscience*, 14, 547433. – DOI: 10.3389/fnins.2020.547433

Westerhold, T., Marwan, N., Drury, A. J., Liebrand, D., Agnini, C., Anagnostou, E., Barnett, J. S. K., Bohaty, S. M., De Vleeschouwer, D., Florindo, F., Frederichs, T., Hodell, D. A., Holbourn, A. E., Kroon, D., Lauretano, V., Littler, K., Lourens, L. J., Lyle, M., Pälike, H.,

Röhl, U., Tian, J., Wilkens, R. H., Wilson, P. A., Zachos, J. C. (2020): An astronomically dated record of Earth's climate and its predictability over the last 66 million years. – *Science*, 369, 6509, 1383-1387. – DOI: 10.1126/science.aba6853

Wiedermann, M., Smith, E. K., Heitzig, J., Donges, J. F. (2020): A network-based micro-foundation of Granovetter's threshold model for social tipping. – *Scientific Reports*, 10, 11202. – DOI: 10.1038/s41598-020-67102-6

Wolf, F., Bauer, J., Boers, N., Donner, R. V. (2020): Event synchrony measures for functional climate network analysis: A case study on South American rainfall dynamics. – *Chaos*, 30, 3, 033102. – DOI: 10.1063/1.5134012

Wunderling, N., Gelbrecht, M., Winkelmann, R., Kurths, J., Donges, J. F. (2020): Basin stability and limit cycles in a conceptual model for climate tipping cascades. – *New Journal of Physics*, 22, 123031. – DOI: 10.1088/1367-2630/abc98a

Wunderling, N., Stumpf, B., Krönke, J., Staal, A., Tuinenburg, O. A., Winkelmann, R., Donges, J. F. (2020): How motifs condition critical thresholds for tipping cascades in complex networks: Linking micro- to macro-scales. – *Chaos*, 30, 4, 043129. – DOI: 10.1063/1.5142827

Wunderling, N., Willeit, M., Donges, J. F., Winkelmann, R. (2020): Global warming due to loss of large ice masses and Arctic summer sea ice. – *Nature Communications*, 11, 5177. – DOI: 10.1038/s41467-020-18934-3

Xu, W., Chang, J., Ciaisi, P., Guenet, B., Viovy, N., Ito, A., Reyer, C. P. O., Tain, H., Shi, H., Frieler, K., Forrest, M., Ostberg, S., Schaphoff, S., Hickler, T. (2020): Reducing uncertainties of future global soil carbon responses to climate and land use change with emergent constraints. – *Global Biogeochemical Cycles*, 34, 10, e2020GB006589. – DOI: 10.1029/2020GB006589

Xu, Y., Zhang, H., Li, Y., Zhou, K., Liu, Q., Kurths, J. (2020): Solving Fokker-Planck equation using deep learning. – *Chaos*, 30, 1, 013133. – DOI: 10.1063/1.5132840

Yalew, S. G., van Vliet, M. T. H., Gernaat, D. E. H. J., Ludwig, F., Miara, A., Park, C., Byers, E., De Cian, E., Piontek, F., Iyer, G., Mouratidou, I., Glynn, J., Hejazi, M., Dessens, O.,

Rochedo, P., Pietzcker, R. C., Schaeffer, R., Fujimori, S., Dasgupta, S., Mima, S., da Silva, S. R. S., Chaturvedi, V., Vautard, R., van Vuuren, D. P. (2020): Impacts of climate change on energy systems in global and regional scenarios. – *Nature Energy*, 5, 10, 794-802. – DOI: 10.1038/s41560-020-0664-z

Yamazaki, Y., Matthias, V., Miyoshi, Y., Stolle, C., Siddiqui, T., Kervalishvili, G., Lastovicka, J., Kozubek, M., Ward, W., Themens, D. R., Kristoffersen, S., Alken, P. (2020): September 2019 Antarctic sudden stratospheric warming: quasi-6-day wave burst and ionospheric effects. – *Geophysical Research Letters*, 47, 1, e2019GL086577. – DOI: 10.1029/2019GL086577

Yin, X., Kersebaum, K.-C., Beaudoin, N., Constantin, J., Chen, F., Louarn, G., Manevski, K., Hoffmann, M., Kollas, C., Armas-Herrera, C. M., Baby, S., Bindi, M., Dibari, C., Ferchaud, F., Ferrise, R., de Cortazar-Atauri, I. G., Launay, M., Mary, B., Moriondo, M., Öztürk, I., Ruget, F., Sharif, B., Wachter-Ripoche, D., Olesen, J. E. (2020): Uncertainties in simulating N uptake, net N mineralization, soil mineral N and N leaching in European crop rotations using process-based models. – *Field Crops Research*, 255, 107863. – DOI: 10.1016/j.fcr.2020.107863

Yin, Y., Wang, L., Wang, Z., Tang, Q., Piao, S., Chen, D., Xia, J., Conradt, T., Liu, J., Wada, Y., Cai, X., Xie, Z., Duan, Q., Li, X., Zhou, J., Zhang, J. (2020): Quantifying water scarcity in northern China within the context of climatic and societal changes and south-to-north water diversion. – *Earth's Future*, 8, 8, e2020EF001492. – DOI: 10.1029/2020EF001492

Yonkeu, R. M., Yamapi, R., Filatrella, G., Kurths, J. (2020): Can Lévy noise induce coherence and stochastic resonances in a birhythmic van der Pol system? – *European Physical Journal B*, 93, 8, 144. – DOI: 10.1140/epjb/e2020-10146-x

Yuanyuan Zhang, A., Minyu Feng, B., Feng Chen, C., Kurths, J. (2020): Adaptive clustering based on element-wised distance for distributed estimation over multi-task networks. – *Chaos*, 30, 5, 053116. – DOI: 10.1063/1.5141493

Zan, W., Xu, Y., Kurths, J., Chechkin, A. V., Metzler, R. (2020): Stochastic dynamics driven by combined Lévy-Gaussian noise: fractional Fokker-Planck-Kolmogorov equation

and solution. – *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*, 53, 38, 385001. – DOI: 10.1088/1751-8121/aba654

Zarei, A., Asadi, E., Ebrahimi, A., Jafari, M., Malekian, A., Nasrabadi, H. M., Chemura, A., Maskell, G. M. (2020): Prediction of future grassland vegetation cover fluctuation under climate change scenarios. – *Ecological Indicators*, 119, 106858. – DOI: 10.1016/j.ecolind.2020.106858

Zeist, W.-J.-v., Stehfest, E., Doelman, J. C., Valin, H., Calvin, K., Fujimori, S., Hasegawa, T., Havlik, P., Humpenöder, F., Kyle, P., Lotze-Campen, H., Mason-D'Croz, D., Meijl, H. v., Popp, A., Sulser, T. B., Tabiau, A., Verhagen, W., Wiebe, K. (2020): Are scenario projections overly optimistic about future yield progress? – *Global Environmental Change*, 64, 102120. – DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2020.102120

Zeitz, M., Levermann, A., Winkelmann, R. (2020): Sensitivity of ice flow to uncertainty in flow law parameters in an idealized one-dimensional geometry. – *The Cryosphere*, 14, 10, 3537-3550. – DOI: 10.5194/tc-14-3537-2020

Zhang, S., Bauer, N., Yin, G., Xie, X. (2020): Technology learning and diffusion at the global and local scales: A modeling exercise in the REMIND model. – *Technological Forecasting and Social Change*, 151, 119765. – DOI: 10.1016/j.techfore.2019.119765

Zhang, X., Xu, Y., Liu, Q., Kurths, J. (2020): Rate-dependent tipping-delay phenomenon in a thermoacoustic system with colored noise. – *Science China Technological Sciences*, 63, 11, 2315-2327. – DOI: 10.1007/s11431-020-1589-x

Zhang, Y., Fan, J., Li, X., Liu, W., Chen, X. (2020): Evolution mechanism of principal modes in climate dynamics. – *New Journal of Physics*, 22, 093077. – DOI: 10.1088/1367-2630/abb89a

Zhang, Y., Fan, J., Marzocchi, W., Shapira, A., Hofstetter, R., Havlin, S., Ashkenazy, Y. (2020): Scaling laws in earthquake memory for interevent times and distances. – *Physical Review Research*, 2, 1, 013264. – DOI: 10.1103/PhysRevResearch.2.013264

Zheng, Y., Yang, F., Duan, J., Sun, X., Fu, L., Kurths, J. (2020): The maximum likelihood climate change for global warming under the influence of greenhouse effect and

Lévy noise. – *Chaos*, 30, 1, 013132. – DOI: 10.1063/1.5129003

Zhipin, A., Hanasaki, N., Heck, V., Hasegawa, T., Fujimori, S. (2020): Simulating second-generation herbaceous bioenergy crop yield using the global hydrological model Ho8 (v.b10). – *Geoscientific Model Development*, 13, 12, 6077-6092. – DOI: 10.5194/gmd-13-6077-2020

Zhou, B., Erell, E., Hough, I., Shtein, A., Just, A. C., Novack, V., Rosenblatt, J., Kloog, I. (2020): Estimation of hourly near surface air temperature across Israel using an ensemble model. – *Remote Sensing*, 12, 11, 1741. – DOI: 10.3390/rs12111741

Zhou, B., Erell, E., Hough, I., Rosenblatt, J., Just, A. C., Novack, V., Kloog, I. (2020): Estimating near-surface air temperature across Israel using a machine learning based hybrid approach. – *International Journal of Climatology*, 40, 14, 6106-6121. – DOI: 10.1002/joc.6570

Zhou, B., Kaplan, S., Peeters, A., Kloog, I., Erell, E. (2020): 'Surface,' 'satellite' or 'simulation': Mapping intra-urban microclimate variability in a desert city. – *International Journal of Climatology*, 40, 6, 3099-3117. – DOI: 10.1002/joc.6385

Zhou, B., Thies, S., Gudipudi, R. V., Lüdeke, M. K. B., Kropp, J. P., Rybski, D. (2020): A Gini approach to spatial CO₂ emissions. – *PLoS ONE*, 15, 11, e0242479. – DOI: 10.1371/journal.pone.0242479

Zinchenko, E., Klimova, M., Mamedova, A., Agranovich, I., Blokhina, I., Antonova, T., Terskov, A., Shirokov, A., Navolokin, N., Morgun, A., Osipova, E., Boytsova, E., Yu, T., Zhu, D., Kurths, J., Semyachkina-Glushkovskaya, O. (2020): Photostimulation of extravasation of Beta-Amyloid through the model of blood-brain barrier. – *Electronics*, 9, 6, 1056. – DOI: 10.3390/electronics9061056

Zipper, S. C., Jaramillo, F., Wang-Erlandsson, L., Cornell, S. E., Gleeson, T., Porkka, M., Häyhä, T., Crépin, A.-S., Fetzer, I., Gerten, D., Hoff, H., Matthews, N., Ricaurte-Villota, C., Kumm, M., Wada, Y., Gordon, L. (2020): Integrating the water planetary boundary with water management from local to global scales. – *Earth's Future*, 8, 2, e2019EF001377. – DOI: 10.1029/2019EF001377

Zou, Y., Donner, R. V., Marwan, N., Donges, J. F., Kurths, J. (2020): Nonlinear time series

analysis by means of complex networks. – *Scientia Sinica: Physica, Mechanica et Astronomica*, 50, 1, 010509. – DOI: 10.1360/SSPMA-2019-0136

Artikel in nicht begutachteten Zeitschriften

Becker, M. A., Vinke, K., Bergmann, J. (2020): Vom wütenden Wetter vertrieben. – *Welt-Sichten*, 2020, 12, 34-36.

Edenhofer, O. (2020): Badewanne ohne Ablauf. – *Misericordia*, 71, 5, 26-27.

Edenhofer, O. (2020): Die Systemfrage. Klima, Kapitalismus, Kirche. – *Herder-Korrespondenz. Spezial*, S2/2020, 50-52.

Edenhofer, O., Feulner, G. (2020): Klimawandel – Risiken und Lösungswege. – *Euangel – Magazin für missionarische Pastoral*, 2020, 1.

Hovi, J., Saelen, H., **Sprinz, D. F.** (2020): Can the 2015 Paris Agreement on Climate Change Deliver 2°C? – *Global Cooperation Research*, 2, 4, 3-7.

Kemfert, C., Jaschke, G., Michaelis, J., Franke, A., **Bues, A., Lucht, W.** (2020): Paris-kompatible Klimagovernance: Flexibilität zwischen Sektoren und nicht-lineare Reduktionspfade. – *Energiewirtschaftliche Tagesfragen – Zeitschrift für Energiewirtschaft, Recht, Technik und Umwelt*, 70, 9, 15-19.

Kriegler, E. (2020): Von den Pariser Klimazielen zur Treibhausgasneutralität – 1,5 Grad Ziel erreichen! – *Deutsche Bauern Korrespondenz*, 1/20, 29-29.

Otto, I. M. (2020): Social tipping points and abrupt system changes. – *EAERE Magazine*, 2020, 9, 13-14.

Vinke, K., Hoffmann, R. (2020): Data for a difficult subject: Climate change and human migration. – *Migration Policy Practice Journal*, X, 1, 16-22.

Bücher (Autorenschaft u. Herausgabe)

Bues, A. (2020): *Social Movements against Wind Power in Canada and Germany*, London: Routledge, 211 p.

Henry, C., **Rockström, J.**, Stern, N. (Eds.) (2020): *Standing up for a Sustainable World*,

Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 462 p. – DOI: 10.4337/9781800371781

Hornberg, C., Niekisch, M., Calliess, C., Kemfert, C., **Lucht, W.**, Messari-Becker, L., Rotter, V. S. (2020): Für eine entschlossene Umweltpolitik in Deutschland und Europa, (Umweltgutachten; 2020), Berlin: Geschäftsstelle des Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU), 556 p.

Klingefeld, D. (2020): Menschheitsaufgabe Klimaschutz. Das Übereinkommen von Paris, (Schriftenreihe Nachhaltigkeit), Wiesbaden: Hessischen Landeszentrale für politische Bildung, 52 p.

Buchkapitel

Chepkoech, W., Mungai, N. W., Bett, H. K., Stöber, S., **Lotze-Campen, H.** (2020): Toward Climate-Resilient African Indigenous Vegetable Production in Kenya. – In: Leal Filho, W. (Ed.), *Handbook of Climate Change Resilience*, Cham: Springer, 845-868. – DOI: 10.1007/978-3-319-93336-8_76

Edenhofer, O. (2020): Weltklimarat (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC). – In: Oberreuter, H. (Ed.), *Schulrecht – Welt, (Staatslexikon; 5)*, Freiburg: Herder, 8. Auflage, 1245-1247.

Edenhofer, O., Flachsland, C. (2020): Laudato si'. Die Sorge um die globalen Gemeinschaftsgüter. – In: Voges, S. (Ed.), *Christlicher Schöpfungsglaube heute. Spirituelle Oase oder vergessene Verantwortung?*, (Edition Weltkirche; 2), Ostfildern: Matthias Grünewald Verlag, 35-49.

Edenhofer, O., Pätzold, R., Rettich, S. (2020): Ricarda Pätzold und Stefan Rettich im Gespräch mit Ottmar Edenhofer [Über die Nutzung des Bodens entscheiden sich Klimawandel und sozialer Zusammenhalt] [Interview]. – In: Rettich, S., Tastel, S. (Eds.), *Die Bodenfrage*, Berlin: Jovis, 23-35.

Edenhofer, O., Reiß-Schmidt, S. (2020): Volkswirtschaftliche Zusammenhänge und Auswirkungen einer globalisierten Bodenökonomie. – In: Wékel, J. (Ed.), *Stadt Denken*, Berlin: Deutsche Akademie für Städtebau und Landesplanung, 30-41.

Gerten, D. (2020): Planetare Umweltgrenzen: naturwissenschaftliche Grundprinzipien. – In: Panschar, M., Slopinski, A., Berding, F., Reb-

mann, K. (Eds.), *Zukunftsmodell: Nachhaltiges Wirtschaften*, Bielefeld: wbv Media, 63-78.

Gerten, D. (2020): What is the anthropogenic contribution to climate change and to transgressing other planetary boundaries? – In: Lumberras, J. (Ed.), *Climate Change: Scientific Bases and Questions for Debate*, Madrid: Naturgy Foundation, 1st English edition, 44-51.

Hoffmann, R., Blecha, D. (2020): Education and Disaster Vulnerability in Southeast Asia: Evidence and Policy Implications. – In: Hechanova, M. R. M., Waelde, L. C. (Eds.), *Resistance, Resilience, and Recovery from Disasters: Perspectives from Southeast Asia*, (Community, Environment and Disaster Risk Management; 21), Bingley: Emerald Publishing Limited, 17-37. – DOI: 10.1108/S2040-726220200000021002

Ladha, J. K., Jat, M. L., Stirling, C. M., Chakraborty, D., **Pradhan, P.**, Krupnik, T. J., Sapkota, T. B., Pathak, H., Rana, D. S., Tesfaye, K., Gerard, B. (2020): Achieving the sustainable development goals in agriculture: The crucial role of nitrogen in cereal-based systems. – In: Sparks, D. L. (Ed.), *Advances in Agronomy*, Cambridge: Academic Press, 39-116. – DOI: 10.1016/bs.agron.2020.05.006

Reußwig, F., Lass, W., Bock, S. (2020): Urban low-carbon futures: Results from real-world lab experiment in Berlin. – In: Lopes, M., Henggeler Antunes, C., Janda, K. B. (Eds.), *Energy and Behaviour*, Amsterdam: Academic Press, 419-450. – DOI: 10.1016/B978-0-12-818567-4.00016-8

Reußwig, F., Schleier, C. (2020): Naturschutz und Agrarlandschaft aus der Sicht junger Erwachsener. – In: Faulde, J., Grünhäuser, F., Schulte-Döinghaus, S. (Eds.), *Jugendarbeit in ländlichen Regionen*, Weinheim: Beltz Juventa, 1. Auflage, 126-132.

Rockström, J. (2020): Introduction to Part VII. – In: Henry, C., **Rockström, J.**, Stern, N. (Eds.), *Standing up for a Sustainable World*, Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 370-375.

Rockström, J., Stern, N. (2020): Science, society and a sustainable future. – In: Henry, C.,

Rockström, J., Stern, N. (Eds.), *Standing up for a Sustainable World*, Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 3-9.

Schellnhuber, H. J., Martin, M. A. (2020): *Climate Change, Public Health, Social Peace.*

– In: Al-Delaimy, W. K., Ramanathan, V., Sánchez Sorondo, M. (Eds.), *Health of People, Health of Planet and Our Responsibility*, Cham: Springer International Publishing, 225-238. – DOI: 10.1007/978-3-030-31125-4_17

Semyachkina-Glushkovskaya, O., Navolokin, N., Shirokov, A., Terskov, A., Khorovodov, A., Mamedova, A., Klimova, M., Rafailov, E., **Kurths, J.** (2020): Meningeal Lymphatic Pathway of Brain Clearing From the Blood After Haemorrhagic Injuries. – In: Ryu, P.-D., LaManna, J. C., Harrison, D. K., Lee, S.-S. (Eds.), *Oxygen Transport to Tissue XLI: Advances in Experimental Medicine and Biology*, (Advances in Experimental Medicine and Biology; 1232), Cham: Springer International Publishing, 63-68. – DOI: 10.1007/978-3-030-34461-0_9

Vidal Merino, M., **Sietz, D.**, Jost, F., Berger, U. (2020): The Andean Farmers of Peru: Farm-Household System Vulnerability to Climate-Related Hazards. – In: Leal Filho, W., Nagy, G. J., Borgia, M., Chávez Muñoz, P. D., Magnuszewski, A. (Eds.), *Climate Change, Hazards and Adaptation Options: Climate Change Management*, Cham: Springer International Publishing, 1029-1044. – DOI: 10.1007/978-3-030-37425-9_53

Reports

Andersen, L. S., Gaffney, O., Lamb, W., **Hoff, H.**, Wood, A., Cornell, S., Häyhä, T., Lucas, P., **Rockström, J.** (2020): *A safe operating space for New Zealand/Aotearoa*, Wellington, New Zealand: Ministry for the Environment, 66 p.

de Vries, W., Winiwarter, W., Bouwman, L., Beusen, A., **Bodirsky, B. L.**, Leclère, D., Chang, J., Leip, A., Muntean, M., van Dingenen, R., Kanter, D., van Grinsven, H., Schipper, A., Janse, J., Viero, M., Beale, B., Lesschen, J. P., Kroeze, C., Stokal, M., Holt, J., Wakelin, S., Tian, H., Boyer, E. (2020): Global-scale modelling of flows and impacts of nitrogen use: Modelling approaches, Linkages and Scenarios, (INMS Report; 2020/1), Edinburgh: Centre for Ecology and Hydrology, 69 p.

Detges, A., **Klingefeld, D.**, König, C., Pohl, B., Rüttinger, L., **Schewe, J.**, **Sedova, B.**, Vivekananda, J. (2020): *10 Insights on Climate Impacts and Peace*, Berlin: adelphi research gemeinnützige GmbH, 71 p.

Drupp, M., **Hänsel, M. C.** (2020): *Relative Prices and Climate Policy: How the Scarcity of Non-Market Goods Drives Policy*

Evaluation, (CESifo Working Paper; 8052), Munich: CESifo, 145 p.

Edenhofer, O., Klein, C., **Lessmann, K.**, Wilkens, M. (2020): Wie der „Green Deal“ die richtigen Anreize setzen kann. Ein Vorschlag zur Ausgestaltung eines Fonds zur staatlichen Finanzierung nachhaltiger Unternehmen und Realinvestitionen., (Working Paper), [s. l.]: SSRN, 25 p.

Franks, R. M., Edenhofer, O. (2020): *Optimal Redistributive Wealth Taxation When Wealth Is More Than Just Capital*, (Working Paper; 8093), Munich: CESifo, 44 p.

Hedegaard, C., Mysiak, J., Lera St. Clair, A., Scicluna Bartoli, M., Cornieti, M., Freitas, H., Holy, M., Jacob, D., Murray, V., O'Connor, K., Pieper, H., **Rockström, J.**, Runnel, A., Espen Stoknes, P., van Ypersele, J.-P. (2020): Proposed Mission: A Climate Resilient Europe: Prepare Europe for climate disruptions and accelerate the transformation to a climate resilient and just Europe by 2030, Brussels: European Commission, 42 p.

Hilaire, J., Bertram, C. (2020): The REMIND-MAGPIE model and scenarios for transition risk analysis. A report prepared by PIK for the UNEP-FI Banking Pilot project (Phase 2), Potsdam: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, 20 p. – DOI: 10.2312/pik.2020.006

Hildén, M., Lahn, G., Carter, T. R., Klein, R. J. T., **Otto, I. M.**, Pohl, B., **Reyer, C. P. O.**, Tondel, F. (2020): Cascading climate impacts: a new factor in European policy-making, (CASCADES Policy Brief), Berlin: EEC Platform / adelphi research gemeinnützige GmbH, 4 p.

Keppner, B., Kahlenborn, W., **Hoff, H., Lucht, W., Gerten, D.** (2020): *Planetary boundaries: Challenges for science, civil society and politics*, (UBA Texte; 183/2020), Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, 328 p.

Knodt, M., **Pahle, M.**, aus dem Moore, N., **Edenhofer, O.**, Fahl, U., Görlach, B., **Kosch, M.**, Pause, F., Perino, G., Schlacke, S. (2020): *Wegmarken für das EU-Klimaziel 2030*, (Ariadne-Kurz Dossier), Potsdam: Kopernikus-Projekt Ariadne, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), 19 p.

Kober, T., Kannan, R., **Pietzcker, R. C.**, Deane, P., Fuso-Nerini, F. (2020): *Research and innovation needs for clean energy supply*, (DEEDS Policy Brief Energy; 6), [s. l.]: DEEDS, 4 p.

Kriegler, E., Gulde, R., Colell, A., von Hirschhausen, C., Minx, J. C., Oei, P.-Y., Yanguas-Parra, P., **Bauer, N.**, Brauers, H., Broska, L. H., Groh, E., Hagen, A., Hainsch, K., Holz, F., Hübler, M., Jakob, M., Khabbajan, M. M., **Leimbach, M.**, Many, N., Montes de Oca León, M., Ohlendorf, N., **Osorio, S., Pahle, M.**, Reutter, L., Shamon, H., Steckel, J., **Strefler, J.**, Vance, C., Vögele, S., von Wangenheim, G., Walk, P., Wittenberg, I., Zundel, S. (2020): *Ausstieg aus fossilen Energieträgern – wie gelingt eine faire Systemtransformation*, (Dialog zur Klimaökonomie: Hintergrundpapier zum 7. Forum Klimaökonomie), Potsdam: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (u.a.), 43 p. – DOI: 10.2312/pik.2020.004

Kriegler, E., Gulde, R., Colell, A., von Hirschhausen, C., Minx, J. C., Oei, P.-Y., Yanguas-Parra, P., **Bauer, N.**, Brauers, H., Broska, L. H., Groh, E., Hagen, A., Hainsch, K., Holz, F., Hübler, M., Jakob, M., Khabbajan, M. M., **Leimbach, M.**, Many, N., Montes de Oca León, M., Ohlendorf, N., **Osorio, S., Pahle, M.**, Reutter, L., Shamon, H., Steckel, J., **Strefler, J.**, Vance, C., Vögele, S., von Wangenheim, G., Walk, P., Wittenberg, I., Zundel, S. (2020): *Phasing out fossil fuels – How to achieve a just transition?*, (Background paper for the 7th Klimaforum on 12th October 2020), Potsdam: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (u.a.), 43 p. – DOI: 10.2312/pik.2020.005

Lange, S., Röhrig, F., Tomalka, J. (2020): *Climate Risk Profile: Ethiopia*, (Climate Risk Profiles for Sub-Saharan Africa Series), Bonn: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 11 p.

Murken, L., Carlsburg, M., **Chemura, A.**, **Di-dovets, I.**, **Gleixner, S.**, **Koch, H.**, **Lehmann, J.**, **Liersch, S.**, **Lüttringhaus, S.**, **Rivas Lopez, M. d. R.**, **Noleppa, S.**, **Röhrig, F.**, **Schauberger, B.**, **Shukla, R.**, **Tomalka, J.**, **Yalew, A. W.**, **Gornott, C.** (2020): *Climate Risk Analysis for Identifying and Weighing Adaptation Strategies in Ethiopia's Agricultural Sector*, Potsdam: Potsdam Institute for Climate Impact Research, 150 p. – DOI: 10.2312/pik.2020.003

Noleppa, S., **Gornott, C.**, **Lüttringhaus, A. S.**, Hackenberg, I., **Gleixner, S.** (2020): *Climate change and its effects on banana production in Colombia, Costa Rica, the Dominican Republic, and Ecuador*, (HFFA Research Paper; 01/2020), Berlin: HFFA Research, 174 p.

Singh, P., Tabitha Benney, M., Galeotti, M., Lunga, W., **Otto, C.**, Sedaoui, R., Zimmer, M.

(2020): Coastal Challenges: Mainstreaming Climate Action in the G20 Development Agenda, (G20 Insights: Policy Briefs), Berlin : Global Solutions Initiative Foundation, 15 p.

Slob, A., Olivadese, R., Abad, A. V., Beianu, E., Brouwer, J., Brunelle, T., Deane, P., Kober, T., Lorenz, A., Luderer, G., Nerini, F. F., Pietzcker, R. C., Ramachandran, K., Dias Bleasby Rodrigues, R., Verdolini, E., Vrontisi, Z., Willems, M. (2020): Research & Innovation Agenda, [s. l.] : DEEDS, 64 p.

Tomalka, J., Lange, S., Röhrig, F., Gornott, C. (2020): Climate Risk Profile: Niger, (Climate Risk Profiles for Sub-Saharan Africa Series), Bonn : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 11 p.

Tomalka, J., Lange, S., Röhrig, F., Gornott, C. (2020): Climate Risk Profile: Kenya, (Climate Risk Profiles for Sub-Saharan Africa Series), Bonn : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 11 p.

Tomalka, J., Lange, S., Röhrig, F., Gornott, C. (2020): Climate Risk Profile: Burkina Faso, (Climate Risk Profiles for Sub-Saharan Africa Series), Bonn : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 11 p.

Tomalka, J., Lange, S., Röhrig, F., Gornott, C. (2020): Climate Risk Profile: Mauritania, (Climate Risk Profiles for Sub-Saharan Africa Series), Bonn : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 11 p.

Tomalka, J., Lange, S., Röhrig, F., Gornott, C. (2020): Climate Risk Profile: Uganda, (Climate Risk Profiles for Sub-Saharan Africa Series), Bonn : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 11 p.

Tomalka, J., Lange, S., Röhrig, F., Gornott, C. (2020): Climate Risk Profile: Chad, (Climate Risk Profiles for Sub-Saharan Africa Series), Bonn : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 11 p.

Tomalka, J., Lange, S., Röhrig, F., Gornott, C. (2020): Climate Risk Profile: Mali, (Climate Risk Profiles for Sub-Saharan Africa Series), Bonn : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 11 p.

Tomalka, J., Lange, S., Röhrig, F., Gornott, C. (2020): Climate Risk Profile: Tanzania, (Climate Risk Profiles for Sub-Saharan Africa Series), Bonn : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 11 p.

Tomalka, J., Lange, S., Röhrig, F., Gornott, C. (2020): Climate Risk Profile: Côte d'Ivoire, (Climate Risk Profiles for Sub-Saharan Africa Series), Bonn : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 11 p.

Tomalka, J., Lange, S., Röhrig, F., Gornott, C. (2020): Climate Risk Profile: Madagascar, (Climate Risk Profiles for Sub-Saharan Africa Series), Bonn : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 11 p.

van den Hurk, B., **Otto, I. M., Reyer, C. P. O.,** Aerts, J., Benzie, M., Campiglio, E., Carter, T. R., Fronzek, S., Gaupp, F., Jarzabek, L., Klein, R. J. T., Knaepen, H., Lahn, G., Mechler, R., Monasterolo, I., Mysiak, J., Shepherd, T. G., Sillmann, J., Stuparu, D., West, C. (2020): What can COVID-19 teach us about preparing for climate risks in Europe?, (Policy Brief), Potsdam : CASCADES Consortium, 16 p.

Velazquez, A., **Pietzcker, R. C.,** Siskos, P., Luh, S., Kannan, R. (2020): Research and Innovation Needs to Decarbonise the Transport Sector, (DEEDS Policy Brief Transport ; 1), [s. l.] : DEEDS, 4 p.

Vidal, A., Lade, S. J., **Hoff, H., Rockström, J.** (2020): COVID-19: a dashboard to rebuild with nature, Geneva : World Business Council for Sustainable Development, 23 p.

Vinke, K., Blocher, J., Becker, M. A., Ebay, J. S., Fong, T., Kambon, A. (2020): Home Lands: Island and Archipelagic States' Policymaking for Human Mobility in the Context of Climate Change, Bonn : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 152 p.

Wesch, S., Yalew, A. W. (2020): Climate Change and Labor in sub-Saharan Africa, Bonn : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 20 p.

Kapitel in Reports

Becker, M. A., Vinke, K. (2020): Die Vertreibung aus dem Paradies. – In: Deutscher Caritasverband e.V. (Ed.), Klimawandel & Humanitäre Hilfe, (Im Fokus), Freiburg : Deutscher Caritasverband e.V., 10-13.

Capstick, S., Khosla, R., Wang, S., van den Berg, N., Ivanova, D., **Otto, I. M.,** Gore, T., Corner, A., Akenji, L., Hoolohan, C., Power, K., Whitmarsh, L. (2020): Bridging the gap – the role of equitable low-carbon lifestyles. –

In: United Nations Environment Programme (Ed.), UNEP Emission Gap Report 2020, Nairobi : UNEP, 62-75.

Reyer, C. P. O., Lindner, M., Zamolodchikov, D., Shvidenko, A., **Gutsch, M.,** Bartalev, S. (2020): Climate change and Russian forests: impacts, vulnerability and adaptation needs. – In: Leskinen, P., Lindner, M., Verkerk, P. J., Nabuurs, G.-J., Van Brusselen, J., Kulikova, E., Hassegawa, M., Lerink, B. (Eds.), Russian forests and climate change, Joensuu : European Forest Institute, 53-71. – DOI: 10.36333/wscutu11

Valentini, R., Zamolodchikov, D., **Reyer, C. P. O.,** Noce, S., Santini, M., Lindner, M. (2020): Climate change in Russia – past, present and future. – In: Leskinen, P., Lindner, M., Verkerk, P. J., Nabuurs, G.-J., Van Brusselen, J., Kulikova, E., Hassegawa, M., Lerink, B. (Eds.), Russian forests and climate change, Joensuu : European Forest Institute, 45-52. – DOI: 10.36333/wscutu11

Datenpublikationen

Gieseke, R., Gütschow, J. (2020): UNFCCC Emissions data from the Detailed Data By Party interface, Genf : CERN / Zenodo – DOI: 10.5281/zenodo.3763020

Gütschow, J., Jeffery, M. L., **Günther, A.** (2020): PRIMAP-crf: UNFCCC CRF data in IPCC categories (PRIMAP-crf-2019-v2) (Version 2019v2), Genf : CERN / Zenodo – DOI: 10.5281/zenodo.3775575

Gütschow, J., Jeffery, M. L., Günther, A., Meinshausen, M. (2020): Country resolved combined emission and socio-economic pathways based on the RCP and SSP scenarios (Version 1.0), Genf : CERN / Zenodo – DOI: 10.5281/zenodo.3638137

Karger, D. N., Dabaghchian, B., **Lange, S.,** Thuiller, W., Zimmermann, N. E., Graham, C. H. (2020): High resolution climate data for Europe, Birmensdorf : Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSLV – (Envidat). – DOI: 10.16904/envidat.150

Landwehrs, J. P., Feulner, G., Hofmann, M., Petri, S. (2020): Model output for the publication: 'Climatic fluctuations modeled for carbon and sulfur emissions from end-Triassic volcanism', Potsdam : GFZ Data Services – DOI: 10.5880/PIK.2020.002



Pflüger, M., Gütschow, J. (2020): UNFCCC country-submitted greenhouse gas emissions data until 2020-10-25, Genf : CERN / Zenodo – DOI: 10.5281/zenodo.4198782

Pilz, T., Francke, T., Baroni, G., Bronstert, A. (2020): Data and R-scripts for Dynamic Identifiability Analysis of Process-based Hydrological Model Structures, Potsdam : GFZ Data Services – DOI: 10.5880/PIK.2019.016

Reyer, C. P. O., Gonzalez, R. S., Dolos, K., Hartig, F., **Hauf, Y.,** Noack, M., **Lasch-Born, P.,** Rötzer, T., Pretzsch, H., Meesenburg, H., Fleck, S., Wagner, M., Bolte, A., Sanders, T., Kolari, P., Mäkelä, A., Vesala, T., Mammarella, I., Pumpanen, J., Matteucci, G., Collalti, A., D'Andrea, E., Foltynová, L., Krejza, J., Ibrom, A., Pilegaard, K., Loustau, D., Bonnefond, J.-M., Berbigier, P., Picart, D., Lafont, S., Dietze, M., Cameron, D., Vieno, M., Tian, H., Palacios-Orueta, A., Cicuendez, V., Recuero, L., Wiese, K., **Büchner, M., Lange, S., Volkholz, J.,** Kim, H., Weedon, G., Sheffield, J., Vega del Valle, I., **Suckow, F.,** Horemans, J., Martel, S., Bohn, F., Steinkamp, J., Chikalanov, A., **Mahnken, M., Gutsch, M.,** Trotta, C., Babst, F., **Frieler, K.** (2020): The PROFOUND database for evaluating vegetation models and simulating climate impacts on European forests. V. 0.3, Potsdam : GFZ Data Services – DOI: 10.5880/PIK.2020.006

Softwarepublikationen

Barfuss, W. (2020): wbarfuss/EcoPG: Release for reference in publication (Version v1.0.0), Genf : CERN / Zenodo. – DOI: 10.5281/zenodo.3751564

Günther, A., Gütschow, J., Jeffery, M. L. (2020): NDCmitIQ: a tool to quantify and analyse GHG mitigation targets, Genf : CERN / Zenodo. – DOI: 10.5281/zenodo.4286368

Hänsel, M. C. (2020): Data and code for „Climate economics support for the UN climate targets.“, ICPSR : Ann Arbor, MI. – DOI: 10.3886/E119395V1

Kistinger, D., **Donges, J. F., Wunderling, N., Krönke, J.** (2020): pik-copan/pycascades: pycascades release with model description paper submission, Genf : CERN / Zenodo. – DOI: 10.5281/zenodo.4153102

Kotz, M. (2020): Data and code for the publication „Day-to-day temperature variability reduces economic growth“ (Version 1), Genf : CERN / Zenodo. – DOI: 10.5281/zenodo.4323163

Nicholls, Z., **Gieseke, R.,** Lewis, J., Nauels, A., Meinshausen, M. (2020): Code related to „Implications of non-linearities between cumulative CO₂ emissions and CO₂-induced warming for assessing the remaining carbon budget“ (Version v0.2.0), Genf : CERN / Zenodo. – DOI: 10.5281/zenodo.3726578

Pilz, T. (2020): A New Process-based Model Engine for the Eco-hydrological Simulation Environment (ECHSE), Potsdam : GFZ Data Services. – DOI: 10.5880/pik.2019.017

Impressum

Herausgeber

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V. (PIK)
Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Postadresse

Postfach 60 12 03
14412 Potsdam

Besucheradresse

Telegrafenberg
14473 Potsdam
Deutschland

Telefon +49 331 288-2500

Fax +49 331 288-2600

Internet www.pik-potsdam.de

Redaktion

Alison Schlums, Till Wäscher, Ingo Bräuer, Jonas Viering

Layout

webreform GmbH, www.webreform.de

Druck

Druckerei Rüss Potsdam, www.druckerei-ruess.de

Papier: Circle matt white gestrichen Bilderdruck aus 100 % Recyclingfasern. Zertifikat „Blauer Engel“



QR-Codes wie dieser enthalten Links zu Internetseiten mit weiteren Informationen. Diese Codes lassen sich mit Smartphones oder Tablet-PCs über kostenlose Apps (Barcode Scanner) lesen. Wie das funktioniert? Installieren und starten Sie eine solche App, richten Sie dann die Kamera Ihres Geräts auf den abgebildeten QR-Code. Sobald der Code erkannt wird, zeigt Ihnen die App den entsprechenden Inhalt an – etwa eine Webseite oder Videos. In der Digitalversion des Sachberichtes (als PDF) sind die QR-Codes auch direkt per Mausklick aktivierbar.

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V. (PIK)
Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Postadresse

Postfach 60 12 03
14412 Potsdam

Besucheradresse

Telegrafenberg
14473 Potsdam
Deutschland

Telefon +49 331 288-2500

Fax +49 331 288-2600

E-Mail presse@pik-potsdam.de

Internet www.pik-potsdam.de

