



POTSDAM-INSTITUT FÜR  
KLIMAFOLGENFORSCHUNG

Leibniz  
Gemeinschaft

# Jahresbericht

# 2023



# Inhalt

## Highlights

- 4 Zwischen 1,5 °C und Overshoot:  
Ein neues Jahr der Extreme
- 8 Aus der Forschung
- 10 PIKs Modelle und Supercomputer:  
eine einzigartige Welt
- 12 Erfolge und Auszeichnungen
- 14 Wissenschaftliche Politikberatung
- 16 Berlin, Brandenburg und darüber hinaus:  
Wirken in die Gesellschaft
- 18 Grünes Licht für strategische Erweiterung des PIK
- 19 Leibniz-Gemeinschaft
- 20 PIK Expertise in den Medien

## Das PIK in Zahlen

- 22 Finanzierung · Beschäftigungszahlen  
Wissenschaftlicher Nachwuchs und Betreuung  
Publikationen und Zitationen · Vorträge und  
Veranstaltungen

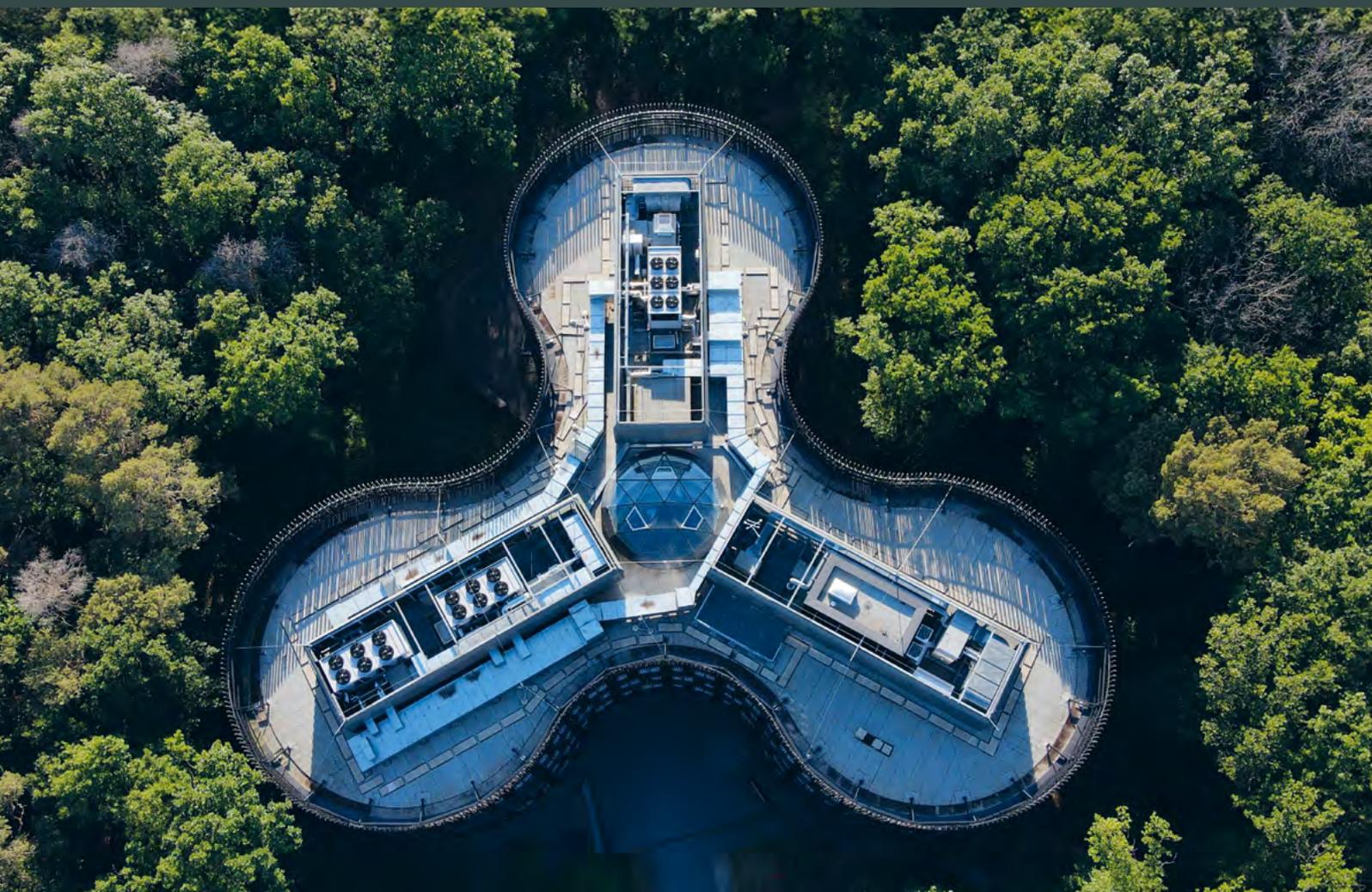
## Forschungsabteilungen

- 24 Forschungsabteilung 1 – Erdsystemanalyse
- 32 Forschungsabteilung 2 – Klimaresilienz
- 38 Forschungsabteilung 3 – Transformationspfade
- 46 Forschungsabteilung 4 – Komplexitätsforschung

## 52 FUTURE LABs

## Anhang

- 55 Organigramm
- 56 Kuratorium und Wissenschaftlicher Beirat
- 57 Angenommene Rufe und Stipendien
- 57 Auszeichnungen und Ernennungen
- 60 Drittmittelprojekte
- 62 Veröffentlichungen 2023
- 78 Impressum





2023 war ein neues Jahr der Extreme, nicht allein durch geopolitische Erschütterungen wie andauernde Kriege in der Ukraine oder in Gaza. Die weltweiten Kohlendioxid-Emissionen aus der Nutzung fossiler Brennstoffe stiegen auf ein Höchstniveau an. Die globale Mitteltemperatur kletterte mit 1,48 Grad Celsius über dem Schnitt vorindustrieller Zeit auf einen neuen Rekordwert. Im selben Jahr hat sich die Europäische Union ambitionierter denn je auf einen Kurs zur Klimaneutralität geeinigt und die Weltgemeinschaft als Abschluss der COP 28 in den Vereinigten Arabischen Emiraten auf einen echten Meilenstein: den Anfang vom Ende des fossilen Zeitalters.

Das ist bemerkenswert, gleichwohl nicht genug. Mehr denn je sind heute Optionen, Instrumente und Strategien gefragt, um Klimaziele in einer Welt multipler Krisen wirklich umsetzen zu können. Als Vorstand des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung ist es uns ein Anliegen, mit unseren Erkenntnissen zu einer sachlichen und wissenschaftlich fundierten Diskussion beizutragen.

In einer sich ständig verändernden Welt sind wir umso dankbarer, nicht nur auf mehr als drei Dekaden Instituts-erfahrung zurückzublicken, sondern auch künftig auf der Relevanz und Exzellenz unserer Forschung aufbauen zu können. Besonders gefreut hat uns deshalb das positive Signal für die Institutsentwicklung und den strategischen Sondertatbestand des PIK. Mit dem damit verbundenen dauerhaften Aufwuchs in der Grundfinanzierung von mehr als 25 Prozent werden wir ab 2025 noch effektiver daran arbeiten können, zukunftsweisende Forschungsthemen und evidenzbasierte Politikberatung entlang der gesamten Wertschöpfungskette auszurichten - vom Wissen zur Wirkung.

Auf den folgenden Seiten wollen wir mit Ihnen zurückblicken, auf Herausforderungen, Erfolge und neue Entwicklungen des vergangenen Jahres. Es ist uns eine Freude, dass Sie uns auf unserem Weg begleiten. Für Ihr vertrauensvolles Interesse an unserer Arbeit und Ihre beständige Verbundenheit mit unserem Haus möchten wir Ihnen deshalb an dieser Stelle herzlich danken!

**Professor Ottmar Edenhofer**  
Direktor

**Professor Johan Rockström**  
Direktor

**Dr. Bettina Hörstrup**  
Administrative Direktorin

# Zwischen 1,5 °C und Overshoot: Ein neues Jahr der Extreme

2023 war das wärmste Jahr seit Aufzeichnungsbeginn. Im Schnitt lag die globale Temperatur 1,48 °C über der vorindustriellen Zeit. Das PIK brachte seine Expertise zur möglichen Überschreitung der 1,5 °C-Marke und seinen Auswirkungen ein und beriet international, auf EU-Ebene und national.

Bereits in seiner grundlegenden Rede vor dem EU-Parlament betonte Wopke Hoekstra, der sich damit um seinen neuen Posten als Klimakommissar der EU-Kommission bewarb: „Ich werde im Einklang mit den Empfehlungen des Beratungsgremiums handeln. Ich werde alle verfügbaren Instrumente einsetzen, um die EU in die Lage zu versetzen, das empfohlene Mindestziel von 90 % Reduktion netto zu erreichen“. Er bezog sich damit auf das Gutachten des durch die Kommission eingesetzten Europäischen Wissenschaftlichen Beirats zum Klimawandel (European Scientific Advisory Board on Climate Change – ESABCC).

Das hochrangig besetzte wissenschaftliche Gremium unter Vorsitz Ottmar Edenhofers hatte kurz zuvor in einem umfassenden Bericht konkrete Empfehlungen gemacht, die Emissionen der EU bis 2040 um 90-95 % gegenüber 1990 zu senken und Wege aufgezeigt, diese Ziele fair umzusetzen.

Kurz nach seiner Rede im Oktober 2023 wurde der Niederländer Hoekstra offiziell zum neuen EU-Kommissar ernannt. Vom Wissen zur Wirkung – dass Forschungserkenntnisse so direkt in politische Prozesse einfließen, ist bemerkenswert. Denn während die Europäische

Kommission einen ambitionierten klimapolitischen Kurs verfolgt, war zugleich 2023 mit einer globalen Mitteltemperatur von 1,48 Grad Celsius über vorindustrieller Zeit auch das wärmste Jahr seit Aufzeichnungsbeginn.

Wie groß die Risiken sind, wenn der Druck auf Belastungsgrenzen und zentrale Prozesse des Erdsystems durch menschliche Aktivitäten immer weiter erhöht wird, hat die Forschung des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) in mehreren Studien untersucht. Ein zumindest temporärer „Overshoot“ scheint kaum vermeidbar zu sein und hätte weitreichende klimatische, ökologische und sozio-ökonomische Folgen, die eine integrative Modellanalyse ausbuchstabiert hat. Das Ausmaß und die Dauer des „Overshoots“ so gering wie möglich zu halten durch einen schnellen Ausstieg aus fossilen Brennstoffen, ist deshalb von entscheidender Bedeutung. Mit Blick auf die Netto-Null nehmen deshalb auch Carbon Dioxide Removal Technologien zur Entnahme von CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Atmosphäre eine zunehmende Rolle in der Diskussion ein. Die planetare Abfallwirtschaft wird gewissermaßen eine der Kernaufgaben des 21. Jahrhunderts.

## Ein vollständiges Bild planetarer Belastungsgrenzen

Studien des PIK kartieren den zunehmenden Druck auf die Belastungsgrenzen des Planeten durch menschliche Aktivitäten. Erstmals hat ein 40-köpfiges Forschungsteam der von Johan Rockström geführten Earth Commission gerechte und sichere Erdsystemgrenzen quantifiziert und sowohl auf globaler als auch lokaler Ebene betrachtet.



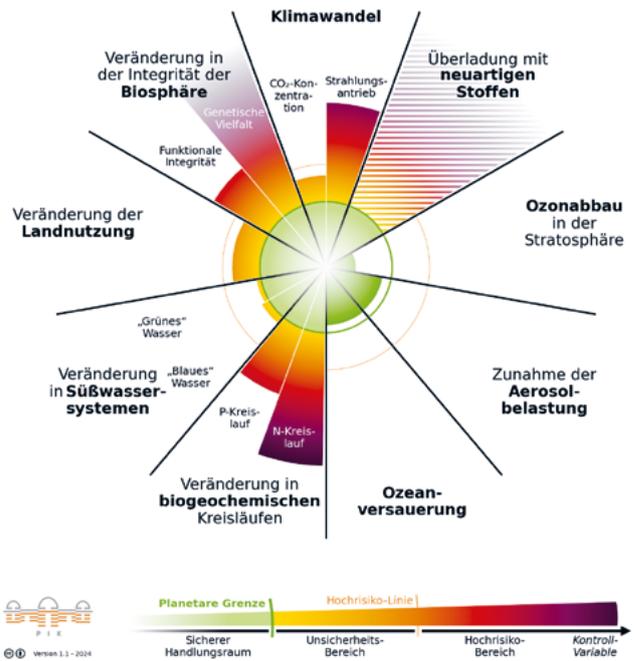
→ Diskussion über gerechte und sichere Erdsystemgrenzen auf der Cop 28.

Diskutiert wurden diese Erkenntnisse unter anderem auf der New York Climate Week. Die jährlich im September während der Generalversammlung der Vereinten Nationen stattfindende Konferenz bringt mehr als 500 wichtige

Akteure zusammen und gehört inzwischen auf dem Weg zur jährlichen UN-Klimakonferenz zu einem festen Punkt im politischen Kalender. Auch das neue Generalupdate des Konzepts planetarer Grenzen nahm dort eine zentrale Rolle ein. Erstmals konnten PIK-Forschende damit ein vollständiges Bild aller neun biophysikalischer planetarer Belastungsgrenzen beschreiben. Globale Erwärmung, Biosphäre, Entwaldung, Schadstoffe und Plastik, Stickstoffkreisläufe und Süßwasser: Sechs von neun planetaren Grenzen sind heute überschritten.

Mit Arbeiten wie den „10 New Insights in Climate Science“ war das PIK auf der COP28 in Dubai präsent. Die jährlich erscheinende Synthese neuester Erkenntnisse des Jahres soll die internationalen Klimaverhandlungen und die Umsetzung politisch gesetzter Ziele unterstützen. Die Ergebnisse des Berichts unterstreichen die drohende Unvermeidbarkeit einer zumindest temporären Überschreitung der 1,5 °C Grenze globaler Erwärmung und die Dringlichkeit eines schnellen Ausstiegs aus fossilen Brennstoffen.

Mehr als 500 Seiten, mehr als 200 Forschende: Mit dem Global Tipping Points Report haben mehr als zehn PIK-Forschende als Teil eines internationalen Teams den bislang umfassendsten Sachstandsbericht zum Thema vorgelegt. Ihr beispiellos umfassender Bericht lotet Kippunkte und ihre potenziellen Auswirkungen aus und beleuchtet Chancen für gesellschaftliche Veränderungen.



## Wie 1,5 °C-Pfade sozial ausgeglichen erreicht werden können

Eine Blaupause für eine schnelle, faire und effiziente Transformation zu Netto-Null-Emissionen lieferten Forschende in Dubai im Rahmen des am PIK koordinierten



EU-Forschungsprojekts NAVIGATE. Integrated Assessment Models wurden hier genutzt, um neue Einsichten darüber zu gewinnen, wie sich langfristige Klimaziele mit kurzfristigen politischen Maßnahmen vereinbaren lassen. Ihr Synthesebericht zeigt: Die Klimapolitik kann die globale Erwärmung bis 2100 auf 1,5 °C begrenzen und dabei die sozioökonomisch schwächsten Gruppen schützen, ohne durch Klimaschutzmaßnahmen zusätzliche soziale Härten und Schiefagen zu erzeugen. Erreicht werden kann dies durch die Einführung einer umfassenden CO<sub>2</sub>-Bepreisung und die Nutzung der so gewonnenen

Einnahmen für intelligente Umverteilungsmaßnahmen. Ergänzt werden sollte dies durch weitere Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs, zur Beschleunigung der Energiewende und zum klimafreundlichen Umbau der Landnutzung.

Neben den wissenschaftlichen Direktoren des PIK,



→ Die Ergebnisse des NAVIGATE-Projekts wurden von Ottmar Edenhofer und Team auf der COP28 diskutiert.

Ottmar Edenhofer und Johan Rockström, waren zahlreiche weitere PIK-Forschende auf der COP28, um die große Bestandsaufnahme aller bislang geplanter klimapolitischer Maßnahmen im Global Stocktake zu beobachten und wissenschaftliche Einsichten in weiteren Side Events und Gesprächsrunden einzubringen.

Von der Wissenschaft zum Handeln: Über Wege zur Überwindung von Herausforderungen bei der Umsetzung von Pfaden der Kohlendioxid-Entnahme (CDR) wurde hier ebenso diskutiert wie über Fragen nachhaltiger Entwicklung und Ergebnisse der von den wissenschaftlichen Direktoren des PIK maßgeblich gestalteten Food Economics Commission etwa zu den versteckten wahren Kosten unserer Lebensmittelsysteme.

### PIK-Expertise: Von der COP über die Europäische Union bis zur nationalen Ebene

Mehr als 70.000 Menschen aus der ganzen Welt hatten an der Konferenz teilgenommen. „Nein, der COP28-Abschluss wird die Welt nicht in die Lage versetzen, die 1,5 °C-Grenze einzuhalten, aber ja, das Ergebnis ist ein entscheidender Meilenstein“, kommentierte PIK-Direktor Rockström zu den Beschlüssen der Veranstaltung. Acht Jahre nach dem Zeitplan von Paris mache das Ergebnis allen Finanzinstituten, Unternehmen und Gesellschaften klar, dass die Welt am wahren „Anfang vom Ende“ der von fossilen Brennstoffen angetriebenen Weltwirtschaft steht. „Aus dem von allen Staaten akzeptierten Abschlussdokument der COP28 geht klar hervor: Unter dem Eindruck der fortschreitenden Klimakrise gibt es jetzt für die Weltwirtschaft kein Business as usual mehr. Jetzt geht es um das Ende des fossilen Zeitalters – das ist ein echter Fortschritt“, kommentierte PIK-Direktor Edenhofer die Ergebnisse.

Über Forschungsergebnisse und damit verbundene politische Herausforderungen gingen PIK-Fachleute bei zahlreichen Gelegenheiten ins Gespräch mit Politik, Wirtschaft und Gesellschaft – von der Energiewende in Deutschland über den Europäischen Green Deal bis hin zur internationalen Klimapolitik und der COP28. Johan Rockström beriet sowohl UN-Generalsekretär António Guterres als auch seinen Special Advisor on Climate Action, Selwin Hart. Rockström gehörte zu den geladenen Rednern des World Economic Forum in Davos und sprach auf dem gemeinsam von der Bundesregierung und der COP-Präsidentschaft ausgerichteten Petersberger Klimadialog. Ottmar Edenhofer kam als Vorsitzender des EU-Klimarats (European Scientific Advisory Board on Climate Change) in Brüssel mit EU-Kommissionspräsidentin Ursula von der Leyen und ihrem Kabinett zu Beratungsgesprächen zusammen und wurde mit dem Forum #Zukunftsstrategie in ein neues Gremium des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) berufen.



↓ Die wahren Kosten unserer Lebensmittelsysteme. Gesprächsrunde im Rahmen der der Food Economics Commission in Dubai. (links)

Natur und Ökosysteme im Mittelpunkt: Nature-Session mit u.a. COP-Präsident Sultan Al-Jaber. (rechts)



↓  
 Johan Rockström im Gespräch mit John Kerry, US-Delegation, Ottmar Edenhofer mit Sharif al Olama, UEA-Delegation.

↓  
 Medien nutzen die Gelegenheit vor Ort für Interviews und wissenschaftliche Einschätzungen zu aktuellen Entwicklungen.



### Vor Ort auf dem Telegrafenberg

Und auch das Institut selbst auf dem Potsdamer Telegrafenberg war ein Ort regen Austauschs: Die Botschafter der EU-Länder kamen im Rahmen der schwedischen EU-Ratspräsidentschaft zu Gesprächen ebenso ans PIK wie eine Delegation um den indischen Botschafter und viele weitere hochrangige Gäste. Neben Bundesforschungsministerin Bettina Stark-Watzinger trafen sich auch Brandenburgs Wissenschaftsministerin Manja Schüle und Bundeskanzler Olaf Scholz auf dem Potsdamer Telegrafenberg mit dem PIK-Vorstand sowie leitenden Forschenden, um sich über den neuesten Stand der Wissenschaft zu informieren.



↓  
 Bundeskanzler Olaf Scholz, Brandenburgs Wissenschaftsministerin Manja Schüle im Gespräch mit der administrativen PIK-Direktorin Bettina Hörstrup und Gunnar Luderer.

# Aus der Forschung

Von atmosphärischen Flüssen zu Wettbewerb im Finanzsektor: Die interdisziplinäre Forschung des PIK analysiert die Belastbarkeit des Erdsystems sowie Strategien und Optionen für eine zukunftsfähige Entwicklung von Mensch und Natur.

## Extremerschmelzereignisse erhöhen den Meeresspiegel

Modelle, die sich mit Vorhersagen über den zukünftigen Anstieg des Meeresspiegels befassen, gehen häufig von einem graduellen Verlauf des Eisverlustes aus. Eine Studie des PIK zeigt, dass diese Annahme die Bedeutung von Extremerschmelzereignissen unterschätzt – und damit auch den Beitrag des Grönländischen Eisschildes zum Meeresspiegelanstieg. Werden diese Ereignisse dagegen ausreichend berücksichtigt, kann der Anstieg des Meeresspiegels bis 2300 akkurater als bisher dargestellt werden. Bei einer erwarteten Zunahme sowohl der Häufigkeit als auch der Intensität von Extremereignissen kann dies zu einer weiteren Erhöhung des Meeresspiegels um bis zu 14 % im Vergleich zu einem graduellen Verlauf führen.

– **Publikation:** Beckmann & Winkelmann, 2023, *The Cryosphere*

## Hochwasser und Dürren: der Indus im Zeichen des Klimawandels

Attributionsstudien erforschen, inwiefern schon das heute erlebte Klima von Wandel betroffen ist und ob beobachtete Wetterextreme diesem Wandel zugeschrieben werden können. Der Fluss Indus, Lebensader für 235 Millionen Menschen in Pakistan, war in den letzten Jahren von schweren Hochwassern und Dürren betroffen. Eine PIK-Studie ermittelte zunächst Veränderungen im Abfluss des oberen Indus für den historischen Zeitraum (1901-2019) und analysierte anschließend, ob diese Veränderungen auf den beobachteten Klimawandel zurückgeführt werden können. Das Ergebnis: Die Wasserverfügbarkeit hätte sich während des gesamten Jahrhunderts nicht nennenswert verändert, wenn es keinen Klimawandel gegeben hätte.

– **Publikation:** Javed et al., 2023, *Climatic Change*

## Stürme, Feuer und Borkenkäfer:

### Steigende Schäden in europäischen Wäldern

Mithilfe eines einzigartigen Datensatzes zu gemeldeten natürlichen Schäden an europäischen Wäldern und der Quantifizierung von nicht gemeldeten Schäden durch Techniken des Maschinellen Lernens konnte gezeigt werden, dass natürliche Schäden in den letzten Jahrzehnten einen relevanten und weiter steigenden Anteil am Waldverlust insgesamt haben. Die hierdurch erzeugten Prob-

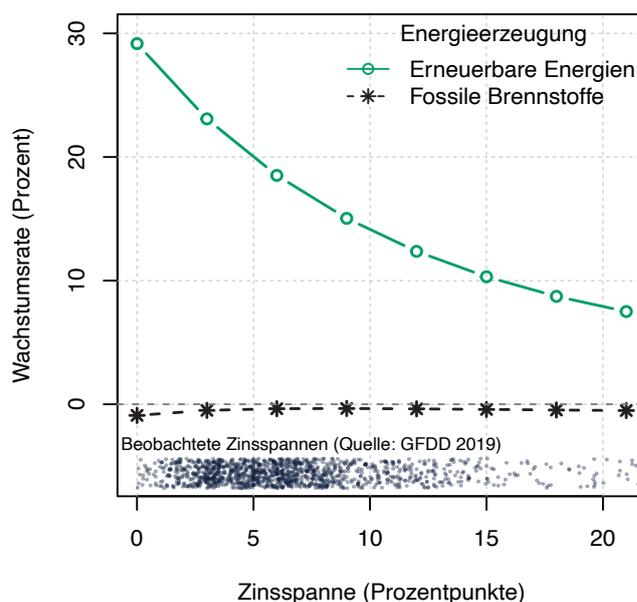
leme im langfristig nachhaltigen Management der Wälder können lokal unterschiedlich ausgeprägt sein, aber auch einen negativen Einfluss auf internationale Holzmärkte haben.

– **Publikation:** Patacca et al., 2023, *Global Change Biology*

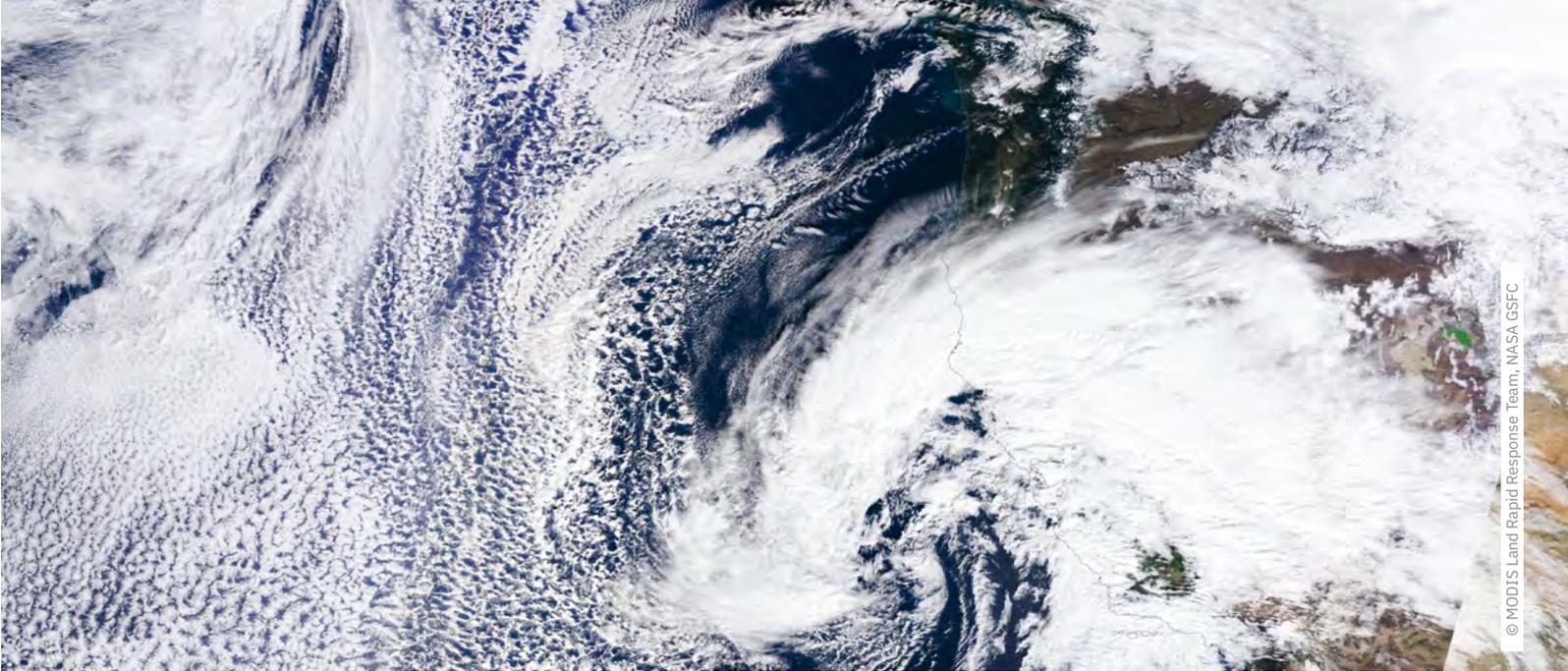
## Wettbewerb zwischen Banken gut für den Klimaschutz

Mangelnder Wettbewerb und hohe Kreditvermittlungskosten im Finanzsektor können sich negativ auf die Transformation der Wirtschaft auswirken beispielsweise indem sie den Ausbau der Erneuerbaren Energien verzögern. In einer Modellrechnung liegt die Erderwärmung um 0,2 % höher, wenn die durchschnittliche globale Zinsspanne von 5,1 % berücksichtigt wird. Um diesem Problem zu begegnen, können politische Instrumente wie die Förderung von Krediten und Investitionen eingesetzt werden. Um unnötige Kosten zu vermeiden, müssen diese passgenau auf die zugrundeliegenden Probleme zugeschnitten sein.

– **Publikation:** Lessmann & Kalkuhl, 2023, *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*



→ Eine Modellrechnung zeigt: liegt die globale Zinsspanne hoch, verzögert sich der Ausbau der Erneuerbaren Energien.



→ Ein atmosphärischer Fluss bildet sich vor der Küste Nordamerikas.

### Flüsse im Himmel, Auswirkungen am Boden

Atmosphärische Flüsse (AR) sind Bänder aus kondensiertem Wasserdampf in der unteren Troposphäre, die eine entscheidende Rolle bei der Verteilung von Süßwasser spielen, aber auch natürliche und wirtschaftliche Schäden verursachen können, indem sie Starkniederschläge begünstigen. Mithilfe von Techniken des Maschinellen Lernens konnte gezeigt werden, dass Auswirkungen von ARs, die an der Westküste von Nordamerika landen, nicht auf diese Gebiete beschränkt sind. Sie werden von einer verzögerten, aber deutlich synchronisierten Kaskade von Starkregenereignissen begleitet, die sich bis nach Zentral- und Ostkanada erstrecken.

– **Publikation:** Vallejo-Bernal et al., 2023, *Hydrology and Earth System Sciences*

### Gesundheit: Positive Nebenwirkung eines CO<sub>2</sub>-Preises

Höhere Benzin- und Dieselpreise nehmen nicht nur einen Einfluss darauf, wie viel CO<sub>2</sub> ausgestoßen wird, sondern können Menschen auch zur Wahl umwelt- und gesundheitsförderlicher Fortbewegungsalternativen motivieren wie etwa Radfahren und zu Fuß gehen. Werden die positiven Gesundheitseffekte solcher Maßnahmen und deren entlastende Wirkung auf das Gesundheitssystem in die Preissetzung mit einbezogen, würden optimale CO<sub>2</sub>-Preise von Kraftstoffen in bestimmten westlichen Ländern um nahezu die Hälfte höher liegen als bisher.

– **Publikation:** Bijgaart et al., 2023, *Economica*

### Kleiner Schritt, große Wirkung: Die vorübergehende Überschreitung des Kohlenstoffbudgets

Von Korallenriffen zu Wirtschaftssystemen: Eine PIK-Studie, die sechs Modelle verknüpft, zeigt, dass eine vorübergehende Überschreitung des mit dem 1,5 °C Ziel vereinbarten Kohlenstoffbudgets zwar bis zum Ende des Jahrhunderts global ähnliche Auswirkungen hat wie ein Szenario ohne Überschreitung. Jedoch ergeben sich durch dieses Überschreiten sehr unterschiedliche

regionale Auswirkungen und Pfadabhängigkeiten. Diese treffen die nicht-OECD Länder besonders stark. Bei der Suche nach einem Weg der zeitweisen Überschreitung des langfristigen Klimaziels müssen daher die Zielkonflikte zwischen den kurzfristigen Vermeidungsmaßnahmen und den langfristigen Auswirkungen auf Klima, Umwelt und sozioökonomische Systeme abgewägt werden.

– **Publikation:** Bauer et al., 2023, *Environmental Research Letters*

### Warnsysteme: Keine Spekulation mit Emissionszertifikaten

Der Handel mit Emissionszertifikaten kann ungewollte Interessierte anziehen: Durch die immer weitere Verknappung der ausgegebenen Zertifikate könnten diese für finanzielle Spekulation genutzt werden. Mit der Einrichtung passender Warnsysteme und Bewertungsinstrumente kann eine übermäßige Spekulation mit diesen Zertifikaten und damit ein mögliches Untergraben der Funktionsfähigkeit des Emissionsmarktes an sich vermieden werden.

– **Publikation:** Quemin & Pahle, 2023, *Nature Climate Change*

### Was Tropfsteine über das Klima der Vergangenheit verraten

Durch die Kombination von Höhlenmineralien (inklusive Tropfsteinen) mit Modellsimulationen konnte gezeigt werden, dass sich abrupte Klimaveränderungen in der Vergangenheit weltweit auf Niederschlagsmuster ausgewirkt haben, insbesondere in der tropischen Monsunregion. Der Vergleich von Stalagmiten- und Modelldaten zeigt in bisher nicht bekanntem Detail, wie zum Beispiel abrupte Temperaturanstiege auf der Nordhalbkugel und damit verbundene Änderungen der atlantischen Umwälz- zirkulation Auswirkungen auf atmosphärische Zirkulationen weltweit hatten.

– **Publikation:** Fohlmeister et al., 2023, *Proceedings of the National Academy of Sciences*

# PIKs Modelle und Supercomputer: eine einzigartige Welt

Das PIK setzt seinen zentralen Forschungsauftrag vorrangig mit modellbasierter Grundlagenforschung um, ermöglicht durch den hauseigenen Hochleistungsrechner. Die bewährten klimaphysikalischen und energieökonomischen Computersimulationen des PIK werden dabei ergänzt durch den Einsatz von Methoden der Künstlichen Intelligenz.

## **Einzigartige Darstellung des Kohlenstoffkreislaufs**

PIKs CLIMBER-X ist ein schnelles und umfassendes Erdsystemmodell mittlerer Komplexität, mit dem die Veränderung des Erdsystems auf Zeitskalen von Jahrzehnten bis über 100.000 Jahren simuliert werden kann. Dem CLIMBER-X-Team am PIK ist es nun gelungen, den globalen Kohlenstoffkreislauf im Modell im Detail abzubilden – vom Land über den Ozean zu Meeressedimenten. So kann die gemeinsame Entwicklung der Treibhausgase CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub> (Methan) in der Atmosphäre interaktiv simuliert werden. CLIMBER-X ist in seiner Kombination aus detaillierter Prozessbeschreibung, Flexibilität und Rechengeschwindigkeit einzigartig und ermöglicht ein besseres Verständnis der Dynamik des vergangenen Klimawandels sowie die Projektion der langfristigen zukünftigen Entwicklung des Erdsystems als Ganzes.

– **Publikation:** Willeit et al., 2023, *Geoscientific Model Development*

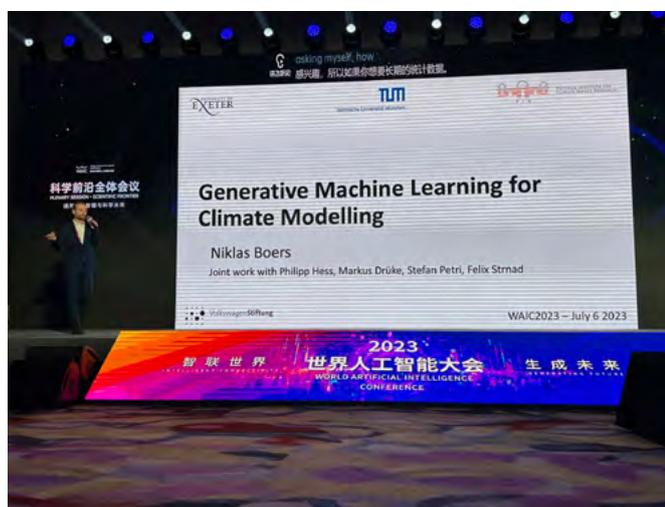
## **Von TIPMIP bis ISIMIP – was sind eigentlich model intercomparison projects?**

Der Klimawandel ist ein internationales Phänomen – und Institute weltweit entwickeln Modelle, um es besser zu verstehen. Model intercomparison-Projekte sind kollaborative Rahmenwerke zum Vergleich der Simulationsergebnisse verschiedener Modelle. Sie setzen Standards für Simulationen, für Datenformate und für die Evaluierung von Modellen und ermöglichen damit eine gemeinsame Auswertung der Modellergebnisse. Das PIK initiierte 2012 das Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project (ISIMIP). ISIMIP ermöglicht den Vergleich von Klimaauswirkungen über Sektoren sowie über zeitliche und räumliche Skalen hinweg und hat inzwischen maßgeblich zu IPCC-Sachstandsberichten beigetragen. Zudem ist das PIK führendes Institut im Tipping Points Modelling Intercomparison Project (TIPMIP). TIPMIP zielt darauf ab, das Verständnis der Kippdynamik in verschiedenen Komponenten des Erdsystems systematisch zu verbessern und die damit verbundenen Unsicherheiten zu bewerten.

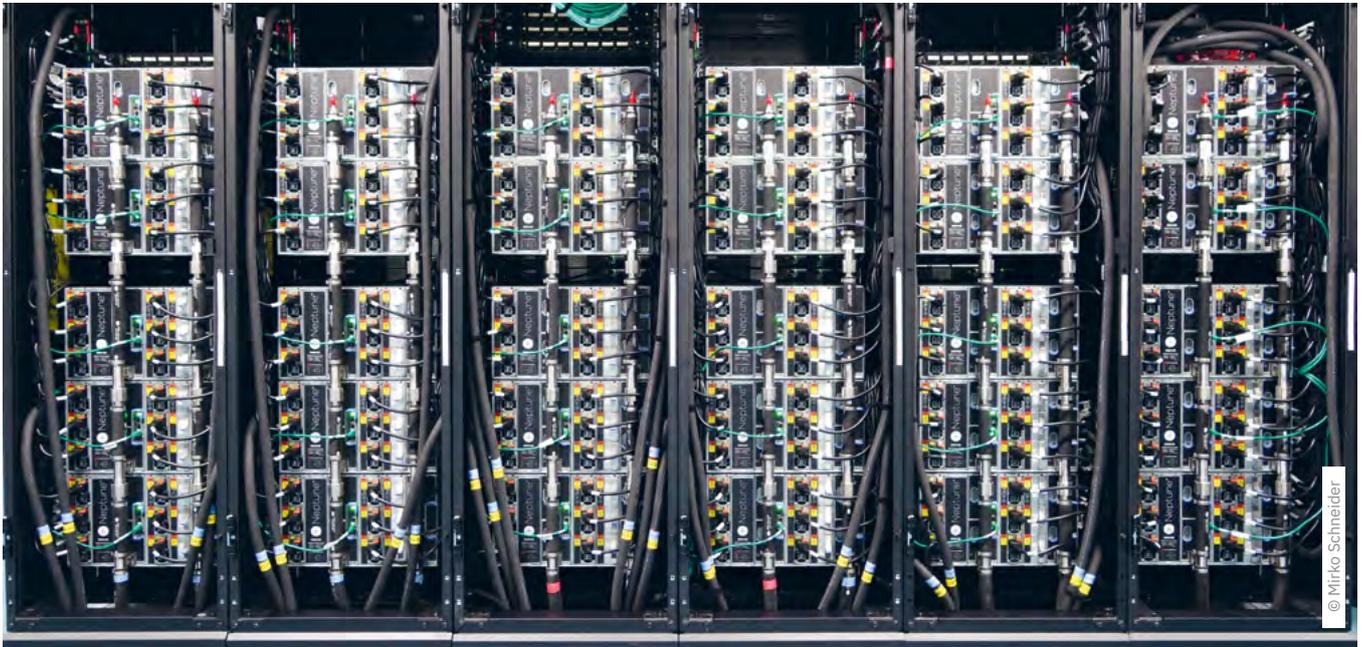
## **Physikunterricht für Neuronale Netzwerke**

Um Maschinelles Lernen (ML) für die Klimamodellierung nutzbar machen zu können, wurden Methoden entwickelt, um ML mit prozessbasierten Modellen zu kombinieren. Dabei ist es unter anderem wichtig, dass die maschinell abgeleiteten Dynamiken bekannte Einschränkungen einhalten, wie z.B. physikalischen Gesetze und erlaubte Systemzustände. Ein PIK-Team stellt eine neue Methode vor, um die Berücksichtigung von physikalischen Bedingungen für neuronale Differentialgleichungen durchzusetzen.

– **Publikation:** White et al., 2023, *Annual Conference on Neural Information Processing Systems*



→ Niklas Boers spricht auf der World Artificial Intelligence Conference zur Rolle von Maschinellem Lernen in der Klimamodellierung.



→ PIK Hochleistungsrechner 2024 - Rückansicht der direkt-wassergekühlten Lenovo Neptune™ Systemschränke.

**Effizienter, schneller, nachhaltiger:  
Neuer Supercomputer für das PIK**

Das PIK bekommt einen neuen High Performance Computer (HPC). Damit können Experimente in höherer Zahl durchgeführt werden, Simulationen schneller ablaufen und große Datenströme besser verarbeitet werden. Das bislang am PIK genutzte HPC-System ermöglicht im Winter bereits das vollständige Heizen des PIK-Forschungsbaus aus dem Jahr 2015. Mit dem neuen System wird eine noch flexiblere Nutzung der Abwärme erreicht mit der Möglichkeit, weitere Gebäude des Wissenschaftscampus im Winter mit dieser Energie zu beheizen. Installiert wird das System von Lenovo.

**Ist die deutsche Energiewende auf Kurs?**

Um 2045 klimaneutral zu sein, muss das deutsche Energiesystem in einem nie dagewesenen Tempo umgebaut werden. Basierend auf umfassenden Modell- und Szenarienrechnungen vergleicht der Ariadne Transformation Tracker den tatsächlichen Fortschritt einer Vielfalt von Schlüsselindikatoren für die Energiewende (z.B. die Anzahl von E-Autos oder den Anteil Erneuerbarer im Strommix) mit den Anforderungen der auf die Klimaziele abgestimmten Transformationspfaden. Vom Gesamtsystem, über die Energiewirtschaft bis in die einzelnen Sektoren Gebäude, Verkehr und Industrie vermittelt der Transformation Tracker damit einen kompakten und verständlichen Überblick über den Stand der Energiewende.

→ Quelle: Ariadne Transformation Tracker, <https://tracker.ariadneprojekt.de/de>

**Das Beste aus beiden Welten: Darstellung kurzfristiger Variabilität in integrierten Bewertungsmodellen**

Integrierte Bewertungsmodelle (IAMs) sind ein zentrales Instrument für die quantitative Analyse von Strategien zur Eindämmung des Klimawandels. Sie sind in der Regel global und sektorübergreifend angelegt – und für langfristige Simulationen geeignet. Um die Schlüsselrolle variabler erneuerbarer Energien (z.B. Sonne) bei der Dekarbonisierung des Stromsektors detailliert zu verstehen, eignen sich Stromsektormodelle (PSM) mit ihrer hohen räumlich-zeitlichen Auflösung. PIK-Forschende schafften einen Durchbruch: einen iterativen und voll-automatischen Soft-Coupling-Rahmen, der die Stärken eines langfristigen IAM und eines detaillierten PSM kombiniert. Dadurch konnten die systemischen und volkswirtschaftlichen Vorteile einer auf erneuerbaren Energien basierenden Elektrifizierung der Energienachfrage detailliert abgeschätzt werden.

– Publikation: Gong et al., 2023, *Geoscientific Model Development*



# Erfolge und Auszeichnungen

Das PIK ist aktiver Teil der internationalen Wissenschaftsgemeinschaft und wird für die Exzellenz der eigenen Forschung, aber auch die Wirkung darüber hinaus wahrgenommen.

## PIK-Forschende unter den Top 1% weltweit

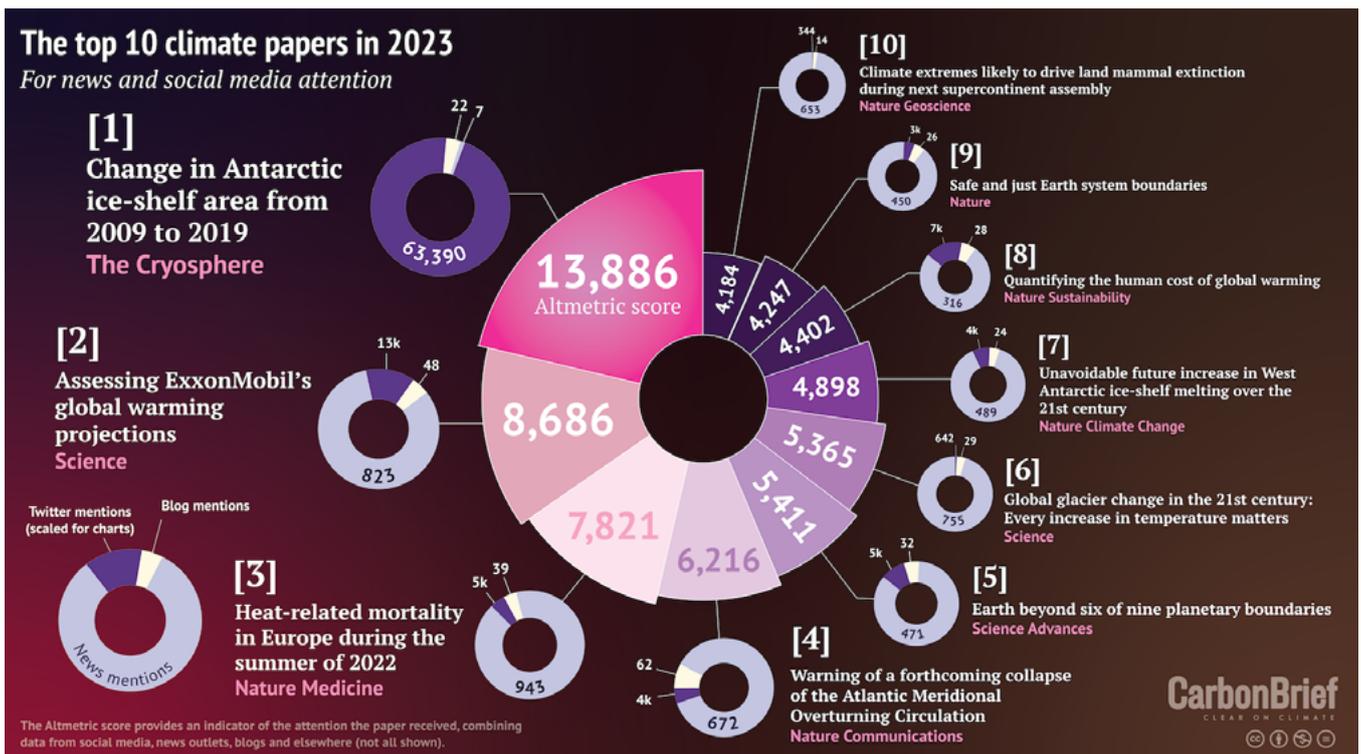
PIK-Forschende bleiben unter den Top 1 % der wissenschaftlich einflussreichsten Forschenden weltweit – in natur- und sozialwissenschaftlicher Forschung. Beim vielbeachteten Highly Cited-Ranking der Wissenschaftsplattform Web of Science von Clarivate wird jährlich die Häufigkeit gewertet, mit der Forschende in anderen Arbeiten zitiert werden – einer der wichtigsten Indikatoren für wissenschaftliche Relevanz. Aufgeführt werden acht Forschende des PIK. Ihre fachübergreifende Eingruppierung ist eine bemerkenswerte Bestätigung der hohen wissenschaftlichen Anerkennung der Arbeit über Fächergrenzen hinweg.

## 4 von 10 der öffentlich am stärksten wahrgenommenen Klimastudien von PIK-Forschenden

In einer Rangliste der am häufigsten in Nachrichten und sozialen Medien erwähnten klimawissenschaftlichen Studien im Jahr 2023 stammen vier der top zehn von Forschenden des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung. Die Studien rangieren dabei in der Breite von einer detaillierten Bewertung des aktuellen Zustands planetarer Grenzen, einer Analyse der Klimaprojektionen,

die der Öl-Konzern ExxonMobil zwischen 1977 und 2003 erstellte, über eine Annäherung an die Kosten des Klimawandels in Form der Zahl von Menschen, die aus der „menschlichen Klimaniche“ herausfallen, hin zu einer ersten Quantifizierung sicherer und gerechter Erdsystemgrenzen. Die Analyse vom Fach-Newsletter *Carbon Brief* auf der Grundlage von Altmetric-Ergebnissen ist ein Indikator für die öffentliche Wahrnehmung wissenschaftlicher Veröffentlichungen.

**Anders Levermann** wurde, in Anerkennung seines wissenschaftlichen Renommées, in das Fachkollegium „Physik und Chemie der Atmosphäre“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gewählt.



In der Kategorie 'Titanen' wurde **Johan Rockström** für seine Pionierarbeit zu planetaren Grenzen und sein Wirken in die TIME100 Liste der 100 einflussreichsten Personen der Welt aufgenommen.



Das Wirtschaftsmagazin Capital hat **Leonie Wenz** zu Deutschlands „Top 40 unter 40“ gewählt.



**Ottmar Edenhofer** wurde in die renommierte Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften aufgenommen.

**Katja Frieler** wurde von tipBerlin in die Top Ten der Forschenden Berlins aufgenommen.

**Jürgen Kurths** erhielt den SigmaPhi Preis für hervorragende Leistungen im Bereich der statistischen Physik der Europäischen Physikalischen Gesellschaft zusammen mit Michael Kosterlitz, Physik-Nobelpreisträger, und Chandan Dasgupta.

**Annika Stechemesser** wurde mit dem ZIA Visible Women in Science-Fellowship des ZEIT-Verlags ausgezeichnet und erhielt das Voices of Science-Fellowship der American Geosciences Union (AGU).

**Jakob Niehues** wurde mit dem Lise-Meitner-Preis für die beste Masterarbeit 2023 am Institut für Physik der Humboldt-Universität zu Berlin ausgezeichnet.



**Stefan Rahmstorf** und **Ottmar Edenhofer** wurden vom Tagesspiegel zu den Top 100 der Hauptstadtwissenschaft gezählt.

Für ihre Forschung zu Frühwarnsystemen für Ernteeinbußen und Ernährungsunsicherheit erhielt **Rahel Laudien** den Allianz Climate Risk Award.



**Ricarda Winkelmann** wurde zur Gründungsdirektorin des Max-Planck-Instituts für Geoanthropologie in Jena ernannt.



**Alexander Popp** wurde auf die gemeinsame Professur des PIK mit der Universität Kassel für Nachhaltige Landnutzung und Klimaschutz berufen.



**Fred Hattermann** wurde zum Honorarprofessor für Klimawandel und Hydrologie an der Hochschule für Nachhaltige Entwicklung Eberswalde berufen.



**Katja Frieler** nahm den Ruf auf die gemeinsame Professur des PIK mit der Universität Potsdam zu Klimafolgen an.

# Wissenschaftliche Politikberatung

## Ottmar Edenhofer in das neue Forum #Zukunftsstrategie berufen

PIK-Direktor Ottmar Edenhofer wurde in das Forum #Zukunftsstrategie berufen. Das neue Gremium nahm im Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) seine Arbeit auf. Als einer von insgesamt 21 Fachleuten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft berät Edenhofer die Bundesregierung bei der Umsetzung ihrer Zukunftsstrategie Forschung und Innovation. Ziel ist es, eine starke strategische Positionierung des deutschen Forschungs- und Innovationssystems zu ermöglichen und einen Beitrag zur Bewältigung gesellschaftlicher und globaler Herausforderungen zu leisten, darunter Klimaschutz, Klimaanpassung, Ernährungssicherheit und Bewahrung der Biodiversität.



## Johan Rockström spricht auf dem Petersberger Klimadialog

Ministerinnen und Minister aus rund 40 Ländern kamen im Mai beim Petersberger Klimadialog zusammen, um die UN-Klimakonferenz COP28 im November in Dubai vorzubereiten. PIK-Direktor Johan Rockström gehörte zu den geladenen Rednern der Tagung, die jährlich von der Bundesregierung gemeinsam mit der Konferenz-Präsidentschaft ausgerichtet wird. Rockström nannte die Veranstaltung einen Meilenstein für die bevorstehende COP in Dubai und die dort anstehende Bestandsaufnahme der internationalen Klimaschutzbemühungen der Länder. Er untermauerte die Dringlichkeit für entschlossenen Klimaschutz vor dem Hintergrund jüngster Forschungsergebnisse zu Kippelementen und den Risiken eines vorübergehenden Überschreitens von 1,5-2 °C.

## SRU-Gutachten zu Umwelt und Gesundheit mit Wolfgang Lucht

Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU), dem auch Wolfgang Lucht vom PIK angehört, hat unter anderem ein Sondergutachten „Umwelt und Gesundheit konsequent zusammendenken“ veröffentlicht, das in einer gemeinsamen Veranstaltung mit dem Wissenschaftlichen Beirat Globale Umweltfragen und Umweltministerin Steffi Lemke diskutiert wurde. Neben einem weiteren Sondergutachten zur „Politik in der Pflicht: Umweltfreundliches Verhalten erleichtern“ erschien auch eine Stellungnahme zur Novelle des Klimaschutzgesetzes.



## Gestalter der europäischen Umweltpolitik

PIK-Direktor Ottmar Edenhofer gehört zu den 30 wichtigsten Akteuren, die die europäische Umweltpolitik in den letzten zwei Jahren maßgeblich mitgestaltet haben. Das Ranking des europäischen Nachrichtenportals ENDS Europe zeichnet hochrangige Vertreterinnen und Vertreter aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft für wesentliche Beiträge für die Entwicklung der EU-Umweltpolitik, positive Ergebnisse oder ihr Wirken hin auf einen positiven Wandel aus. ENDS Europe lobte Edenhofer als Vorsitzenden des Europäischen Wissenschaftlichen Beirats zum Klimawandel als einen der weltweit meist zitierten Wissenschaftler in der „interdisziplinären Wissenschaft“ und Gewinner zahlreicher Anerkennungen für seine Arbeit über das Potenzial erneuerbarer Energien und die Bepreisung von Kohlenstoff.

## Klimawissenschaft im Zentrum des Weltwirtschaftsforums

Zum ersten Mal stand auf einer Plenarsitzung des Weltwirtschaftsforums (WEF) in Davos die Wissenschaft im Mittelpunkt. PIK-Direktor Johan Rockström erläuterte in einem Vortrag Hintergründe und Auswirkungen des Klimawandels auf die Volkswirtschaften der Welt. Das WEF bringt jedes Jahr hochrangige Entscheidungstragende aus Politik, Wirtschaft und Gesellschaft zusammen, um über Herausforderungen und mögliche Entwicklungen der Weltwirtschaft zu Weltpolitik zu diskutieren.

## Der rote Faden durch die Energiewende: Neue Förderphase für Ariadne

Das Energiewende-Projektconsortium Ariadne mit mehr als 27 wissenschaftlichen Partnern ist in die nächste Förderphase gestartet. Unter der Leitung von Ottmar Edenhofer soll das Kopernikus-Projekt des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) durch Szenarien und Pfade, Panelbefragungen und Bürgerdeliberation Orientierungswissen für die Politik bereitstellen. Zusammen mit den Schwester-Projekten ENSURE, SynErgie und P2X zählt es zu den größten deutschen Forschungsinitiativen zur Energiewende. Seit Beginn des Projekts wurden bereits mehr als 60 Ariadne-Berichte sowie interaktive Anwendungen veröffentlicht und in verschiedenen Stakeholder-Dialogformaten und Bürgerkonferenzen diskutiert – von Sektorthemen bis hin zum Energiesystem als großes Ganzes, von der Klimagovernance über Steuerpolitik oder Verteilungsfragen.



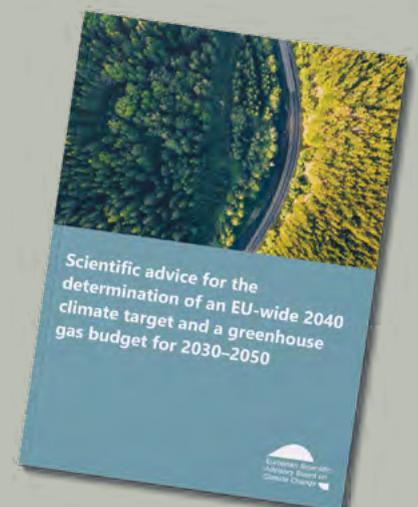
## PIK-Expertise bei Leibniz im Bundestag

Von Wasserstoff bis zu den EU-Klimazielen, von Moor-schutz bis hin zur Tierwohlabgabe: Forschende des PIK waren quer durch alle Forschungsbereiche mit zahlreichen Themen bei „Leibniz im Bundestag“ vertreten. Mit dem Politikformat bietet die Leibniz-Gemeinschaft jährlich den Abgeordneten des Deutschen Bundestags Einzelgespräche mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern an. PIK-Forschende kamen an 12 Terminen mit Abgeordneten der Bundestagsfraktionen zum Gespräch zusammen, über Themen wie Strommarktdesign, E-Fuels, Verbrennerneuzulassungsverbot über Inflation und Steuerreform bis hin zur Biodiversität.



## Klima-Beirat der EU mit Ottmar Edenhofer für ehrgeizige 2040-Klimaziele

Der durch die Europäische Kommission eingesetzte Europäische Wissenschaftliche Beirat zum Klimawandel (European Scientific Advisory Board on Climate Change - ESABCC) hat in einem umfassenden Bericht empfohlen, die Emissionen der EU bis 2040 um 90-95 % gegenüber 1990 zu senken. Ottmar Edenhofer ist Vorsitzender des hochrangigen Gremiums. Veröffentlicht wurden zuvor bereits Empfehlungen für eine Kosten-Nutzen-Analyse des gesamten Energiesystems auf dem Weg zu einer dekarbonisierten und klimaresistenten EU-Energieinfrastruktur und Politikempfehlungen zur Bewältigung der Energiekrise bei gleichzeitiger Verwirklichung der EU-Klimaziele. Darüber hinaus wurden Empfehlungen an die EU-Kommission zur Festlegung von Klimazielen auf der Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse formuliert.



# Berlin, Brandenburg und darüber hinaus: Wirken in die Gesellschaft

## Neue Gesprächsreihe des Bundespräsidenten eröffnet mit Edenhofer

Zum Auftakt einer neuen Gesprächsreihe im Schloss Bellevue hat Bundespräsident Frank-Walter Steinmeier mit PIK-Direktor Ottmar Edenhofer und Christine Benner, der Zweiten Vorsitzenden der IG Metall, über Wege zur Klimaneutralität diskutiert. Das „Forum Bellevue zur Transformation der Gesellschaft“ stellt gesellschaftliche Zukunftsthemen, tiefgreifende Umbrüche und Veränderungen in Deutschland in den Mittelpunkt. Entlang von Transformationschancen- und herausforderungen – von der Nutzung Künstlicher Intelligenz über die Arbeit der Zukunft bis hin zum Klimawandel – ist die Idee der Gesprächsreihe zu diskutieren, wie aus Sorge um die Zukunft gemeinsame Vorsorge für die Zukunft werden kann.



## Cash & Klima:

### PIK Forschende auf der re:publica 2023

Die Klimakrise in der öffentlichen Debatte brachten die PIK-Forschenden Anders Levermann und Stefan Rahmstorf mit ihren Vorträgen als Thema auf die re:publica. Das Festival für die digitale Gesellschaft in Berlin stand unter dem Motto „CASH“ und ist die größte Konferenz ihrer Art in Europa. Neben Vorträgen und Workshops bietet die Veranstaltung Gelegenheiten zum Austausch und Netzwerken mit Fachleuten aus Kultur und Medien, Politik, Wissenschaft und Unternehmen. Zu den Rednern gehörten u.a. Bundesfinanzminister Christian Lindner (FDP) oder Bundeswirtschaftsminister Robert Habeck.



## Girls' Day: Ein Tag als Klimaforscherin

Spannende Vorträge, interaktive Workshops: Schülerinnen aus Potsdam und Umgebung hatten im April für einen Tag die Möglichkeit, hinter die Kulissen des Instituts zu blicken. Der bundesweite Mädchen-Zukunftstag dient zur Berufsorientierung von Schülerinnen und soll Einblick in Berufsfelder geben, in denen Frauen noch unterrepräsentiert sind. PIK-Forscherin Annika Stechemesser sprach über den Klimawandel und Auswirkungen auf Hassbotschaften im Internet. Maria Martin, Physikerin und wissenschaftliche Referentin am PIK, berichtete über ihre Zeit als Forscherin und teilte Anekdoten und Bilder ihrer Antarktis Expedition. Höhepunkt des Girls' Day am PIK war ein Rollenspiel einer internationalen Weltklimakonferenz.



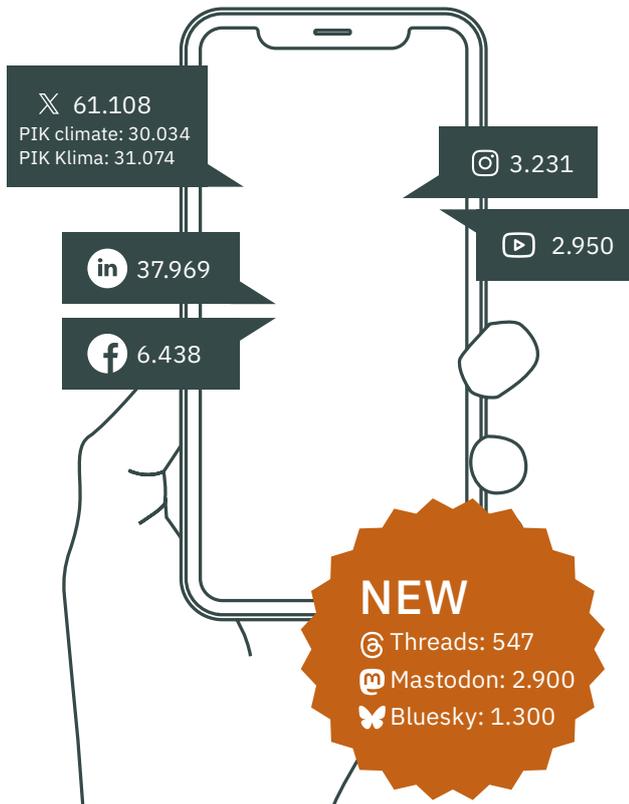


### Landtagspräsidentin Liedke besucht das PIK

Brandenburgs Landtagspräsidentin Ulrike Liedke hat sich mit PIK-Direktor Ottmar Edenhofer am Institut ausgetauscht. Das Treffen fand in Vorbereitung des Monitoringausschusses des KGRE (Kongress der Gemeinden und Regionen Europas) statt. Die Regional-kammer des Europarats kam mit rund 100 Delegierten aus der EU im Potsdam zusammen, um über Klimaschutz auf kommunaler und regionaler Ebene zu beraten.

### Von Tropfsteinhöhlen bis zum Sojaschnitzel: Lange Nacht der Wissenschaften

Vorträge, Infostände, Experimente zum Mitmachen: Wie Tropfsteinhöhlen und Sojaschnitzel mit dem Klima zusammenhängen, konnten interessierte Besucherinnen und Besucher bei der Langen Nacht der Wissenschaften am PIK herausfinden. Forschende des Instituts beantworteten unter anderem Fragen rund um Energie-wende und Klimaneutralität, Klimafolgen in Deutsch-land, Tropfsteine als Klimaarchive oder welche Rolle die Ernährung für Klimawandel und Nachhaltigkeit spielt.



### Das PIK in den Sozialen Medien

Mit seinen Social-Media-Kanälen bietet das PIK fundiertes Wissen zum Mitnehmen und kommuniziert so direkt mit den unterschiedlichsten Zielgruppen. Erklärposts und Infokacheln stellen verständlich, kurz und bündig die neusten Erkenntnisse der Forschung dar. Rund 61.000 Follower folgen dem PIK bei X/Twitter und knapp 40.000 Follower bei LinkedIn. Stetig wachsend sind die Followerzahlen mit derzeit 3.200 auch bei Instagram. Auf Facebook und YouTube folgen knapp 6.400 und 3.000 Nutzende dem Institut. Um die Kanäle weiter zu diversifizieren und unabhängiger von einzelnen Plattformen zu werden, ist das PIK seit 2023 auch auf Threads (547 Nutzende), Mastodon (2.900 Nutzende) und Bluesky (1.300) aktiv.

# Grünes Licht für strategische Erweiterung des PIK

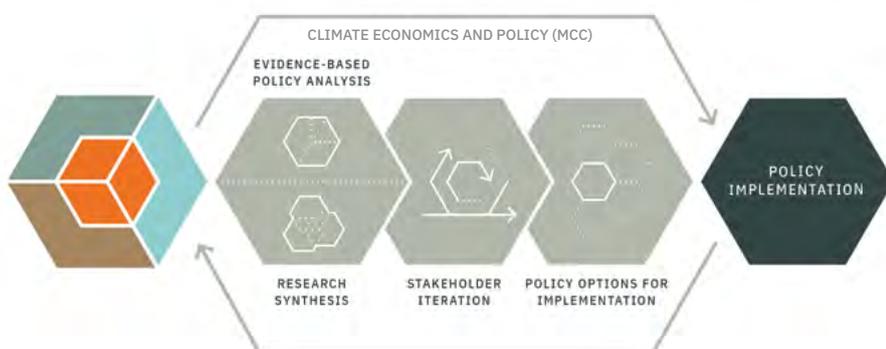
Von der interdisziplinären Grundlagenforschung bis zur wissenschaftlichen Politikberatung: Das PIK hat vom Ausschuss der Gemeinsamen Wissenschaftskonferenz (GWK) von Bund und Ländern grünes Licht für seine Pläne einer Institutserweiterung erhalten.

In einer konsequenten Weiterentwicklung seiner Strategie zur Erforschung der Bewirtschaftung globaler Gemeinschaftsgüter innerhalb planetarer Belastungsgrenzen eröffnet die zusätzliche Finanzierung dem PIK die Möglichkeit, mit Pionierthemen und einem ausgeweiteten Fokus auf die Sozialwissenschaften seine Expertise weiter auszubauen – vom Wissen zur Wirkung.

Zum einen wird im Zuge der strategischen Erweiterung des PIK das Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change (MCC) als eine neue Abteilung aufgenommen. Damit wird die sozialwissenschaftliche

Forschung des Instituts in Qualität und Kapazität der naturwissenschaftlichen Forschung gleichgestellt. Zum anderen ergänzt die begleitende Stärkung von drei zukunftsweisenden Investitionsbereichen zugleich das bewährte Leistungsportfolio des PIK um wegbereitende Forschungsthemen wie Erdsystemresilienz im Anthropozän, Verteilungsfragen und menschliches Wohlergehen bis hin zur Künstlichen Intelligenz.

Künftig können so evidenzbasiertes Orientierungswissen und handlungsrelevante Optionen für Entscheiderinnen und Entscheider entlang der ganzen Wertschöpfungskette bereitgestellt werden.



Die formale Bewilligung durch die Gemeinsame Wissenschaftskonferenz ist für Herbst 2024 vorgesehen, geknüpft an die Beschlüsse für das darauffolgende Haushaltsjahr. Mit dem strategischen Sondertatbestand hat das PIK ab 2025 eine zusätzliche Grundfinanzierung von rund 3,8 Millionen Euro jährlich beantragt.

→ Die zusätzliche Förderung ermöglicht dem PIK, seine Expertise konsequent weiter auszubauen – vom Wissen zur Wirkung.

## Was ist ein Sondertatbestand?

Als Institut der Leibniz-Gemeinschaft erhält das PIK seine Grundfinanzierung gemeinsam durch den Bund und das Land Brandenburg (je zur Hälfte). Eine Erhöhung ist nur durch die Beantragung eines so genannten Sondertatbestands möglich. Im Verlauf des mehrjährigen Antragsverfahrens muss das Konzept eine Vielzahl wissenschaftlicher und wissenschaftspolitischer Hürden nehmen. Für das PIK begann dies mit der turnusmäßigen Evaluierung im Jahr 2021, bei der eine unabhängige internationale Sachverständigenkommission das Institut unter anderem für seine „Forschung herausragender Qualität“ sowie „stark nachgefragte Politikberatung“ exzellent bewertete. Die Bewilligung des Sondertatbestands ist eine Auszeichnung für das Institut und seine Zukunftsvision ebenso wie ein Zeichen des Vertrauens, das die Zuwendungsgeber dem PIK entgegenbringen.

# Leibniz-Gemeinschaft

Als ein Mitgliedsinstitut der Leibniz-Gemeinschaft bringt das PIK seine interdisziplinäre Expertise vielfältig in das Wirken des Verbunds von fast 100 Forschungseinrichtungen ein.

## Leibniz-Forschungsnetzwerk Biodiversität

Das Leibniz-Forschungsnetzwerk Biodiversität, ein Verbund aus 18 Leibniz-Instituten, koordiniert von PIK-Wissenschaftlicherin Kirsten Thonicke, organisierte Veranstaltungen zum Wissenstransfer, die sich um die 10 Must-Knows der Biodiversitätsforschung 2022 drehten. Dazu gehörte auch die Durchführung des Leibniz-Lunches zur Umsetzung des „Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework“ im Deutschen Bundestag. Hierfür war das Netzwerk vom Ausschuss für Bildung, Wissenschaft und Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestages eingeladen worden.



→ Kirsten Thonicke und Eva Rahner vom PIK mit Kai Gehring, MdB, Martina Brockmeier, Präsidentin der Leibniz-Gemeinschaft und Jörg Overmann, Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen, GmbH.

## Klima-neutral forschen:

### Das Leibniz-Bilanzierungsprojekt

Der Steuerungskreis Nachhaltigkeit der Leibniz-Gemeinschaft, dem die PIK-Direktorin Bettina Hörstrup angehört, initiierte zu Beginn des Jahres das Pilotprojekt „Klimaneutraler Forschungsbetrieb“. Ziel ist es, Erkenntnisse darüber zu gewinnen, wie Klimaneutralität in Forschungsprozessen und Arbeitsweisen erreicht werden kann. Die Bewerbung des PIK in diesem Programm war erfolgreich: Als eines von zehn Leibniz-Instituten und Institutsverbänden ließ das PIK eine professionelle Bestandsaufnahme aller CO<sub>2</sub>-Emissionen durchführen. Während das Pilotprojekt im Frühjahr 2024 ausläuft, markiert die erste CO<sub>2</sub>-Bilanz des PIK den Startschuss für das interne Projekt „Klimabilanzierung und nachhaltiges Arbeiten am PIK“, in dem das PIK Maßnahmen zur Emissionsvermeidung oder -reduzierung ergreift.

## LeibnizLab Systemische Nachhaltigkeit: Biodiversität, Klima, Landwirtschaft und Ernährung innerhalb planetarer Grenzen

Im Jahr 2023 erarbeitete das PIK gemeinsam mit rund 40 weiteren Leibniz-Instituten einen Antrag für eine dreijährige Sonderförderung. Dieser setzte sich in einem mehrstufigen Verfahren durch. So soll nun ein zentraler Wissens- und Beratungshub zu Fragen von Biodiversität, Klima, Landwirtschaft und Ernährung entstehen, der basierend auf bereits vorhandener Expertise innerhalb der Leibniz-Gemeinschaft Wissen systematisch integriert und Innovationen identifiziert. Das PIK leitet das Arbeitspaket „Abschätzung systemischer Nachhaltigkeit für Biodiversität, Klima, Landwirtschaft und Ernährung“ und wird mit seinen Modellen und Expertise zentrale Zusammenhänge zwischen Ernährungssystemen und planetaren Grenzen untersuchen.



# PIK Expertise in den Medien

Auch 2023 war die Forschung des PIK wieder deutlich sichtbar in der Medienberichterstattung. Mehr als 3.200 Artikel mit einer Gesamtauflage von rund 206 Millionen Exemplaren sind in deutschen Printmedien erschienen – von Leitmedien wie dem Spiegel über die Süddeutsche Zeitung, die Frankfurter Allgemeine Zeitung und Wirtschaftsmedien wie das Handelsblatt bis hin zu Regional- und Lokalzeitungen. Mehr als 1.400 Beiträge in TV und Radio griffen PIK-Themen und -Einordnungen auf. New York Times, Guardian, Economist & Co: In internationalen Online-Medien erwähnten mehr als 28.400 Artikel das PIK, seine Studien und seine Forschenden – mehr als je zuvor. Quer durch alle Forschungsabteilungen wurden insgesamt mehr als 90 Forschende zitiert, von den besonders prominent präsenten wissenschaftlichen Direktoren Ottmar Edenhofer und Johan Rockström über leitende Forschende bis hin zu jungen Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern.

**tip** Berlin



Katja Frieler, Klimaforscherin, Potsdam Institut für Klimafolgenforschung  
Die Wetteransagerin

**TAGESSPIEGEL**



„Es gibt nichts mehr zu verhandeln“ Rockström fordert Reform von Klimakonferenzen  
Der Klimaforscher Johan Rockström spricht sich dafür aus, dass die Politik Bereitschaft darüber ablegt, was sie für den Klimaschutz tun sind was sie versäumen.

**Klimaextreme am Mittelmeer:  
„Wenn das die Zukunft ist, dann haben wir ein ernsthaftes Problem“**



**DER SPIEGEL**



»Grenzen sind nicht das Ende unseres Wohlstands, sondern dessen Garant«

**Handelsblatt**

Wie die Wärmewende gelingen kann



**DER SPIEGEL**



**»Wir müssen eine planetarische Müllabfuhr aufbauen, die den Mist wieder einsammelt.«**

**The Washington Post**

Scientists ran a health check on the Earth – and the results are worrying



**ZDF**

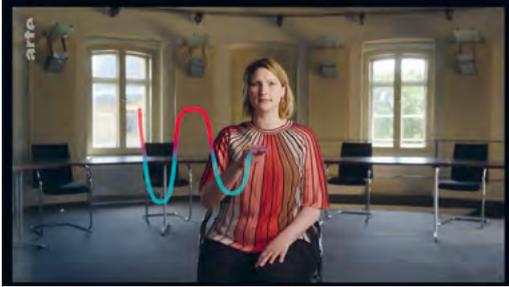


Prof. Hermann Lotze-Campen  
Nachrichtensprecherin Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung

Prof. Hattermann  
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung

# arte

Was, wenn es kein Eis mehr gäbe?  
42 - Die Antwort auf fast alles



# ZDF



# tagesthemen



# FOCUS online

Die Gesundheit und der Klimawandel  
„Nicht ausgeschlossen, dass man sich Malaria künftig auch in Europa holen kann“



# tagesschau



# WirtschaftsWoche

Das verdammte Öl



# tagesthemen



# tagesschau



# The Economist

A net-zero world needs new markets and institutions  
It is not possible they will be built in time



# Das PIK in Zahlen

Stand 31.12.2023

## Finanzierung

# 37,2

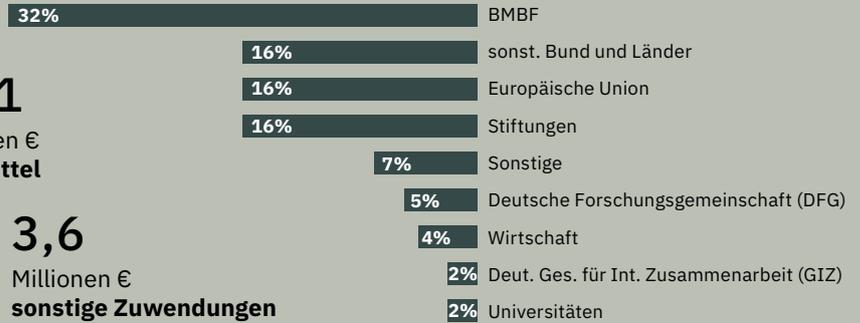
Millionen €  
Gesamthaushalt

14,5  
Millionen €  
Institutionelle  
Förderung



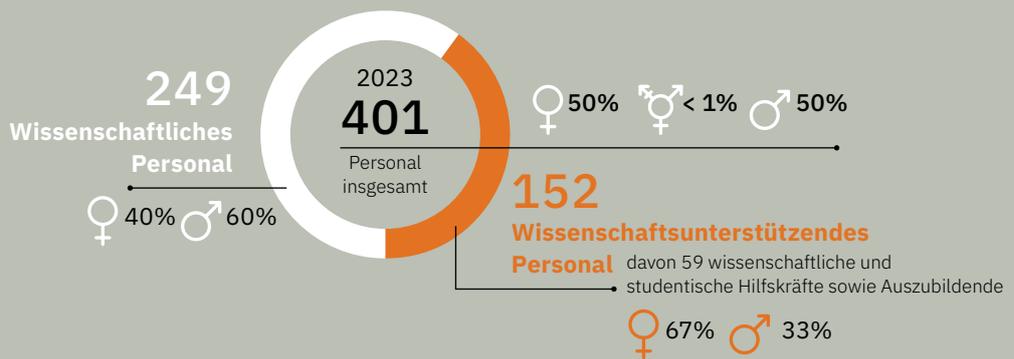
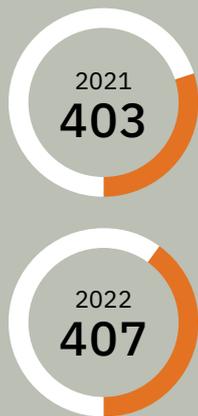
19,1  
Millionen €  
Drittmittel

### Aufteilung Drittmittel

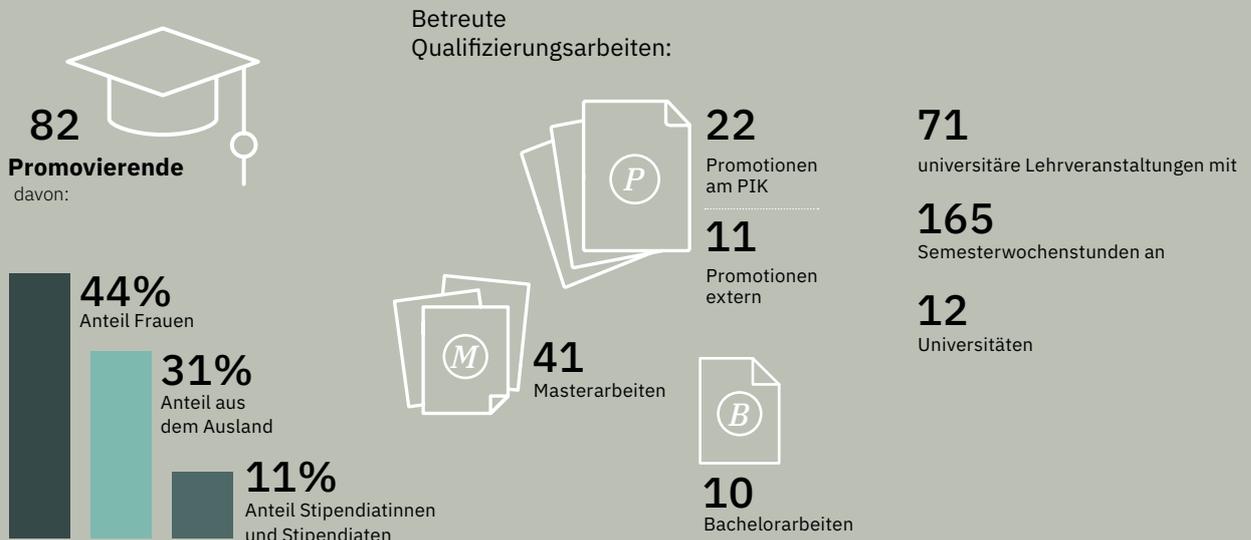


3,6  
Millionen €  
sonstige Zuwendungen

## Beschäftigungszahlen

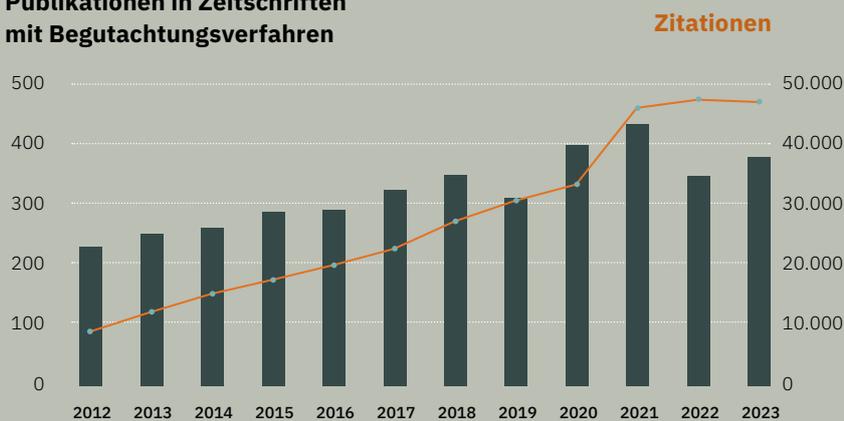


## Wissenschaftlicher Nachwuchs und Betreuung



# Publikationen und Zitationen

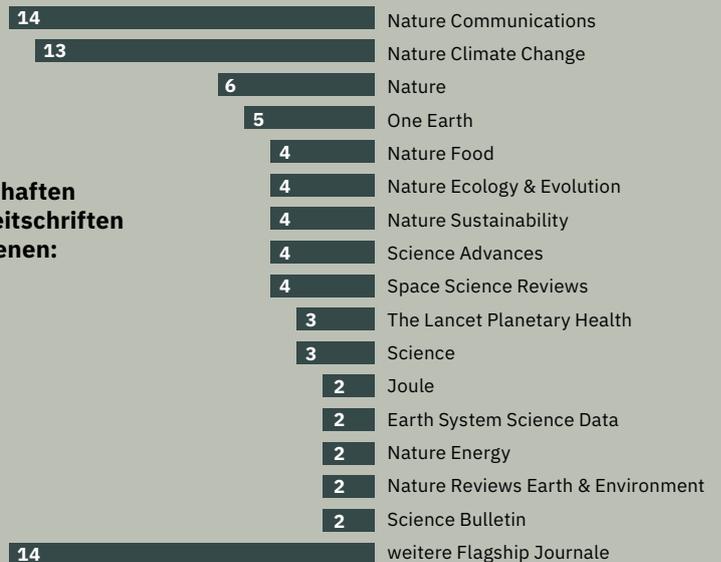
## Publikationen in Zeitschriften mit Begutachtungsverfahren



**467**  
Publikationen

**81%** Artikel in begutachteten Zeitschriften

- 1%** weitere Artikel
- 7%** Daten- und Softwarepublikationen
- 3%** Buchkapitel
- 6%** Reports
- 2%** Beiträge zu Reports



**88**  
in namhaften  
Fachzeitschriften  
erschienen:



**367**  
Artikel in begutachteten  
Zeitschriften, davon **38%**  
mit PIK-Erstautorenschaft

## Vorträge und Veranstaltungen

**841**  
Vorträge

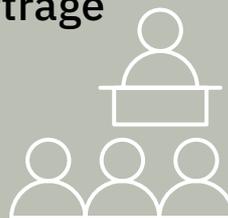
davon:  
**449** für  
Wissenschaftliche  
Zielgruppen

**140**  
Industrie und  
Wirtschaft

**79**  
wissenschaftliche Veranstaltungen mit  
ca. **6340** Teilnehmenden

**142**  
Bildung

**110**  
Politik



# Forschungsabteilung 1

# Erdsystemanalyse

Wie funktioniert das Erdsystem und welche biophysikalischen Grenzen definieren einen sicheren Rahmen für die menschliche Entwicklung?

**Die thematischen Schwerpunkte und Ziele sind:**

- **Kippunkte:** Grundlagenforschung über nichtlineare Erdsystemprozesse und potenzielle kritische Schwellen.
- **Planetare Grenzen:** Politikrelevante Forschung zu 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.

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

**FA1**

Wechselwirkungen im Erdsystem			Der menschliche Lebensraum und die Integrität der Biosphäre		
<b>Langfristige Dynamik des Erdsystems</b>	<b>Eisdynamik</b>	<b>Zustände des sich wandelnden Erdsystems</b>	<b>Ökosysteme im Wandel</b>	<b>Sicherer Handlungsraum Landbiosphäre</b>	<b>Analyse des Gesamtsystems Erde-Mensch</b>
Andrey Ganopolski	Ricarda Winkelmann	Georg Feulner	Kirsten Thonicke	Dieter Gerten	Jonathan Donges
<b>Entwicklung von Erdsystemmodellen</b> Stefan Petri & Sibyll Schaphoff					

Der Abteilung ist das FutureLab (FL) „Earth Resilience in the Anthropocene“ zugeordnet.

# Ausgewählte Ergebnisse

## Arbeitsgruppe

### Langfristige Dynamik des Erdsystems

**Im Jahr 2023 wurde das neue Erdsystemmodell mittlerer Komplexität CLIMBER-X für die Simulation langer Erdsystemtrajektorien durch Einbeziehung des globalen Kohlenstoffkreislaufs vervollständigt.** Das CLIMBER-X-Modell in vollständiger Konfiguration mit dem vollständig interaktiven globalen Kohlenstoffkreislauf wurde getestet und umfassend anhand verfügbarer empirischer Daten validiert sowie die Ergebnisse und eine Beschreibung veröffentlicht (Willeit et al., 2023, *Geoscientific Model Development*). Das Modell wurde für die Durchführung eines großen Satzes langfristiger (bis zu 200.000 Jahre) Zukunftssimulationen mit den vollständig interaktiven Komponenten Kohlenstoffkreislauf und Eisschild verwendet, um eine Reihe von Klimawandelszenarien zu entwickeln, die für die Auswahl eines Endlagers für nukleare Abfälle in Deutschland benötigt werden. CLIMBER-X wurde angewandt, um die Stabilität des grönländischen Eisschildes und die Möglichkeit seines irreversiblen Abschmelzens unter verschiedenen anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionsszenarien zu analysieren (Höning et al., 2023, *Geophysical Research Letters*). Das CLIMBER-X-Modell mit interaktiven Eisschilden der nördlichen Hemisphäre wurde für die Simulation der letzten Eiszeit vor ca. 115.000 Jahren (Willeit et al., 2023, *Climate of the Past Discussions*) und der Beziehung zwischen CO<sub>2</sub> und der kritischen Schwelle der sommerlichen Sonneneinstrahlung für den Beginn einer Eiszeit verwendet (Talent et al., 2023, *Climate of the Past Discussions*). CLIMBER-X wurde auch zur Simulation vergangener (Dansgaard-Oeschger-Ereignisse) und zukünftiger transienter Reaktionen der atlantischen meridionalen Umwälz-zirkulation (AMOC) verwendet. Diese Studie trug zu einem besseren Verständnis der Faktoren bei, die die Instabilität der vergangenen und zukünftigen AMOC-Entwicklung steuern. Die Entwicklung einer umfassenden Theorie der quartären Gletscherzyklen, der sogenannten Generalised Milankovitch Theory (GMT), wurde abgeschlossen und veröffentlicht (Ganopolski, 2024, *Climate of the Past*).

## Arbeitsgruppe

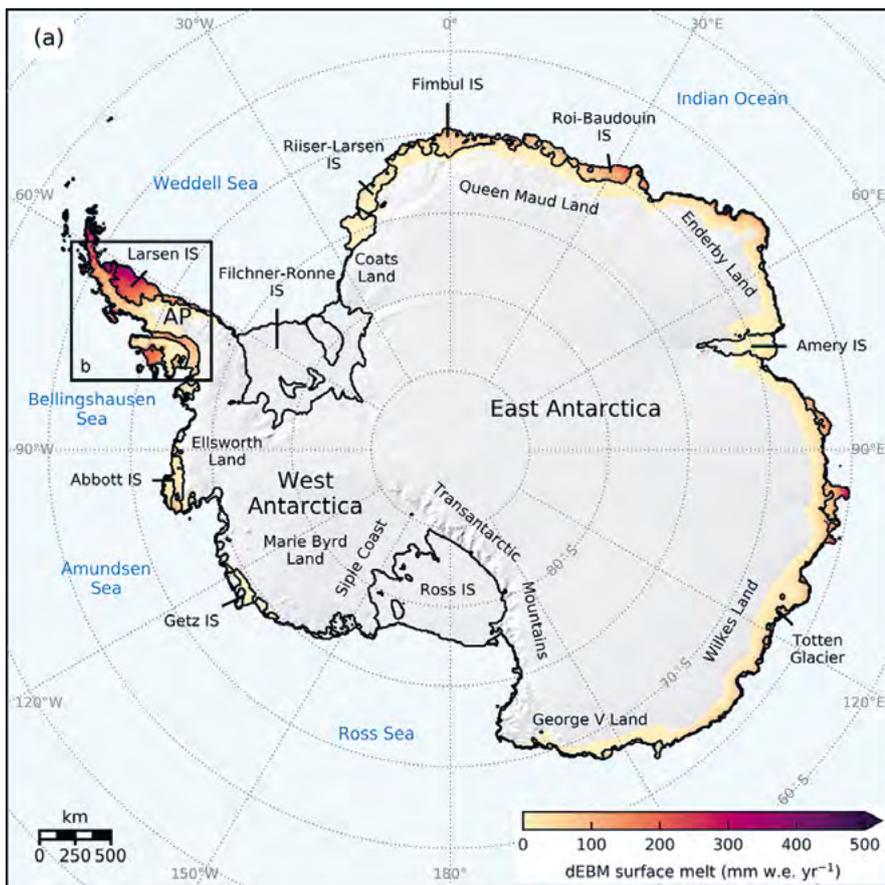
### Zustände des sich wandelnden Erdsystems

**Die Arbeitsgruppe veröffentlichte neue Erkenntnisse zur Dynamik von extremen Wetterereignissen unter Klimaerwärmung, zur Vorhersage von El-Niño-Ereignissen und zu kritischen Übergängen in der Erdgeschichte.** Zum Thema Extremereignisse und atmosphärische Dynamik veröffentlichte die Gruppe eine Studie über die Berücksichtigung von Wechselwirkungen zwischen den Tropen und höheren Breiten in saisonalen Vorhersagen für den nördlichen Sommer (Di Capua et al., 2023, *Weather and Climate Dynamics*). Es wurde eine Methode entwickelt, um den El-Niño-Typ etwa ein Jahr im Voraus vorherzusagen, eine Eigenschaft, die die Auswirkungen eines Ereignisses stark beeinflusst (Ludescher et al., 2023, *npj Climate and Atmospheric Science*). Der starke El Niño von 2023 wurde richtig vorhergesagt. Im Bereich der Kippelemente wurden die Auswirkungen eines Stillstands der atlantischen Umwälz-zirkulation auf die biologische Produktivität der Ozeane untersucht und dabei tiefgreifende Veränderungen vor allem im Pazifik festgestellt (Liebermann, Hofmann & Feulner, 2024, *Environmental Research Letters*). Im Bereich Paläoklima wurden Arbeiten zu vergangenen Warmzeiten als potenzielle Analogzustände für die künftige Erwärmung und zu Auswirkungen vergangener Klimaveränderungen auf die Biosphäre der Erde fortgesetzt, aber die veröffentlichten Arbeiten konzentrierten sich hauptsächlich auf grundlegende Untersuchungen von globalen Vereisungen in der Vergangenheit, die zu den dramatischsten Beispielen für kritische Übergänge des Erdsystems gehören (Feulner, Bukenberger & Petri, 2023, *Earth System Dynamics*; Eberhard et al., 2023, *Climate of the Past*). Die Erforschung der Klimageschichte der Erde ist wichtig, um unser Verständnis der Erdsystemprozesse zu verbessern und um Modelle zu testen, mit denen den Weg der Erde in das Anthropozän erforscht wird.

## Arbeitsgruppe Eisdynamik

**Die ICE-Gruppe setzte ihre Arbeit zur Dynamik und langfristigen Stabilität der Eisschilde von Grönland und der Antarktis fort. Wichtige Fortschritte wurden beim Verständnis und der Modellierung von Wechselwirkungen zwischen den Eisschilden und dem Ozean, der Atmosphäre und der festen Erde erzielt.** Beobachtungen von anhaltendem Eisverlust und dem Rückzug der Gründungslinien in der Westantarktis werfen die Frage auf, ob ein Kollaps dieses Teils des antarktischen Eisschildes unmittelbar bevorstehen könnte. Um die langfristige Entwicklung und Stabilität des Eisschildes unter anhaltenden heutigen Klimabedingungen (ohne jedwede zusätzliche Erwärmung) zu untersuchen, wurden Modellsimulationen mit dem neu kalibrierten PISM-PICO-Modell durchgeführt (Reese et al., 2023, *The Cryosphere*). Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass bereits die heutigen klimatischen Bedingungen im Ozean und in der Atmo-

sphäre zu einem unumkehrbaren Kollaps von Teilen der Westantarktis führen könnten, der sich über die kommenden Jahrhunderte bis Jahrtausende hinziehen könnte. Gegenwärtig dominiert das durch den Ozean induzierte Schmelzen unter den schwimmenden Schelfeisen den Massenverlust des antarktischen Eisschildes, aber das Schmelzen an der Eisoberfläche wird mit fortschreitender globaler Erwärmung an Bedeutung gewinnen. Um die Auswirkungen der globalen Erwärmung auf die antarktische Oberflächenschmelze abzuschätzen, wurde das neue Oberflächenschmelzmodul dEBM-simple in PISM integriert und in Modellsimulationen angewendet (Garbe et al., 2023, *The Cryosphere*; Abb. 1.1). Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine zukünftige Verstärkung des Schmelzens an der Oberfläche eine Beschleunigung des Eisflusses verursachen könnte, die mit einer weitläufigen Verringerung der Eismächtigkeit in empfindlichen Eisschildregionen einhergehen wird. Die Ergebnisse unterstreichen die kritische Rolle von sich selbst verstärkenden Rückkopplungen zwischen dem Eisschild und der Atmosphäre für zukünftige Massenverluste und den langfristigen Beitrag des antarktischen Eisschildes zum Meeresspiegel.



↓  
**Abb. 1.1:** Schmelzraten an der Oberfläche des antarktischen Eisschildes unter heutigen Klimabedingungen. Bei fortschreitender globaler Erwärmung wird das Schmelzen an der Eisoberfläche deutlich zunehmen und zu einem bestimmenden Faktor für die langfristige Stabilität des Eisschildes werden (Quelle: Garbe et al. 2023, *The Cryosphere*). Abbildung aus Garbe, J., Zeitz, M., Krebs-Kanzow, U., and Winkelmann, R. (2023): *The evolution of future Antarctic surface melt using PISM-dEBM-simple*. – *The Cryosphere*, 17, 4571–4599. lizenziert unter CC BY 4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Die Ergebnisse unterstreichen die kritische Rolle von sich selbst verstärkenden Rückkopplungen zwischen dem Eisschild und der Atmosphäre für zukünftige Massenverluste und den langfristigen Beitrag des antarktischen Eisschildes zum Meeresspiegel.

In den letzten Jahrzehnten hat Grönland mehrere extreme Schmelzereignisse erlebt. Mit fortschreitendem Klimawandel ist zu erwarten, dass solche Extreme häufiger auftreten und möglicherweise schwerwiegender und anhaltender werden. Mit Hilfe des Eisschildmodells PISM wurden die Auswirkungen von Extremschmelzereignissen auf die Gesamtmassenbilanz und den Eisfluss des grönländischen Eisschildes untersucht (Beckmann & Winkelmann, 2023, *The Cryosphere*). Dabei zeigte sich, dass der Beitrag Grönlands zum Meeresspiegel bis zum Jahr 2300 um 2 bis 45 cm (0,2 % bis 14 %) ansteigen könnte, wenn Extremereignisse in Zukunft häufiger auftreten.

## Arbeitsgruppe

# Sicherer Handlungsraum Landbiosphäre

**Die Gruppe hat die Berechnung interaktiver planetarer Grenzen stark vorangetrieben und wesentlich zu wichtigen Veröffentlichungen zum Status der Grenzen und deren Operationalisierung beigetragen.** Es wurden neuartige Analyse- und Kopplungswerkzeuge entwickelt, die in Verbindung mit dem LPJmL-Modell einen einzigartigen Rahmen für die Simulation planetarer Grenzen bilden. Insbesondere ermöglichen sie (i) die konsistente Berechnung, Skalierung und Visualisierung des Zustands, der räumlich-zeitlichen Dynamik und der Interaktionen mehrerer planetarer Grenzen („Boundaries“-Softwarepaket); (ii) die Berechnung von Metriken zur Kolonisierung der Biosphäre und zur Destabilisierung von Ökosystemen („Biospheremetrics“, Stenzel et al., 2023, *EGUsphere*); (iii) routinisierte Konfiguration und Ausführung von Modellsimulationen („Lpjmlkit“); und (iv) erstmalige Kopplung von LPJmL mit dem copan:CORE-Framework zur Simulation sozialer Dynamiken zur Einhaltung planetarer Grenzen („InSEEDS“-Modell; Breier et al., 2023, *Earth4All Deep Dive Paper*). Umfassende LPJmL-Simulationen (teils unter Verwendung dieser Instrumente) zeigen starke Auswirkungen von Überschreitungen der planetaren Grenze für Klimawandel auf den Status der Grenze für Landnutzungswandel (Verschiebungen in der Biomverteilung mit Folgewirkungen auch auf andere Grenzen). Sie zeigen ferner große Gebiete mit starken Änderungen der Nettoprimärproduktion und anderer biogeochemischer Prozesse, was auf eine intensive Landnutzung, den Klimawandel und die CO<sub>2</sub>-Düngung als interaktive Triebkräfte für die Überschreitung der planetaren Grenze für Biosphären-Integrität hindeutet (Stenzel et al., 2023, *EGUsphere*). Varianten dieser Simulationen wurden auch im Rahmen von POEM als Teil der jüngsten Bestandsaufnahme der planetaren Grenzen verwendet (Richardson et al., 2023, *Science Advances*). Schließlich trugen die Simulationsergebnisse und das Expertenwissen der Gruppe zu hochrangigen Forschungs- und Perspektivpapieren zur Ökonomie grünen Wassers (Rockström et al., 2023, *Nature*) und zur Operationalisierung der Erdsystemgrenzen bei (Bai et al., 2024, *Nature Sustainability*).

## Arbeitsgruppe

# Entwicklung von Erdsystemmodellen

**Die Entwicklungsarbeit am Potsdamer Erdmodell (POEM) wurde in mehreren Bereichen fortgesetzt. POEM wurde für die Untersuchung planetarer Grenzen verwendet.**

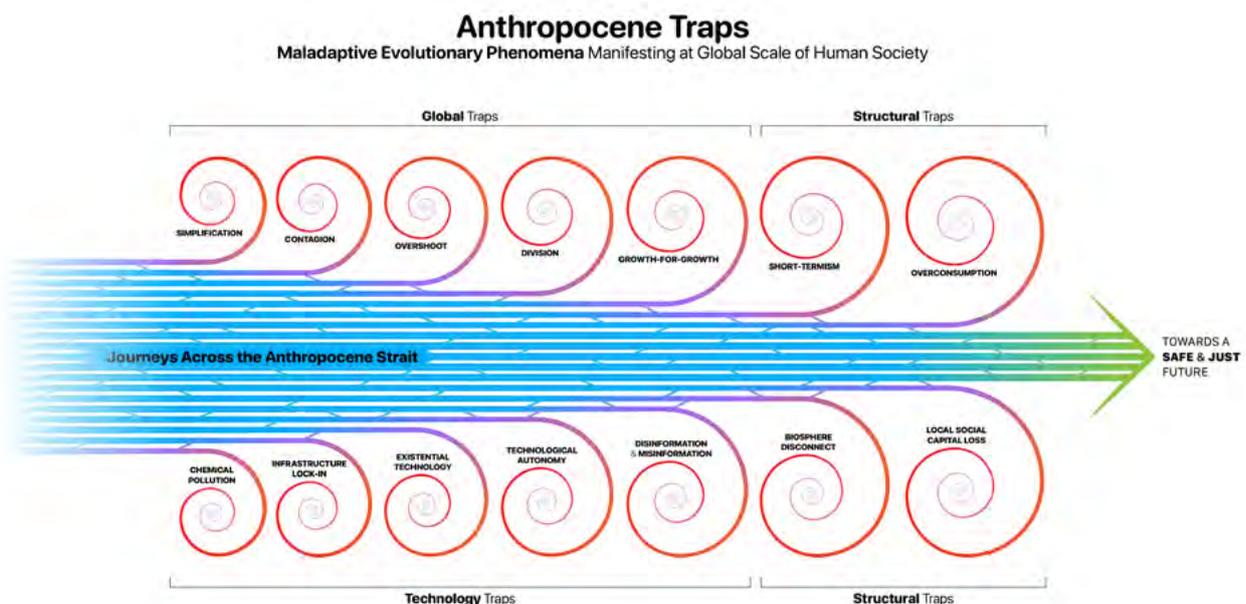
Die aktuelle Entwicklung des dynamischen Vegetationsmodells LPJmL (einschließlich Stickstoffbegrenzung, Feuerstörungen und Landnutzungsänderungen) wurde in die Kernversion von POEM integriert. Mehrere Verbesserungen für die Kopplung von LPJmL mit POEM wurden implementiert (Austausch von Kohlenstoff- und Wasserflüssen und Oberflächentemperatur). Als Ergänzung zur integrierten Bewertung interagierender planetarer Grenzen (Richardson et al., 2023, *Science Advances*) wurde POEM verwendet, um die langfristigen Auswirkungen der Überschreitung planetarer Grenzen zu simulieren. Das LPJmL5.7.9-Modell wurde um einen umfassenden Ansatz zur biologischen Stickstofffixierung erweitert. Mit dem interaktiv an die Ozeankomponente gekoppelten PISM-PICO-Modell werden die Wechselwirkungen eines möglichen Abschaltens der atlantischen meridionalen Umwälzzirkulation (AMOC) mit dem antarktischen Eisschild zu untersucht. Dazu wird die Einleitung großer Süßwassermengen in den nördlichen Ozean simuliert, wie sie z.B. beim Abschmelzen der nördlichen Eisschilde auftreten würden. Die Integration des Ozeanmodells der nächsten Generation, MOM6, in POEM, die Kopplung des Eisschilds über PISM-PICO und das Werkzeug für dynamische Änderungen des Meeresspiegels und der Landmaske wurden abgeschlossen. Es wurden Fortschritte bei der Ausführung dieser Ozeankomponente auf ressourceneffizienten, grob aufgelösten Gittern erzielt und Zusammenarbeit mit dem NCAR Climate & Global Dynamics Lab begonnen. FA4 wurde bei der Untersuchung von Monsun-Systemen unterstützt (Katzenberger et al., 2024, *Journal of Climate*). Die Ozeankomponente MOM5 mit dem Ozean-Biogeochemie-Modul BLINGv2 wird in Zusammenarbeit mit GEOMAR zur Untersuchung des Stickstoffkreislaufs im Ozean eingesetzt. Eine vorläufige Version des PIK-Atmosphärenmodells Aeolus2 wurde verwendet, um die Dynamik von lokalisierten extremen Hitzewellen in der Atmosphäre der mittleren Breiten zu untersuchen (Rostami et al., 2023, *Atmospheric Science Letters*).

## Arbeitsgruppe

# Analyse des Gesamtsystems Erde-Mensch

**Die Arbeitsgruppe hat ihre Forschungsarbeiten zur Rolle der Wechselwirkungen zwischen Mensch und Erdsystem und den Rückkopplungen für künftige Entwicklungspfade des Erdsystems, zu potenziellen Kipppunkten und Pfadverzweigungen sowie zur Stabilität und Widerstandsfähigkeit alternativer Zustände und Entwicklungspfade weiter vorangetrieben.** Mit dem Schwerpunkt auf den Potenzialen der regenerativen Landwirtschaft zur Förderung der Ernährungssicherheit und der ökologischen Resilienz wurden relevante biophysikalische und gesellschaftliche Prozesse und ihre Rückkopplungseffekte untersucht, um in einem ersten Schritt ein Mensch-Land-Systemmodell auf planetarer Ebene zu erstellen, mit dem quantitative Simulationsstudien zu solchen Forschungsfragen durchgeführt werden können (Breier et al., 2023, *Earth4all deep-dive paper series*). Es wurde ein koevolutionärer Rahmen für die Modellierung der Resilienz des Systems Welt-Erde vorgeschlagen (Anderies et al., 2023, *Environmental Research Letters*) und dabei wurden die Auswirkungen sozialer Ungleichheit und der Auswirkungen des Kipppunkts des Klimas auf alternative künftige Systempfade im globalen Maßstab untersucht. Die Bedeutung sozio-politischer Rückkopplungen für die

Durchführbarkeit und Stabilität von Pfaden zu Netto-Null-Emissionen wurde herausgestellt und quantitativ modelliert (Perri et al., 2023, *One Earth*). Die Auswirkungen sozialer Ungleichheiten und sozialer Gerechtigkeit auf CO<sub>2</sub>-Emissionen und Optionen für den Übergang zur Nachhaltigkeit (beides relevante Wechselwirkungen zwischen Mensch und Erde) wurden in regionalen Deep Dives für das Vereinigte Königreich (Schuster et al., 2023a, *Ecological Economics*) und für drei Braunkohleregionen in Mittel- und Osteuropa (Schuster et al., 2023b, *Energy Research & Social Science*) untersucht. Schließlich wurde das übergreifende Konzept von Anthropozän-Fallen entwickelt, um Erkenntnisse über die Rückkopplungen zwischen Mensch und Erde zu integrieren und zu zeigen, wie diese zu unerwünschten und gefährlichen Anthropozän-Trajektorien führen und Polykrisensituationen verstärken können, wodurch sich neue Perspektiven für die Untersuchung der Dynamik des Systems Mensch-Erde mit offenem Ende als komplexes, anpassungsfähiges und sich entwickelndes System eröffnen (Jørgensen et al., 2023, *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, siehe Abb. 1.2).



→ **Abb. 1.2:** Illustration von Anthropozän-Fallen © GLOBAĪA (erstellt von Félix Pharand-Deschênes, basierend auf Sogaard-Jørgensen et al., 2023). Anthropozän-Fallen sind Situationen, in denen menschliche Gesellschaften aufgrund eines komplexen Zusammenspiels sozialer, wirtschaftlicher und ökologischer Faktoren in nicht nachhaltigen und schädlichen Umweltpolitiken gefangen sind. Diese Fallen sind durch Rückkopplungsschleifen gekennzeichnet, die schädliche Verhaltensweisen und Dynamiken auf Systemebene verstärken und den Übergang zu nachhaltigeren Praktiken erschweren. Anthropozän-Fallen sind in der gegenwärtigen Ära, dem Anthropozän, besonders relevant, da menschliche Aktivitäten einen dominanten Einfluss auf die Ökosysteme und das Klima der Erde haben. Das Erkennen und Verstehen dieser Fallen ist entscheidend für die Entwicklung von Strategien, um sie zu vermeiden oder ihnen zu entgehen und so eine nachhaltigere und resilientere Zukunft zu ermöglichen.

## Ökosysteme im Wandel

**Die Gruppe konzentrierte sich auf Kipppunkte, ES-M-basierte Quantifizierung planetarer Grenzen und Erdsystemgrenzen und trug zur Analyse von Overshoot-Szenarien bei.** Das Erdsystemmodell POEM 1.0 wurde verwendet, um die Bedeutung des Feuers, bi-stabile Zustände im tropischen Regenwald hervorzurufen in Südamerika, zu quantifizieren. Feuer verhindert die Wiederherstellung von 56-82 % der potenziellen natürlichen Waldfläche in einem Szenario, das nur biophysikalische Rückkopplungen berücksichtigt (Drüke et al., 2023, *Communications Earth & Environment*). POEM 1.0 wurde auch zur Quantifizierung der Wechselwirkungen zwischen biophysikalischen planetaren Grenzen verwendet, die einen sicheren Zustand des Erdsystems definieren (Richardson et al., 2023, *Science Advances*). Darüber hinaus wurde zur Definition der sicheren und gerechten Grenzen des Erdsystems beigetragen (Rockström et al., 2023, *Nature*). Ein Ergebnis, das in Zusammenarbeit mit anderen Arbeitsgruppen der Abteilung erarbeitet wurde, ist, dass die Begrenzung der Klimaerwärmung und der Entwaldung der Schlüssel zur Stabilisierung des Erdsystems in langfristigen Szenarien ist. Erkenntnisse wurden auch bei der Quantifizierung der menschlichen Kosten der globalen Erwärmung (Lenton et al., 2023, *Nature Sustainability*) und bei der Untersuchung der Folgen einer Überschreitung der Zielvorgaben im Hinblick auf die Auslösung von Klimakippkaskaden (Wunderling et al., 2023, *Nature Climate Change*) gewonnen. Außerdem wurden die Folgen eines Überschreitens der Ziele des Pariser Klimaabkommens für die terrestrische Biosphäre quantifiziert (Bauer et al., 2023, *Environmental Research Letters*).

Das prozessbasierte SPITFIRE-Modell, das jetzt in die stickstofffähige Version LPJmLv5.7 eingebettet ist, wurde weiter verbessert. Es wurden Simulationsexperimente durchgeführt, bei denen hochauflösende zukünftige Klima- und Landnutzungsszenarien angewandt wurden, um Veränderungen in zukünftigen Feuerregimen in Europa zu quantifizieren, die nun die Stickstoffbegrenzung auf die Brennstoffproduktion und das Wachstum der Vegetation berücksichtigen. Die Arbeiten zur Untersuchung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Funktionsbeziehungen zwischen Biodiversität und Ökosystem in europäischen Naturwäldern und tropischen Regenwäldern wurden fortgesetzt. Dazu konzentrierte sich die Modellentwicklung in LPJmL-FIT auf die Wechselwirkungen zwischen ober- und unterirdischen Prozessen, um das Spektrum der Pflanzenökonomie zu vervollständigen, einschließlich variabler Wurzeln.

## Highlights

**Das Leibniz-Forschungsnetzwerk Biodiversität, koordiniert von der stellvertretenden Leiterin des FA1 Kirsten Thonicke, organisierte Veranstaltungen zum Wissenstransfer**, die sich um die 10 Must-Knows der Biodiversitätsforschung 2022 drehten. Dazu gehörte auch die Durchführung des Leibniz-Lunches zum Thema Biodiversität im Deutschen Bundestag, zu dem das Netzwerk vom Leiter des Ausschusses für Bildung, Wissenschaft und Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestages, Kai Gehring (MdB), eingeladen wurde.

**Als Mitglied des Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU) der Bundesregierung hat FA1-Ko-Vorsitzender Wolfgang Lucht an zwei wichtigen Berichten an die Bundesregierung mitgewirkt**, einem zum Thema „Umwelt und Gesundheit“ und einem zu den politischen Grundlagen nachhaltiger Lebensstile. In einer gemeinsamen Sitzung mit Umweltministerin Steffi Lemke und Gesundheitsminister Karl Lauterbach wurden die Berichte der Öffentlichkeit vorgestellt.

**An der Schnittstelle zwischen Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit** hielten FA1-Forschende nicht nur im nationalen, sondern auch im internationalen Kontext bemerkenswerte Grundsatzreferate. So hielt Stefan Rahmstorf auf Einladung Vorträge vor ausländischem Publikum und wurde eingeladen, die jährliche Klimavorlesung für die irische Umweltschutzbehörde im Mansion House in Dublin zu halten. Außerdem wurde er vom deutschen Außenministerium nach Jakarta eingeladen, wo er sieben Klimavorträge zu verschiedenen Themen hielt, an Diskussionsveranstaltungen teilnahm und ein Medienbriefing abhielt.

## Abgeschlossene Promotionen 2023

<b>Schlemm, Tanja</b>	Universität Potsdam	The Marine Ice Cliff Instability of the Antarctic Ice Sheet: A theory of mélange-butressed cliff calving and its application in the Parallel Ice Sheet Model
<b>Werner, Constanze</b>	Humboldt-Universität zu Berlin	Modelling the global potential and limitations of biomass pyrolysis as a negative emission technology using a dynamic vegetation model



# Forschungsabteilung 2

# Klimaresilienz

Wie kann 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. Übergreifende Forschungsthemen sind:

- **Auswirkungen des Klimawandels und deren sozioökonomischen Konsequenzen** in Bezug auf Landnutzung, Landwirtschaft, Wälder, hydrologische Systeme, menschliche Gesundheit und Wohlergehen sowie urbane und ländliche 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.

Leitung: **Sabine Gabrysch & Hermann Lotze-Campen** Stellvertretung: **Fred Hattermann & Jürgen Kropp**  
 Koordination: **Peggy Michaelis** Sekretariat: **Stephanie Massar**

**FA2**

Ernährung und Gesundheit		Sektorübergreifende Klimawirkungen			Urbane Transformationen
<b>Klimawandel und Gesundheit</b>	<b>Landnutzung und Resilienz</b>	<b>Anpassung in Agrarsystemen</b>	<b>Wald- und Ökosystem-resilienz</b>	<b>Hydro-klimatische Risiken</b>	<b>Urbane Transformationen</b>
Amanda Wendt	Christoph Müller	Lisa Murken & Christoph Gornott	Christopher Reyer	Fred Hattermann	Jürgen Kropp
<b>Ungleichheit, menschliches Wohlergehen und Entwicklung</b>					
Linus Mattauch					

Zusätzlich zu den Arbeitsgruppen ist das FutureLab „Ungleichheit, menschliches Wohlergehen und Entwicklung“ in der Abteilung 2 integriert. Dieses konzentriert sich auf sozialwissenschaftliche Forschung zu nachhaltiger Entwicklung, Ungleichheit und menschlichem Wohlergehen.

# Ausgewählte Ergebnisse

## Arbeitsgruppe

### Klimawandel und Gesundheit

**Durch Ernährungs- und Agrarmaßnahmen hat sich die Ernährungsvielfalt von Frauen und Kindern in Bangladesh verbessert. Die Prävalenz von Durchfall und akuten Atemwegsinfektionen hat sich dagegen nicht verändert.**

Die FAARM-Studie „Food and Agricultural Approaches to Malnutrition“ untersuchte verschiedene Maßnahmen zur Verbesserung der Ernährung und Gesundheit von Kindern und Frauen im ländlichen Bangladesch (siehe Abb. 2.1). Frauen wurden unterstützt, in ihren Hausgärten Obst und Gemüse anzubauen und Hühner zu halten, um ihre Familien gesünder zu ernähren und wirtschaftlich unabhängiger zu werden. Bereits ab dem zweiten Jahr der Intervention erhöhte sich die Wahrscheinlichkeit, dass Frauen und Kinder sich abwechslungsreich ernähren, im letzten Interventionsjahr erreichte sie den Höhepunkt und verdoppelte sich nahezu. Es stieg auch der Verzehr von Eiern an, was unter anderem auf den Besitz von Geflügel zurückzuführen war, der durch die Intervention unterstützt wurde. (Waid et al., 2023, *The Journal of Nutrition*; Lambrecht et al., 2023a, *Maternal & Child Nutrition*). Die Intervention zielte auch auf eine Verbesserung der Gesundheit der Kinder ab. Insgesamt lag die Durchfall-

prävalenz von Kindern bei 3,9% und die Prävalenz akuter Atemwegsinfektionen (ARI) bei 3,4%. Die Intervention zeigte weder einen Effekt auf die Durchfall- noch auf die ARI-Prävalenz. (Lambrecht et al., 2023b, *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*).

**Maßnahmen im Bereich der Lebensmittelhygiene zeigten eine Verbesserung der Lebensmittelhygienepraktiken im Haushalt, jedoch konnten keine Auswirkungen auf Darmentzündungen bei Kindern festgestellt werden.** Die Intervention wirkte sich positiv auf die Lebensmittelhygiene aus: Mütter verwendeten häufiger Seife zum Händewaschen, verwendeten häufiger sauberes Geschirr und bereiteten öfter Speisen frisch zu. Allerdings wurden nur selten mehrere Hygienepraktiken gleichzeitig praktiziert, und ihre Anwendung war von Ereignis zu Ereignis uneinheitlich. Trotz des verbesserten Lebensmittelhygieneverhaltens reduzierten sich Biomarker für Darmentzündungen nicht, es gab jedoch Anzeichen für einen Anstieg der Myeloperoxidase-Werte. Dieser nachteilige Interventionseffekt wurde insbesondere bei älteren Kindern beobachtet und in Interventionshaushalten, in denen Geflügel nicht in einem Stall gehalten wurde. (Sobhan et al., 2023, *BMC Public Health*; Müller-Hauser et al., 2023, *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*).



→ **Abb. 2.1:** Beispielhafte Fotos aus FAARM-Studienhaushalten: eine Studenteilehmerin bei der Arbeit im Hausgarten (oben), Henne mit Nachwuchs im Stall. (unten)

## Arbeitsgruppe

### Landnutzung und Resilienz

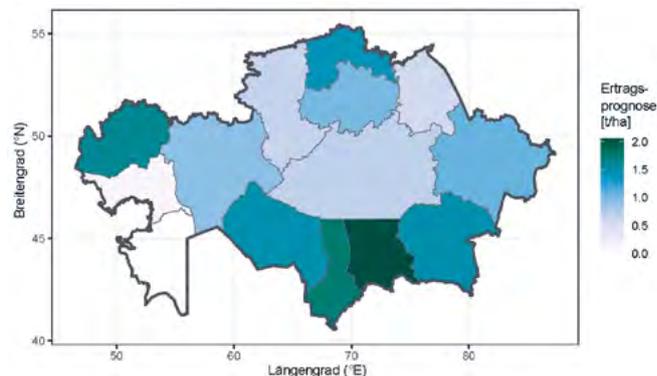
**Eine Toolbox für die Harmonisierung von Daten führt zu reproduzierbaren und transparenten Eingabedaten zur Landnutzung.** FA2-Forschende entwickelten eine Toolbox (LandInG) zur Harmonisierung und Kombination verschiedener Quellen von Landnutzungsdaten, um einen konsistenten Datensatz von Eingabedaten zu erstellen, die von terrestrischen Ökosystemmodellen wie dem PIK-Modell LPJmL benötigt werden. Da nicht nur der endgültige Datensatz, sondern auch der Code der Toolbox in einem Open-Source-Repository zur Verfügung gestellt wird, können die Nutzer gezielt entscheiden, wie sie Inkonsistenzen zwischen verschiedenen Datenquellen auflösen wollen. Neue oder aktualisierte Daten können leichter integriert werden, so dass die Eingabedaten immer auf dem aktuellen Stand sein können (Ostberg et al., 2023, *Geoscientific Model Development*). Die Arbeit wird von der Landmodellierungsgemeinschaft gut wahrgenommen, z.B. vom GLASSNET-Netzwerk, das das Tool fördert und den erzeugten Datensatz verbreitet.

**Die wirksame Umsetzung einer Transformation des Agrar- und Ernährungssystems erfordert klar definierte politische Grundsätze und integrative Multi-Stakeholder-Governance-Praktiken.** FA2-Forschende trugen zum „Food System Transformation Pathway“ bei, der für die Food System Economics Commission (FSEC, *foodsystemeconomics.org*) entwickelt wurde und die Machbarkeit und den wirtschaftlichen Nutzen einer globalen Transformation des Agrar- und Ernährungssystems aufzeigt (Bodirsky et al., 2023, *Nature* (eingereicht); Wang et al., 2023, *Food System Economics Commission Background Papers*). Um diesen Wandel zu erreichen, bedarf es politischer Unterstützung, um die großen Veränderungen in den Bereichen Ernährungsumstellung, Naturschutz und landwirtschaftliche Produktion zu steuern. Die politische Umsetzung muss sich auf Prioritäten wie die Änderung von Konsummustern, die Umgestaltung von bestehenden Subventionen, die Schaffung neuer steuerlicher Anreize, die Steigerung der Arbeitsproduktivität und die Gewährleistung erschwinglicher Lebensmittel konzentrieren. Kohärente Strategien, die gebündelte Maßnahmen beinhalten, maximieren die Wirkung, insbesondere in Anbetracht der unterschiedlichen Regierungssysteme in der Welt.

## Arbeitsgruppe

### Anpassung von Agrarsystemen

**Klimainformationen können zur Ertragsvorhersage von Grundnahrungsmitteln genutzt werden, jedoch muss die Unsicherheit in den Klimadaten Berücksichtigung finden.** Ernteerträge können in Gebieten mit begrenzter Datenlage erfolgreich auf der Grundlage statistischer, wettergesteuerter Ertragsmodelle vorhergesagt werden. Hierfür werden nur minimale Eingabedaten benötigt. In einer Studie für Kasachstan prognostizierten Romanovska et al. (2023, *European Journal of Agronomy*) erfolgreich die Erträge von Weizen (siehe Abb. 2.2), einem wichtigen Grundnahrungsmittel in Kasachstan. In einer weiteren Studie wurde festgestellt, dass die Berücksichtigung der Unsicherheit in den Klimadaten wichtig ist, um möglichst robuste Ergebnisse zu erzielen. Das Gleiche gilt für die detaillierte Auswertung von Beobachtungsdaten, die in Westafrika erheblich voneinander abweichen (Romanovska et al., 2023, *Theoretical and Applied Climatology*). Eine dritte Studie unterstreicht die unzureichend untersuchte, aber wichtige Rolle der anthropogenen Aerosol-Emissionen bei der Bewertung der Auswirkungen des Klimawandels (Persad et al., 2023, *Environmental Research: Climate*).



→ **Abb. 2.2:** Prognose für Weizenenerträge in Kasachstan für das Jahr 2022 auf Oblast-Ebene. Nachdruck der Abbildung mit Genehmigung von Elsevier: Romanovska, P., Gleixner, S., Gornott, C. (2023): Climate data uncertainty for agricultural impact assessments in West Africa. - *Theoretical and Applied Climatology*, 152, 933-950.

## Ökonomische Bewertungen von Anpassungsstrategien zeigen positive Auswirkungen auf nachhaltige landwirtschaftliche Produktion und Ernährungssicherheit.

Nachhaltige Intensivierung zielt darauf ab, die negativen Auswirkungen des derzeitigen Agrarsystems zu minimieren und gleichzeitig die Produktivität und die Wirtschaftlichkeit zu erhalten. Auf Basis eines diskreten Entscheidungsexperiments hat eine Studie gezeigt, dass Vertragsanbau ein potenzieller Mechanismus ist, um viele, aber nicht alle Landwirte bei der Einführung nachhaltiger Intensivierungspraktiken zu unterstützen, wobei der Effekt von den jeweiligen Charakteristika der Landwirte abhängt (Weituschat et al., 2023, *Ecological Economics*). In einer zweiten Studie in mehreren Ländern zeigen die Autor\*innen, dass die Teilnahme an einer größeren Anzahl verschiedener Ernährungsinterventionen mit besseren Ergebnissen in Bezug auf Ernährungssicherheit verbunden ist (Steinke et al., 2023, *The Journal of Development Studies*). Beide Studien unterstreichen den Nutzen detaillierter Untersuchungen von Anpassungsmaßnahmen, da spezifische Gestaltungselemente für die Gesamtwirkung von Bedeutung sind.

## Arbeitsgruppe

### Wald- und Ökosystemresilienz

**Beispiellose Waldschäden in Europa haben die Frage aufgeworfen, ob die Wälder der gemäßigten und borealen Breiten bereits ein Kippverhalten zeigen.** Die Arbeitsgruppe leistete einen Beitrag zum *Global Tipping Points Report*, der auf der COP28 vorgestellt wurde und weltweites Medienecho fand (Armstrong McKay, 2023; Kapitel 1.3 in Lenton et al., *Global Tipping Points Report*). Eine Überprüfung der neuesten Erkenntnisse über Kippunkt-Mechanismen und der Beobachtungen in Wäldern der gemäßigten und borealen Zone ergab, dass durch ein Waldsterben im Süden und auch durch die Ausbreitung der Wälder nach Norden in die Tundra-Region ein Kippverhalten eintreten könnte. Es bestehen jedoch große

Unsicherheiten, ob die Mechanismen, die auf regionaler Ebene identifiziert wurden, auch auf die kontinentale Ebene zutreffen. Für die Wälder der gemäßigten Breiten gibt es trotz der jüngsten Waldschäden keine eindeutigen Hinweise auf Kippmechanismen, die eine langfristige und großflächige Zustandsänderung in alternative Landbedeckungen begünstigen würden.

**Im Rahmen des Inter-Sectoral Impact Model Inter-comparison Project (ISIMIP) wurde ein neuer hochauflösender Klimadatensatz erstellt, der insbesondere für regionale Modellsimulationen relevant ist.** In Karger et al. (2023, *Earth System Science Data*) wird ein neuer globaler Klimadatensatz vorgestellt, den es in dieser hohen räumlichen (1 km) und zeitlichen Auflösung (täglich) bisher nicht gab. Dadurch werden Impact-Simulationen mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung in verschiedenen Regionen weltweit unter Verwendung eines konsistenten globalen Datensatzes ermöglicht und Unsicherheiten reduziert. Darüber hinaus kann der Datensatz für Bias-Korrekturen verwendet werden, um Klimaprojektionsdaten aus globalen Modellen (CMIP6) auf konsistente Weise für verschiedene Regionen zu erzeugen.

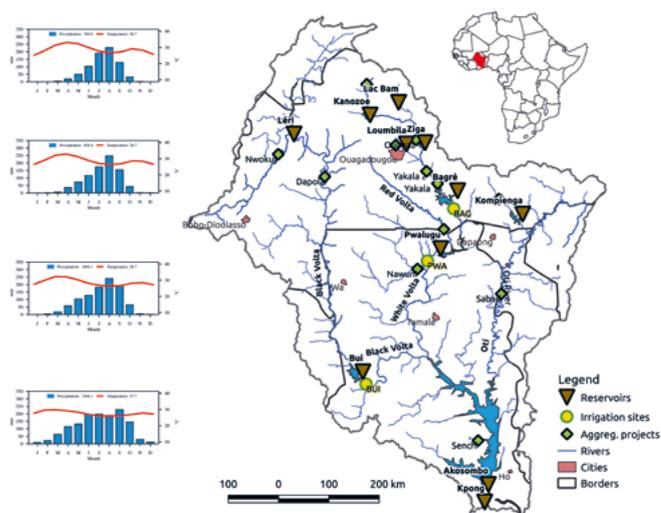
## Arbeitsgruppe

### Hydroklimatische Risiken

**Eine Attributionsstudie zeigt, wie sich der Klimawandel bereits heute auf den Wasserkreislauf und auf Extremereignisse auswirkt.** Der Fluss Indus, Lebensader für 235 Millionen Menschen in Pakistan, war in den letzten Jahren von schweren Überschwemmungen und Dürren betroffen. In ihrer Studie untersuchten Javed et al. (2023, *Climatic Change*) für die flussaufwärts gelegenen Regionen des Indus, inwieweit Wetterextreme durch den aktuellen Klimawandel beeinflusst werden. Der Artikel ist Teil einer neuen Sonderausgabe (Hattermann und Krysanova, *Climatic Change*), in der insgesamt 9 Studien zum Thema „Climate Impact Attribution“ ausgewählt wurden, die im Rahmen der ISIMIP-Initiative zu einem besseren Verständnis der Auswirkungen des Klimawandels beitragen.

**Nahrungsmittelproduktion und Wasserkraft konkurrieren um die Wasserressourcen in Westafrika.** Um eine wachsende Bevölkerung zu ernähren, die Ziele der nachhaltigen Entwicklung zu erreichen und die Verpflichtungen des Pariser Klimaabkommens zu erfüllen, müssen die Länder Westafrikas unter anderem in die landwirtschaftliche Entwicklung und in erneuerbare Energien investieren. Die Bewässerungslandwirtschaft,

die Millionen von Menschen ernährt, und die Wasserkraft, die sauberen Strom erzeugt, sind von der Verfügbarkeit von Wasser abhängig und konkurrieren um Wasserressourcen. Mit Hilfe des öko-hydrologischen Modells SWIM untersuchten Liersch et al. (2023, *Environmental Research Letters*) den Nexus von Wasser-, Energie- und Ernährungssicherheit im gesamten Volta Becken und kamen zu dem Schluss, dass die Nahrungsmittelproduktion Vorrang vor der Wasserkraft haben sollte (siehe Abb. 2.3).



→ **Abb. 2.3:** Die Abbildung zeigt den jährlichen Verlauf von Temperatur und Niederschlag entlang der Breitenkreise Westafrikas (links) und die im Modell berücksichtigte komplexe Bewirtschaftung des Volta mit Staudämmen, Bewässerungsentnahmen und gemischten Nutzungen im Einzugsgebiet. Lizenziert unter CC BY 4.0. Abbildung aus Liersch et al. (2023).

## Arbeitsgruppe

### Urbane Transformationen

**Urbane Systeme profitieren in vielerlei Hinsicht von der urbanen Landwirtschaft.** De Simone et al. (2023, *Sustainable Cities and Society*) zeigen, dass die urbane Landwirtschaft eine Reihe von Vorteilen für das städtische Leben bietet. Diese umfassen den sozialen Bereich, Umweltaspekte wie Biodiversität, grüne städtische Infrastruktur, individuelle Lebensbedingungen und die menschliche Gesundheit (Pradhan et al., 2023, *Global Food Security*). Eine vorteilhafte Entwicklung des urbanen Raumes ist möglich, aber sie erfordert ein besseres Verständnis und eine klarere Kommunikation der Probleme an die Stadtplanung. Dies wird durch die Ergebnisse von Ribero & Rybski (2023, *Physics Report*) unterstützt, die zeigen, wie mathematische Modelle dazu beitragen, die Komplexität der Dynamik städtischer Systeme zu verstehen.

**Veränderungen in der städtischen Infrastruktur sind wichtig, um den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck zu reduzieren.** Die Arbeitsgruppe untersuchte die Wirkungen einer nachhaltigen Umgestaltung von Städten. Dazu wurden die Auswirkungen von städtebaulichen Maßnahmen in drei Handlungsfeldern untersucht. Die Minderungspotenziale verschiedener Maßnahmen wie Verkehrsverlagerung, Substitution von Baustoffen und verschiedene Nachverdichtungsszenarien wurden bewertet. Den größten

## Highlights

Die Arbeitsgruppe „Anpassung von Agrarsystemen“ organisierte gemeinsam mit dem BMZ und der GIZ die zweite Runde der „Berlin Insights Series“ (siehe Abb. 2.4). Unter anderem sprachen Ministerin Svenja Schulze, PIK-Direktor Johan Rockström und Gruppenleiter Christoph Gornott zum Thema Verluste und Schäden verursacht durch die Klimakrise. In einer Podiumsdiskussion mit Vertretern von UN-Organisationen, mehreren Regierungen des Globalen Südens sowie der Zivilgesellschaft wurde ein Austausch darüber geführt, wie die Forschung bei der Bewältigung von klimabedingten Verlusten und Schäden („Loss and Damage“) helfen kann. Mehrere Forschende trugen außerdem zu einem Flagship Bericht der FAO über Verluste und Schäden im Agrarsektor bei.



→ **Abb. 2.4:** „Berlin Insights Series“ zu klimabedingten Verlusten und Schäden, Veranstaltung im BMZ in Berlin, u.a. mit Ministerin Svenja Schulze, PIK-Direktor Johan Rockström und Arbeitsgruppenleiter Christoph Gornott (Quelle: Entwicklungspolitisches Forum (GIZ))

Drei Forschende der Arbeitsgruppe „Hydroklimatische Risiken“ haben zu drei Panels der 28. UNFCCC Conference of the Parties (COP28) beigetragen: Iulii Didovets, Bijan Fallah und Fred Hattermann. Das Green Central Asia Konsortium (PIK, Kasachisch-Deutsche Universität und Deutsches GeoForschungsZentrum - GFZ) veranstaltete gemeinsam ein COP28 Side Event mit dem Titel „Asses-

signing and Addressing Climate Change Impacts in Central Asia: Challenges and Solutions“. Darüber hinaus präsentierten Fred Hattermann und Iulii Didovets eine Studie zu den Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserressourcen und Extremereignisse am Horn von Afrika (siehe Abb. 2.5).



**Abb. 2.5:** Vorstellung der Studie zu den Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserressourcen und Extremereignisse am Horn von Afrika (Somalia Pavillon) (Quelle: Sulagna Mishra)

Die Arbeitsgruppe „Wald- und Ökosystemresilienz“ organisierte als Koordinator des EU-Projektes CASCADES eine internationale wissenschaftliche Konferenz zum Thema „Cross-border climate change impacts and systemic risks in Europe and beyond“ (siehe Abb. 2.6) mit mehr als 100 internationalen Teilnehmenden. Die Konferenz umfasste 6 hochrangige Keynote-Vorträge, mehr als 70 Präsentationen und 2 hochrangige Panels. Das Konferenzkompendium präsentiert den aktuellen Stand des neuen Forschungsgebietes der sogenannten „Remote cascading climate impacts“ (Reyer et al., 2023).



→ **Abb. 2.6:** Konferenzankündigung Cascades

# Abgeschlossene Promotionen 2023

<b>Murken, Lisa</b>	Universität Kassel	Land tenure in a changing climate
<b>Arumugam, Ponraj</b>	Universität Kassel	Gridded crop yield modelling for climate risk transfer and assessing adaptation strategies
<b>Fluhrer, Svenja</b>	Ruhr Universität Bochum	Household adaptation to climate change
<b>Mogge, Lukas</b>	Ruhr Universität Bochum	Living with climate risks: Exposure to extreme weather events and household adaptation in rural Mongolia
<b>Röckert, Julian</b>	Ruhr Universität Bochum	Long-Term Consequences of Extreme Weather Events for Households in Developing Countries: The Mongolian Case

## Ausgewählte Veröffentlichungen

**Arumugam, P., Chemura, A., Aschenbrenner, P., Schauburger, B., Gornott, C.** (2023): Climate change impacts and adaptation strategies: an assessment on sorghum for Burkina Faso. - *European Journal of Agronomy*, 142, 126655.

*Die Studie quantifiziert die Auswirkungen verschiedener Anpassungsoptionen für den Sorghum-Anbau in Burkina Faso anhand eines prozessbasierten Ertragsmodells und leitet Empfehlungen zur Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen ab.*

**Conradt, T., Engelhardt, H., Menz, C., Vicente-Serrano, S. M., Alvarez Farizo, B., Peña-Angulo, D., Domínguez-Castro, F., Eklundh, L., Jin, H., Boincean, B., Murphy, C., López-Moreno, J. I.** (2023): Cross-sectoral impacts of the 2018–2019 Central European drought and climate resilience in the German part of the Elbe River basin. - *Regional Environmental Change*, 23, 32.

*Die vielfältigen Auswirkungen der Trockenheit im Jahr 2018 auf Natur, Wirtschaft und menschliche Gesundheit im deutschen Teil des Elbeinzugsgebietes werden quantifiziert.*

**Fallah, B., Russo, E., Menz, C., Hoffmann, P., Didovets, I., Hattermann, F.F.** (2023): Anthropogenic influence on extreme temperature and precipitation in Central Asia. - *Scientific Reports*, 13, 1, 6854.

*In diesem Artikel wird der Anteil des vom Menschen verursachten Einflusses auf die extremen Temperatur- und Niederschlagsereignisse in Zentralasien während der letzten 60 Jahre quantifiziert.*

Fu, J., Jian, Y., Wang, X., Li, L., Ciais, P., Zscheischler, J., Wang, Y., Tang, Y., **Müller, C.,** Webber, H., Yang, B., Wu, Y., Wang, Q., Cui, X., Huang, W., Liu, Y., Zhao, P., Piao, S., Zhou, F. (2023): Extreme rainfall reduces one-twelfth of China's rice yield over the last two decades. - *Nature Food*, 4, 416-426.

*Der Artikel zeigt, dass extreme Wetterereignisse, wie z.B. extreme Regenfälle, den Ertrag von Reis erheblich beeinträchtigen.*

**Gepp, S.,** Jung, L., Wabnitz, K., Schneider, F., Otto, V. G. F. H., Hartmann, S., Gemke, T., Schulz, C., **Gabrysch, S.,** Fast, M., Schwenhorst-Stich E. M. (2023): The Planetary Health Academy-a virtual lecture series for transformative education in Germany. - *Lancet Planet Health*, 7, (1), e68-e76.

*In einer Evaluation der Planetary Health Academy berichteten Teilnehmende über ihre Gefühle in Bezug auf den Klimawandel, ihre Einstellung zur Verantwortlichkeit der Gesundheitsberufe und wie die Planetary Health Academy zu ihrem Wissen und Handeln beigetragen hat. Aktivitäten wie die Planetary Health Academy können zu einem gesellschaftlichen Wendepunkt und weiteren Maßnahmen zur Eindämmung des Klimawandels beitragen.*

Gu, B., Zhang, X., Lam, S.K., Yu, Y., van Grinsven, H.J.M., Zhang, S., **Wang, X., Bodirsky, B.L.,** Wang, S., Duan, J., Ren, C., Bouwman, L., de Vries, W., Xu, J., Sutton, M.A., Chen, D. (2023): Cost-effective mitigation of nitrogen pollution from global croplands. - *Nature*, 613, 77-84.

*In diesem Artikel werden 11 Schlüsselmaßnahmen genannt, mit denen die Stickstoffbelastung von Luft und Wasser um 30 bis 70 % verringert werden kann.*

Helbling, M., **Rybski, D.,** Schewe, J., Siedentop, S., **Glockmann, M.,** Heider, B. (2023): Measuring the effect of climate change on migration flows: Limitations of existing data and analytical frameworks. - *PLOS Clim*, 2(1): e0000078.

*Die Studie untersucht, ob und wie der Klimawandel Migrationsströme beeinflusst. Es wird gezeigt, dass lokale Kontexte eine wichtige Rolle spielen können. Darüber hinaus ist von Bedeutung, wie Klimawandel und Migrationsströme gemessen werden.*

**Lambrecht, N. J.,** Hoey, L., Bryan, A., Heller, M., Jones, A. D. (2023): Limiting red meat availability in a university food service setting reduces food-related greenhouse gas emissions by one-third. - *Climatic Change* 176(6): 67.

*Dieser Artikel zeigt, wie Kantinen von Hochschulen ihre Treibhausgas-Emissionen reduzieren können, indem sie rotes Fleisch durch weniger emissionsintensive Fleischsorten oder pflanzliche Lebensmittel ersetzen. Der Verzicht auf rotes Fleisch an einem Tag pro Woche konnte an der Universität Michigan (USA) die Emissionen um 31% senken.*

Patacca, M., Lindner, M., Lucas-Borja, M. E., Cordonnier, T., Fidej, G., Gardiner, B., **Hauf, Y.,** Jasinevičius, G., Labonne, S., Linkevičius, E., **Mahnken, M.,** Milanovic, S., Nabuurs, G.-J., Nagel, T. A., Nikinmaa, L., Panyatov, M., Bercak, R., Seidl, R., Ostrogović Sever, M. Z., Socha, J., Thom, D., Vuletic, D., Zudin, S., Schelhaas, M.-J. (2023): Significant increase in natural disturbance impacts on European forests since 1950. - *Global Change Biology*, 29, 5, 1359-1376.

*Die Studie stellt Daten über Waldschäden in Europa aus länderspezifischen Quellen zusammen und zeigt deutlich, dass die Waldschäden in den letzten Jahrzehnten zugenommen haben.*

**Reitemeyer, F.,** Fritz, D., Jacobi, N., Díaz-Bone, L., Mariño Viteri, C., **Kropp, J. P.** (2023): Quantification of urban mitigation potentials - coping with data heterogeneity. - *Heliyon*, 9, 6, e16733.

*In diesem Artikel werden die Auswirkungen städtebaulicher Maßnahmen in drei Handlungsfeldern untersucht. Die Minderungspotenziale verschiedener Maßnahmen wie Verkehrsverlagerung, Substitution von Baustoffen und verschiedene Nachverdichtungsszenarien wurden bewertet.*

# Transformationspfade

Wie sehen Transformationspfade aus, die eine nachhaltige Nutzung von Atmosphäre und Biosphäre als globale Gemeingüter gewährleisten, und was gewinnen wir im Vergleich zu alternativen Pfaden, die die planetaren Grenzen überschreiten?

**Die thematischen Schwerpunkte und Ziele sind:**

- **Entwicklung integrierter Klimaschutz-Klimafolgen-Pfade:** Bewertung von Klimaschutzstrategien und verbleibenden Folgen des Klimawandels im Hinblick auf sozioökonomische Entwicklung, Verteilungseffekte und planetare Integrität.
- **Gesellschaftliche Auswirkungen des Klimawandels:** Abschätzung von gesellschaftlichen Folgen des Klimawandels, insbesondere in Bezug auf wirtschaftliche Schäden, Migration, Vertreibung und Konflikte und unter Berücksichtigung der Wirkung von Wetterextremen.
- **Nachhaltige Transformationspfade:** Analyse von Klimaschutz- und Nachhaltigkeitspfaden, die den Klimawandel auf unter 1.5 °C - 2 °C begrenzen und gleichzeitig die Integrität der Biosphäre gewährleisten und den ökologischen Fußabdruck der Transformation zu emissionsneutralen Energiesystemen geringhalten.
- **Politische Strategien für Klimaschutzpfade:** Bewertung von regulatorischen und marktwirtschaftlichen Instrumenten der Klimapolitik in Bezug auf die Umsetzung von Klimaschutzzielen und Verteilungsimplicationen.

Leitung: **Katja Frieler & Elmar Kriegler** Stellvertretung: **Gunnar Luderer & Matthias Mengel**  
 Koordination: **Cordelia Arndt-Sullivan** Sekretariat: **Sarah Insel & Eric Heidrich**

**FA3**

Pfadspezifische Klimarisiken		Klimaschutz- und nachhaltige Entwicklungspfade				
Klimawandel und Bevölkerungsdynamik	Datenbasierte Modellierung sektorübergreifender Klimafolgen	Ökonomische Modellierung des Klimawandels		Landnutzungsmanagement	Energiesysteme	Klima- und Energiepolitik
		Ereignisbasierte Modellierung ökonomischer Folgen des Klimawandels	Makroökonomische Modellierung von Klimaschutzpfaden und Klimafolgen			
Jacob Schewe	Matthias Mengel	Christian Otto	Marian Leimbach	Alexander Popp & Jan Philipp Dietrich	Gunnar Luderer	Michael Pahle
<b>Forschungssoftwareentwicklung zur Analyse von Transformationspfaden</b> Lavinia Baumstark						

Zusätzlich zu den Arbeitsgruppen sind die FutureLabs „Public Economic and Climate Finance“ und „Sicherheit, ethnische Konflikte und Migration“ in die Abteilung integriert.

# Ausgewählte Ergebnisse

## Arbeitsgruppe

### Klimawandel und Bevölkerungsdynamik

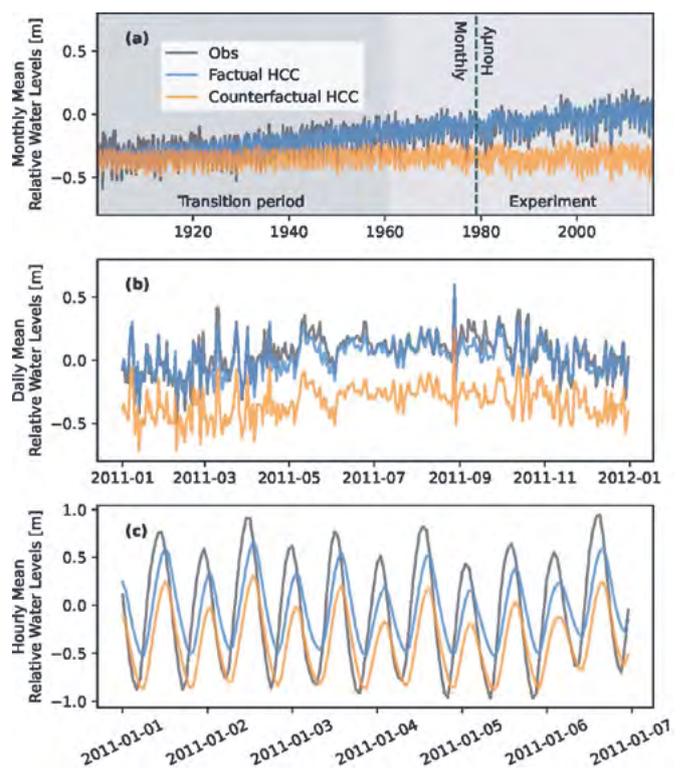
**Entwicklung einer innovativen Methode für probabilistische Migrationsmodellierung.** Um künftige Auswirkungen des Klimawandels auf menschliche Migration abschätzen zu können, ist es wichtig, dass entsprechende Modelle Migrationstrends der Vergangenheit wiedergeben können. Vorherrschende Modellansätze können das kaum, wie jüngste PIK-Forschung gezeigt hat. Nun wurde ein vielversprechender neuer Ansatz entwickelt, bei dem sowohl der Einfluss der wirtschaftlichen Entwicklung, die Wirkung einer bereits bestehenden Diaspora im Zielland als auch die zusätzliche Komplexität von Migrationsentscheidungen durch einen stochastischen Prozess berücksichtigt werden (Zantout & Schewe, 2023, *Research Square (preprint)*). Das Modell liefert probabilistische Projektionen für internationale Migration, die eine realistische Abschätzung der entsprechenden Unsicherheiten erlauben und gibt vergangene Trends bereits gut wieder.

## Arbeitsgruppe

### Datenbasierte Modellierung sektorübergreifender Klimafolgen

**Ausbau der ereignisbasierten Analyse zu globalen Klimafolgen an Küsten.** Um eine globale, aber ereignisauflösende Bewertung der Auswirkungen des Klimawandels und des Meeresspiegelanstiegs auf die Küsten zu ermöglichen, hat die Gruppe die physikalischen Antriebsdaten erheblich erweitert: Simon Treu hat historische Rekonstruktionen von Küstenwasserständen von 1900 bis heute entwickelt, die ab 1979 Sturmfluten zeitlich auflösen (Treu, 2024, *Earth System Science Data*). Thomas Vogt hat Daten zu historischen Wirbelsturmpfaden um Wind- und Regenfelder erweitert. Die neuen Datensätze sind Teil der Antriebsdaten, die für die dritte Runde von Klimafolgensimulationen im Rahmen des Modellvergleichsprojektes ISIMIP zur Verfügung gestellt wurden (ISIMIP3a, Frieler et al., 2023, *Geoscientific Model Development*, siehe Abb. 3.1).

Mahé Perrette hat außerdem einen neuen Ansatz entwickelt, um die Beziehung zwischen der globalen mittleren Temperaturänderung und einzelnen Beiträgen zum Meeresspiegelanstieg (wie z.B. die thermische Ausdehnung und der Masseverlust der Eisschilde) durch räumlich explizite Beobachtungsdaten zu kalibrieren. So wird es möglich, historische Pegelaufzeichnungen kontinuierlich in die Zukunft zu verlängern (Perrette und Mengel, eingereicht bei *Science Advances*). Darüber hinaus hat Matthias Mengel zu hochauflösenden Küstenwasserstandsprojektionen beigetragen (Muis et al., 2023, *Earth Future*), die die fehlenden kurzfristigen Schwankungen in den Wasserständen abbilden.



→ **Abb. 3.1:** Beobachtete und rekonstruierte relative Küstenwasserstände für New York, USA. Die ‚kontrafaktische‘ Baseline beschreibt die Wasserstände ohne den langfristigen Trend seit 1900. In Panel (a) wurden die Wasserstände für die gesamte Zeitreihe zu monatlichen Werten aggregiert. Panel (b) zeigt die Tagesmittelwerte für das Jahr 2011 und Panel (c) zeigt die Daten für einen Ausschnitt in stündlicher Auflösung. Die rekonstruierten Wasserstände stehen von 1901 bis 1978 in monatlicher Auflösung zur Verfügung und danach bis 2015 in stündlichem Takt.  
Quelle: Frieler et al., 2023, *Geoscientific Model Development*.

**Erste Attributionsstudien auf der Grundlage des ISIMIP3a Frameworks.** Matthias Mengel und Katja Frieler trugen zu einer Arbeit über das West-Nil-Virus bei (Erazo-Quintero et al., angenommen in *Nature Communications*), in der gezeigt wurde, wie Bevölkerungswachstum und Klimawandel zusammenwirken und das Infektionsrisiko in Europa erhöhen. Die Studie ist der erste Beitrag einer geplanten „Cross Nature Journals“-Sammlung von Veröffentlichungen. Matthias Mengel war an drei weiteren Studien für diese Sammlung zur Attribution von beobachteten Veränderungen von Waldbrandgebieten, gesundheitlichen Auswirkungen von Waldbränden und temperaturbedingten Todesfällen bei Neugeborenen beteiligt. Jan Volkholz hat zu einer Perspektive beigetragen, wie die Attribution von Hochwasserereignissen angegangen werden kann (Scussolini et al., angenommen in *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*). Darüber hinaus hat Stefan Lange an einer Studie zur Quantifizierung der Auswirkungen des Wetters auf die Malaria-Inzidenz im Westen Kenias mitgearbeitet (Nyawanda et al., 2023, *Parasite Epidemiology and Control*).

## Arbeitsgruppe

# Ereignisbasierte Modellierung ökonomischer Folgen des Klimawandels

**Analyse der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Vulnerabilitäten gegenüber Überschwemmungen und tropischen Wirbelstürmen.** Forschende des FA3 konnten zeigen, dass sich die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Vulnerabilitäten in Bezug auf Überschwemmungen im 21. Jahrhundert nicht mehr signifikant reduziert haben. Dies weist darauf hin, dass die in diesem Zeitraum ergriffenen Anpassungsmaßnahmen nicht ausreichend waren, um den klimawandelbedingten regionalen Anstieg des Flutrisikos zu kompensieren (Sauer et al., unter Begutachtung in *Communications Earth & Environment*). Des Weiteren untersuchten FA3-Forschende die kurzfristigen Auswirkungen von tropischen Wirbelstürmen auf die Sterblichkeit im Zeitraum 1980 bis 2019. Sie konnten zeigen, dass sich die Sterblichkeit in den ersten beiden Wochen nach einem Sturm im Mittel um 6 % erhöht (Huang et al., 2023, *Lancet Planetary Health*).

**Analyse der Folgen von wetter- und konfliktbedingten Ausfällen in Versorgungsnetzwerken.** Forschende des FA3 haben ein Modell für globale Weizenpreise mit einer Analyse des internationalen Handelsnetzes für Weizen kombiniert, um die weltweiten Auswirkungen der russi-

schen Invasion der Ukraine auf den Weizenmarkt und die damit verbundenen Risiken für die globale Ernährungssicherheit zu untersuchen. Die Studie zeigt, dass die multilaterale Schwarzmeer-Getreide-Initiative und die Solidaritätskorridore zwischen der EU und der Ukraine deutlich zur Abschwächung der Krise beigetragen haben (Kuhla et al., unter Begutachtung in *Communications Earth & Environment*). Eine weitere Studie zeigte, dass die steigende Vernetzung der Weltwirtschaft in den letzten Jahrzehnten die Resilienz globaler Handelsketten gegenüber Extremwetterereignissen erhöht hat (Kuhla et al., 2023, *Journal of Economic Dynamics and Control*; Middelani et al., 2023, *Environmental Research Letters*). In einer gemeinsamen Studie mit FA4-Forschenden konnte gezeigt werden, dass die Resilienz des texanischen Stromnetzes gegenüber tropischen Wirbelstürmen durch den besseren Schutz einer kleinen Anzahl zentraler und besonders exponierter Stromtrassen deutlich erhöht werden kann (Stürmer et al., 2024, *Nature Energy*).

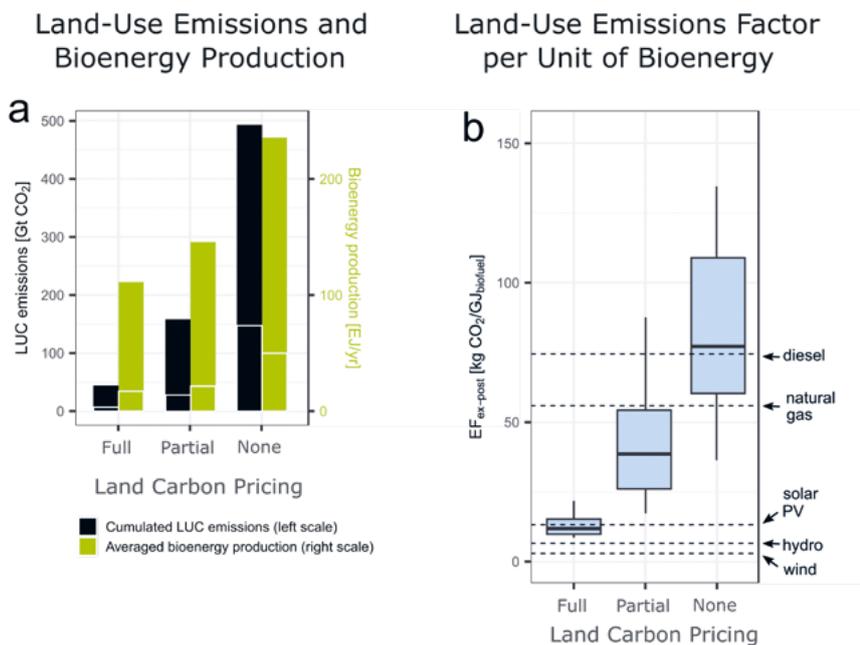
## Arbeitsgruppe

# Energiesysteme

### **Weitgehende Emissionsneutralität von Bioenergie erfordert Regulierung der Landnutzungsemissionen.**

Mit dem REMIND-MAGPIE Modell wurden die Landnutzungsemissionen der Bioenergienutzung untersucht. Merfort et al. (2023, *Nature Climate Change*, siehe Abb. 3.2) zeigten, dass ohne Regulierung der Landnutzungsemissionen für die Erreichung des 2 °C Ziels sehr hohe Emissionen aus der umfangreichen Bioenergienutzung wegen Entwaldung entstehen. In diesem Fall führte jede Einheit Bioenergie zu indirekten CO<sub>2</sub>-Emissionen, die in ihrer Höhe mit der Nutzung von Erdgas vergleichbar waren. Dadurch wurden die Emissionsminderungen durch die Substitution fossiler Energieträger und der CO<sub>2</sub>-Entnahme aus der Luft teilweise neutralisiert. Angesichts der Schwierigkeit effektiver Regulierung der Landnutzung ist es daher notwendig, die Biomassenutzung im Energiesektor stark zu regulieren und einzuschränken.

**Bei der Analyse der Wechselwirkung zwischen der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und der Dekarbonisierung des Energiesystems wurden erhebliche Fortschritte erzielt.** In einem wichtigen methodischen Durchbruch haben FA3-Forschende erstmalig eine bidirektionale Kopplung zwischen einem stündlichen Stromsystemmodell und einem integrierten Bewertungsmodell demonstriert (Gong et al., 2023, *Geoscientific Model Development*). Dadurch konnten die systemischen und volkswirtschaftlichen Vorteile einer auf erneuerbaren



**Abb. 3.2:** Regulierung der Landnutzung bestimmt Emissionen aus Bioenergienutzung. Die Regulierung wird durch die CO<sub>2</sub>-Emissionsbepreisung ausgedrückt und drei Fälle von Szenarien mit einem gesamten Kohlenstoffbudget von 1150 GtCO<sub>2</sub> unterschieden. „Full“: Landnutzungsemissionen werden mit dem gleichen Preis wie im Energiesektor bepreist. „Partial“: der CO<sub>2</sub>-Preis im Landnutzungssektor beträgt nur 20 % des Preises im Energiesektor. „None“: die Emissionen im Landnutzungssektor werden gar nicht bepreist. (a) zeigt die durchschnittliche Bioenergienutzung und die damit verursachten zusätzlichen kumulierten Landnutzungsemissionen 2020-2100. (b) zeigt die spezifischen Landnutzungsemissionen pro Bioenergieeinheit; zum Vergleich dienen Emissionsfaktoren aus der Literatur. Vereinfacht nach Merfort et al. (2023, *Nature Climate Change*).

Energien basierenden Elektrifizierung der Energienachfrage detailliert abgeschätzt werden. FA3-Forschende analysierten auch die Auswirkungen der Wasserstoffnutzung auf die Dekarbonisierung der Schwerindustrie, insbesondere die Energiekosteneinsparungen, die mit einer Verlagerung der Produktion von Ländern mit wenig erneuerbaren Energien wie Deutschland in Länder mit vielen erneuerbaren Energien wie Australien verbunden sind (Verpoort, et al., 2023, angenommen in *Nature Energy*). Es wurde auch untersucht, wie die Emissionen in der Produktionskette von blauem Wasserstoff seine Wettbewerbsfähigkeit im Vergleich zu grünem Wasserstoff beeinträchtigen (Ueckerdt et al., 2024, *Joule*).

**FA3 liefert wichtige Beiträge zur wissenschaftlichen Politikberatung bzgl. Transformationspfaden zur Klimaneutralität in Deutschland und der EU und einem besseren Verständnis der Auswirkungen und Potentiale landbasierter Klimaschutzmaßnahmen.** FA3 analysierte mit dem REMIND-Modell Emissionsminderungspfade für die EU, die mit dem Ziel der Klimaneutralität im Jahr 2050 in Einklang stehen (Rodrigues et al., eingereicht bei *Nature Communications*). Die REMIND-Analysen waren von zentraler Bedeutung für das Gutachten des Europäischen Klimawissenschaftsrats ESABCC zu den EU-Klimazielen für 2040. Darüber hinaus wurde der CO<sub>2</sub>-Entnahme-Bedarf in Deutschland zur Kompensation von schwer vermeidbaren Restemissionen erhoben und mit den nationalen CO<sub>2</sub>-Entnahmepotentialen unter Berücksichtigung einer Vielzahl unterschiedlicher Optionen abgeglichen (Merfort et al., 2023, *Ariadne-Projekt*).

### Arbeitsgruppe

## Makroökonomische Modellierung von Klimaschutzpfaden und Klimafolgen

**Wirkungen eines Overshoots auf Vermeidung und Schäden.** In einer Studie von Bauer et al. (2023, *Environmental Research Letters*) wurden mit dem REMIND-MAGPIE-Modell Klimaschutzszenarien mit und ohne eines zeitweisen Überschießens (Overshoot) des Kohlenstoffbudgets simuliert, die resultierenden Vermeidungsmaßnahmen und -kosten inklusive CO<sub>2</sub>-Entnahme berechnet und den damit verbundenen Klimarisiken gegenübergestellt. Die größten Zielkonflikte zwischen den kurzfristigen Vermeidungsmaßnahmen und den langfristigen Auswirkungen auf Klima-, Umwelt- und sozio-ökonomische Systeme ergeben sich in den Entwicklungsländern, deren Vermeidungs- und Schadenskosten viel ausgeprägter sind.

**Das PIAM Framework mit integrierten Schäden wurde in einem ersten Modellvergleich von integrierten Bewertungsmodellen mit Klimaschäden angewendet.** Die Studie (van der Wijst et al., 2023, *Nature Climate Change*) hat eine neue Schadensfunktion genutzt, die die Effekte von Temperaturänderung und Meeresspiegelanstieg unterscheidet. Der Vergleich zeigte breite Übereinstimmung der Modelle bei abgeleiteten kostenoptimalen Temperaturniveaus, die bei mittlerer

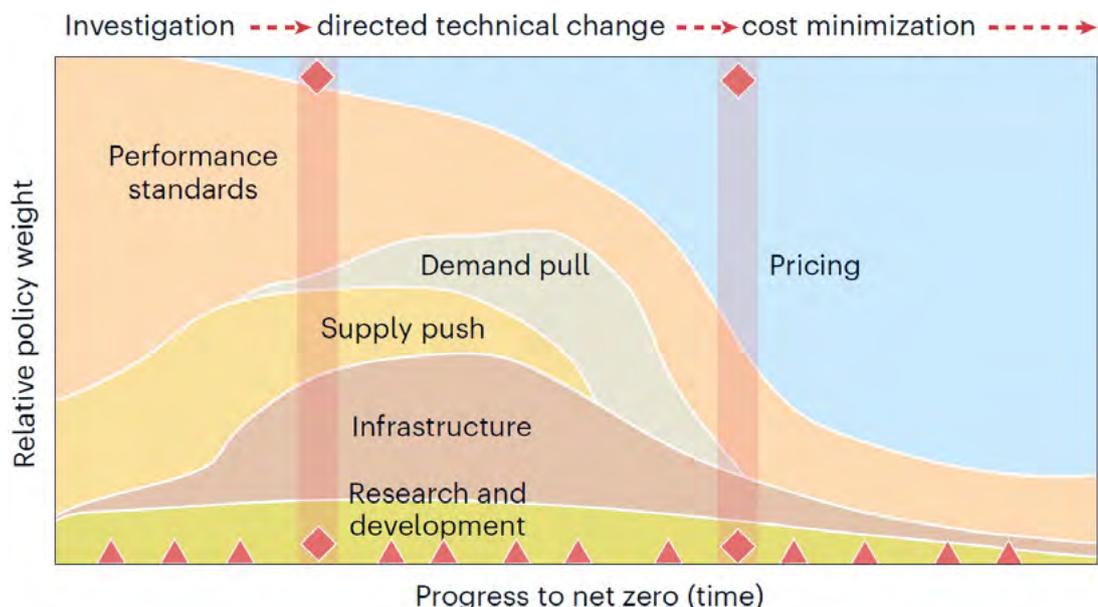
Schadensintensität deutlich unter 2 °C liegen. Der Modellvergleich betonte auch die große Rolle der Unsicherheit bei der Abschätzung ökonomischer Klimaschäden. Sie ist größer als die Unterschiede zwischen den Modellen.

**FA3 beteiligte sich an der Weiterentwicklung der weltweit genutzten sozioökonomischen (SSP) Szenarien.** Dies beinhaltete die Anpassung der SSP Wachstumsszenarien an die aktuelle Entwicklung der globalen Wirtschaftslage und neue Methoden zur Messung des BSP in Kaufkraftparität (Koch & Leimbach, 2023, *Ecological Economics*), sowie die erstmalige Erweiterung der SSP Wachstumsszenarien um eine Beschreibung des zugrundeliegenden Strukturwandels von Volkswirtschaften (Leimbach et al., 2023, *Futures*). Diese Szenarien wurden in einer Forschungsstudie genutzt, um Verteilungseffekte von Klimapolitik und Strukturwandel in Indien zu untersuchen (Leimbach et al., 2023, eingereicht bei *Environmental Research Letters*). Dabei stellte sich u.a. heraus, dass ärmere Haushalte wesentlich stärker durch die Auswirkungen des Strukturwandels als durch die Folgen der Klimapolitik (insbesondere steigende Energiepreise) betroffen sind.

## Arbeitsgruppe

# Klima- und Energiepolitik

**Durch den Einsatz neuer Methoden und Daten konnten wichtige Erkenntnisse gewonnen werden, um politische Optionen für die Dekarbonisierung des deutschen Gebäudesektors zu entwickeln.** Die Energiekrise 2022-2023 und das umstrittene Gebäudeenergiegesetz (GEG) haben die klimapolitischen Herausforderungen für den Gebäudesektor in den Mittelpunkt gerückt. FA3 lieferte wichtige Erkenntnisse zur Bewältigung dieser Herausforderungen. Eine Analyse der Zielkonflikte und Synergien zwischen Energieeffizienz und Dekarbonisierung der Energieversorgung hat ergeben, dass ein Umdenken in der Effizienzpolitik in Richtung eines kohlenstoffarmen Heizens unerlässlich ist (Levesque et al., 2023, *Joule*). Weitere preisgekrönte Arbeiten (Singhal & Hobbs, 2023, *The Energy Journal*) zeigen, dass die Verteilung der Energieeffizienz vor allem im Westen Deutschlands ungleich ist und dass die schlechteren Energiestandards von Gebäuden im Nordwesten gegen die wärmere Klimazone abgewägt werden sollten. Schließlich wurden die Ergebnisse der zweiten Welle des Ariadne Wärme- und Wohnen-Panels mit 15.000 deutschen Haushalten veröffentlicht (Frondelet al., 2023, *Ariadne Report*). Auf der Grundlage der Paneldaten wurden Forschungsarbeiten zu Nachfragereduzierungen in Erwartung höherer Energiepreise, zu möglichen Auswirkungen von Sparprämien und zur Verhaltensökonomie von Verboten und Geboten begonnen.



**Abb. 3.3:** Illustrative dynamische Abfolge von Politikinstrumenten („Politikpfad“) zur Erreichung von Netto-Null-Zielen. Politikpfade müssen in unterschiedliche zeitliche Segmente (Phasen) eingeteilt werden, in denen der Anspruch maximaler Glaubwürdigkeit durch einen jeweils unterschiedlichen Instrumentenmix gewährleistet werden kann. Die Weiterentwicklung des Mixes dient gleichzeitig auch als Indikator für den Fortschritt hin zu Netto-Null. Quelle: Dolphin et al. (2023, *Nature Climate Change*).

**FA3 war weiterhin führend bei wissenschaftlicher Politikberatung zum EU-Emissionshandelssystem, die nun auch soziale und finanzielle Aspekte abdeckt.** Die künftige Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Preise erfordert (a) eine strategische Verwendung der Einnahmen, um ein angemessenes Gleichgewicht zwischen sozialem Ausgleich und umweltfreundlichen Investitionen herzustellen (Pahle et al., 2023, *Joule*), und (b) umfangreiche Reformen, um die künftige Marktstabilität zu gewährleisten (Borghesi et al., 2023, *Annual Review of Resource Economics*). Darüber hinaus wurde gezeigt, dass Finanzakteure das Funktionieren des EU-ETS untergraben könnten, wenn es nicht angemessen überwacht und reguliert wird (Quemin & Pahle, 2023, *Nature Climate Change*). Diese Arbeit fand bei politischen Entscheidungsträgern und in der Finanzpresse (*Financial Times* und *Bloomberg*) große Beachtung und war ausschlaggebend für die Ernennung von Michael Pahle zum Mitglied einer beratenden Arbeitsgruppe für die EU-Finanzmarktregulierungs- und -aufsichtsbehörde (ESMA). In einer weiteren Arbeit (Dolphin et al., 2023, *Nature Climate Change*, siehe Abb. 3.3) wurde ein analytischer Rahmen dafür entwickelt, wie langfristig glaubwürdige Politikpfade zur Erreichung von Netto-Null Zielen konzipiert sein sollten.

## Arbeitsgruppe

### Landnutzungsmanagement

**Folgen und Kosten des Klimawandels im Landnutzungssektor.** Forscher aus FA3 simulierten Landnutzungsanpassungen für eine Reihe klimawandelbasierter Ertragsprojektionen (Bacca et al., 2023, *Communications Earth & Environment*). Unter Szenarien mit niedrigen Emissionen reagiert das Landnutzungssystem durch geringfügige Veränderungen der Ackerfläche mit Kosten nahe Null. Bei Szenarien mit hohen Emissionen und Unsicherheiten kommt es hingegen zu starken Veränderungen mit Anpassungskosten zwischen -1,5 und +19 USD pro Tonne Ertrag pro Jahr. In einer weiteren Studie (Windisch et al., unter Begutachtung bei *Science Advances*) analysierte die Landnutzungsgruppe die Rolle der Beständigkeit von Waldkohlenstoffsenken für das Erreichen von Klimazielen. Berücksichtigt man das zunehmende Risiko von Waldschäden (z.B. Waldbrände oder Schädlingsbefall) zeigt diese Studie die Notwendigkeit einer raschen Dekarbonisierung in allen Sektoren und unterstreicht die Bedeutung von Wäldern für die wirtschaftliche Durchführbarkeit des Pariser Abkommens.

**Bewertung von Biodiversität.** FA3-Forschende sind Mitautor\*innen der Natur-Klima-Nexus-Bewertung des Weltbiodiversitätsrats (IPBES) und trugen zum vom Weltbiodiversitätsrat angestoßenen Nature Futures Framework bei (Pereira et al., eingereicht bei *Science*, Kim et al. 2023, *Glob Environ Change*). Des Weiteren hat FA3 in Kooperation mit anderen Forschenden ein Framework globaler Modelle entwickelt, um zu bewerten, wie ambitionierte Schutzmaßnahmen zu ausreichender Bestäubung, Landschaftsdiversität und Erhalt der Böden beitragen (von Jeetze et al., 2023, *Nature Communications*).

**Transformation des Ernährungssystems.** Zusammen mit FA2- und anderen Forschenden entwickelte FA3 einen globalen Ernährungs-Landnutzungs-Modellrahmen, um die Auswirkungen von Änderungen des Ernährungssystems auf Indikatoren in den Bereichen Umwelt, Gesundheit, soziale Gerechtigkeit und Wirtschaft zu quantifizieren (Bodirsky et al., eingereicht bei *Nature*, Wang et al., eingereicht bei *Science Advances*). Sie zeigten, dass durch das Bündeln von Maßnahmen Synergien geschaffen werden können. Die Studie weist auch darauf hin, dass das Ernährungssystem nicht nur von innen heraus verändert werden kann, sondern auch Umstellungen der Wirtschaft erfordert.

## Arbeitsgruppe

### Forschungssoftwareentwicklung zur Analyse von Transformationspfaden

**Transparenz und Zugänglichkeit für das Modell REMIND wurden verbessert.** Die Dokumentation von Änderungen zwischen Modellversionen, eine besser strukturierte In-Code-Dokumentation und eine automatische Modellversionierung ermöglichen es den REMIND-Nutzenden, Modellentwicklung entlang von Modellversionen und Änderungen im Modellverhalten besser zu verstehen. Die regelmäßige Modellvalidierung wurde fortgesetzt und die Releases REMIND 3.1.0 (Februar), REMIND 3.2.0 (April) und REMIND 3.2.1 (Juli) veröffentlicht.

**Werkzeuge zur Analyse von Modellergebnissen wurden erweitert.** Das neue R-Paket „pnam-interfaces“ liefert Instrumente und Tabellen, um Modellergebnisse in einem auf übliche Datenbanken angepassten Format zu erstellen und zu testen.

## Highlights

**Wissenschaftliche Politikberatung:** FA3 organisierte im Dezember 2023 eine UNFCCC-Nebenveranstaltung auf der COP28 in Dubai mit dem Titel „How to raise ambition? New research on deepening emission cuts and enhancing economic opportunities“ und eine Abschlussveranstaltung der Projekte NAVIGATE und ENGAGE bei der Europäischen Kommission in Brüssel am 12. Oktober 2023. Außerdem wurde Michael Pahle zum Mitglied einer beratenden Arbeitsgruppe für die EU-Finanzmarktregulierungs- und -aufsichtsbehörde (ESMA) ernannt.

**FA3 maßgeblich an ScenarioMIP beteiligt:** In Vorbereitung des zweiten Global Stocktakes im Rahmen des Paris Klimaabkommens, des siebten Assessment Cycles des IPCC und des CMIP7 Projektes leistet das REMIND-MAGPIE Modell entscheidende Beiträge zur Unterstützung der Kooperation zwischen der Integrated-Assessment-Modellierung, der Erdsystemmodellierung und der Klimafolgenmodellierung. Elmar Kriegler und

Katja Frieler sind Mitglieder des CMIP7 ScenarioMIP-Lenkungsausschusses, der einen Prozess zur Erstellung von Emissionsszenarien für die nächste Generation globaler Klimamodellsimulationen in CMIP7 und Klimafolgenmodellierung unter Berücksichtigung von Szenarien der sozioökonomischen Entwicklung organisiert.

**Szenario-Informationen für Anwender:** FA3 veröffentlichte den viel genutzten „Ariadne Transformation Tracker“, ein Online-Tool, das die realen Fortschritte bei den Schlüsselindikatoren für die Energiewende mit den Anforderungen der auf die Klimaziele abgestimmten Energiewendeszenarien vergleicht. Darüber hinaus hat FA3 zusammen mit einem akademischen Konsortium die neueste Runde von Klimarisikoszenarien für das „Network for Greening the Financial System (NGFS)“ erstellt, ein internationaler Verbund von Zentralbanken und Finanzmarktregulierern.

## Abgeschlossene Promotionen 2023

<b>Ershad, Ahmad Murtaza</b>	Technische Universität Berlin	Enabling a cost-efficient solar-dominated electricity system in India
<b>Mester, Benedikt</b>	Humboldt-Universität zu Berlin	Modeling Flood-Induced Human Displacement Risk Under Global Change
<b>Rikani, Albano</b>	Universität Potsdam	Modeling global human migration dynamics under climate change
<b>Rottoli, Marianna</b>	Technische Universität Berlin	Perspectives on road transport decarbonization in Europe: A model-based analysis
<b>Sauer, Inga</b>	ETH Zürich	The socio-economic impacts of extreme events in a changing climate – From direct asset damage to long-term effects on well-being
<b>Soysal, Emilie Rosenlund</b>	Technische Universität Berlin	Essays on Financial Market Failures and the Green Transition
<b>Windisch, Michael</b>	Humboldt-Universität zu Berlin	Exploring additional complexities of forests as climate change mitigators



# Komplexitätsforschung

Welche Prinzipien steuern die komplexen natürlichen und gesellschaftlichen Systeme und ermöglichen die Erhaltung der globalen Gemeingüter innerhalb der planetaren Grenzen?

Die Forschungsziele der FA4 sind im Einklang mit dem Kernauftrag des PIK auf vier übergreifende Forschungsthemen ausgerichtet:

- **Klimaphänomene und -extreme:** Vorhersage und Modellierung mit komplexen Netzwerken, statistischer Physik und maschinellem Lernen.
- **Abrupte Klimaübergänge:** Erkennung und Vorhersage mit fortgeschrittener Zeitreihenanalyse, numerischer Modellierung und analytischen Konzepten.
- **Sozioökonomische und infrastrukturelle Netzwerke:** Verständnis der Dynamik durch neue Modellierungs- und Stabilitätskonzepte.
- **Klimaentscheidungen:** Aufdeckung von Prinzipien und Modellierung von Wechselwirkungen durch Ökonometrie, Spieltheorie und maschinelles Lernen.

Leitung: **Anders Levermann & N.N.** Stellvertretung: **Norbert Marwan & Leonie Wenz**

Koordination: **Anja Bruhn & Gabriele Pilz** Sekretariat: **Till Hollmann, Heike Prietzel**

# FA4

Analyse von Netzwerken, Stabilität und Dynamischen Systemen		Nichtlineare Methoden, Big Data und Maschinelles Lernen		
<b>Dynamik, Stabilität und Resilienz in komplexen hybriden Infrastrukturnetzwerken</b>	<b>Numerische Analyse globaler ökonomischer Folgen</b>	<b>Weiterentwicklung von Zeitreihenanalysetechniken</b>	<b>Datenbasierte Analyse klimarelevanter Entscheidungsprozesse</b>	<b>Vorhersage extremer Ereignisse mittels Netzwerkanalyse und Maschinellen Lernens</b> Interim: Anders Levermann
Frank Hellmann	N.N.	Norbert Marwan	Leonie Wenz	
<b>Computerbasierte Methoden and Visualisierung</b> Thomas Nocke				

Zusätzlich zu den Arbeitsgruppen sind die FutureLabs (FL) „Artificial Intelligence in the Anthropocene“ und „Game Theory and Networks of Interacting Agents“ eng in die Abteilung FA4 eingebunden.

# Ausgewählte Ergebnisse

## Arbeitsgruppe

### Dynamik, Stabilität und Resilienz in komplexen hybriden Infrastrukturnetzwerken

#### **Stabilität des zukünftigen Stromnetzes und seine Widerstandsfähigkeit gegenüber klimatischen Extremereignissen.**

Die Dynamik künftiger Netze wird von neuen, noch in der Entwicklung befindlichen technischen Lösungen dominiert sein. Sogenannte „netz-bildende Wechselrichter“, sollen erneuerbare Energiequellen, aber auch Speicher und flexible Lasten so ins Netz einbinden, dass die Netzstabilität erhöht wird. Die Arbeitsgruppe hat ein neues universelles technologieneutrales Modell entwickelt, das das Zusammenspiel vieler solcher Wechselrichter im Gesamtsystem abbilden kann. Es wurde gezeigt, dass dieser Ansatz zu einer mathematisch einfachen adaptive Netzwerkformulierungen führt (Büttner & Hellmann, 2024, *PRX Energy*). Die Arbeitsgruppe hat damit begonnen, diese technologieneutralen Modelle experimentell zu validieren und mathematische Stabilitäts Garantien abzuleiten. Ein Durchbruch bei der Adaption des Netzes an das künftige Klima gelang bei der Untersuchung von Hurrikans in Texas. Durch die Entwicklung eines Ko-Evolutionsmodells von Infrastruktur und Sturm konnten die Autoren Schwachstellen im Netzwerk identifizieren. Diese können gezielt verstärkt werden um großflächige Stromausfälle fast vollständig zu verhindern (Stürmer et al., 2024, *Nature Energy*, angenommen).

**Flexible, bedarfsabhängige Mobilität.** Flexible Verkehrsmittel wie Rufbus und Sammeltaxi, versprechen den öffentlichen Nahverkehr um eine Komponente zu erweitern, die den privaten PKW ersetzbar macht. Deren dynamisches Verhalten ist allerdings bislang zu schlecht verstanden, um verlässliche Vorhersagen zu machen. Deshalb wurde am MCC in Berlin ein interdisziplinärer Workshop zu diesem Thema organisiert. Die Teilnehmenden haben die Erkenntnisse verschiedener Fachbereiche zusammengetragen und einen Übersichtsartikel über bedarfsgesteuerte Mobilität geschrieben. Eine weitere Studie in diesem Bereich analysierte die Auswirkungen von politischen Anreizen und regionalen Merkmalen auf die Akzeptanzraten von flexibler Mobilität.

**Kollektive Variablen zur Beschreibung von Verbreitungsphänomenen.** Verbreitungsphänomene sind zentral für das Verständnis der Dynamik von Krankheiten und Meinungen. Eine besondere Herausforderung ist das komplexe Zusammenspiel lokaler Dynamiken mit Inter-

aktionsstrukturen. In Beiträgen entwickeln die Forschenden (Lücke et al., 2023, *Physics Review E*; Lücke et al., 2023, *Stochastic Processes and their Applications*) ein Verfahren, um solche Dynamiken dramatisch auf niedrig dimensionale kollektive Variablen zu vereinfachen.

## Arbeitsgruppe

### Numerische Analyse globaler ökonomischer Folgen

#### **Gestresste Volkswirtschaften reagieren stärker auf Klimaextreme.**

Volkswirtschaften geraten aus verschiedenen Gründen unter Stress, wie z.B. bei der globalen Covid-19-Pandemie seit 2020. Die damit verbundenen Restriktionen führten zu lokalen wirtschaftlichen Verlusten und zur Unterbrechung der internationalen Lieferketten. Darüber hinaus verändert ein solcher Stress die Auswirkungen kurzfristiger Schocks, wie sie durch Klimaextreme verursacht werden, insbesondere deren Ausbreitung im wirtschaftlichen Netzwerk und die daraus resultierenden Folgen. In dieser Studie zeigen die Forschenden, dass die negativen indirekten Auswirkungen von tropischen Wirbelstürmen, Flussüberschwemmungen und Hitzestress auf den globalen Konsum stark verstärkt werden, wenn die Wirtschaft unter Stress steht. Dieser kombinierte Effekt ergibt sich aus der verschärften Knappheit, die zu höheren Verbraucherpreisen führt. Bei der Modellierung der Klimaauswirkungen während des Zeitraums Covid-19 stellen die Autorinnen und Autoren fest, dass sich in einer gestressten Wirtschaft mit der derzeitigen Netzstruktur die Konsumverluste aufgrund von Klimaextremen in den USA verdoppeln und in China verdreifachen. Die simulierten Auswirkungen verstärken sich, wenn die Klimaschocks stärker werden. Die Ergebnisse der Studie unterstreichen die verstärkende Rolle der Interaktion zwischen dem Klimawandel und seinem sozioökonomischen Hintergrund (Middelani et al., 2023, *Environmental Research Letters*).

#### **Widerstandsfähigkeit des internationalen Handels gegenüber taifunbedingten Versorgungsunterbrechungen.**

Schiffsunfälle und Umweltkatastrophen stellen eine Herausforderung für die Zuverlässigkeit der maritimen Lieferketten dar. In dieser Studie modellieren die Forschenden die regionalen und globalen wirtschaftlichen Auswirkungen von durch Taifune bedingte kurzfristige Transportunterbrechungen auf den westpazifischen Handelsrouten. Unter Verwendung eines numerischen agentenbasierten Schockmodells mit myopischer lokaler Optimierung wird die Reaktion von mehr als 7.000 regionalen Wirtschaftssektoren weltweit mit

mehr als 1,8 Millionen Handels- und Lieferbeziehungen berechnet. Die Autorinnen und Autoren stellen fest, dass das mediane jährliche Exportvolumen in allen Handelsblöcken aufgrund eines Rückgangs der Exportpreise steigt, wobei jedoch erhebliche regionale Unterschiede bestehen. Ferner wird gezeigt, dass die Widerstandsfähigkeit des Exports gegenüber taifunbedingten Störungen in China, ASEAN, Ostasien und Europa in den ersten 16 Jahren dieses Jahrhunderts zunimmt. Die Autoren führen dies auf die zunehmende Verflechtung dieser Handelsblöcke mit ihren Außenhandelspartnern zurück (Kuhla et al., 2023, *Journal of Economic Dynamics and Control*).

### Arbeitsgruppe

## Weiterentwicklung von Zeitreihenanalyse-Techniken

**Schlechtere Vorhersagbarkeit von Regenzeiten spielten eine entscheidende Rolle beim Zusammenbruch der klassischen Maya-Gesellschaften.** Mithilfe eines Tropfsteins aus Belize, der wie ein natürliches Archiv vergangener Klimabedingungen funktioniert, wurden die Niederschlagsmengen und ihre jahreszeitlichen Schwankungen für die letzten 1400 Jahre rekonstruiert. Dafür wurde eine neue Methode entwickelt, die verschiedene statistische Analysen mit jahreszeitlichen Vergleichen und Unsicherheitsberechnungen kombiniert. Die Ergebnisse zeigen, dass die Maya in dieser Region damals mit unzuverlässigen Regenzeiten zu kämpfen hatten. Da pünktlicher und ausreichender Regen für die Landwirtschaft in subtropischen Gebieten entscheidend ist, haben die verringerte Vorhersagbarkeit der Niederschläge zusammen mit schweren Dürren wie ein Katalysator für die politische Instabilität und das Auseinanderbrechen der Maya-Gesellschaften gewirkt (Braun et al., 2023, *Communications Earth & Environment*).

**Atmosphärische Flüsse und ihre Auswirkungen auf Starkniederschlag, Hochwasser und Erdbeben.** In den USA wurden mehrere Studien durchgeführt, um die hydrologischen Gefahren, die von atmosphärischen Flüssen ausgehen, zu untersuchen. Mithilfe von Maschinellem Lernen wurden Landnutzungsänderungen und bestimmte Klimavariablen als die wichtigsten Faktoren identifiziert, die Flusshochwasser beeinflussen. Diese Faktoren können sowohl regional als auch kontinental wirken. Detaillierte Untersuchungen atmosphärischer Flüsse haben die Mechanismen aufgedeckt, die zu Starkniederschlägen an der Westküste und im kontinentalen Nordamerika führen. Es wurde gezeigt, dass atmosphärische Flüsse eine wichtige Rolle bei der Entstehung von

Hochwasser und Erdbeben spielen (Kemter et al., 2023, *Water Resources Research*; Vallejo-Bernal et al., 2023, *Hydrology and Earth System Sciences*).

### Neue Ansätze für die zeitliche Analyse extremer

**Ereignisse.** Extremereignisse und andere stark diskrete Daten, wie beispielsweise Niederschlagsereignisse, stellen herkömmliche quantitative Analysemethoden vor Herausforderungen. Um diese Art von Daten zu untersuchen, wurden Konzepte aus Sprachverarbeitung und Fraktalgeometrie entlehnt und für neuartige Zeitreihenanalysemethoden genutzt. Diese neuen Analysemethoden erlauben es, Powerspektren von Ereigniszeitreihen zu schätzen sowie Rekurrenzanalysen von Extremereignissen und Daten mit unregelmäßiger Abtastung durchzuführen. Erstmals konnte damit statistisch die Zeitskalen von Atmosphärischen Flüssen in Europa bestimmt werden. (Marwan & Braun, 2023, *Chaos*; Marwan, 2023, *Frontiers in Applied Mathematics and Statistics*; Braun et al., 2023, *European Physical Journal – Special Topics*).

### Arbeitsgruppe

## Datenbasierte Analyse klimarelevanter Entscheidungsprozesse

**Ungleiche Möglichkeiten zur Anpassung an Hitze.** Die Gruppe untersuchte, wie Menschen ihr tägliches Mobilitätsverhalten in Reaktion auf extreme Temperaturen anpassen. Dazu nutzten sie Drehkreuzdaten von 438 New Yorker U-Bahn-Stationen aus den Jahren 2014-2019 und wandten Techniken der Kausalanalyse an. Die Forschenden fanden heraus, dass an heißen Tagen, an denen es in den U-Bahnhöfen bis zu 6 °C wärmer sein kann als an der Oberfläche, insgesamt weniger Menschen die U-Bahn nutzen. Allerdings gibt es große Unterschiede zwischen den Stadtteilen (bis zu 12 %): So ging die U-Bahn-Nutzung hauptsächlich in privilegierten Gegenden zurück. In Nachbarschaften hingegen, in denen Menschen mit geringerem Einkommen, kleineren Wohnungen, kaum Krankenversicherungen und weniger Klimaanlagen leben, wurde die U-Bahn auch bei Hitze viel genutzt. Dies deutet auf wachsende Ungleichheiten und zunehmende Gesundheitsrisiken hin, da die Betroffenen ohnehin schon ein größeres Hitzerrisiko tragen (Stechemesser & Wenz, 2023, *The Lancet Planetary Health*).

### Die EU-Grenzsteuer auf CO<sub>2</sub> könnte ein entscheidender Faktor bei der Bekämpfung des Klimawandels sein.

Die Gruppe wandte eine neu entwickelte Bilanzierungs-

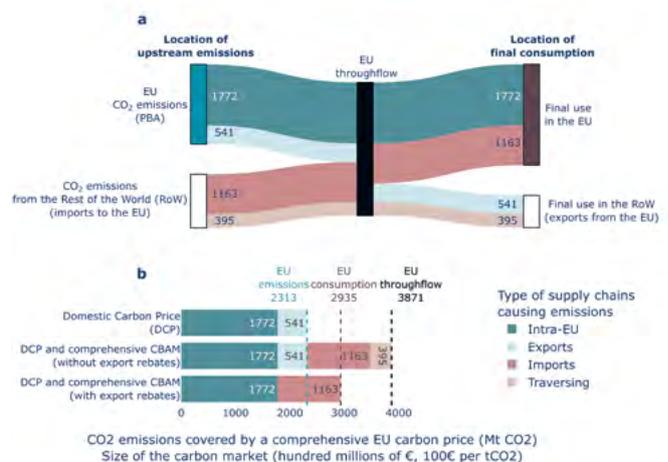
methode (Beaufils et al., 2023a, *Economic System Research*) auf detaillierte Handelsnetzdaten an, um die Reichweite verschiedener Umsetzungsoptionen der EU-Kohlenstoffgrenzsteuer (Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM) zu bewerten, die als Teil des Fit for 55-Pakets der EU geplant ist. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass durch die Ausweitung des Anwendungsbereichs auf alle in der EU ankommenden Waren 20 Mal mehr CO<sub>2</sub>-Emissionen erfasst werden könnten (Abb. 4.1). Die Forschenden ermittelten zudem, dass die EU-Kohlenstoffgrenzsteuer EU-Handelspartner mit mittlerem und niedrigem Einkommen unverhältnismäßig stark beeinträchtigen könnte. Sie schlagen vor, die CBAM-Einnahmen geschickt zu recyceln, indem sie in die Unterstützung dieser Länder bei der Eindämmung des Klimawandels und der Anpassung an diesen investiert werden (Beaufils et al., 2023b, *Communications Earth and Environment*).

## Arbeitsgruppe

# Vorhersage extremer Ereignisse mittels Netzwerkanalyse und Maschinellen Lernens

**Analyse von Tipping-Elementen und Vorhersage extremer Klimaereignisse mittels komplexer Netzwerke.** Die Identifizierung der Interaktionen von Tipping-Elementen aus Messdaten ist ein höchstaktuelles Schlüsselproblem für das Verständnis der Entstehung extremer Klimaereignisse und deren Vorhersage. Basierend auf neu entwickelten statistischen Methoden zur Rekonstruktion derartiger Interaktionen im Rahmen komplexer Netzwerke ist es der Gruppe gelungen, neuartige Wechselwirkungen zwischen den prominenten Tipping-Elementen Amazonien und Tibet sowie Westantarktis zu entdecken und zu zeigen, dass sie sogar unter Klimawandel stabil sind (Liu et al., 2023, *Nature Climate Change*). Darüber hinaus wurde mit analogem Instrumentarium gefunden, dass arktische Wettervariabilität mittels neu identifizierter Telekonnektionen signifikant mit der Wetterdynamik in Südwestchina und Kalifornien korreliert ist (Meng et al., 2023, *Nature Communications*). Diese Resultate haben besonderes Potenzial für eine substantielle Verbesserung von Vorhersagen extremer Klimaereignisse wie Starkregen und Stürme inkl. einer Risikobewertung menschlicher Aktivitäten in den betroffenen Regionen.

**Komplexe Netzwerke in Natur und Gesellschaft zeichnen sich durch eine vielfältige Dynamik aus.** Ein besonderes methodisches Problem ergibt sich daraus, dass ihre Charakteristika zeitabhängig sind und die Verbindungen



↓  
**Abb. 4.1:** Multilaterale Auswirkungen umfassender Kohlenstoffpreisooptionen in der EU. Feld a zeigt die vorgelagerten CO<sub>2</sub>-Emissionen, die entlang der Lieferketten, an denen die EU beteiligt ist, freigesetzt werden. Die Dicke der Ströme ist proportional zur Menge der verursachten vorgelagerten CO<sub>2</sub>-Emissionen. Feld b beschreibt die Art der Versorgungsketten, die von den verschiedenen Optionen für eine umfassende Bepreisung von Kohlenstoffemissionen erfasst werden, und die Größe des entstehenden Kohlenstoffmarktes, wobei ein illustrativer Kohlenstoffpreis von 100 € pro tCO<sub>2</sub> angenommen wird. Abbildung aus Beaufils et al. (2023).

zwischen den Subsystemen (z.B. Regionen der Erde, verschiedene Länder) sich mit den jeweiligen Zuständen dynamisch ändern. Dafür wurde der Begriff adaptive Netzwerke geprägt. Die Gruppe hat substantiell neue Resultate zur Strukturbildung in adaptiven Netzwerken erzielt und Möglichkeiten für deren Anwendungen auf das System Erde sowie sozio-ökonomische Problemstellungen eröffnet. Die entsprechenden Resultate sind in einem Review (Berner et al., 2023, *Physics Reports*) sowie einem Perspektive-Paper (Sawicki et al., 2023, *Chaos*) veröffentlicht worden. Die Gruppe hat die Bedeutung eines grundlegend neuartigen Motivs, das die Wirkung von aktiven Knoten eines Netzwerkes auf Verbindungen zwischen anderen Knoten beschreibt, untersucht, die triadischen Verbindungen. Es wurde für ein paradigmatisches Netzwerk entdeckt, dass durch diese triadische Struktur eine völlig unerwartete Dynamik in der Funktionalität des Netzwerkes entsteht, sodass typische Charakteristika von einfach konstantem Verhalten in eine chaotische Dynamik übergehen. Das ist von besonderer Relevanz für Klimanetzwerke (Sun et al., 2023, *Nature Communications*) und eröffnet vielversprechende Perspektiven für das Netzwerk von Tipping-Elementen. Mittels eines neu entwickelten Maschinellen Lernen-basierten Instrumentariums ist es der Gruppe gelungen, partielle Differentialgleichungen, die z.B. die Grundlage für die Beschreibung des Klimasystems bilden, aus gemessenen Daten zu konstruieren. Die Wirksamkeit dieser Methodik wurde für grundlegende Modellsysteme nachgewiesen (Yuan et al., 2023, *Chaos*).

# Highlights

**FA4 organisierte die internationale wissenschaftliche Konferenz zum Thema „Nonlinear Data Analysis and Modeling: Advances, Applications, Perspectives“ vom 15. bis 17. März 2023 in Potsdam und beherbergte bis zu 300 internationale Teilnehmende vor Ort am PIK.** Mit einem starken interdisziplinären Fokus brachte die Konferenz führende Forschende mit älteren und jungen Forschenden in verschiedenen Disziplinen wie nichtlineare Dynamik, komplexe Systeme, maschinelles Lernen und deren Anwendungen für Datenanalyse und Modellierung zusammen.

**Dr. Maximilian Kotz und Dr. Leonie Wenz informierten in Dialogen mit der Europäischen Zentralbank sowie nationalen Zentralbanken die Stakeholder über die neuesten Forschungsergebnisse.** Die Wissenschaftler\*innen wurden zu verschiedenen Vorträgen z.B. bei der EZB, der Belgischen Nationalbank, Network for Greening the Finanzsystem eingeladen.

**Das erfolgreiche populäre Buch „Die Faltung der Welt“ von Anders Levermann wurde veröffentlicht und eruiert das Dilemma von grenzenlosem Wachstum auf einem endlichen Planeten.** Der Autor entwickelt das mathematische Konzept der Faltung, das die Lösung liefern könnte, denn es erlaubt unendliche Entwicklung in einer endlichen Welt durch Wachstum in die Vielfalt.

## Abgeschlossene Promotionen 2023

<b>Braun, Tobias</b>	Universität Potsdam	Recurrences in past climates - Novel concepts and tools for the study of Palaeoseasonality and beyond
<b>George, Nitin</b>	Humboldt-Universität zu Berlin	Critical transition and spatial organization in climate and engineering systems
<b>Gupta, Shradda</b>	Humboldt-Universität zu Berlin	Study of Climate Variability Patterns at Different Scales - A Complex Network Approach
<b>Hassanibesheli, Forough</b>	Humboldt-Universität zu Berlin	Reconstructing Dynamical Systems From Stochastic Differential Equations to Machine Learning
<b>Hess, Philipp</b>	Technische Universität München	Prediction of extreme precipitation events: combining process-based with machine learning models
<b>Kotz, Maximilian</b>	Universität Potsdam	The economic costs of climate change: accounting for the changing variability and extremes of temperature and precipitation
<b>Lindner, Michael</b>	Technische Universität Berlin	Applying Modeling, Simulation and Machine Learning for the Renewable Energy Transition
<b>Middelanis, Robin</b>	Universität Potsdam	Global response to local extremes - a storyline approach on economic loss propagation from weather extremes
<b>Riechers, Keno</b>	Technische Universität München	Past abrupt climate change: Dansgaard-Oeschger events from the perspective of dynamical systems and uncertainty-sensitive inference
<b>Streng, Lia</b>	Technische Universität Berlin	Distributed iterative learning control for prosumer-based microgrid models in a multiplex control framework using sampling-based analysis

## Ausgewählte Veröffentlichungen

**Beaufils, T.,** Ward, H., Jakob, M., **Wenz, L.** (2023): Assessing different European Carbon Border Adjustment Mechanism implementations and their impact on trade partners. - *Communications Earth and Environment*, 4, 131.

*Diese Studie zeigt, dass die geplante EU-Kohlenstoffgrenzsteuer eine große Chance zur Bekämpfung des Klimawandels bietet, wenn der Anwendungsbereich erweitert und die Erlöse intelligent eingesetzt werden.*

---

**Bochow, N.,** Poltronieri, A., **Robinson, A.,** Montoya, M., Rypdal, M., **Boers, N.** (2023): Overshooting the critical threshold for the Greenland ice sheet. - *Nature*, 622, 528-536.

*Auf der Grundlage von zwei modernen Eisschildmodellen wird untersucht, ob der kritische Temperaturgrenzwert des grönländischen Eisschilds vorübergehend überschritten werden kann, ohne dass es zu einem vollständigen Kippen und Abschmelzen des Eisschilds kommt. Die Ergebnisse zeigen, dass ein solches temporäres Überschreiten möglich ist, wenn die Zeit oberhalb des Schwellenwerts unter 1000 Jahren gehalten wird.*

---

**Bochow, N., Boers, N.** (2023): The South American monsoon approaches a critical transition in response to deforestation. - *Science Advances*, 9, 40, eadd9973.

*Durch die Kombination eines nichtlinearen Feuchtetransportmodells mit Beobachtungsdaten wird gezeigt, dass das gekoppelte System des Amazonas-Regenwaldes und des südamerikanischen Monsuns als Reaktion auf die Abholzung des Amazonas wahrscheinlich auf einen Kippunkt zusteuert.*

---

**Braun, T.,** Breitenbach, S. F. M., **Skiba, V.,** Lechleitner, F. A., Ray, E. E., Baldini, L. M., Polyak, V. J., Baldini, J. U. L., Kennett, D. J., Prufer, K. M., **Marwan, N.** (2023): Decline in seasonal predictability potentially destabilized Classic Maya societies. - *Communications Earth and Environment*, 4, 82.

*Durch Rekonstruktion der regionalen Niederschlagsvariabilität mit Hilfe von stabilen Isotopen aus einem Stalagmiten aus Belize und einem neuen analytischen Ansatz konnte der Zerfall der klassischen Maya-Gesellschaften vor 1100 Jahren auf die geringere Vorhersagbarkeit der saisonalen Niederschläge zurückgeführt werden.*

---

Fialkowski, J., **Yanchuk, S.,** Sokolov, I. M., **Schöll, E.,** Gottwald, G. A., Berner, R. (2023): Heterogeneous Nucleation in Finite-Size Adaptive Dynamical Networks. - *Physical Review Letters*, 130, 6, 067402.

*In diesem Artikel wird das Auftreten von zwei unterschiedlichen Phasenübergängen erster Ordnung in adaptiven Netzwerken oszillierender Systeme aufgezeigt. Die Autoren beobachteten entweder einen abrupten einstufigen Übergang zur vollständigen Synchronisation oder einen allmählicheren mehrstufigen Übergang, ähnlich wie z.B. bei der heterogenen Keimbildung bei der Wolkenbildung.*

---

Fohlmeister, J., Sekhon, N., Columbu, A., Vettoretti, G., Weitzel, N., Rehfeld, K., Veiga-Pires, C., **Ben-Yami, M., Marwan, N., Boers, N.** (2023): Global reorganization of atmospheric circulation during Dansgaard-Oeschger cycles. - *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 120, 36, e2302283120.

*Umfassende Erdsystemmodellsimulationen vergangener abrupter Klimaveränderungen werden mit entsprechenden paläoklimatischen Proxydaten aus Höhlenspeleothemen verglichen, um zu zeigen, dass Modelle allmählich in der Lage sind, solche Ereignisse auch in Bezug auf die räumlichen Muster der Auswirkungen zu reproduzieren. Die Ergebnisse bestätigen, dass die Dansgaard-Oeschger-Ereignisse des letzten Eiszeitintervalls tiefgreifende Auswirkungen auf die globalen atmosphärischen Zirkulationsmuster und insbesondere auf die tropischen Niederschlagsmerkmale hatten.*

---

**Kotz, M., Lange, S., Wenz, L., Levermann, A.** (2024): Constraining the Pattern and Magnitude of Projected Extreme Precipitation Change in a Multimodel Ensemble. - *Journal of Climate*, 37, 1, 97-111.

*Die Anwendung von Algorithmen zur Mustererkennung auf eine Reihe moderner IPCC-Klimamodelle bestätigt, dass extreme Niederschläge mit der globalen Erwärmung exponentiell zunehmen. Vor allem aber zeigt sich, dass die meisten IPCC-Modelle diese Steigerungsrate im Vergleich zu den historischen Beobachtungen unterschätzen.*

---

**Kuhla, K., Willner, S., Otto, C., Levermann, A.** (2023): Resilience of international trade to typhoon-related supply disruptions. - *Journal of Economic Dynamics and Control*, 151, 104663.

*Unter Verwendung des agentenbasierten Klimamodells berechnen die Autoren die Reaktion von mehr als 7.000 regionalen Wirtschaftssektoren mit mehr als 1,8 Millionen Handels- und Lieferbeziehungen und zeigen, dass die Widerstandsfähigkeit der Exporte gegenüber Taifun bedingten Störungen in China, ASEAN, Ostasien und Europa innerhalb der ersten 16 Jahre dieses Jahrhunderts zunimmt. Sie führen dies auf die zunehmende Verflechtung dieser Handelsblöcke mit ihren Außenhandelspartnern zurück.*

---

Liu, T., Chen, D., Yang, L., **Meng, J.,** Wang, Z., **Ludescher, J., Fan, J.,** Yang, S., Chen, D., **Kurths, J.,** Chen, X., Havlin, S., **Schellnhuber, H. J.** (2023): Teleconnections among tipping elements in the Earth system. - *Nature Climate Change*, 13, 1, 67-74.

*Auf der Grundlage einer fortschrittlichen Technik zur Rekonstruktion von Klimanetzwerken haben die Autoren entdeckt, dass das Kippelement Amazonas-Regenwaldgebiete (ARA) eine starke Korrelation mit dem tibetischen Plateau (TP) sowie mit dem westantarktischen Eisschild aufweist und haben insbesondere festgestellt, dass verschiedene Klimaextreme zwischen den ARA und dem TP unter dem Klimawandel synchronisiert sind. Der Rahmen hebt die Wechselwirkungen von Kippelementen hervor, was eine potenzielle Vorhersagbarkeit von Kippdynamiken impliziert.*

---

**Stechemesser, A., Wenz, L.** (2023): Inequality in behavioural heat adaptation: an empirical study with mobility data from the transport system in New York City, NY, USA. - *The Lancet Planetary Health*, 7, 10, e798-e808.

*Diese Arbeit zeigt, dass Menschen in weniger privilegierten Vierteln ihr tägliches Mobilitätsverhalten nicht in gleichem Maße anpassen können, um Hitze zu vermeiden, wie Menschen in wohlhabenderen Vierteln, was auf eine Verschärfung der Gesundheitsrisiken und eine zunehmende klimatische Ungleichheit hindeutet.*

---

# FUTURE LABs

FutureLab

## Social Metabolism & Impacts

**Leitung: Helga Weisz**

**2023 lag ein Schwerpunkt auf den Auswirkungen des Klimawandels und der Klimapolitik auf den ländlichen Raum.**

**Warum bleiben Menschen In Indien in entlegenen Dörfern, die extrem vom Klimawandel betroffen sind?**

In einer Feldstudie in entlegenen gebirgigen Dörfern des von Klimawandel und von Abwanderung stark betroffenen indischen Bundesstaates Uttarakhand wurde untersucht, wer aus welchen Gründen in diesen Dörfern bleibt. Es sind vor allem ältere Menschen und Frauen. Ihre Motive können sehr unterschiedlich sein, ein Mangel an realistischen Alternativen ist jedoch ein Hauptgrund der Immobilität (Upadhyay et al., 2023, *Climate & Development*).

**Die regressiven Effekte eines CO<sub>2</sub> Preises in Deutschland treffen vor allem gering verdienende junge Familien und ältere Menschen in ländlichen Gebieten.** Eine neue räumlich explizite synthetische Population von 38 Millionen deutschen Haushalten in 11.000 Gemeinden wurde erstellt, um verschiedene Auswirkungen, die eine CO<sub>2</sub>-Steuer von 50 € pro Tonne auf diese Haushalte haben, zu simulieren. Ohne Kompensation würde sich die Anzahl der energiearmen Haushalte verdoppeln. Die Mehrzahl dieser Haushalte hat ein geringes Einkommen und lebt in ländlichen Gebieten oder kleinen Städten (Toebben et al., 2023, *Environmental Research Letters*).

FutureLab

## Erdsystem Resilienz im Anthropozän (ERALab)

**Leitung: Jonathan Donges und Ricarda Winkelmann**

**Dieses FutureLab untersucht die Wechselwirkungen von Kippelementen und ihren Einfluss auf die Resilienz des gesamten Erdsystems im Anthropozän.**

**Kippunkte stellen einige der größten Risiken für die lebenserhaltenden Systeme der Erde und die Stabilität unserer Gesellschaften dar.** In einem bislang einmaligen Vorhaben hat ein großes internationales Forschungsteam auf der COP28 einen umfassenden Bericht über Kippunkte im Erdsystem und die potenziellen Aus-

wirkungen ihres Überschreitens sowie Möglichkeiten für gesellschaftliche Transformation veröffentlicht, zu dem mehrere ERALab-Mitglieder als Leitautor\*innen maßgeblich beigetragen haben (Lenton et al., 2023, *Global Tipping Points Report*). Der über 500 Seiten umfassende Bericht beschreibt Möglichkeiten zur Beschleunigung dringend benötigter gesellschaftlicher Veränderungen und skizziert Optionen, wie Entscheidungsträger\*innen die Risiken und Chancen besser steuern können.

**Eine gerechte Welt auf einem sicheren Planeten:**

**Studie quantifiziert erstmals Erdsystemgrenzen.** Ein internationales Forschungsteam der Earth Commission unter Mitarbeit des ERALab hat erstmals sichere und gerechte Erdsystemgrenzen auf globaler und lokaler Ebene für mehrere biophysikalische Prozesse und Systeme quantifiziert, die die Resilienz des Erdsystems regulieren (Rockström et al., 2023, *Nature*; Steward-Koster et al., 2023, *Nature Sustainability*). Zum ersten Mal werden dabei entlang der gleichen Messgrößen sowohl die planetare Sicherheit sowie verschiedene Formen der Gerechtigkeit beziffert und bewertet. Die Berücksichtigung der Gerechtigkeitsdimensionen führt insgesamt zu strengeren Erdsystemgrenzen. Gerechtigkeit wird hier definiert als die Vermeidung von erheblichen Schäden für Menschen auf der ganzen Welt, jetzt und in der Zukunft, aber auch die Einbeziehung anderer Lebewesen (Obura et al., 2023, *One Earth*). Dies stellt eine große Herausforderung dar, da viele der sicheren Grenzen bereits heute überschritten sind.

FutureLab

## Public Economics and Climate Finance

**Leitung: Kai Lessmann und Matthias Kalkuhl (MCC)**

**Mit welchen Politikinstrumenten, Steuern und Förderungen kann die Transformation zur klimaneutralen Wirtschaft effizient begleitet werden, während gleichzeitig das Wohl der Bürger im Blick behalten wird?**

**Hohe Finanzierungskosten begründen die Förderung von Kreditvergabe und Investitionen.** Mangelnder Wettbewerb und hohe Kreditvermittlungskosten im Finanzsektor wirken sich negativ auf die Transformation der Wirtschaft, beispielsweise beim Ausbau der Erneuerbaren Energien aus, wie eine neue Studie zeigt. Die Politik kann dem durch eine Förderung von Krediten

und Investitionen begegnen. Um unnötige Kosten zu vermeiden, müssen die Förderinstrumente dabei exakt die zugrundeliegenden Probleme adressieren (Lessmann & Kalkuhl, 2023, *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*).

### **Vermögenskluft in OECD-Ländern kann durch gezielte Besteuerungsstrategien effektiv verringert werden.**

Innerhalb vieler OECD-Länder nimmt die ungleiche Verteilung der Einkommen und Vermögen zu. Ein Impuls zur Umkehrung dieses Trends kann durch eine umverteilende Besteuerung gegeben werden, wobei die Besteuerung von Reichtum der Besteuerung von Kapital wegen ihrer Wirkung auf die soziale Wohlfahrt vorzuziehen ist. Zu diesem Ergebnis kommt eine neue Studie zur Verteilungswirkung verschiedener Besteuerungsstrategien (Franks & Edenhofer, 2023, *Public Finance Analysis*).

### FutureLab

## Ungleichheit, menschliches Wohlergehen und Entwicklung

Leitung: Linus Mattauch

**Ökonomische Instrumente zur Reduktion von Emissionen sind bereits gut erforscht. Wie aber beeinflusst Ungleichheit die Implementierung effektiver Klimaschutzmaßnahmen? Das Forschungsteam untersucht die politische Umsetzbarkeit solcher Eingriffe.**

**Die gesundheitlichen Vorteile der aktiven Mobilität sollten bei der optimalen Kraftstoffbepreisung berücksichtigt werden.** Höhere Benzin- und Dieselpreise können Menschen zur Wahl umwelt- und gesundheitsförderlicher Fortbewegungsalternativen wie Radfahren und zu Fuß gehen motivieren. Werden die positiven Gesundheitseffekte solcher Maßnahmen und deren entlastende Wirkung auf das Gesundheitssystem mit einbezogen, erhöhen sich die optimalen CO<sub>2</sub>-Preise von Kraftstoffen um 44% in den USA und 38% in Großbritannien (Van den Bijgaart et al., 2023, *Economica*).

**Eine gut durchdachte Fleischsteuer schützt einkommensschwache Haushalte vor übermäßiger Belastung.** Da solche Haushalte einen großen Anteil ihres Einkommens für Lebensmittel ausgeben, sind sie meist stärker von Fleischbesteuerung betroffen. Die richtige Steuergestaltung und ausgleichende Umverteilungsmaßnahmen können solche negativen Verteilungseffekte verhindern. Diese Erkenntnis ist ein wichtiger Beitrag zum Diskurs über die Tierwohlabgabe in Deutschland und die CO<sub>2</sub>-Bepreisung in der europäischen Landwirtschaft (Klenert et al., 2023, *Nature Food*).

### FutureLab

## Security, Ethnic Conflicts and Migration

Leitung: Barbora Šedová und Jacob Schewe

**Dieses FutureLab untersucht den Einfluss des Klimawandels auf menschliche Sicherheit, Konflikte und Migration und nutzt dafür u.a. biophysikalische Klimafolgen-Modellierung, ökonometrische Methoden und nichtlineare Regressionsansätze aus dem Bereich des maschinellen Lernens.**

**Extremwetterereignisse steuern nicht zu Konfliktvorhersage bei.** Während Ereignisse wie Fluten, Dürren und Wirbelstürme für sich genommen eine gewisse Vorhersagekraft in Bezug auf gewaltsame Konflikte in Afrika haben, wird diese durch stärkere sozio-ökonomische und politische Prädiktoren überlagert, insbesondere Konflikthäufigkeit in der Vergangenheit. Dieses Ergebnis untermauert die Erkenntnis, dass Zusammenhänge zwischen Klimaereignissen und Konflikten sehr kontextspezifisch sind (Michellini et al., 2023, *Humanities and Social Sciences Communications*).

**Grenzregionen in Afrika könnten besonders von klimabezogener Migration betroffen sein.** Dies ergibt eine auf ISIMIP-Klimafolgendaten basierende Modellstudie im Rahmen eines internationalen Berichts zu Klimamobilität. Insbesondere in Ostafrika wird für die nächsten Jahrzehnte ein steigender Klimaeinfluss auf die Binnenwanderung prognostiziert. Dies führt etwa in der Grenzregion zwischen Mosambik und Malawi zu verstärkter Abwanderung, in anderen Grenzregionen hingegen zu mehr Zuwanderung, etwa an Äthiopiens Grenzen mit Sudan und Somalia, zwischen Uganda und der Demokratischen Republik Kongo, aber auch zwischen Niger und Nigeria in Westafrika. Manche dieser Grenzregionen nehmen bereits viele Geflüchtete aus benachbarten Kriegsschauplätzen auf (Amakrane et al., 2023, *African Shifts: The Africa Climate Mobility Report, Addressing Climate-Forced Migration & Displacement*).

## Spieltheorie und Netzwerke interagierender Agenten

**Leitung: Jobst Heitzig (FA4) & Ulrike Kornek (MCC)**

**Was sind wirksame und faire Mechanismen und Anreize für die Zusammenarbeit bei Klimaschutz, Anpassung an den Klimawandel und anderen klimabezogenen Fragen durch Akteure, die auf verschiedenen Ebenen interagieren?**

**Wie hoch ist Ungleichheitsaversion für Klimapolitik?**

Ungleichheitsaversion misst, in welchem Maß eine Gesellschaft bereit ist, Ressourcen für die Verringerung von Ungleichheit einzusetzen. In einer Zusammenfassungsstudie zur Literatur zu Ungleichheitsaversion konnte gezeigt werden, dass Gesellschaften mit großer Sicherheit Ungleichheit verringern wollen. Dies ist ein Argument, ambitioniertere Klimapolitik zu verfolgen, wenn durch die vermiedenen Klimaschäden Ungleichheit verringert wird (del Campo et al., 2024, *Review of Environmental Economics and Policy*).

**Wie können Methoden des maschinellen Lernens helfen, gute Verhandlungsmechanismen für internationale Klimapolitik zu entwerfen?**

Maschinelle Lernmethoden werden zunehmend auch dafür eingesetzt, strategisches Verhalten in Situationen mit sich entgegengesetzten Zielen zu simulieren. Als Teilnehmende eines internationalen Wettbewerbs haben wir erforscht, ob dies auf internationale Klimaverhandlungen anwendbar ist. Dabei zeigte sich, dass der momentane Stand dieser Technik noch nicht ausreicht, um mit dem hohen Grad von Komplexität von Verhandlungen und dem Vorhandensein mehrerer strategischer Gleichgewichte umzugehen.

## Künstliche Intelligenz im Anthropozän

**Leitung: Niklas Boers**

**Wie können physikalische Modelle mit Maschinellem Lernen (ML) Ansätzen kombiniert werden für verbesserte Modellierung von Extremereignissen und Kippereignissen im Erdsystem? In einer Reihe von Studien wurden substanzielle Fortschritte im Bereich der hybriden Erdsystemmodellierung und der Quantifizierung der Stabilität verschiedener Komponenten des Erdsystems erzielt.**

**Wie können Neuronale Netzwerke Physik lernen?** Um Maschinelles Lernen für die Klimamodellierung nutzbar machen zu können, wurden Methoden entwickelt, um ML mit prozessbasierten Modellen zu kombinieren.

Insbesondere wurde gezeigt, wie hierzu existierende physikalische Modelle verändert werden müssen (Gelbrecht et al., 2023, *Geoscientific Model Development*), wie physikalische Gesetze in ML Modellen erzwungen werden können (White et al., 2023, *NeurIPS*) und wie generatives ML zur Korrektur von Klimamodellen verwendet werden kann (Hess et al., 2023, *Earth's Future*).

**Wie wirkt sich die globale Erwärmung auf potenzielle Kippelemente aus?**

Es wurde gezeigt, dass der kritische Temperatur-Grenzwert des Grönland Eisschildes bereits bei 1.7 °C über dem vorindustriellen Niveau erreicht sein könnte (Bochow et al., 2023, *Nature*). Weiterhin wurden empirische Anzeichen für einen Stabilitätsverlust des südamerikanischen Monsuns entdeckt (Bochow & Boers, 2023, *Science Advances*) und es wurde eine Methodik entwickelt, um Resilienzveränderungen von Ökosystemen wie dem Amazonas anhand von Satellitendaten zu messen (Smith et al., 2023, *Earth System Dynamics*; Smith & Boers, 2023, *Nature Communications*; *Nature Ecology & Evolution*).

## CERES Politische Ökonomie der globalen Gemeinschaftsgüter

**Leitung: Ottmar Edenhofer**

**Aktuelle Forschung zeigt, dass Wohlfahrtsmaße, die Umweltauswirkungen berücksichtigen, essenziell sind, um planetare Grenzen nicht als eine Beschränkung des Wohlstands, sondern als dessen wesentlichen Bestandteil zu verstehen.**

**Planetare Belastungsgrenzen sollten in die Kosten-Nutzen-Analyse von Politikpfaden einbezogen werden.**

Deshalb schlägt die Studie einen neuen Ansatz vor, der nur im Rahmen der Belastungsgrenzen die bestmögliche Abwägung zwischen Kosten und Nutzen wirtschaftlichen Handelns anstrebt. Bislang wurden solche Grenzen bei der Abwägung entweder ignoriert oder als starres Ziel betrachtet, das es möglichst kostengünstig zu erreichen gilt (Sureth et al., 2023, *Journal of Economics and Statistics*).

Internationaler Handel senkt die Zustimmung zu Klimapolitik und verringert die Bereitschaft zum Umweltschutz. Wenn der internationale Handel Menschen wirtschaftlich schadet, kümmern sie sich weniger um Umweltfragen. Die Studie zeigt, dass wirtschaftliche Schocks dazu führen, dass betroffene Gruppen dem Klimawandel skeptischer gegenüberstehen und ihre Unterstützung für nachhaltige und grüne Politiken zurückziehen (Bez et al., 2023, *Nature Climate Change*).

# Organigramm

Stand: 31.12.2023



# Kuratorium und Wissenschaftlicher Beirat

## Kuratorium

(Stand: 31.12.2023)

Vorsitzender: <b>Staatssekretär Tobias Dünow</b>	Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg
Stellvertretender Vorsitzender: <b>Dr. Karsten Hess</b>	Bundesministerium für Bildung und Forschung
<b>Professor Dr. Sven Chojnacki</b>	Freie Universität Berlin
<b>Professor Oliver Günther</b>	Universität Potsdam
<b>Professorin Dr. Julia von Blumenthal</b>	Humboldt-Universität zu Berlin
<b>Professorin Dr. Katja Matthes</b>	GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel
<b>Professor Dr. Peter Lemke</b>	Vorsitzender der Mitgliederversammlung des PIK
<b>Hildegard Müller</b>	Verband der Automobilindustrie e.V., Berlin

## Wissenschaftlicher Beirat

(Stand: 31.12.2023)

Vorsitzende: <b>Professorin Dr. Antje Boetius</b>	Alfred-Wegener-Institut - Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven
Stellvertretender Vorsitzender: <b>Professor Dr. Vincent Heuveline</b>	Universität Heidelberg u. Heidelberg Institute for Theoretical Studies
<b>Professorin Ginestra Bianconi</b>	Queen Mary University of London, UK
<b>Professorin Gretchen C. Daily</b>	Stanford University, USA
<b>Professor Marc Fleurbaey</b>	Paris School of Economics, France
<b>Professor Sir Andy Haines</b>	London School of Hygiene & Tropical Medicine, UK
<b>Professor Ravi Kanbur</b>	Cornell University, Ithaca, USA
<b>Professor Tim Lenton</b>	University of Exeter, UK
<b>Professor Dr. Nebojsa Nakicenovic</b>	International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria
<b>Professor Dennis Snower</b>	The Global Solutions Initiative, Berlin
<b>Professorin Jessika Trancik</b>	Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA
<b>Professorin Dr. Xiaoxiang Zhu</b>	Technische Universität München

# Angenommene Rufe und Stipendien

## Angenommene Rufe

<b>Hattermann, Fred</b>	Honorarprofessur für Klimawandel und Hydrologie an der Hochschule für Nachhaltige Entwicklung Eberswalde
<b>Popp, Alexander</b>	Professur für Nachhaltige Landnutzung und Klimaschutz an der Universität Kassel
<b>Winkelmann, Ricarda</b>	Gründungsdirektorin des Max-Planck-Instituts für Geoanthropologie in Jena

## Fellowships / Stipendien

<b>Klose, Ann Kristin</b>	DAAD Forschungsstipendium für Doktorandinnen und Doktoranden
<b>Kreuzer, Moritz</b>	Stipendium der Potsdam Graduate School
<b>Nicola, Lena</b>	Promotionsstipendium der Studienstiftung des deutschen Volkes
<b>Vallejo-Bernal, Sara M.</b>	Start-Up Funding des DFG Graduiertenkollegs NatRiskChange, Universität Potsdam

# Auszeichnungen und Ernennungen

## Auszeichnungen und Ehrungen

<b>Beaufils, Timothé und Wenz, Leonie</b>	Sir Richard Stone Prize 2023 of the International Input Output Association
<b>Bez, Charlotte</b>	Environment for Development Research Grant 2024 (Environment for Development Initiative, Gothenburg, Sweden)
<b>Edenhofer, Ottmar</b>	Berufung als Mitglied der Berlin-Brandenburg Akademie der Wissenschaften (BBAW)
<b>Frieler, Katja</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Named as one of the Top Ten Scientists Berlin-Brandenburg by tipBerlin</li><li>• Highly Cited Researcher 2023, Clarivate</li></ul>
<b>Kriegler, Elmar</b>	Highly Cited Researcher 2023, Clarivate
<b>Kurths, Jürgen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• SigmaPhi Prize of the European Physical Society for outstanding achievements in statistical physics</li><li>• Highly Cited Researcher 2023, Clarivate</li></ul>
<b>Laudien, Rahel</b>	Allianz Climate Risk Award
<b>Lotze-Campen, Hermann</b>	Highly Cited Researcher 2023, Clarivate
<b>Luderer, Gunnar</b>	Highly Cited Researcher 2023, Clarivate
<b>Niehues, Jakob</b>	Lise-Meitner-Preis für die beste Masterarbeit 2023, Institut für Physik, Humboldt-Universität zu Berlin

# Auszeichnungen und Ernennungen

## Auszeichnungen und Ehrungen

<b>Popp, Alexander</b>	Highly Cited Researcher 2023, Clarivate
<b>Prawitz, Hannah</b>	Humboldt-Preis für herausragende Masterarbeit 2023, Humboldt-Universität zu Berlin
<b>Rahmstorf, Stefan</b>	Alfred-Wegener-Medal and honorary membership of the European Geosciences Union (EGU)
<b>Rockström, Johan</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Named in 2023 in TIME100, Time magazine's annual list of the world's most influential people</li><li>• "Special Achievement Award" awarded by the Greentech Festival</li><li>• Highly Cited Researcher 2023, Clarivate</li></ul>
<b>Schellnhuber, Hans-Joachim</b>	Highly Cited Researcher 2023, Clarivate
<b>Stechemesser, Annika</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Voices of Science-fellowship of the American Geosciences Union (AGU)</li><li>• ZIA Visible Women in Science fellowship awarded by ZEIT-Verlag</li></ul>
<b>Wenz, Leonie</b>	Nennung in 'Top 40 under 40' der Wirtschaftsjournal Capital
<b>Winkelmann, Ricarda</b>	Union Lecture at the 2023 Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) in Berlin
<b>Wunderling, Nico</b>	Friedrich-Hirzebruch-Preis der Studienstiftung des deutschen Volkes

## Ernennungen / Wahl in Gremien

<b>Bodirsky, Benjamin Leon</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mitglied der Arbeitsgruppe „Ernährung, Gesundheit, Prävention“, Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften</li><li>• Coordinating Lead Author of Chapter 10 of the International Nitrogen Assessment</li></ul>
<b>Boers, Niklas</b>	Associate Editorship of the journal npj Climate and Atmospheric Physics
<b>Dietrich, Jan Philipp</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorstandsmitglied, Verein Research Software Engineers de-RSE</li><li>• Mitglied des Leitungsgremiums, Fachgruppe Research Software Engineering der Gesellschaft für Informatik</li></ul>
<b>Donges, Jonathan</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Editorship of a Special Issue on Tipping Points in the Anthropocene in the Journal Earth System Dynamics</li><li>• Lead author and section editor, Global Tipping Points Report 2023</li></ul>
<b>Edenhofer, Ottmar</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Chair of European Scientific Advisory Board on Climate Change</li><li>• Mitglied des Forums #Zukunftsstrategie: Voranbringen von Klimaschutz, Anpassung, Ernährungssicherheit und Erhaltung der biologischen Vielfalt (BMWF)</li><li>• Member of the Advisory Council of the „Green Deal Ukraine“, a joint project by Helmholtz-Zentrum Berlin to support Ukraine in energy and climate policy decisions</li><li>• Member of the Scientific Committee at the Climate Economics Chair, University Paris Dauphine-PSL</li><li>• Member of the Advisory Council, Investcorp</li></ul>
<b>Feulner, Georg</b>	Mitglied der Partnerversammlung Geo.X: Wissenschaftsnetzwerk in den Umweltwissenschaften
<b>Frieler, Katja</b>	Member of the steering committee, CMIP7 ScenarioMIP
<b>Gornott, Christoph</b>	Mitglied des Beratungsausschusses, Sonderinitiative Transformation der Agrar- und Ernährungssysteme (BMZ)
<b>Humpenöder, Florian</b>	Member of the Expert Advisory Panel, The Earthshot Prize, category Protect and Restore Nature

# Auszeichnungen und Ernennungen

## Ernennungen / Wahl in Gremien

<b>Kurths, Jürgen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Member of the Scientific Advisory Board at ICBM - Institut für Chemie und Biologie des Meeres, Oldenburg</li><li>• Mitglied des Wissenschaftlicher Beirats, Exzellenzprogramm Universität Potsdam</li></ul>
<b>Levermann, Anders</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mitglied im DFG-Fachkollegium Atmosphären-, Meeres- und Klimaforschung</li><li>• Direct Submission Editor of the journal Proceedings of the National Academy of Science</li></ul>
<b>Lotze-Campen, Hermann</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Member of the Scientific Advisory Committee of the Southern African Science Service Centre for Climate Change and Adaptive Land Management (SASSCAL)</li><li>• Mitglied im Beratungsausschuss, Wissenschaftlicher Begleitkreis „Ernährung und Landwirtschaft mit Zukunft“ (UBA)</li><li>• Mitglied der Findungskommission, Lehrstuhl „Landwirtschaftliche Betriebslehre“ (Humboldt-University Berlin)</li><li>• Mitglied der Findungskommission, Lehrstuhl „Klimafolgen“ (Universität Potsdam)</li><li>• Mitglied des Wissenschaftlichen Beirats, Bürgerrat Ernährung</li><li>• Mitglied der Arbeitsgruppe für die Neubewertung der DGE-Position zu veganer Ernährung, Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V.</li></ul>
<b>Luderer, Gunnar</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Arbeitsgruppenmitglied Akademienprojekt ESYS „Integrierte Energieversorgung“</li><li>• Review editor for chapter 8 „Transformation Pathways“ of the 2nd Austrian Assessment Report (AAR2)</li></ul>
<b>Marwan, Norbert</b>	Member of the Committee for the NNF Challenge Programme 2023 – Prediction of Climate Change and Effect of Mitigating Solutions (Novo Nordisk Foundation, Denmark)
<b>Mattauch, Linus</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Member of the Working Group „Towards Sustainable Food Consumption“, Science Advice for Policy by European Academies (SAPEA)</li><li>• Mitglied der Sachverständigengruppe „Weltwirtschaft und Sozialethik“ der Deutschen Bischofskonferenz, Studie zu Landwende</li></ul>
<b>Nicola, Lena</b>	Junior Chief Editor for the journal Polarforschung (PolF) published by the German Society for Polar Research (DGP) and AWI
<b>Pahle, Michael</b>	Member of a consultative working group for the standing Risk Committee, European Securities and Markets Authority
<b>Pichler, Peter-Paul</b>	Editorship for the journal Environmental Research: Climate
<b>Piontek, Franziska</b>	PIK Scientific Mediator
<b>Popp, Alexander</b>	Commissioner, Lancet–PPATS Commission on Prevention of Viral Spillover
<b>Reyer, Christopher</b>	Mitglied des Waldbrandschutzbeirats Brandenburg
<b>Richter, Hannah</b>	Secretary of the Scientific Working group on Sustainability in Anesthesiology of the German Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine
<b>Rockström, Johan</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Member of the Scientific Advisory Board, Sustainable Finance Lab</li><li>• Member of the Board, Greta Thunberg Foundation</li></ul>
<b>Schellnhuber, Hans Joachim</b>	Member of the Board of Trustees, The Circular Bioeconomy Alliance: Accelerate transition to circular economy
<b>Undorf, Sabine</b>	PIK Scientific Mediator
<b>Waid, Jillian</b>	Member of the Working Group, Causal Mediation Research, IMMANA programme (Innovative Methods and Metrics for Agriculture and Nutrition Actions)
<b>Weisz, Helga</b>	Member of the Academy Council, Austrian Academy of Sciences

# Drittmittelprojekte

## Projekte gestartet im Jahr 2023

Akronym	Projekttitle	FA	Ref.Nr	Mittelgeber	von	bis
<b>PERSEVERE2</b>	ClimXtreme II - Verbundprojekt Modul A Physik und Prozesse, Teilprojekt 4; A4 PERSEVERE2 - Anhaltende Sommer-Extreme über Europa aufgrund von Wellen-Resonanz-Ereignissen	1	91222	BMBF/DLR	01.08.23	31.07.26
<b>PalMod III</b>	PalMod III - Verbundprojekt WP 1.4 Instabilitäten der Eisschilde - TP: 2 Interaktion vom Grönländischen und Antarktischen Eisschild mit dem globalen Klimasystem und der festen Erde	1	91224	BMBF/DLR	01.09.23	31.08.26
<b>MELANGE-PISM</b>	Auswirkungen von Eismélange auf den Eisfluss und das Kalben grönländischer Gletscher	1	97101	Deutsche Forschungsgemeinschaft	01.08.23	31.07.26
<b>ICE-MOC</b>	Rückkopplungen zwischen dem Grönländischen und dem Antarktischen Eisschild über die meridionale Umwälzpumpe und dem relativen Meeresspiegel	1	97102	Deutsche Forschungsgemeinschaft	01.10.23	31.03.26
<b>PREVENT</b>	„IMPROVED PREDICTABILITY OF EXTREMES OVER THE MEDITERRANEAN FROM SEASONAL TO DECADEAL TIMESCALES“	1	96164	Europäische Union	01.10.23	30.09.26
<b>TIPMIP</b>	Contribution to Earth Commission coordination and organization team; support for TIPMIP Working Group	1	94138	Stiftelsen Future Earth Sverige	01.01.23	31.12.23
<b>ReForMit</b>	Understanding and securing the resilience of forest-based climate change mitigation	1	94156	Stockholm Universität / Stockholm Resilience Center	21.12.23	31.12.28
<b>Heraeus-Klausurtagung 2023</b>	Interaktionen – im Klimasystem erforschen, im Eismodell verbessern, im Team stärken	1	90114	Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung	01.08.23	31.12.23
<b>PB Sci-Lab</b>	Planetary Boundary Science Lab: Planetary Health Check	1 / VB	94150	Virgin Unite USA, Inc.	01.08.23	31.12.25
<b>Juba River</b>	Consultancy to Undertake Assessment on Hydro climatic modelling for Developing scenarios of future water availability under climate change conditions for the Juba River basin	2	95231	adelphi consult GmbH	01.06.23	14.12.23
<b>GESUND</b>	GESUND - GEMüse für Schulen – UNtersuchung des Einflusses von Schulgärten in Deutschland auf die Ernährung	2	91220	BMBF/DLR	01.06.23	30.11.23
<b>AgrImpact</b>	Evaluating the impact of agroecological practices on farm system resilience in Madagascar - AgrImpact	2	91219	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) / Deutsches Evaluierungsinstitut der Entwicklungszusammenarbeit (DEval)	01.04.23	30.09.25
<b>CCH CP2_2</b>	Klimawandel und Gesundheit in Afrika südlich der Sahara für das Teilprojekt ZP 02 Bereitstellung von klimatischen und biophysikalischen Antriebsdaten für Gesundheitsprojektionen	2	9799	Deutsche Forschungsgemeinschaft	01.01.23	31.12.25
<b>CCH PI3_2</b>	Klimawandel und Gesundheit in Afrika südlich der Sahara für das Teilprojekt TP 03 Ernährungssicherheit auf Haushaltsebene unter klimatischen Einflüssen und verschiedenen Anpassungsszenarien	2	97100	Deutsche Forschungsgemeinschaft	01.01.23	31.12.25
<b>MONTEVITIS</b>	Integrating a Comprehensive European Approach for Climate Change Mitigation and Adaptation in Montenegro Viticulture	2	96157	Europäische Union	01.01.23	31.12.25
<b>BeyondSDG</b>	Transformation towards long-term sustainability beyond Sustainable Development Goals	2	96160	Europäische Union	01.09.23	31.08.28
<b>ProGIRH</b>	Multisektorales Wasserressourcenmanagement im Einzugsgebiet des Mantaroflusses (ProGIRH)	2	94140	GIZ - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	15.02.23	31.12.24
<b>NCS-SIM</b>	Support for Post-Doctoral Fellowships	2/1	94143	Conservation International Foundation	01.03.23	28.02.25
<b>AGRICA_Ethiopia</b>	Klimasensible Innovationen für das Landmanagement in Äthiopien	2	94147	GIZ - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	01.04.23	31.03.24
<b>PACO</b>	Umsetzung regionaler und nationaler Anpassungsprioritäten in West- und Zentralafrika	2	94153	GIZ - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	01.11.23	31.10.27
<b>AQUASIA</b>	AQUASIA - Advancing Hydrological Modeling for Improved Water Availability Forecasts Simulations in Central Asia	2	94154	GIZ - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	15.12.23	31.12.25
<b>Agrica Ruanda</b>	AGRICA Ruanda - Unterstützung von Klimarisikoanalysen für den Agrarsektor in Ruanda	2	94155	GIZ - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	01.11.23	30.09.25
<b>Critical</b>	Landscape Criticality in the Anthropocene - Biodiversity	2	94139	Leibniz-Gemeinschaft	01.03.23	28.02.26
<b>1.5 NPE</b>	Renew and enhance support – 1.5 °C National Pathway Explorer	3	94151	Climate Analytics gGmbH	01.07.23	30.06.26
<b>NGFS4</b>	Continued support for the Network for Greening the Financial System (NGFS) scenarios project	3	94137	ClimateWorks Foundation	01.01.23	31.12.23

Akronym	Projekttitle	FA	Ref.Nr	Mittelgeber	von	bis
<b>CCH CP2_2</b>	Klimawandel und Gesundheit in Afrika südlich der Sahara für das Teilprojekt ZP 02 Bereitstellung von klimatischen und biophysikalischen Antriebsdaten für Gesundheitsprojektionen	3	9798	Deutsche Forschungsgemeinschaft	01.01.23	31.12.25
<b>PRISMA</b>	Net zero Pathway Research through Integrated aSessment Model Advancements	3	96154	Europäische Union	01.01.23	31.12.26
<b>OptimESM</b>	Optimal High Resolution Earth System Models for Exploring Future Climate Changes	3	96156	Europäische Union	01.01.23	31.12.27
<b>CAPABLE</b>	ClimAte Policy AcceptaBiLity Economic framework	3	96159	Europäische Union	01.01.23	31.12.25
<b>ACCREU</b>	Assessing Climate Change Risk in Europe	3	96161	Europäische Union	01.06.23	30.09.26
<b>UPTAKE</b>	Bridging current knowledge gaps to enable the UPTAKE of carbon dioxide removal methods	3	96162	Europäische Union	01.09.23	31.08.27
<b>SPARCCL</b>	Socioeconomic Pathways, Adaptation and Resilience to Changing CLimate in Europe	3	96163	Europäische Union	01.09.23	28.02.27
<b>LIFE-COASE</b>	LIFE COASE - Collaborative Observatory for Assessment of the EU ETS	3	95232	European University Institute	26.06.23	31.12.25
<b>Climate-nature scenarios</b>	Climate-nature scenarios: conceptual framework and research	3	94148	Finance for Biodiversity Foundation (Nature Finance)	10.06.23	31.03.24
<b>COMITTED</b>	Enhanced sharing of good practices on greenhouse gas emissions modelling between EU and Asian countries	3	95229	PBL Netherlands Environmental Assessment Agency	01.01.23	30.06.26
<b>USB</b>	Umstrittener städtischer Boden: Ökonomische und wirtschaftsethische Analysen	3	94152	Phil.-Theol. Hochschule Sankt Georgen e.V.	01.10.23	31.12.26
<b>ETS_post2030</b>	Study on Issues and Options for EU Emissions Trading after 2030 (CLIMA/2022/OP/0012)	3	95230	Technopolis France	21.06.23	02.09.24
<b>NFDI4Earth Incubator</b>	Web-based, user-driven climate impact data extraction	3	97103	TU Dresden	01.12.23	31.05.24
<b>PPP Australien</b>	Programm des Projektbezogenen Personenaustauschs Australien 2023-2025	4	9359	DAAD	01.01.23	31.12.24
<b>NDA23</b>	Nonlinear Data Analysis and Modeling: Advances, Applications, Perspectives (NDA23)	4	90113	Deutsche Forschungsgemeinschaft	01.03.23	31.12.23
<b>Komplexe Netzwerke</b>	Komplexe dynamische Netzwerke: Effekte von Heterogenität, Adaptivität und Topologie der Kopplungen	4	9796	Deutsche Forschungsgemeinschaft	01.04.23	31.12.23
<b>BleßbergCave</b>	Evaluation der Isothermal-Thermolumineszenzdatierung als Methode zur Bestimmung Mittelpleistozäner Wachstumsphasen von Speläothemen der Bleßberghöhle	4	9797	Deutsche Forschungsgemeinschaft	01.04.23	31.10.24
<b>Info_EW</b>	VV: Info_EW - Datenbasierte Informationssysteme für kommunale Entscheidungsträger zur Abschätzung der sozialen und wirtschaftlichen Auswirkungen von Energiewende und Strukturwandel; TV: Räumliche und soziale Verteilungseffekte	pFL	91223	BMWK/PTJ	01.10.23	30.09.26
<b>Ariadne II</b>	Verbundvorhaben ARIADNE2: Evidenzbasiertes Assessment für die Gestaltung der deutschen Energiewende - Teilvorhaben A0-2	VB/3	91225	BMBF/PTJ	01.09.23	31.08.26
<b>NCS Additionality</b>	TIME CO2 Fellowship: NCS Additionality - Advancing a new Carbon Neutrality Framework	VB	94149	CO2, LLC	01.09.23	31.08.25
<b>Lancet2.0</b>	Funding of two Post-Doctoral Research Fellow positions, Modelling Principal Support and allocated research funding for the EAT-Lancet 2.0	VB	94144	EAT Foundation	01.01.23	30.06.25
<b>PIK - klimaneutraler Forschungsbetrieb</b>	PIK - klimaneutraler Forschungsbetrieb	VB	94146	Leibniz-Gemeinschaft	01.04.23	31.03.24
<b>Spende</b>	Donation to promote young talents (PhD students, Postdocs) and to support the scientific work of the PIK Board.	VB	94145	National Philanthropic Trust	01.04.23	31.03.26
<b>TetraPakAdvice</b>	Supporting Prof. Dr. Johan Rockström with tasks that relates to his engagement as Advisor to Tetra Pak	VB	95228	Tetra Pak International SA	01.01.23	31.12.23

VB = Vorstandsbereich / Board of Directors  
pFL = FutureLab Social Metabolism & Impacts

# Veröffentlichungen 2023

## Artikel in begutachteten Zeitschriften

- Abrams, J. F., Huntingford, C., Williamson, M. S., Armstrong McKay, D. I., Boulton, C. A., Buxton, J. E., **Sakschewski, B., Loriani, S., Zimm, C., Winkelmann, R., Lenton, T. M.** (2023): Committed Global Warming Risks Triggering Multiple Climate Tipping Points. - *Earth's Future*, 11, 11, e2022EF003250. <https://doi.org/10.1029/2022EF003250>
- Alberti, T., Faranda, D., Lucarini, V., **Donner, R. V., Dubrulle, B., Daviaud, F.** (2023): Scale dependence of fractal dimension in deterministic and stochastic Lorenz-63 systems. - *Chaos*, 33, 2, 0231144. <https://doi.org/10.1063/5.0106053>
- Alberti, T., Daviaud, F., **Donner, R. V., Dubrulle, B., Faranda, D., Lucarini, V.** (2023): Chameleon attractors in turbulent flows. - *Chaos, Solitons and Fractals*, 168, 113195. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2023.113195>
- Anderies, J. M., **Barfuss, W., Donges, J. F., Fetzer, I., Heitzig, J., Rockström, J.** (2023): A modeling framework for World-Earth system resilience: exploring social inequality and Earth system tipping points. - *Environmental Research Letters*, 18, 9, 095001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ace91d>
- Anderson, W., Baethgen, W., Capitanio, F., Ciais, P., Cook, B. I., Cunha, C. G. d., Goddard, L., **Schauberger, B., Sonder, K., Podestá, G., van der Velde, M., You, L.** (2023): Climate variability and simultaneous breadbasket yield shocks as observed in long-term yield records. - *Agricultural and Forest Meteorology*, 331, 109321. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2023.109321>
- Andreoni, P., Aleluia Reis, L., Drouet, L., Dessens, O., Fragkos, P., **Pietzcker, R. C., Pye, S., Rodrigues, R., Tavoni, M.** (2023): Fossil extraction bans and carbon taxes: Assessing their interplay through multiple models. - *iScience*, 26, 4, 106377. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.106377>
- Ansari, S., Heitzig, J., Moosavi, M. R.** (2023): Optimizing testing strategies for early detection of disease outbreaks in animal trade networks via MCMC. - *Chaos*, 33, 4, 043144. <https://doi.org/10.1063/5.0125434>
- Antary, N., Trauth, M. H., Marwan, N.** (2023): Interpolation and sampling effects on recurrence quantification measures. - *Chaos*, 33, 10, 103105. <https://doi.org/10.1063/5.0167413>
- Arumugam, P., Chemura, A., Aschenbrenner, P., Schauburger, B., Gornott, C.** (2023): Climate change impacts and adaptation strategies: an assessment on sorghum for Burkina Faso. - *European Journal of Agronomy*, 142, 126655. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126655>
- Astou Sambou, M. H., Albergel, J., Vissin, E. W., **Liersch, S., Koch, H., Szantoi, Z., Baba, W., Sane, M. L., Toure, I.** (2023): Prediction of land use and land cover change in two watersheds in the Senegal River basin (West Africa) using the Multilayer Perceptron and Markov chain model. - *European Journal of Remote Sensing*, 56, 1, 2231137. <https://doi.org/10.1080/22797254.2023.2231137>
- Aussenac, R., Monnet, J.-M., Matija Klopčič, M., Hawryto, P., Socha, J., **Mahnken, M., Gutsch, M., Cordonnier, T., Vallet, P.** (2023): Diameter, height and species of 42 million trees in three European landscapes generated from field data and airborne laser scanning data. - *Open Research Europe*, 3, 32. <https://doi.org/10.12688/openreseurope.15373.2>
- Badr, H. S., Colston, J. M., Nguyen, N.-L.-H., Chen, Y. T., Burnett, E., Ali, S. A., Rayamajhi, A., Satter, S. M., Van Trang, N., Eibach, D., Krumkamp, R., May, J., Adegnik, A. A., Manouana, G. P., Kreamsner, P. G., Chilengi, R., Hatyoka, L., Debes, A. K., Ateudjieu, J., Faruque, A. S. G., Hossain, M. J., Kanungo, S., Kotloff, K. L., Mandomando, I., Nisar, M. I., Omore, R., Sow, S. O., Zaidi, A. K. M., **Lambrech, N., Adu, B., Page, N., Platts-Mills, J. A., Mavacala Freitas, C., Pelkonen, T., Ashorn, P., Maleta, K., Ahmed, T., Bessong, P., Bhutta, Z. A., Mason, C., Mduma, E., Olortegui, M. P., Peñataro Yori, P., Lima, A. A. M., Kang, G., Humphrey, J., Ntozini, R., Prendergast, A. J., Okada, K., Wongboot, W., Langeland, N., Moyo, S. J., Gaensbauer, J., Melgar, M., Freeman, M., Chard, A. N., Thongpaseuth, V., Houpt, E., Zaitchik, B. F., Kosek, M. N.** (2023): Spatiotemporal variation in risk of Shigella infection in childhood: a global risk mapping and prediction model using individual participant data. - *The Lancet Global Health*, 11, 3, e373-e384. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(22\)00549-6](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(22)00549-6)
- Balasis, G., Balikhin, M. A., Chapman, S. C., Consolini, G., Daglis, I. A., **Donner, R. V., Kurths, J., Paluš, M., Runge, J., Tsurutani, B. T., Vassiliadis, D., Wing, S., Gjerloev, J. W., Johnson, J., Materassi, M., Alberti, T., Papadimitriou, C., Manshour, P., Boutsis, A. Z., Stumpo, M.** (2023): Complex Systems Methods Characterizing Nonlinear Processes in the Near-Earth Electromagnetic Environment: Recent Advances and Open Challenges. - *Space Science Reviews*, 219, 38. <https://doi.org/10.1007/s11214-023-00979-7>
- Banerjee, A., Kemter, M., Goswami, B., Merz, B., Kurths, J., Marwan, N.** (2023): Spatial coherence patterns of extreme winter precipitation in the U.S. - *Theoretical and Applied Climatology*, 152, 385-395. <https://doi.org/10.1007/s00704-023-04393-5>
- Baudry, G., **Costa, L., Di Lucia, L., Slade, R.** (2023): An interactive model to assess pathways for agriculture and food sector contributions to country-level net-zero targets. - *Communications Earth and Environment*, 4, 46. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00693-w>
- Bauer, N., Keller, D. P., Garbe, J., Karstens, K., Piontek, F., von Bloh, W., Thiery, W., Zeitz, M., Mengel, M., Strefler, J., Thonicke, K., Winkelmann, R.** (2023): Exploring risks and benefits of overshooting a 1.5 °C carbon budget over space and time. - *Environmental Research Letters*, 18, 054015. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/accd83>
- Beaufils, T., Berthet, E., Ward, H., Wenz, L.** (2023): Beyond production and consumption: using throughflows to untangle the virtual trade of externalities. - *Economic Systems Research*, 35, 3, 376-396. <https://doi.org/10.1080/09535314.2023.2174003>
- Beaufils, T., Ward, H., Jakob, M., Wenz, L.** (2023): Assessing different European Carbon Border Adjustment Mechanism implementations and their impact on trade partners. - *Communications Earth and Environment*, 4, 131. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00788-4>
- Becker, R., Schüth, C., Merz, R., Khaliq, T., Usman, M., Beek, T. a. d., Kumar, R., Schulz, S.** (2023): Increased heat stress reduces future yields of three major crops in Pakistan's Punjab region despite intensification of irrigation. - *Agricultural Water Management*, 281, 108243. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108243>
- Beckmann, J., Winkelmann, R.** (2023): Effects of extreme melt events on ice flow and sea level rise of the Greenland Ice Sheet. - *The Cryosphere*, 17, 7, 3083-3099. <https://doi.org/10.5194/tc-17-3083-2023>
- Beier, F., Bodirsky, B. L., Heinke, J., Karstens, K., Dietrich, J. P., Müller, C., Stenzel, F., von Jeetze, P. J., Popp, A., Lotze-Campen, H.** (2023): Technical and Economic Irrigation Potentials within land and water boundaries. - *Water Resources Research*, 59, 4, e2021WR031924. <https://doi.org/10.1029/2021WR031924>
- Ben-Yami, M., Skiba, V., Bathiany, S., Boers, N.** (2023): Uncertainties in critical slowing down indicators of observation-based fingerprints of the Atlantic Overturning Circulation. - *Nature Communications*, 14, 8344. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-44046-9>
- Beringer, T., Müller, C., Chatterton, J., Kulak, M., Schaphoff, S., Jans, Y.** (2023): CO<sub>2</sub> fertilization effect may balance climate change impacts on oil palm cultivation. - *Environmental Research Letters*, 18, 5, 054019. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/accd5>
- Berner, R., Gross, T., Kuehn, C., **Kurths, J., Yanchuk, S.** (2023): Adaptive dynamical networks. - *Physics Reports*, 1031, 1-59. <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2023.08.001>
- Beron-Vera, F. J., Olascoaga, M. J., **Helfmann, L., Miron, P.** (2023): Sampling-Dependent Transition Paths of Iceland-Scotland Overflow Water. - *Journal of Physical Oceanography*, 53, 4, 1151-1160. <https://doi.org/10.1175/JPO-D-22-0172.1>
- Beyer, R. M., **Schewe, J., Abel, G. J.** (2023): Modeling climate migration: dead ends and new avenues. - *Frontiers in Climate*, 5, 1212649. <https://doi.org/10.3389/fclim.2023.1212649>
- Bez, C. S., Bosetti, V., Colantone, I., Zanardi, M.** (2023): Exposure to international trade lowers green voting and worsens environmental attitudes. - *Nature Climate Change*, 13, 1131-1135. <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01789-z>

- Bi, S., Bauer, N., Jewell, J.** (2023): Coal-exit alliance must confront freeriding sectors to propel Paris-aligned momentum. - *Nature Climate Change*, 13, 130-139. <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01570-8>
- Bianconi, G., Arenas, A., Biamonte, J., Carr, L. D., Kahng, B., Kertesz, J., **Kurths, J.**, Lü, L., Masoller, C., Motter, A. E., Perc, M., Radicchi, F., Ramaswamy, R., Rodrigues, F. A., Sales-Pardo, M., San Miguel, M., Thurner, S., Yasseri, T. (2023): Complex systems in the spotlight: next steps after the 2021 Nobel Prize in Physics. - *Journal of Physics: Complexity*, 4, 1, 010201. <https://doi.org/10.1088/2632-072X/ac7f75>
- Biehl, J., Missbach, L., Riedel, F., Stemmler, R., Jüchter, J., Weber, J., Kucknat, J., **Odenweller, A., Nauck, C.**, Lukassen, L. J., Zech, M., Grimm, M. (2023): Wicked facets of the German energy transition – examples from the electricity, heating, transport, and industry sectors. - *International Journal of Sustainable Energy*, 42, 1, 1128-1181. <https://doi.org/10.1080/14786451.2023.2244602>
- Bien, S.**, Schultz, P., **Heitzig, J., Donges, J. F.** (2023): Resilience basins of complex systems: An application to prosumer impacts on power grids. - *Chaos*, 33, 063148. <https://doi.org/10.1063/5.0120891>
- Biermann, F., Sun, Y., Banik, D., Beisheim, M., Bloomfield, M. J., Charles, A., Chasek, P., Hickmann, T., **Pradhan, P.**, Sénit, C.-A. (2023): Four governance reforms to strengthen the SDGs. - *Science*, 381, 6663, 1159-1160. <https://doi.org/10.1126/science.adj5434>
- Bochow, N., Boers, N.** (2023): The South American monsoon approaches a critical transition in response to deforestation. - *Science Advances*, 9, 40, eadd9973. <https://doi.org/10.1126/sciadv.ad9973>
- Bochow, N.**, Poltronieri, A., **Robinson, A.**, Montoya, M., Rypdal, M., **Boers, N.** (2023): Overshooting the critical threshold for the Greenland ice sheet. - *Nature*, 622, 528-536. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06503-9>
- Boonstra, W. J., Kim, R. E., Kotzé, L. J., Lim, M., Magalhães, P., Preston, B. J., **Rockström, J.**, Taylor, P. (2023): Earth steward: Will Steffen's contributions to Earth System Science, governance and law [Editorial]. - *Ambio*, 52, 995-1003. <https://doi.org/10.1007/s13280-023-01867-8>
- Borghesi, S., **Pahle, M.**, Perino, G., **Quemin, S.**, Willner, M. (2023): The Market Stability Reserve in the EU Emissions Trading System: A Critical Review. - *Annual Review of Resource Economics*, 15, 131-152. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-111820-030145>
- Botta, N., Brede, N.**, Crucifix, M., Ionescu, C., Jansson, P., Li, Z., Martínez-Montero, M., Richter, T. (2023): Responsibility under uncertainty: which climate decisions matter most? - *Environmental Modeling and Assessment*, 28, 337-365. <https://doi.org/10.1007/s10666-022-09867-w>
- Boulton, C. A., Lenton, T. M., **Boers, N.** (2023): Reply to: Little evidence that Amazonian rainforests are approaching a tipping point. - *Nature Climate Change*, 13, 1321-1323. <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01854-7>
- Brandt, C., **Marwan, N.** (2023): Difference recurrence plots for structural inspection using guided ultrasonic waves. - *European Physical Journal - Special Topics*, 232, 1, 69-81. <https://doi.org/10.1140/epjs/s11734-022-00701-8>
- Braun, T.**, Breitenbach, S. F. M., **Skiba, V.**, Lechleitner, F. A., Ray, E. E., Baldini, L. M., Polyak, V. J., Baldini, J. U. L., Kennett, D. J., Pruber, K. M., **Marwan, N.** (2023): Decline in seasonal predictability potentially destabilized Classic Maya societies. - *Communications Earth and Environment*, 4, 82. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00717-5>
- Braun, T., Krämer, K.-H., Marwan, N.** (2023): Recurrence flow measure of nonlinear dependence. - *European Physical Journal - Special Topics*, 232, 1, 57-67. <https://doi.org/10.1140/epjs/s11734-022-00687-3>
- Breitenbach, S., **Marwan, N.** (2023): Acquisition and analysis of greyscale data from stalagmites using ImageJ software. - *Cave and Karst Science*, 50, 2, 69-78.
- Brown, T., **Hampp, J.** (2023): Ultra-long-duration energy storage anywhere: Methanol with carbon cycling. - *Joule*, 7, 11, 2414-2420. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2023.10.001>
- Buckland, C. E., Thomas, D. S. G., **Jägermeyr, J., Müller, C.**, Smith, J. A. C. (2023): Drought-tolerant succulent plants as an alternative crop under future global warming scenarios in sub-Saharan Africa. - *Global Change Biology Bioenergy*, 15, 10, 1187-1308. <https://doi.org/10.1111/gcbb.13095>
- Bukh, A. V., Shepelev, I. A., Elizarov, E. M., Muni, S. S., **Schöll, E.**, Strelkova, G. I. (2023): Role of coupling delay in oscillatory activity in autonomous networks of excitable neurons with dissipation. - *Chaos*, 33, 7, 073114. <https://doi.org/10.1063/5.0147883>
- Burylko, O.**, Wolfrum, M., **Yanchuk, S., Kurths, J.** (2023): Time-reversible dynamics in a system of two coupled active rotators. - *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 479, 2278, 20230401. <https://doi.org/10.1098/rspa.2023.0401>
- Buschmann, S., **Hoffmann, P.**, Agarwal, A., **Marwan, N., Nocke, T.** (2023): GPU-based, interactive exploration of large spatiotemporal climate networks. - *Chaos*, 33, 043129. <https://doi.org/10.1063/5.0131933>
- Büttner, A., Plietzsch, A., Anvari, M., Hellmann, F.** (2023): A framework for synthetic power system dynamics. - *Chaos*, 33, 083120. <https://doi.org/10.1063/5.0155971>
- Cano-Crespo, A.**, Traxl, D., Prat-Ortega, G., **Rolinski, S., Thonicke, K.** (2023): Characterization of land cover-specific fire regimes in the Brazilian Amazon. - *Regional Environmental Change*, 23, 19. <https://doi.org/10.1007/s10113-022-02012-z>
- Cantisán, J., **Yanchuk, S.**, Seoane, J. M., Sanjuán, M. A. F., **Kurths, J.** (2023): Rate and memory effects in bifurcation-induced tipping. - *Physical Review E*, 108, 2, 024203. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.108.024203>
- Carducci, B., **Jägermeyr, J.**, Ruane, A. C., Fanzo, J. (2023): Rising to the challenge: Producing and sustaining a nutrient-dense and climate-resilient food basket for all [Commentary]. - *One Earth*, 6, 11, 1443-1446. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2023.10.006>
- Carra, S. H. Z., Drastig, K., Palhares, J. C. P., Bortolin, T. A., **Koch, H.**, Schneider, V. E. (2023): Impact Assessment of Livestock Production on Water Scarcity in a Watershed in Southern Brazil. - *Water*, 15, 22, 3955. <https://doi.org/10.3390/w15223955>
- Cavedon-Capdeville, F. S., **Serraglio, D. A.**, Velez-Echeverri, J., Madrigal-Pérez, M. F., Castro-Buitrago, E. (2023): La movilidad humana en los litigios climáticos: aportes de América latina desde la perspectiva de los derechos humanos. - *Revista Catalana de Dret Ambiental*, 14, 1. <https://doi.org/10.17345/rcda3558>
- Cerasoni, J. N., Hallett, E. Y., Ben Arous, E., **Beyer, R. M.**, Krapp, M., Manica, A., Scerri, E. M. L. (2023): Archaeological sites and palaeoenvironments of Pleistocene West Africa. - *Journal of Maps*, 18, 4, 630-637. <https://doi.org/10.1080/17445647.2022.2052767>
- Chandramohan, S., Salinger, A. P., **Wendt, A., Waid, J. L.**, Kalam, M. A., Delea, M. G., Comeau, D. L., **Sobhan, S., Gabrysch, S.**, Sinharoy, S. (2023): Diagnosing norms and norm change in rural Bangladesh: an exploration of gendered social norms and women's empowerment. - *BMC Public Health*, 23, 2337. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-17213-2>
- Cheek, J. Z., **Lambrecht, N.**, den Braber, B., Akanchha, N., Govindarajulu, D., Jones, A. D., Chhatre, A., Rasmussen, L. V. (2023): Wild foods contribute to women's higher dietary diversity in India. - *Nature Food*, 4, 476-482. <https://doi.org/10.1038/s43016-023-00766-1>
- Chen, M., Cao, M., Zhang, J., **Pradhan, P.**, Guo, H., Fu, B., Li, Y., Bai, Y., Chang, L., Chen, Y., Sun, Z., Meadows, M., Xu, Z., Zhu, R., Wu, K., Lü, G. (2023): Spatio-temporal changes in the causal interactions among sustainable development goals in china. - *Humanities and Social Sciences Communications*, 10, 450. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01952-z>
- Chen, M., Qian, Z., **Boers, N.**, Jakeman, A. J., Kettner, A. J., Brandt, M., Kwan, M.-P., Batty, M., Li, W., Zhu, R., Luo, W., Ames, D. P., Barton, C. M., Cuddy, S. M., Koirala, S., Zhang, F., Ratti, C., Liu, J., Zhong, T., Liu, J., Wen, Y., Yue, S., Zhu, Z., Zhang, Z., Sun, Z., Lin, J., Ma, Z., He, Y., Xu, K., Zhang, C., Lin, H., Lü, G. (2023): Iterative integration of deep learning in hybrid Earth surface system modelling. - *Nature Reviews Earth & Environment*, 4, 568-581. <https://doi.org/10.1038/s43017-023-00452-7>
- Chepkoech, W., Stöber, S., Kurgat, B. K., Bett, H. K., Mungai, N. W., **Lotze-Campen, H.** (2023): What drives diversity in climate change adaptation strategies for African indigenous vegetable production in Kenya? - *Economic Analysis and Policy*, 77, 716-728. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2022.12.016>
- Chrysooulakis, N., Ludlow, D., Mitraka, Z., Somarakis, G., Khan, Z., Lauwaet, D., Hooyberghs, H., Feliu, E., Navarro, D., Feigenwinter, C., **Holsten, A.**, Soukup, T., Dohr, M., Marconcini, M., Holt Andersen, B. (2023): Copernicus for urban resilience in Europe. - *Scientific Reports*, 13, 16251. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-43371-9>

- Chuvieco, E., Yebra, M., Martino, S., **Thonicke, K.**, Gomez-Gimenez, M., San-Miguel-Ayanz, J., Oom, D., Velea, R., Mouillot, F., Molina, J. R., Miranda, A. I., Lopes, D., Salis, M., Bugarcic, M., Sofiev, M., Kadantsev, E., Gitas, I. Z., Stavrakoudis, D., Eftychidis, G., Bar-Massada, A., Neidermeier, A., Pampanoni, V., Pettinari, M. L., Arrogante-Funes, F., Ochoa, C., Moreira, B., Viegas, D. (2023): Towards an Integrated Approach to Wildfire Risk Assessment: When, Where, What and How May the Landscapes Burn. - *Fire*, 6, 5, 215. <https://doi.org/10.3390/fire6050215>
- Collins-Sowah, P. A.**, Adjini, K. C., Henning, C. H. C. A., Kanu, E. A. (2023): Risk management under climate change and its implication on technical efficiency: Evidence from Senegal. - *Q Open*, 3, 1, qoad006. <https://doi.org/10.1093/qopen/qoad006>
- Commar, L. F. S., **Abrahão, G. M.**, Costa, M. H. (2023): A possible deforestation-induced synoptic-scale circulation that delays the rainy season onset in Amazonia. - *Environmental Research Letters*, 18, 4, 044041. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acc95f>
- Conradt, T., Engelhardt, H., Menz, C.**, Vicente-Serrano, S. M., Alvarez Farizo, B., Peña-Angulo, D., Domínguez-Castro, F., Eklundh, L., Jin, H., Boincean, B., Murphy, C., López-Moreno, J. I. (2023): Cross-sectoral impacts of the 2018–2019 Central European drought and climate resilience in the German part of the Elbe River basin. - *Regional Environmental Change*, 23, 32. <https://doi.org/10.1007/s10113-023-02032-3>
- Costa, A. A., **Guimarães, S. O.**, Sales, D. C., das Chagas Vasconcelos Junior, F., Marinho, M. W. S., Pereira, J. M. R., Martins, E. S. P. R., da Silva, E. M. (2023): Precipitation extremes over the tropical Americas under RCP4.5 and RCP8.5 climate change scenarios: Results from dynamical downscaling simulations. - *International Journal of Climatology*, 43, 2, 787-803. <https://doi.org/10.1002/joc.7828>
- Creutzig, F., **Hilaire, J.**, Nemet, G., **Müller-Hansen, F.**, Minx, J. C. (2023): Technological innovation enables low cost climate change mitigation. - *Energy Research and Social Science*, 105, 103276. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103276>
- Dashti, H., Saberi, A. A., Rahbari, S., **Kurths, J.** (2023): Emergence of rigidity percolation in flowing granular systems. - *Science Advances*, 9, 35, eadh5586. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh5586>
- Dayani, Z., Parastesh, F., Jafari, S., **Schöll, E., Kurths, J.**, Sprott, J. C. (2023): Similar Master Stability Functions for Different Coupling Schemes in Basic Chaotic Systems. - *International Journal of Bifurcation and Chaos*, 33, 10, 2350122. <https://doi.org/10.1142/S0218127423501225>
- Dayani, Z., Parastesh, F., Nazarimehr, F., Rajagopal, K., Jafari, S., **Schöll, E., Kurths, J.** (2023): Optimal time-varying coupling function can enhance synchronization in complex networks. - *Chaos*, 33, 3, 033139. <https://doi.org/10.1063/5.0142891>
- De Simone, M., Pradhan, P., Kropp, J. P., Rybski, D.** (2023): A large share of Berlin's vegetable consumption can be produced within the city. - *Sustainable Cities and Society*, 91, 104362. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104362>
- De, S., **Gupta, S.**, Unni, V. R., Ravindran, R., Kasthuri, P., **Marwan, N., Kurths, J.**, Sujith, R. I. (2023): Study of interaction and complete merging of binary cyclones using complex networks. - *Chaos*, 33, 013129. <https://doi.org/10.1063/5.0101714>
- Dekker, M. M., Daioglou, V., **Pietzcker, R. C., Rodrigues, R.**, de Boer, H.-S., Dalla Longa, F., Drouet, L., Emmerling, J., Fattahi, A., Fotio, T., Fragkos, P., Fricko, O., Gusheva, E., Harmsen, M., Huppmann, D., Kannavou, M., Krey, V., Lombardi, F., **Luderer, G.**, Pfenninger, S., Tsiropoulos, I., Zakeri, B., van der Zwaan, B., Usher, W., van Vuuren, D. (2023): Identifying energy model fingerprints in mitigation scenarios. - *Nature Energy*, 8, 1395-1404. <https://doi.org/10.1038/s41560-023-01399-1>
- Di Capua, G., Coumou, D.**, van den Hurk, B., Weisheimer, A., Turner, A. G., **Donner, R. V.** (2023): Validation of boreal summer tropical-extratropical causal links in seasonal forecasts. - *Weather and Climate Dynamics*, 4, 3, 701-723. <https://doi.org/10.5194/wcd-4-701-2023>
- Di Capua, G., Rahmstorf, S.** (2023): Extreme weather in a changing climate [comment]. - *Environmental Research Letters*, 18, 102001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acfb23>
- Dolphin, G., **Pahle, M.**, Burtraw, D., **Kosch, M.** (2023): A net-zero target compels a backward induction approach to climate policy. - *Nature Climate Change*, 13, 1033-1041. <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01798-y>
- dos Santos, V., Sales, M. R., Muni, S. S., Szezech, J. D., Batista, A. M., **Yanchuk, S., Kurths, J.** (2023): Identification of single- and double-well coherence-incoherence patterns by the binary distance matrix. - *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 125, 107390. <https://doi.org/10.1016/j.cnsns.2023.107390>
- Drews, M., Steinhausen, M., Larsen, M. A. D., Dømggaard, M. L., Huszti, L., Rácz, T., **Wortmann, M., Hattermann, F. F.**, Schröter, K. (2023): The utility of using Volunteered Geographic Information (VGI) for evaluating pluvial flood models. - *Science of the Total Environment*, 894, 164962. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164962>
- Drüke, M., Sakschewski, B., von Bloh, W., Billing, M., Lucht, W., Thonicke, K.** (2023): Fire may prevent future Amazon forest recovery after large-scale deforestation. - *Communications Earth and Environment*, 4, 248. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00911-5>
- Duan, X.-Y., Ying, X., Leng, S.-Y., **Kurths, J.**, Lin, W., Ma, H.-F. (2023): Embedding theory of reservoir computing and reducing reservoir network using time delays. - *Physical Review Research*, 5, 2, L022041. <https://doi.org/10.1103/PhysRevResearch.5.L022041>
- Eberhard, J., Bevan, O., Feulner, G., Petri, S.**, van Hunen, J., Baldini, J. U. L. (2023): Sensitivity of Neoproterozoic Snowball-Earth inception to continental configuration, orbital geometry, and volcanism. - *Climate of the Past*, 19, 11, 2203-2235. <https://doi.org/10.5194/cp-19-2203-2023>
- Ebrahimabadi, S., Hosseiny, A., **Fan, J.**, Saberi, A. A. (2023): Geometry of commutes in the universality of percolating traffic flows. - *Physical Review E*, 108, 5, 054311. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.108.054311>
- Edenhofer, O., Franks, R. M.** (2023): Optimal Wealth Taxation When Wealth Is More Than Just Capital. - *FinanzArchiv - Public Finance Analysis*, 79, 3, 175-207. <https://doi.org/10.1628/fa-2023-0011>
- Ehstand, N., **Donner, R. V.**, López, C., Hernández-García, E. (2023): Network percolation provides early warnings of abrupt changes in coupled oscillatory systems: An explanatory analysis. - *Physical Review E*, 108, 5, 054207. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.108.054207>
- Fallah, B. H., Russo, E., Menz, C., Hoffmann, P., Didovets, I., Hattermann, F. F.** (2023): Anthropogenic influence on extreme temperature and precipitation in Central Asia. - *Scientific Reports*, 13, 6854. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-33921-6>
- Faye, B., Webber, H., Gaiser, T., **Müller, C.**, Zhang, Y., Stella, T., Latka, C., Reckling, M., Heckeley, T., Ewert, F. (2023): Climate change impacts on European arable crop yields: sensitivity to assumptions about rotations and residue management. - *European Journal of Agronomy*, 142, 126670. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126670>
- Fei, C., **Jägermeyr, J.**, McCarl, B., Contreras, E. M., Mutter, C., Phillips, M., Ruane, A. C., Sarofim, M. C., Schultz, P., Vargo, A. (2023): Future climate change impacts on U.S. agricultural yields, production, and market. - *Anthropocene*, 42, 100386. <https://doi.org/10.1016/j.anucene.2023.100386>
- Feldmann, J., Levermann, A.** (2023): Timescales of outlet-glacier flow with negligible basal friction: theory, observations and modeling. - *The Cryosphere*, 17, 1, 327-348. <https://doi.org/10.5194/tc-17-327-2023>
- Fesenfeld, L. P., Candel, J., **Gaupp, F.** (2023): Governance principles for accelerating food systems transformation in the European Union [Comment]. - *Nature Food*, 4, 826-829. <https://doi.org/10.1038/s43016-023-00850-6>
- Feulner, G.** (2023): Simulating pathways of doom: Comment on “Knowledge gaps and missing links in understanding mass extinctions: Can mathematical modeling help?” by Ivan Sudakow et al. - *Physics of Life Reviews*, 44, 187-189. <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2023.01.012>
- Feulner, G., Bukenberger, M., Petri, S.** (2023): Tracing the Snowball bifurcation of aquaplanets through time reveals a fundamental shift in critical-state dynamics. - *Earth System Dynamics*, 14, 3, 533-547. <https://doi.org/10.5194/esd-14-533-2023>
- Fialkowski, J., **Yanchuk, S.**, Sokolov, I. M., **Schöll, E.**, Gottwald, G. A., Berner, R. (2023): Heterogeneous Nucleation in Finite-Size Adaptive Dynamical Networks. - *Physical Review Letters*, 130, 6, 067402. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.130.067402>
- Fillon, R., Guivarch, C., **Taconet, N.** (2023): Optimal climate policy under tipping risk and temporal risk aversion. - *Journal of Environmental Economics and Management*, 121, 102850. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2023.102850>
- Fischer-Kowalski, M., Krausmann, F., **Pichler, P.-P.**, Schaeffer, R. K., Stadler, S. (2023): Great transformations: Social revolutions erupted during energy transitions around the world, 1500–2013. - *Energy Research and Social Science*, 105, 103280. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103280>
- Fleiss, S., Parr, C. L., Platts, P. J., McClean, C. J., **Beyer, R. M.**, King, H., Lucey, J. M., Hill, J. K. (2023): Implications of zero-deforestation palm oil for tropical grassy and dry forest biodiversity. - *Nature Ecology & Evolution*, 7, 2, 250-263. <https://doi.org/10.1038/s41559-022-01941-6>

- Fohlmeister, J.**, Luetscher, M., Spötl, C., Schröder-Ritzrau, A., Schröder, B., Frank, N., Eichstätter, R., Trüssel, M., **Boers, N.**, **Skiba, V.** (2023): The role of Northern Hemisphere summer insolation for millennial-scale climate variability during the penultimate glacial. - *Communications Earth and Environment*, 4, 245. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00908-0>
- Fohlmeister, J.**, Sekhon, N., Columbu, A., Vettoretti, G., Weitzel, N., Rehfeld, K., Veiga-Pires, C., **Ben-Yami, M.**, **Marwan, N.**, **Boers, N.** (2023): Global reorganization of atmospheric circulation during Dansgaard-Oeschger cycles. - *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 120, 36, e2302283120. <https://doi.org/10.1073/pnas.2302283120>
- Folke, C., **Rockström, J.**, Richardson, K. (2023): Obituary – Will Steffen, the father of Earth System science [Commentary]. - *Global Sustainability*, 6, e19. <https://doi.org/10.1017/sus.2023.16>
- Foong, A., **Pradhan, P.**, Frör, O. (2023): Supply chain disruptions would increase agricultural greenhouse gas emissions. - *Regional Environmental Change*, 23, 94. <https://doi.org/10.1007/s10113-023-02095-2>
- Foster, W. J., Allen, B. J., **Kitzmann, N.**, Münchmeyer, J., Rettelbach, T., Witts, J. D., Whittle, R. J., Larina, E., Clapham, M. E., Dunhill, A. M. (2023): How predictable are mass extinction events? - *Royal Society Open Science*, 10, 3, 221507. <https://doi.org/10.1098/rsos.221507>
- Franks, R. M.**, **Kalkuhl, M.**, **Lessmann, K.** (2023): Optimal pricing for carbon dioxide removal under inter-regional leakage. - *Journal of Environmental Economics and Management*, 117, 102769. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2022.102769>
- Franks, R. M.**, **Lessmann, K.** (2023): Tax competition with asymmetric endowments in fossil resources. - *Resources Policy*, 83, 103613. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103613>
- Friedlingstein, P., O'Sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Bakker, D. C. E., Hauck, J., Landschützer, P., Le Quééré, C., Luijkx, I. T., Peters, G. P., Peters, W., Pongratz, J., Schwingshackl, C., Sitch, S., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Alin, S. R., Anthoni, P., Barbero, L., Bates, N. R., Becker, M., Bellouin, N., Decharme, B., Bopp, L., Brasika, I. B. M., Cadule, P., Chamberlain, M. A., Chandra, N., Chau, T.-T., Chevallier, F., Chini, L. P., Cronin, M., Dou, X., Enyo, K., Evans, W., Falk, S., Feely, R. A., Feng, L., Ford, D. J., Gasser, T., Ghattas, J., Gkritzalis, T., Grassi, G., Gregor, L., Gruber, N., Gürses, Ö., Harris, I., Hefner, M., **Heinke, J.**, Houghton, R. A., Hurtt, G. C., Iida, Y., Ilyina, T., Jacobson, A. R., Jain, A., Jarníková, T., Jersild, A., Jiang, F., Jin, Z., Joos, F., Kato, E., Keeling, R. F., Kennedy, D., Klein Goldewijk, K., Knauer, J., Korsbakken, J. I., Körtzinger, A., Lan, X., Lefèvre, N., Li, H., Liu, J., Liu, Z., Ma, L., Marland, G., Mayot, N., McGuire, P. C., McKinley, G. A., Meyer, G., Morgan, E. J., Munro, D. R., Nakaoka, S.-I., Niwa, Y., O'Brien, K. M., Olsen, A., Omar, A. M., Ono, T., Paulsen, M., Pierrot, D., Pocock, K., Poulter, B., Powis, C. M., Rehder, G., Resplandy, L., Robertson, E., Rödenbeck, C., Rosan, T. M., Schwingler, J., Séférian, R., Smallman, T. L., Smith, S. M., Sospedra-Alfonso, R., Sun, Q., Sutton, A. J., Sweeney, C., Takao, S., Tans, P. P., Tian, H., Tilbrook, B., Tsujino, H., Tubiello, F., van der Werf, G. R., van Ooijen, E., Wanninkhof, R., Watanabe, M., Wilmart-Rousseau, C., Yang, D., Yang, X., Yuan, W., Yue, X., Zaehle, S., Zeng, J., Zheng, B. (2023): Global Carbon Budget 2023. - *Earth System Science Data*, 15, 12, 5301-5369. <https://doi.org/10.5194/essd-15-5301-2023>
- Fu, J., Jian, Y., Wang, X., Li, L., Ciais, P., Zscheischler, J., Wang, Y., Tang, Y., **Müller, C.**, Webber, H., Yang, B., Wang, Q., Cui, X., Huang, W., Liu, Y., Zhao, P., Piao, S., Zhou, F. (2023): Extreme rainfall reduces one-twelfth of China's rice yield over the last two decades. - *Nature Food*, 4, 416-426. <https://doi.org/10.1038/s43016-023-00753-6>
- Gambhir, A., Mittal, S., Lamboll, R. D., Grant, N., Bernie, D., Gohar, L., Hawkes, A., **Köberle, A.**, Rogelj, J., Lowe, J. A. (2023): Adjusting 1.5 degree C climate change mitigation pathways in light of adverse new information. - *Nature Communications*, 14, 5117. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-40673-4>
- Garbe, J.**, **Zeitz, M.**, Krebs-Kanzow, U., **Winkelmann, R.** (2023): The evolution of future Antarctic surface melt using PISM-dEBM-simple. - *The Cryosphere*, 17, 11, 4571-4599. <https://doi.org/10.5194/tc-17-4571-2023>
- Gelbrecht, M.**, **White, A.**, **Bathiany, S.**, **Boers, N.** (2023): Differential programming for Earth system modeling. - *Geoscientific Model Development*, 16, 11, 3123-3135. <https://doi.org/10.5194/gmd-16-3123-2023>
- Gepp, S.**, Jung, L., Wabnitz, K., Schneider, F., v Gierke, F., Otto, H., Hartmann, S., Gemke, T., Schulz, C., **Gabrysch, S.**, Fast, M., Schwienhorst-Stich, E.-M. (2023): The Planetary Health Academy—a virtual lecture series for transformative education in Germany. - *The Lancet Planetary Health*, 7, 1, e68-e76. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(22\)00253-4](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00253-4)
- Giaquinto, D., Marzocchi, W., **Kurths, J.** (2023): Exploring meteorological droughts' spatial patterns across Europe through complex network theory. - *Nonlinear Processes in Geophysics*, 30, 2, 167-181. <https://doi.org/10.5194/npg-30-167-2023>
- Gidden, M. J., Gasser, T., Grassi, G., Forsell, N., Janssens, I., Lamb, W. F., Minx, J. C., Nicholls, Z., **Steinhauser, J.**, Riahi, K. (2023): Aligning climate scenarios to emissions inventories shifts global benchmarks. - *Nature*, 624, 102-108. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06724-y>
- Giesche, A., Hodell, D. A., Petrie, C. A., Haug, G. H., Adkins, J. F., Plessen, B., **Marwan, N.**, Bradbury, H. J., Hartland, A., French, A. D., Breitenbach, S. F. M. (2023): Recurring summer and winter droughts from 4.2-3.97 thousand years ago in north India. - *Communications Earth and Environment*, 4, 103. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00763-z>
- Glözl, E., **Richters, O.** (2023): Helmholtz decomposition and potential functions for n-dimensional analytic vector fields. - *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, 525, 2, 127138. <https://doi.org/10.1016/j.jmaa.2023.127138>
- Gnann, S., Reinecke, R., Stein, L., Wada, Y., Thiery, W., Müller Schmied, H., Satoh, Y., Pokhrel, Y., **Ostberg, S.**, Koutroulis, A., Hanasaki, N., Grillakis, M., Gosling, S. N., Burek, P., Bierkens, M. F. P., Wagener, T. (2023): Functional relationships reveal differences in the water cycle representation of global water models. - *Nature Water*, 1, 1079-1090. <https://doi.org/10.1038/s44221-023-00160-y>
- Gong, C. C.**, **Ueckerdt, F.**, **Pietzcker, R. C.**, **Odenweller, A.**, Schill, W.-P., Kittel, M., **Luderer, G.** (2023): Bidirectional coupling of the long-term integrated assessment model Regional Model of Investments and Development (REMIND) v3.0.0 with the hourly power sector model Dispatch and Investment Evaluation Tool with Endogenous Renewables (DIETER) v1.0.2. - *Geoscientific Model Development*, 16, 17, 4977-5033. <https://doi.org/10.5194/gmd-16-4977-2023>
- Gu, B., Zhang, X., Lam, S., Yu, Y., van Grinsven, H., Zhang, S., **Wang, X.**, **Bodirsky, B. L.**, Wang, S., Duan, J., Bouwman, A., de Vries, W., Xu, J., Sutton, M. A., Chen, D. (2023): Mitigating nitrogen pollution from global croplands with cost-effective measures. - *Nature*, 613, 77-84. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05481-8>
- Guibourd de Luzinai, V., du Pontavice, H., Reygondeau, G., Barrier, N., Blanchard, J. L., Bornarel, V., **Büchner, M.**, Cheung, W. W. L., Eddy, T. D., Everett, J. D., Guiet, J., Harrison, C. S., Maury, O., Novaglio, C., Petrik, C. M., Steenbeek, J., Tittensor, D. P., Gascuel, D. (2023): Trophic amplification: A model intercomparison of climate driven changes in marine food webs. - *PLoS ONE*, 18, 8, e0287570. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287570>
- Guo, Z., **Ferrer, J. V.**, Hürlimann, M., Medina, V., Puig-Polo, C., Yin, K., Huang, D. (2023): Shallow landslide susceptibility assessment under future climate and land cover changes: A case study from southwest China. - *Geoscience Frontiers*, 14, 4, 101542. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2023.101542>
- Gupta, J., Liverman, D., Prodani, K., Aldunce, P., Bai, X., Broadgate, W., Ciobanu, D., Gifford, L., Gordon, C., Hurlbert, M., Inoue, C. Y. A., Jacobson, L., Kanie, N., Lade, S. J., Lenton, T. M., Obura, D., Okereke, C., Otto, I. M., Pereira, L., **Rockström, J.**, Scholtens, J., Rocha, J., Stewart-Koster, B., David Tàbara, J., Rammelt, C., Verburg, P. H. (2023): Earth system justice needed to identify and live within Earth system boundaries. - *Nature Sustainability*, 6, 630-638. <https://doi.org/10.1038/s41893-023-01064-1>
- Gupta, S.**, **Banerjee, A.**, **Marwan, N.**, Richardson, D., Magnusson, L., Kurths, J., Pappenberger, F. (2023): Analysis of spatially coherent forecast error structures. - *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 149, 756, 2655-3085. <https://doi.org/10.1002/qj.4536>
- Gupta, S.**, **Su, Z.**, **Boers, N.**, **Kurths, J.**, **Marwan, N.**, Pappenberger, F. (2023): Interconnection between the Indian and the East Asian Summer Monsoon: spatial synchronization patterns of extreme rainfall events. - *International Journal of Climatology*, 43, 2, 1034-1049. <https://doi.org/10.1002/joc.7861>
- Güven, J. J., **Molkenthin, N.**, Mühle, S., Mey, A. S. J. S. (2023): What geometrically constrained models can tell us about real-world protein contact maps. - *Physical Biology*, 20, 4, 046004. <https://doi.org/10.1088/1478-3975/acd543>
- Hagenlocher, M., Naumann, G., Meza, I., Blauhut, V., Cotti, D., Döll, P., Ehlert, K., Gaupp, F., van Loon, A. F., Marengo, J. A., Rossi, L., Sabino Siemons, A. S., Siebert, S., Tsehaya, A. T., Toreti, A., Tsegai, D., Vera, C., Vogt, J., Wens, M. (2023): Tackling Growing Drought Risks – The Need for a Systemic Perspective. - *Earth's Future*, 11, 9, e2023EF003857. <https://doi.org/10.1029/2023EF003857>

- Hänsel, M. C., Edenhofer, O.** (2023): A New Decade of Research on the Economics of Climate Change [Editorial]. - *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik*, 243, 5, 471-476. <https://doi.org/10.1515/jbnst-2023-0070>
- Harmsen, M., Tabak, C., Höglund-Isaksson, L., **Humpenöder, F.**, Purohit, P., van Vuuren, D. (2023): Uncertainty in non-CO<sub>2</sub> greenhouse gas mitigation contributes to ambiguity in global climate policy feasibility. - *Nature Communications*, 14, 2949. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-38577-4>
- Haselhoff, T., **Braun, T.**, Fiebig, A., Hornberg, J., Lawrence, B. T., **Marwan, N.**, Moebus, S. (2023): Complex networks for analyzing the urban acoustic environment. - *Ecological Informatics*, 78, 102326. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2023.102326>
- Hatzaki, M., **Di Capua, G.**, Chaniotis, J., Patlakas, P., **Donner, R. V.**, Flocas, H. A. (2023): Causal Drivers of Mediterranean Winter Climate Variability. - *Environmental Sciences Proceedings*, 26, 1, 155. <https://doi.org/10.3390/envirosci.20230206155>
- Haywood, L., Leroutier, M., **Pietzcker, R. C.** (2023): Why investing in new nuclear plants is bad for the climate [Commentary]. - *Joule*, 7, 8, 1675-1678. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2023.07.006>
- Heinke, J., Rolinski, S., Müller, C.** (2023): Modelling the role of livestock grazing in C and N cycling in grasslands with LPJmL5.0-grazing. - *Geoscientific Model Development*, 16, 9, 2455-2475. <https://doi.org/10.5194/gmd-16-2455-2023>
- Helbling, M., **Rybski, D., Schewe, J.**, Siedentop, S., **Glockmann, M.**, Heider, B., Jones, B., Meierrieks, D., **Rikani, A.**, Stroms, P. (2023): Measuring the effect of climate change on migration flows: Limitations of existing data and analytical frameworks. - *PLOS Climate*, 2, 1, e0000078. <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000078>
- Helfmann, L.**, Djurdjevac Conrad, N., Lorenz-Spreen, P., Schütte, C. (2023): Modelling opinion dynamics under the impact of influencer and media strategies. - *Scientific Reports*, 13, 19375. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-46187-9>
- Hellmann, F., Zolotarevskaia, E., Kurths, J.**, Raisch, J. (2023): Probabilistic Behavioral Distance and Tuning - Reducing and aggregating complex systems. - *Journal of Physics: Complexity*, 4, 2, 025007. <https://doi.org/10.1088/2632-072X/acccc9>
- Hess, P., Lange, S., Schötz, C., Boers, N.** (2023): Deep Learning for Bias-Correcting CMIP6-Class Earth System Models. - *Earth's Future*, 11, 10, e2023EF004002. <https://doi.org/10.1029/2023EF004002>
- Hill, E. A., Urruty, B., **Reese, R., Garbe, J.**, Gagliardini, O., Durand, G., Gillet-Chaulet, F., Gudmundsson, G. H., **Winkelmann, R.**, Chekki, M., Chandler, D., Langebroek, P. M. (2023): The stability of present-day Antarctic grounding lines – Part 1: No indication of marine ice sheet instability in the current geometry. - *The Cryosphere*, 17, 9, 3739-3759. <https://doi.org/10.5194/tc-17-3739-2023>
- Hoff, H., Ogeya, M., de Condappa, D., Brecha, R. J., Dahl Larsen, M. A., Halsnaes, K., Salack, S., Sanfo, S., Sterl, S., **Liersch, S.** (2023): Stakeholder-guided, model-based scenarios for a climate- and water-smart electricity transition in Ghana and Burkina Faso. - *Energy Strategy Reviews*, 49, 101149. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2023.101149>
- Hoffmann, R., Vinke, K., Sedova, B.** (2023): Strengthening the science-policy interface in the climate migration field. - *International Migration*, 61, 5, 75-97. <https://doi.org/10.1111/imig.13125>
- Höning, D., Spohn, T.** (2023): Land Fraction Diversity on Earth-like Planets and Implications for Their Habitability. - *Astrobiology*, 23, 4, 372-394. <https://doi.org/10.1089/ast.2022.0070>
- Höning, D., Willeit, M., Calov, R.**, Klemann, V., Bagge, M., **Ganopolski, A.** (2023): Multistability and Transient Response of the Greenland Ice Sheet to Anthropogenic CO<sub>2</sub> Emissions. - *Geophysical Research Letters*, 50, 6, e2022GL101827. <https://doi.org/10.1029/2022GL101827>
- Hossain, M., Kumbhakar, R., Pal, N., **Kurths, J.** (2023): Structure of parameter space of a three-species food chain model with immigration and emigration. - *Nonlinear Dynamics*, 111, 14565-14582. <https://doi.org/10.1007/s11071-023-08573-w>
- Huang, W., Li, S., Vogt, T., Xu, R., Tong, S., Molina, T., Masselot, P., Gasparrini, A., Armstrong, B., Pascal, M., Royé, D., Sheng Ng, C. F., Vicedo-Cabrera, A. M., Schwartz, J., Lavigne, E., Kan, H., Goodman, P., Zeka, A., Hashizume, M., Diaz, M. H., De la Cruz Valencia, C., Seposo, X., Nunes, B., Madureira, J., Kim, H., Lee, W., Tobias, A., Ñiguez, C., Guo, Y. L., Pan, S.-C., Zanobetti, A., Dang, T. N., Van Dung, D., **Geiger, T., Otto, C.**, Johnson, A., Hales, S., Yu, P., Yang, Z., Ritchie, E. A., Guo, Y. (2023): Global short-term mortality risk and burden associated with tropical cyclones from 1980 to 2019: a multi-country time-series study. - *The Lancet Planetary Health*, 7, 8, e694-e705. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(23\)00143-2](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(23)00143-2)
- Jamali, T., Ghanbarian, B., **Kurths, J.** (2023): Spatiotemporal analysis of extreme precipitation events in the United States at mesoscale: Complex network theory. - *Journal of Hydrology*, 627, Part B, 130440. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.130440>
- Jaros, P., Levchenko, R., Kapitaniak, T., **Kurths, J., Maistrenko, Y.** (2023): Asymmetry induces critical desynchronization of power grids. - *Chaos*, 33, 1, 011104. <https://doi.org/10.1063/5.0131931>
- Javed, M., Didovets, I.**, Böhner, J., Hasson, S. u. (2023): Attributing historical streamflow changes in the Jhelum River basin to climate change. - *Climatic Change*, 176, 149. <https://doi.org/10.1007/s10584-023-03628-8>
- Jha, C. K., Ghosh, R. K., Saxena, S., Singh, V., Mosnier, A., Guzman, K. P., Stevanović, M., Popp, A., **Lotze-Campen, H.** (2023): Pathway to achieve a sustainable food and land-use transition in India. - *Sustainability Science*, 18, 457-468. <https://doi.org/10.1007/s11625-022-01193-0>
- Ji, P., Ye, J., Mu, Y., Lin, W., Tian, Y., Hens, C., Perc, M., Tang, Y., Sun, J., **Kurths, J.** (2023): Signal propagation in complex networks. - *Physics Reports*, 1017, 1-96. <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2023.03.005>
- Jiang, L.-L., Chen, Z., Perc, M., Wang, Z., **Kurths, J.**, Moreno, Y. (2023): Deterrence through punishment can resolve collective risk dilemmas in carbon emission games. - *Chaos*, 33, 4, 043127. <https://doi.org/10.1063/5.0147226>
- Jiang, X., **Cai, F.**, Li, Z., Wang, Z., Zhang, T. (2023): The westerly winds control the zonal migration of rainy season over the Tibetan Plateau. - *Communications Earth and Environment*, 4, 363. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-01035-6>
- Jin, H., Vicente-Serrano, S. M., Tian, F., Cai, Z., **Conrad, T.**, Boincean, B., Murphy, C., Farizo, B. A., Grainger, S., López-Moreno, J. I., Eklundh, L. (2023): Higher vegetation sensitivity to meteorological drought in autumn than spring across European biomes. - *Communications Earth and Environment*, 4, 299. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00960-w>
- Jin, L., **Ganopolski, A., Willeit, M.**, Lu, H., Chen, F., Zhang, X. (2023): Decoupled orbital-scale variability of late Pleistocene-Holocene monsoonal circulation and rainfall in East Asia. - *Science Bulletin*, 68, 9, 897-901. <https://doi.org/10.1016/j.scib.2023.04.004>
- Johnson, A., Aschwanden, A., **Albrecht, T.**, Hock, R. (2023): Range of 21st century ice mass changes in the Filchner-Ronne region of Antarctica. - *Journal of Glaciology*, 69, 277, 1203-1213. <https://doi.org/10.1017/jog.2023.10>
- Johnson, J. A., Brown, M. E., Corong, E., **Diétrich, J. P.**, Henry, R. C., **von Jeetze, P. J.**, Leclère, D., **Popp, A.**, Thakrar, S. K., Williams, D. R. (2023): The meso scale as a frontier in interdisciplinary modeling of sustainability from local to global scales. - *Environmental Research Letters*, 18, 2, 025007. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acb503>
- Jones, M. W., Peters, G. P., Gasser, T., Andrew, R. M., Schwingshackl, C., **Gütschow, J.**, Houghton, R. A., Friedlingstein, P., Pongratz, J., Le Quéré, C. (2023): National contributions to climate change due to historical emissions of carbon dioxide, methane, and nitrous oxide since 1850. - *Scientific Data*, 10, 155. <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02041-1>
- Kandel, G. P., Bavorova, M., Ullah, A., Kaechele, H., **Pradhan, P.** (2023): Building resilience to climate change: Examining the impact of agro-ecological zones and social groups on sustainable development. - *Sustainable Development*, 31, 5, 3796-3810. <https://doi.org/10.1002/sd.2626>
- Karger, D. N., **Lange, S.**, Hari, C., **Reyer, C. P. O.**, Conrad, O., Zimmermann, N. E., **Frieler, K.** (2023): CHELSA-W5E5: Daily 1 km meteorological forcing data for climate impact studies. - *Earth System Science Data*, 15, 6, 2445-2464. <https://doi.org/10.5194/essd-15-2445-2023>
- Kemter, M., Marwan, N.**, Villarini, G., Merz, B. (2023): Controls on Flood Trends Across the United States. - *Water Resources Research*, 59, 2, e2021WR031673. <https://doi.org/10.1029/2021WR031673>

- Kim, H., Peterson, G. D., Cheung, W. W., Ferrier, S., Alkemade, R., Arneth, A., Kuiper, J. J., Okayasu, S., Pereira, L., Acosta, L. A., Chaplin-Kramer, R., den Belder, E., Eddy, T. D., Johnson, J. A., Karlsson-Vinkhuyzen, S., Kok, M. A. T., Leadley, P., Leclère, D., Lundquist, C. J., Rondinini, C., Scholes, R. J., Schoolenberg, M. A., Shin, Y.-J., Stehfest, E., Stephenson, F., Visconti, P., van Vuuren, D., Wabnitz, C. C., José Alava, J., Cuadros-Casanova, I., Davies, K. K., Gasalla, M. A., Halouani, G., Harfoot, M., Hashimoto, S., Hickler, T., Hirsch, T., Kolomytsev, G., Miller, B. W., Ohashi, H., Gabriela Palomo, M., **Popp, A.**, Paco Remme, R., Saito, O., Rashid Sumalia, U., Willcock, S., Pereira, H. M. (2023): Towards a better future for biodiversity and people: Modelling Nature Futures. - *Global Environmental Change*, 82, 102681. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2023.102681>
- Klenert, D., **Funke, F.**, Cai, M. (2023): Meat taxes in Europe can be designed to avoid overburdening low-income consumers. - *Nature Food*, 4, 894-901. <https://doi.org/10.1038/s43016-023-00849-z>
- Kloenne, U., Nauels, A., Pearson, P., DeConto, R. M., Findlay, H. S., Hugelius, G., **Robinson, A.**, Rogelj, J., Schuur, E. A. G., Stroeve, J., Schleussner, C.-F. (2023): Only halving emissions by 2030 can minimize risks of crossing cryosphere thresholds [Comment]. - *Nature Climate Change*, 13, 9-11. <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01566-4>
- Koch, J., **Leimbach, M.** (2023): SSP economic growth projections: Major changes of key drivers in integrated assessment modelling. - *Ecological Economics*, 206, 107751. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.107751>
- Koot, P., Mendoza-Lugo, M. A., **Paprotny, D.**, Morales-Nápoles, O., Ragno, E., Worm, D. T. (2023): PyBanshee version (1.0): A Python implementation of the MATLAB toolbox BANSHEE for Non-Parametric Bayesian Networks with updated features. - *SoftwareX*, 21, 101279. <https://doi.org/10.1016/j.softx.2022.101279>
- Kopp, R. E., Garner, G. G., Hermans, T. H. J., Jha, S., Kumar, P., Reedy, A., Slangen, A. B. A., Turilli, M., Edwards, T. L., Gregory, J. M., Koubbe, G., **Levermann, A.**, Merzky, A., Nowicki, S., Palmer, M. D., Smith, C. (2023): The Framework for Assessing Changes To Sea-level (FACTS) v1.0: a platform for characterizing parametric and structural uncertainty in future global, relative, and extreme sea-level change. - *Geoscientific Model Development*, 16, 24, 7461-7489. <https://doi.org/10.5194/gmd-16-7461-2023>
- Kornhuber, K., Lesk, C., Schleussner, C. F., **Jägermeyr, J.**, Pfeleiderer, P., Horton, R. M. (2023): Risks of synchronized low yields are underestimated in climate and crop model projections. - *Nature Communications*, 14, 3528. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-38906-7>
- Krichene, H., Vogt, T., Piontek, F., Geiger, T., Schötz, C., Otto, C.** (2023): The social costs of tropical cyclones. - *Nature Communications*, 14, 7294. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-43114-4>
- Kuempel, C. D., Frazier, M., Verstaen, J., Rayner, P.-E., Blanchard, J. L., Cottrell, R. S., Froehlich, H. E., Gephart, J. A., Jacobsen, N. S., McIntyre, P. B., Metian, M., Moran, D., Nash, K. L., **Többen, J.**, Williams, D. R., Halpern, B. S. (2023): Environmental footprints of farmed chicken and salmon bridge the land and sea. - *Current Biology*, 33, 5, 990-997. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.01.037>
- Kuhla, K., Willner, S., Otto, C., Levermann, A.** (2023): Resilience of international trade to typhoon-related supply disruptions. - *Journal of Economic Dynamics and Control*, 151, 104663. <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2023.104663>
- Kundzewicz, Z. W., Choryński, A., Olejnik, J., **Schellnhuber, H. J.**, Urbaniak, M., Ziemlińska, K. (2023): Climate Change Science and Policy—A Guided Tour across the Space of Attitudes and Outcomes. - *Sustainability*, 15, 6, 5411. <https://doi.org/10.3390/su15065411>
- Kyei, N., Waid, J. L.**, Ali, N., Cramer, B., Humpf, H.-U., **Gabrysch, S.** (2023): Maternal exposure to multiple mycotoxins and adverse pregnancy outcomes: a prospective cohort study in rural Bangladesh. - *Archives of Toxicology*, 97, 1795-1812. <https://doi.org/10.1007/s00204-023-03491-7>
- Lambrecht, N.**, Hoey, L., Bryan, A., Heller, M., Jones, A. D. (2023): Limiting red meat availability in a university food service setting reduces food-related greenhouse gas emissions by one-third. - *Climatic Change*, 176, 67. <https://doi.org/10.1007/s10584-023-03543-y>
- Lambrecht, N., Müller-Hauser, A., Sobhan, S.**, Schmidt, W.-P., Nurul Huda, T. M., **Waid, J. L., Wendt, A.**, Kader, A., **Gabrysch, S.** (2023): Effect of a Homestead Food Production Program on the Prevalence of Diarrhea and Acute Respiratory Infection in Children in Sylhet, Bangladesh: A Cluster-Randomized Controlled Trial. - *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 109, 4, 945-956. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.23-0152>
- Lambrecht, N., Waid, J. L., Wendt, A., Sobhan, S.**, Kader, A., **Gabrysch, S.** (2023): Impact of a Homestead Food Production program on poultry rearing and egg consumption: A cluster-randomized controlled trial in Bangladesh. - *Maternal & Child Nutrition*, 19, 3, e13505. <https://doi.org/10.1111/mcn.13505>
- Leimbach, M., Marcolino, M. A., Koch, J.** (2023): Structural change scenarios within the SSP framework. - *Futures*, 150, 103156. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2023.103156>
- Lenton, T. M., Xu, C., Abrams, J. F., Ghadiali, A., **Loriani, S., Sakschewski, B.**, Zimm, C., Ebi, K. L., Dunn, R. R., Svenning, J.-C., Scheffer, M. (2023): Quantifying the human cost of global warming. - *Nature Sustainability*, 6, 1237-1247. <https://doi.org/10.1038/s41893-023-01132-6>
- Levesque, A., Osorio, S., Herkel, S., Pahle, M.** (2023): Rethinking the role of efficiency for the decarbonization of buildings is essential [Commentary]. - *Joule*, 7, 6, 1087-1092. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2023.05.011>
- Li, L., Wang, B., Feng, P., **Jägermeyr, J.**, Asseng, S., **Müller, C.**, Macadam, I., Liu, D. L., Waters, C., Zhang, Y., He, Q., Shi, Y., Chen, S., Guo, X., Li, Y., He, J., Feng, H., Yang, G., Tian, H., Yu, Q. (2023): The optimization of model ensemble composition and size can enhance the robustness of crop yield projections. - *Communications Earth and Environment*, 4, 362. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-01016-9>
- Li, S., He, S., Xu, Z., Liu, Y., **von Bloh, W.** (2023): Desertification process and its effects on vegetation carbon sources and sinks vary under different aridity stress in Central Asia during 1990–2020. - *Catena*, 221, Part A, 106767. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106767>
- Li, Z., Zhao, Y., Hu, X., **Botta, N.**, Ionescu, C., Chen, G. H. (2023): ECOD: Unsupervised Outlier Detection Using Empirical Cumulative Distribution Functions. - *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 35, 12, 12181-12193. <https://doi.org/10.1109/TKDE.2022.3159580>
- Liersch, S., Koch, H.**, Abungba, J. A., Salack, S., **Hattermann, F. F.** (2023): Attributing synergies and trade-offs in water resources planning and management in the Volta River basin under climate change. - *Environmental Research Letters*, 18, 1, 014032. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acad14>
- Liu, B., Martre, P., Ewert, F., Webber, H., Waha, K., Thorburn, P. J., Ruane, A. C., Aggarwal, P. K., Ahmed, M., Balković, J., Basso, B., Biernath, C., Bindi, M., Cammarano, D., Cao, W., Challinor, A. J., De Sanctis, G., Dumont, B., Espadafor, M., Eyshi Rezaei, E., Fereres, E., Ferrise, R., Garcia-Vila, M., Gayler, S., Gao, Y., Horan, H., Hoogenboom, G., Izaurralde, R. C., Jabloun, M., Jones, C. D., Kassie, B. T., Kersebaum, K. C., Klein, C., Koehler, A.-K., Maiorano, A., **Minoli, S.**, Montesino San Martin, M., **Müller, C.**, Naresh Kumar, S., Nendel, C., O'Leary, G. J., Eivind Olesen, J., Palosuo, T., Porter, J. R., Priesack, E., Ripoche, D., Rötter, R. P., Semenov, M. A., Stöckle, C., Stratonovitch, P., Streck, T., Supit, I., Tao, F., Van der Velde, M., Wang, E., Wolf, J., Xiao, L., Zhang, Z., Zhao, Z., Zhu, Y., Asseng, S. (2023): AgMIP-Wheat multi-model simulations on climate change impact and adaptation for global wheat. - *Open Data Journal for Agricultural Research*, 9, 10-25. <https://doi.org/10.18174/odjar.v9i0.18092>
- Liu, C., Hu, C., Yang, S., Lian, T., Zhang, C., Lin, L., **Cai, F.** (2023): Extreme Mei-yu in 2020: Characteristics, causes, predictability and perspectives. - *Earth-Science Reviews*, 246, 104597. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2023.104597>
- Liu, K., Harrison, M. T., Yan, H., Liu, D. L., Meinke, H., Hoogenboom, G., Wang, B., Peng, B., Guan, K., **Jägermeyr, J.**, Wang, E., Zhang, F., Yin, X., Archontoulis, S., Nie, L., Badea, A., Man, J., Wallach, D., Zhao, J., Benjumea, A. B., Fahad, S., Tian, X., Wang, W., Tao, F., Zhang, Z., Rötter, R., Yuan, Y., Zhu, M., Dai, P., Nie, J., Yang, Y., Zhang, Y., Zhou, M. (2023): Silver lining to a climate crisis in multiple prospects for alleviating crop waterlogging under future climates. - *Nature Communications*, 14, 765. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-36129-4>
- Liu, L.-J., Jiang, H.-D., Liang, Q.-M., Creutzig, F., Liao, H., Yao, Y.-F., Qian, X.-Y., Ren, Z.-Y., Qing, J., Cai, Q.-R., **Edenhofer, O.**, Wei, Y.-M. (2023): Carbon emissions and economic impacts of an EU embargo on Russian fossil fuels. - *Nature Climate Change*, 13, 290-296. <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01606-7>
- Liu, T., Chen, D., Yang, L., **Meng, J.**, Wang, Z., **Ludescher, J., Fan, J.**, Yang, S., Chen, D., **Kurths, J.**, Chen, X., Havlin, S., **Schellnhuber, H. J.** (2023): Teleconnections among tipping elements in the Earth system. - *Nature Climate Change*, 13, 1, 67-74. <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01558-4>
- Liu, W., Ye, T., **Müller, C.**, **Jägermeyr, J.**, Franke, J. A., Stephens, H., Chen, S. (2023): The statistical emulators of GGCMi phase 2: responses of year-to-year variation of crop yield to CO<sub>2</sub>, temperature, water, and nitrogen perturbations. - *Geoscientific Model Development*, 16, 23, 7203-7221. <https://doi.org/10.5194/gmd-16-7203-2023>

- Lonergan, K. E., Egli, F., **Osorio, S.**, Sansavini, G., **Pahle, M.**, Schmidt, T. S., Steffen, B. (2023): Improving the representation of cost of capital in energy system models. - *Joule*, 7, 3, 469-483. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2023.02.004>
- Lücke, M., **Heitzig, J.**, Koltai, P., **Molkenthin, N.**, Winkelmann, S. (2023): Large population limits of Markov processes on random networks. - *Stochastic Processes and their Applications*, 166, 104220. <https://doi.org/10.1016/j.spa.2023.09.007>
- Ludescher, J.**, Bunde, A., **Schellnhuber, H. J.** (2023): Forecasting the El Niño type well before the spring predictability barrier. - *npj Climate and Atmospheric Science*, 6, 196. <https://doi.org/10.1038/s41612-023-00519-8>
- Luo, N.**, Meng, Q., Feng, P., Qu, Z., Yu, Y., Liu, D. L., **Müller, C.**, Wang, P. (2023): China can be self-sufficient in maize production by 2030 with optimal crop management. - *Nature Communications*, 14, 2637. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-38355-2>
- Ma, R., Yayao, Z., Han, M., **Kurths, J.**, Zhan, M. (2023): Synchronization stability and multi-timescale analysis of renewable-dominated power systems. - *Chaos*, 33, 082101. <https://doi.org/10.1063/5.0156459>
- Ma, R., Zhang, Y., Yang, Z., **Kurths, J.**, Zhan, M., Lin, C. (2023): Synchronization stability of power-grid-tied converters. - *Chaos*, 33, 3, 032102. <https://doi.org/10.1063/5.0136975>
- Maia, D., **Kurths, J.**, **Yanchuk, S.** (2023): Stabilization of synchronous equilibria in regular dynamical networks with delayed coupling. - *Nonlinear Dynamics*, 111, 7377-7390. <https://doi.org/10.1007/s11071-022-08220-w>
- Malmierca-Vallet, I., Sime, L. C., Abe-Ouchi, A., Born, A., Bouttes, N., Ditlevsen, P., Erb, M. P., **Feulner, G.**, Gowan, E. J., Gregoire, L., Guo, C., Harrison, S. P., Andres, H., Kageyama, M., Klockmann, M., Lambert, F., LeGrande, A. N., Merkel, U., Nazarenko, L. S., Nisancioglu, K. H., Oliver, K., Otto-Bliesner, B., Peltier, W. R., Prange, M., Rehfeld, K., Robinson, A. J., Tarasov, L., Valdes, P. J., Vettoretti, G., Weitzel, N., Zhang, Q., Zhang, X. (2023): Dansgaard-Oeschger events in climate models: review and baseline Marine Isotope Stage 3 (MIS3) protocol. - *Climate of the Past*, 19, 5, 915-942. <https://doi.org/10.5194/cp-19-915-2023>
- Mandaroux, R.**, Schindelbauer, K., Basse Mama, H. (2023): How to reinforce the effectiveness of the EU emissions trading system in stimulating low-carbon technological change? Taking stock and future directions. - *Energy Policy*, 181, 113697. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113697>
- Manych, N., Egli, F., Ohlendorf, N., Schmidt, T. S., Steffen, B., Stünzi, A., **Steckel, J. C.** (2023): Pushed to finance? Assessing technology export as a motivator for coal finance abroad. - *Environmental Research Letters*, 18, 8, 084028. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ace6c1>
- Manych, N., **Müller-Hansen, F.**, **Steckel, J. C.** (2023): The political economy of coal across 12 countries: Analysing qualitative interviews with topic models. - *Energy Research and Social Science*, 101, 103137. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103137>
- Martin, S. F., **Bergmann, J.** (2023): Introduction: Environmental (im)mobilities: Improving the evidence base for effective policy making. - *International Migration*, 61, 5, 3-12. <https://doi.org/10.1111/imig.13178>
- Marwan, N.** (2023): Challenges and perspectives in recurrence analyses of event time series. - *Frontiers in Applied Mathematics and Statistics*, 9, 1129105. <https://doi.org/10.3389/fams.2023.1129105>
- Marwan, N., Braun, T.** (2023): Power spectral estimate for discrete data. - *Chaos*, 33, 5, 053118. <https://doi.org/10.1063/5.0143224>
- Marwan, N., Krämer, K.-H.** (2023): Trends in recurrence analysis of dynamical systems. - *European Physical Journal - Special Topics*, 232, 5-27. <https://doi.org/10.1140/epjs/s11734-022-00739-8>
- Marwan, N.**, Webber, C. L., Rysak, A. (2023): Special Issue "Trends in recurrence analysis of dynamical systems" [Editorial]. - *European Physical Journal - Special Topics*, 232, 1-3. <https://doi.org/10.1140/epjs/s11734-023-00766-z>
- Mattauch, L.**, Srivastav, S. (2023): Principles of decarbonization politics. - *Nature Climate Change*, 13, 6, 503-504. <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01663-y>
- Mattauch, L.**, Tenkhoff, L. (2023): High 'steaks': Building support for reducing agricultural emissions. - *PLOS Climate*, 2, 10, e0000291. <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000291>
- Mbouna, S. G. N., Banerjee, T., **Schöll, E.**, Yamapi, R. (2023): Effect of fractional derivatives on amplitude chimeras and symmetry-breaking death states in networks of limit-cycle oscillators. - *Chaos*, 33, 6, 063137. <https://doi.org/10.1063/5.0144713>
- Mbouna, S. G. N., Banerjee, T., **Schöll, E.** (2023): Chimera patterns with spatial random swings between periodic attractors in a network of FitzHugh-Nagumo oscillators. - *Physical Review E*, 107, 5, 054204. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.107.054204>
- McDermid, S., Nocco, M., Lawston-Parker, P., Keune, J., Pokhrel, Y., Jain, M., **Jägermeyr, J.**, Brocca, L., Massari, C., Jones, A. D., Vahmani, P., Thiery, W., Yao, Y., Bell, A., Chen, L., Dorigo, W., Hanasaki, N., Jasechko, S., Lo, M.-H., Mahmood, R., Mishra, V., Mueller, N. D., Niyogi, D., Rabin, S. S., Sloat, L., Wada, Y., Zappa, L., Chen, F., Cook, B. I., Kim, H., Lombardozi, D., Polcher, J., Ryu, D., Santanello, J., Satoh, Y., Seneviratne, S., Singh, D., Yokohata, T. (2023): Irrigation in the Earth system. - *Nature Reviews Earth & Environment*, 4, 435-453. <https://doi.org/10.1038/s43017-023-00438-5>
- Meng, J., **Fan, J.**, Bhatt, U. S., **Kurths, J.** (2023): Arctic weather variability and connectivity. - *Nature Communications*, 14, 6574. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-42351-x>
- Merfort, L., Bauer, N., Humpenöder, F., Klein, D., Strefler, J., Popp, A., Krieglner, E., Luderer, G.** (2023): State of global land regulation inadequate to control biofuel land-use-change emissions [Policy Brief]. - *Nature Climate Change*, 13, 610-612. <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01711-7>
- Merfort, L., Bauer, N., Humpenöder, F., Klein, D., Strefler, J., Popp, A., Luderer, G., Krieglner, E.** (2023): Bioenergy-induced land-use-change emissions with sectorally fragmented policies. - *Nature Climate Change*, 13, 685-692. <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01697-2>
- Mester, B., Schewe, J., Frieler, K.** (2023): Human displacements, fatalities, and economic damages linked to remotely observed floods. - *Scientific Data*, 10, 482. <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02376-9>
- Mester, B., Vogt, T., Bryant, S., Otto, C., Frieler, K., Schewe, J.** (2023): Human displacements from Tropical Cyclone Irai attributable to climate change. - *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 23, 11, 3467-3485. <https://doi.org/10.5194/nhess-23-3467-2023>
- Mevenkamp, H., **Wunderling, N.**, Bhatt, U., Carman, T., **Donges, J. F.**, Genet, H., Serbin, S., **Winkelmann, R.**, Euskirchen, E. S. (2023): Reducing uncertainty of high-latitude ecosystem models through identification of key parameters. - *Environmental Research Letters*, 18, 084032. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ace637>
- Micheline, S., Sedova, B., Schewe, J., Frieler, K.** (2023): Extreme weather impacts do not improve conflict predictions in Africa. - *Humanities and Social Sciences Communications*, 10, 522. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01996-1>
- Middelani, R., Willner, S., Kuhla, K., Quante, L., Otto, C., Levermann, A.** (2023): Stressed economies respond more strongly to climate extremes. - *Environmental Research Letters*, 18, 9, 094034. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acec5e>
- Milojevic-Dupont, N., Wagner, F., Nachtigall, F., Hu, J., Brüser, G. B., Zumwald, M., Biljecki, F., Heeren, N., Kaack, L. H., **Pichler, P.-P.**, Creutzig, F. (2023): EUBUCCO v0.1: European building stock characteristics in a common and open database for 200+ million individual buildings. - *Scientific Data*, 10, 147. <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02040-2>
- Mirzabaev, A., Bezner Kerr, R., Hasegawa, T., **Pradhan, P.**, Wreford, A., Cristina Tirado von der Pahlen, M., Gurney-Smith, H. (2023): Severe climate change risks to food security and nutrition. - *Climate Risk Management*, 39, 100473. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2022.100473>
- Mitsui, T., Willeit, M., Boers, N.** (2023): Synchronization phenomena observed in glacial-interglacial cycles simulated in an Earth system model of intermediate complexity. - *Earth System Dynamics*, 14, 6, 1277-1294. <https://doi.org/10.5194/esd-14-1277-2023>
- Mogge, L.**, McDonald, M., Knoth, C., Teickner, H., Purevtsuren, M., Pebesma, E., **Kraehnert, K.** (2023): Allocation of humanitarian aid after a weather disaster. - *World Development*, 166, 106204. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2023.106204>
- Molina Bacca, E. J., Stevanović, M., Bodirsky, B. L., Karstens, K., Chen, D.-M.-C., Leip, D., Müller, C., Minoli, S., Heinke, J., Jägermeyr, J.**, Folberth, C., Iizumi, T., Jain, A. K., Liu, W., Okada, M., Smerald, A., Zabel, F., **Lotze-Campen, H., Popp, A.** (2023): Uncertainty in land-use adaptation persists despite crop model projections showing lower impacts under high warming. - *Communications Earth and Environment*, 4, 284. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00941-z>

Monioudi, I., Velegrakis, A., Chatzistratis, D., Voudoukas, M., Savva, C., Wang, D., Bove, G., Mentaschi, L., **Paprotny, D.**, Morales-Napoles, O., Chatzivadavlis, A., Hasiotis, T., Manoutsoglou, E. (2023): Climate change - induced hazards on touristic island beaches: Cyprus, Eastern Mediterranean. - *Frontiers in Marine Science*, 10, 1188896. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1188896>

Moreno-Parada, D., Alvarez-Solas, J., Blasco, J., Montoya, M., **Robinson, A.** (2023): Simulating the Laurentide Ice Sheet of the Last Glacial Maximum. - *The Cryosphere*, 17, 5, 2139-2156. <https://doi.org/10.5194/tc-17-2139-2023>

Mosnier, A., Javalera-Rincon, V., Jones, S. K., Andrew, R., Bai, Z., Baker, J., Basnet, S., Boer, R., Chavarro, J., Costa, W., Daloz, A. S., DeClerck, F. A., Díaz, M., Douzal, C., Howe Fan, A. C., Fetzer, I., Frank, F., Gonzalez-Abraham, C. E., Habiburrahman, A. H. F., Immanuel, G., Harrison, P. A., Imanirareba, D., Olguin, M., Orduña-Cabrera, F., Pena, A., Pérez-Guzmán, K., Potashnikov, V., Rämö, J., Ramos, F. M., Rasche, L., Gallardo, R. R., Schmidt-Traub, G., Selomane, O., Singh, V., Smith, A., Soterroni, A. C., Sperling, F., Steinhauser, J., **Stevanović, M.**, Stokov, A., Thomson, M., van Oort, B., Vittis, Y., Wade, C., Winarni, N. L., Woldeyes, F. B., Wu, G. C., Zerriffi, H. (2023): A decentralized approach to model national and global food and land use systems. - *Environmental Research Letters*, 18, 045001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acc044>

Mosnier, A., Schmidt-Traub, G., Obersteiner, M., Jones, S., Javalera-Rincon, V., DeClerck, F., Thomson, M., Sperling, F., Harrison, P., Pérez-Guzmán, K., McCord, G. C., Navarro-García, J., Marcos-Martinez, R., Wu, G. C., Poncet, J., Douzal, C., Steinhauser, J., Monjeau, A., Frank, F., Lehtonen, H., Rämö, J., Leach, N., Gonzalez-Abraham, C. E., Kumar Gosh, R., Jha, C., Singh, V., Bai, Z., Jin, X., Ma, L., Stokov, A., Potashnikov, V., Orduña-Cabrera, F., Neubauer, R., Diaz, M., Penescu, L., Domínguez, E. A., Chavarro, J., Pena, A., Basnet, S., Fetzer, I., Baker, J., Zerriffi, H., Reyes Gallardo, R., Bryan, B. A., Hadjikakou, M., **Lotze-Campen, H.**, **Stevanović, M.**, Smith, A., Costa, W., Habiburrahman, A., Immanuel, G., Selomane, O., Daloz, A. S., Andrew, R., van Oort, B., Imanirareba, D., Molla, K. G., Woldeyes, F. B., Soterroni, A. C., Scarabello, M., Ramos, F. M., Boer, R., Winarni, N. L., Supriatna, J., Low, W. S., Fan, A. C. H., Naramabuye, F. X., Niyitanga, F., Olguin, M., **Popp, A.**, Rasche, L., Godfray, C., Hall, J. W., Grundy, M. J., Wang, X. (2023): How can diverse national food and land use priorities be reconciled with global sustainability targets? Lessons from the FABLE initiative. - *Sustainability Science*, 18, 335-345. <https://doi.org/10.1007/s11625-022-01227-7>

Muis, S., Aerts, J. C. J. H., Á. Antolínez, J. A., Dullaart, J. C., Duong, T. M., Erikson, L., Haarsma, R. J., Apechechea, M. I., **Mengel, M.**, Le Bars, D., O'Neill, A., Ranasinghe, R., Roberts, M. J., Verlaan, M., Ward, P. J., Yan, K. (2023): Global Projections of Storm Surges Using High-Resolution CMIP6 Climate Models. - *Earth's Future*, 11, 9, e2023EF003479. <https://doi.org/10.1029/2023EF003479>

**Müller-Hauser, A.**, Huda, T. M. N., **Sobhan, S.**, **Lambrecht, N.**, **Waid, J. L.**, **Wendt, A.**, Ali, S., Rahman, M., Gabrysch, S. (2023): Effect of a Homestead Food Production and food hygiene intervention on biomarkers of environmental enteric dysfunction in children under 24 months in rural Bangladesh: A cluster-randomized controlled trial. - *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 109, 5, 1166-1176. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.23-0153>

**Müffel, J.**, Ruhnau, O., Madlener, R. (2023): Accurate and scalable representation of electric vehicles in energy system models: A virtual storage-based aggregation approach. - *iScience*, 26, 10, 107816. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.107816>

**Nauck, C.**, **Lindner, M.**, Schürholt, K., **Hellmann, F.** (2023): Toward dynamic stability assessment of power grid topologies using graph neural networks. - *Chaos*, 33, 10, 103103. <https://doi.org/10.1063/5.0160915>

Nganso, E. N., Mbouna, S. G. N., Yamapi, R., Filatrella, G., **Kurths, J.** (2023): Two-tractor chimera and solitary states in a network of nonlocally coupled birhythmic van der Pol oscillators. - *Chaos, Solitons and Fractals*, 169, 113235. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2023.113235>

**Nian, D.**, Bathiany, S., **Ben-Yami, M.**, **Blaschke, L.**, Hirota, M., Rodrigues, R. R., **Boers, N.** (2023): A potential collapse of the Atlantic Meridional Overturning Circulation may stabilise eastern Amazonian rainforests. - *Communications Earth and Environment*, 4, 470. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-01123-7>

**Nicola, L.** (2023): Polarfuchs (Kolumne): Die Antarktis im Computer – wie funktionieren Computermodelle? - *Polarforschung*, 91, 105-108. <https://doi.org/10.5194/polf-91-105-2023>

**Nicola, L.**, Notz, D., **Winkelmann, R.** (2023): Revisiting temperature sensitivity: how does Antarctic precipitation change with temperature? - *The Cryosphere*, 17, 7, 2563-2583. <https://doi.org/10.5194/tc-17-2563-2023>

Niebsch, J., **von Bloh, W.**, **Thonicke, K.**, Rammlau, R. (2023): Accelerated photosynthesis routine in LPJmL4. - *Geoscientific Model Development*, 16, 1, 17-33. <https://doi.org/10.5194/gmd-16-17-2023>

Nishizawa, T., Kay, S., Schuler, J., Klein, N., **Conradt, T.**, Mielewicz, M., Herzog, F., Aurbacher, J., Zander, P. (2023): Towards diverse agricultural land uses: socio-ecological implications of European agricultural pathways for a Swiss orchard region. - *Regional Environmental Change*, 23, 97. <https://doi.org/10.1007/s10113-023-02092-5>

Nkouna, I. T., Xia, Y., **Yanchuk, S.**, Yamapi, R., **Kurths, J.** (2023): Generalized FitzHugh-Nagumo model with tristable dynamics: Deterministic and stochastic bifurcations. - *Chaos, Solitons and Fractals*, 175, Part 1, 114020. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2023.114020>

Nyawanda, B. O., Beloconi, A., Khagayi, S., Bigogo, G., Obor, D., Otieno, N. A., **Lange, S.**, Franke, J., Sauerborn, R., Utzinger, J., Kariuki, S., Munga, S., Vounatsou, P. (2023): The relative effect of climate variability on malaria incidence after scale-up of interventions in western Kenya: A time-series analysis of monthly incidence data from 2008 to 2019. - *Parasite Epidemiology and Control*, 21, e00297. <https://doi.org/10.1016/j.parepi.2023.e00297>

Obura, D. O., DeClerck, F., Verburg, P. H., Gupta, J., Abrams, J. F., Bai, X., Bunn, S., Ebi, K. L., Gifford, L., Gordon, C., Jacobson, L., Lenton, T. M., Liverman, D., Mohamed, A., Prodan, K., Rocha, J. C., **Rockström, J.**, **Sakschewski, B.**, Stewart-Koster, B., van Vuuren, D., **Winkelmann, R.**, Zimm, C. (2023): Achieving a nature- and people-positive future. - *One Earth*, 6, 2, 105-117. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2022.11.013>

Ordonez, J. A., Jakob, M., **Steckel, J. C.**, Ward, H. (2023): India's just energy transition: Political economy challenges across states and regions. - *Energy Policy*, 179, 113621. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113621>

Orlov, A., De Hertog, S., Havermann, F., Guo, S., Luo, F., Manola, I., Thiery, W., Lejeune, Q., Pongratz, J., **Humpenöder, F.**, **Windisch, M. G.**, Nath, S., **Popp, A.**, Schleussner, C.-F. (2023): Changes in Land Cover and Management Affect Heat Stress and Labor Capacity. - *Earth's Future*, 11, 3, e2022EF002909. <https://doi.org/10.1029/2022EF002909>

**Ostberg, S.**, **Müller, C.**, **Heinke, J.**, **Schaphoff, S.** (2023): LandInG 1.0: a toolbox to derive input datasets for terrestrial ecosystem modelling at variable resolutions from heterogeneous sources. - *Geoscientific Model Development*, 16, 11, 3375-3406. <https://doi.org/10.5194/gmd-16-3375-2023>

**Otto, C.**, **Kuhla, K.**, **Geiger, T.**, **Schewe, J.**, **Frieler, K.** (2023): Better insurance could effectively mitigate the increase in economic growth losses from U.S. hurricanes under global warming. - *Science Advances*, 9, 1, eadd6616. <https://doi.org/10.1126/sciadv.add6616>

**Pahle, M.** (2023): Pricing carbon for a fair and effective low-carbon road transport transition in the EU [Commentary]. - *One Earth*, 6, 1, 7-10. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2022.12.005>

**Pánis, R.**, Adámek, K., **Marwan, N.** (2023): Averaged recurrence quantification analysis. - *European Physical Journal - Special Topics*, 232, 1, 47-56. <https://doi.org/10.1140/epjs/s11734-022-00686-4>

**Paprotny, D.**, **Mengel, M.** (2023): Population, land use and economic exposure estimates for Europe at 100 m resolution from 1870 to 2020. - *Scientific Data*, 10, 372. <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02282-0>

Patacca, M., Lindner, M., Lucas-Borja, M. E., Cordonnier, T., Fidej, G., Gardiner, B., **Hauf, Y.**, Jasinevičius, G., Labonne, S., Linkevičius, E., **Mahnken, M.**, Milanovic, S., Nabuurs, G.-J., Nagel, T. A., Nikinmaa, L., Panyatov, M., Bercak, R., Seidl, R., Ostrogović Sever, M. Z., Socha, J., Thom, D., Vuletic, D., Zudin, S., Schelhaas, M.-J. (2023): Significant increase in natural disturbance impacts on European forests since 1950. - *Global Change Biology*, 29, 5, 1359-1376. <https://doi.org/10.1111/gcb.16531>

Patton, A. I., **Luna, L.**, Roering, J. J., Jacobs, A., Korup, O., Mirus, B. B. (2023): Landslide initiation thresholds in data-sparse regions: application to landslide early warning criteria in Sitka, Alaska, USA. - *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 23, 10, 3261-3284. <https://doi.org/10.5194/nhess-23-3261-2023>

Perri, S., Levin, S., Hedin, L. O., **Wunderling, N.**, Porporato, A. (2023): Socio-political feedback on the path to net zero. - *One Earth*, 6, 6, 725-737. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2023.05.011>

Persad, G., Samset, B. H., Wilcox, L. J., Allen, R. J., Bollasina, M. A., Booth, B. B. B., Bonfils, C., Crocker, T., Joshi, M., Lund, M. T., Marvel, K., Merikanto, J., Nordling, K., **Undorf, S.**, van Vuuren, D. P., Westervelt, D. M., Zhao, A. (2023): Rapidly evolving aerosol emissions are a dangerous omission from near-term climate risk assessments. - Environmental Research: Climate, 2, 032001. <https://doi.org/10.1088/2752-5295/acd6af>

Pfeifer, L., **Otto, I. M.** (2023): Changing seasonal temperature offers a window of opportunity for stricter climate policy. - Environmental Science and Policy, 140, 35-45. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.11.010>

Piercy, E., Verstraete, W., Ellis, P. R., Banks, M., **Rockström, J.**, Smith, P., Witard, O. C., Hallett, J., Hogstrand, C., Knott, G., Karwati, A., Rasoarahona, H. F., Leslie, A., He, Y., Guo, M. (2023): A sustainable waste-to-protein system to maximise waste resource utilisation for developing food- and feed-grade protein solutions. - Green Chemistry, 25, 3, 808-832. <https://doi.org/10.1039/D2GC03095K>

Pint, A., Hildebrandt, A., **Landwehrs, J. P.**, **Feulner, G.**, Scholze, F., Nyakatura, J., Ispas, L., Grütner, C., Frenzel, P. (2023): Contour marks as potential indicators of evaporation rates in the early Permian continental vertebrate site Bromacker (Thuringia, Central Germany). - Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 628, 111749. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2023.111749>

Politi, A., **Yanchuk, S.**, Giacomelli, G. (2023): Nearly Hamiltonian dynamics of laser systems. - Physical Review Research, 5, 2, 023059. <https://doi.org/10.1103/PhysRevResearch.5.023059>

**Pörtner, L. M.**, Koppold, D. A., Kessler, C. S., Michalsen, A., Jeitler, M. (2023): Das Potenzial der Ernährung für Schmerztherapie und planetare Gesundheit. - Der Schmerz, 37, 344-349. <https://doi.org/10.1007/s00482-023-00722-9>

**Pörtner, L. M.**, von Philipsborn, P., Fesenfeld, L. (2023): Editorial: Food Security and Sustainability in Times of Multiple Crises. - Annals of Nutrition and Metabolism, 79, 1-2. <https://doi.org/10.1159/000527743>

**Pradhan, P.** (2023): Saving food mitigates climate change. - Nature Food, 4, 3, 211-212. <https://doi.org/10.1038/s43016-023-00720-1>

**Pradhan, P.** (2023): A threefold approach to rescue the 2030 Agenda from failing. - National Science Review, 10, 7, nwad015. <https://doi.org/10.1093/nsr/nwad015>

**Pradhan, P.**, Callaghan, M., Hu, Y., Dahal, K., **Hunecke, C.**, **Reußwig, F.**, **Lotze-Campen, H.**, **Kropp, J. P.** (2023): A systematic review highlights that there are multiple benefits of urban agriculture besides food. - Global Food Security, 38, 100700. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2023.100700>

Prütz, R., **Strefler, J.**, Rogel, J., Fuss, S. (2023): Understanding the carbon dioxide removal range in 1.5 °C compatible and high overshoot pathways. - Environmental Research Communications, 5, 4, 041005. <https://doi.org/10.1088/2515-7620/accdba>

**Quemin, S.**, **Pahle, M.** (2023): Financials threaten to undermine the functioning of emissions markets. - Nature Climate Change, 13, 22-31. <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01560-w>

Raghunathan, M., **George, N. B.**, Unni, V. R., **Kurths, J.**, **Surovyatkina, E.**, Sujith, R. I. (2023): Inhibiting the onset of thermoacoustic instability through targeted control of critical regions. - International Journal of Spray and Combustion Dynamics, 15, 1, 3-15. <https://doi.org/10.1177/17568277221149507>

Rammelt, C. F., Gupta, J., Liverman, D., Scholtens, J., Ciobanu, D., Abrams, J. F., Bai, X., Gifford, L., Gordon, C., Hurlbert, M., Inoue, C. Y. A., Jacobson, L., Lade, S. J., Lenton, T. M., McKay, D. I. A., Nakicenovic, N., Okereke, C., Otto, I. M., Pereira, L. M., Prodani, K., **Rockström, J.**, Stewart-Koster, B., Verburg, P. H., Zimm, C. (2023): Impacts of meeting minimum access on critical earth systems amidst the Great Inequality. - Nature Sustainability, 6, 2, 212-221. <https://doi.org/10.1038/s41893-022-00995-5>

**Reese, R.**, **Garbe, J.**, Hill, E. A., Urruty, B., Naughten, K. A., Gagliardini, O., Durand, G., Gillet-Chaulet, F., Gudmundsson, G. H., Chandler, D., Langebroek, P. M., **Winkelmann, R.** (2023): The stability of present-day Antarctic grounding lines – Part 2: Onset of irreversible retreat of Amundsen Sea glaciers under current climate on centennial timescales cannot be excluded. - The Cryosphere, 17, 9, 3761-3783. <https://doi.org/10.5194/tc-17-3761-2023>

**Reitemeyer, F.**, Fritz, D., Jacobi, N., Díaz-Bone, L., Mariño Viteri, C., **Kropp, J. P.** (2023): Quantification of urban mitigation potentials - coping with data heterogeneity. - Heliyon, 9, 6, e16733. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16733>

Ribeiro, F. L., **Rybski, D.** (2023): Mathematical models to explain the origin of urban scaling laws. - Physics Reports, 1012, 1-39. <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2023.02.002>

Richardson, K., Steffen, W., **Lucht, W.**, Bendtsen, J., Cornell, S. E., **Donges, J. F.**, **Drüke, M.**, Fetzer, I., Bala, G., **von Bloh, W.**, **Feulner, G.**, Fiedler, S., **Gerten, D.**, Gleeson, T., **Hofmann, M.**, **Huiskamp, W. N.**, Kummer, M., Mohan, C., Nogués-Bravo, D., **Petri, S.**, Porkka, M., **Rahmstorf, S.**, **Schaphoff, S.**, **Thonicke, K.**, **Tobian, A.**, Virkki, V., **Wang-Erlandsson, L.**, Weber, L., **Rockström, J.** (2023): Earth beyond six of nine planetary boundaries. - Science Advances, 9, 37, ead42458. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458>

**Riechers, K.**, Rydin Gorjão, L., Hassanibesheli, F., Lind, P. G., Witthaut, D., **Boers, N.** (2023): Stable stadial and interstadial states of the last glacial's climate identified in a combined stable water isotope and dust record from Greenland. - Earth System Dynamics, 14, 3, 593-607. <https://doi.org/10.5194/esd-14-593-2023>

**Rikani, A.**, **Otto, C.**, **Levermann, A.**, **Schewe, J.** (2023): More people too poor to move: Divergent effects of climate change on global migration patterns. - Environmental Research Letters, 18, 2, 024006. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aca6fe>

Ripple, W. J., Wolf, C., Gregg, J. W., **Rockström, J.**, Newsome, T. M., Law, B. E., Marques, L., Lenton, T. M., Xu, C., Huq, S., Simons, L., King, D. A. (2023): The 2023 state of the climate report: Entering uncharted territory. - BioScience, 73, 12, 841-850. <https://doi.org/10.1093/biosci/biad080>

Ripple, W. J., Wolf, C., Lenton, T. M., Gregg, J. W., Natali, S. M., Duffy, P. B., **Rockström, J.**, **Schellnhuber, H. J.** (2023): Many risky feedback loops amplify the need for climate action [Commentary]. - One Earth, 6, 2, 86-91. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2023.01.004>

Roberts, P., Kaplan, J. O., Findley, D. M., Hamilton, R., Caetano-Andrade, V. L., Amano, N., Kay, A. U., Renn, J., **Winkelmann, R.** (2023): Mapping our reliance on the tropics can reveal the roots of the Anthropocene [Comment]. - Nature Ecology & Evolution, 7, 632-636. <https://doi.org/10.1038/s41559-023-01998-x>

**Rockström, J.**, Gupta, J., Qin, D., Lade, S. J., Abrams, J. F., **Andersen, L.**, Armstrong McKay, D. I., Bai, X., Bala, G., Bunn, S. E., Ciobanu, D., DeClerck, F., Ebi, K., Gifford, L., Gordon, C., Hasan, S., Kanie, N., Lenton, T. M., **Loriani, S.**, Liverman, D. M., Mohamed, A., Nakicenovic, N., Obura, D., Ospina, D., Prodani, K., Rammelt, C., **Sakschewski, B.**, Scholtens, J., Stewart-Koster, B., Tharammal, T., van Vuuren, D., Verburg, P. H., **Winkelmann, R.**, Zimm, C., Bennett, E. M., Bringezu, S., Broadgate, W., Green, P. A., Huang, L., Jacobson, L., Ndehedehe, C., Pedde, S., Rocha, J., Scheffer, M., Schulte-Uebbing, L., de Vries, W., Xiao, C., Xu, C., Xu, X., Zafra-Calvo, N., Zhang, X. (2023): Safe and just Earth system boundaries. - Nature, 619, 102-111. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06083-8>

**Rockström, J.**, Mazzucato, M., **Andersen, L.**, **Fahrländer, S. F.**, **Gerten, D.** (2023): Why we need a new economics of water as a common good. - Nature, 615, 7954, 794-797. <https://doi.org/10.1038/d41586-023-00800-z>

**Rockström, J.**, Norström, A. V., Matthews, N., Biggs, R., Folke, C., Harikishun, A., Huq, S., Krishnan, N., **Warszawski, L.**, Nel, D. (2023): Shaping a resilient future in response to COVID-19. - Nature Sustainability, 6, 897-907. <https://doi.org/10.1038/s41893-023-01105-9>

**Rockström, J.**, Richardson, K. (2023): William Steffen (1947–2023). - Science, 380, 6642, 245. <https://doi.org/10.1126/science.adh9882>

**Rockström, J.**, Thilsted, S., Willett, W., Gordon, L., Herrero, M., Agustina, R., Covic, N., Forouhi, N. G., Hicks, C., Fanzo, J., Kebreab, E., Kremen, C., Laxminarayan, R., Marteau, T., Monteiro, C., Njuki, J., Rivera, J. A., Springmann, M., Pan, A., Pan, W.-H., Rao, N., van Vuuren, D., Vermeulen, S., Webb, P., Carducci, B., Conti, C., D'Croz, D. M., Milutinovic, S., DeClerck, F. (2023): EAT–Lancet Commission 2.0: securing a just transition to healthy, environmentally sustainable diets for all. - The Lancet, 402, 352-354. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)01290-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)01290-4)

**Rolim Sales, M.**, Mugnaine, M., Szezech, J. D., Viana, R. L., Caldas, I. L., **Marwan, N.**, **Kurths, J.** (2023): Stickiness and recurrence plots: An entropy-based approach. - Chaos, 33, 3, 033140. <https://doi.org/10.1063/5.0140613>

**Romanovska, P.**, **Gleixner, S.**, **Gornott, C.** (2023): Climate data uncertainty for agricultural impact assessments in West Africa. - Theoretical and Applied Climatology, 152, 933-950. <https://doi.org/10.1007/s00704-023-04430-3>

**Romanovska, P.**, **Schauberger, B.**, **Gornott, C.** (2023): Wheat yields in Kazakhstan can successfully be forecasted using a statistical crop model. - European Journal of Agronomy, 147, 126843. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2023.126843>

- Rousi, E., Fink, A., Andersen, L., Becker, F., Beobide-Arsuaga, G., Breil, M., Cozzi, G., Heinke, J., Jach, L., Niermann, D., Petrovic, D., Richling, A., Riebold, J., Steidl, S., Suarez-Gutierrez, L., Tradowsky, J., Coumou, D., Dusterhus, A., Ellsäßer, F., Fragkoulidis, G., Gliksmann, D., Handorf, D., Hausteil, K., Kornhuber, K., Kunstmann, H., Pinto, J., Warrach-Sagi, K., Xoplaki, E. (2023): The extremely hot and dry 2018 summer in central and northern Europe from a multi-faceted weather and climate perspective. - *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 23, 5, 1699-1718. <https://doi.org/10.5194/nhess-23-1699-2023>**
- Ruhnau, O., Stiewe, C., Müßel, J., Hirth, L. (2023): Natural gas savings in Germany during the 2022 energy crisis. - *Nature Energy*, 8, 621-628. <https://doi.org/10.1038/s41560-023-01260-5>
- Rybalova, E., Nechaev, V., Schöll, E., Strelkova, G. (2023): Chimera resonance in networks of chaotic maps. - *Chaos*, 33, 9, 093138. <https://doi.org/10.1063/5.0164008>
- Rybalova, E., Schöll, E., Strelkova, G. (2023): Controlling chimera and solitary states by additive noise in networks of chaotic maps. - *Journal of Difference Equations and Applications*, 29, 9-12, 909-930. <https://doi.org/10.1080/10236198.2022.2118580>
- Rybski, D., Ciccone, A. (2023):** Auerbach, Lotka, and Zipf: pioneers of power-law city-size distributions. - *Archive for History of Exact Sciences*, 77, 601-613. <https://doi.org/10.1007/s00407-023-00314-0>
- Sacchi, R., Becattini, V., Gabriellini, P., Cox, B., **Dinaiachner, A., Bauer, C., Mazzotti, M. (2023):** How to make climate-neutral aviation fly. - *Nature Communications*, 14, 3989. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-39749-y>
- Sambou, M. H. A., **Liersch, S., Koch, H., Vissin, E. W., Albergel, J., Sane, M. L. (2023):** Synergies and Trade-Offs in Water Resources Management in the Bafing Watershed under Climate Change. - *Water*, 15, 11, 2067. <https://doi.org/10.3390/w15112067>
- Sándor, R., Ehrhardt, F., Grace, P., Recous, S., Smith, P., Snow, V., Soussana, J.-F., Basso, B., Bhatia, A., Brilli, L., Doltra, J., Dorich, C. D., Doro, L., Fitton, N., Grant, B., Harrison, M. T., Skiba, U., Kirschbaum, M. U., Klumpp, K., Laville, P., Léonard, J., Martin, R., Massad, R. S., Moore, A. D., Myrjotis, V., Patteny, E., **Rolinski, S., Sharp, J., Smith, W., Wu, L., Zhang, Q., Bellocchi, G. (2023):** Residual correlation and ensemble modelling to improve crop and grassland models. - *Environmental Modelling and Software*, 161, 105625. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2023.105625>
- Savin, I., Creutzig, F., Filatova, T., Foramitti, J., **Konc, T., Niamir, L., Safarynska, K., van den Bergh, J. (2023):** Agent-based modeling to integrate elements from different disciplines for ambitious climate policy. - *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 14, 2, e811. <https://doi.org/10.1002/wcc.811>
- Sawicki, J., Berner, R., Loos, S., Anvari, M., Bader, R., Barfuss, W., Botta, N., Brede, N., Franović, I., Gauthier, D. J., Goldt, S., Hajizadeh, A., Hövel, P., Karin, O., Lorenz-Spreen, P., Miehl, C., Mölter, J., Olmi, S., Schöll, E., Seif, A., Tass, P. A., Volpe, G., Yanchuk, S., Kurths, J. (2023):** Perspectives on adaptive dynamical systems. - *Chaos*, 33, 7, 071501. <https://doi.org/10.1063/5.0147231>
- Schaffhauser, T., **Lange, S., Tuo, Y., Disse, M. (2023):** Shifted discharge and drier soils: Hydrological projections for a Central Asian catchment. - *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 46, 101338. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2023.101338>
- Schlosser, P., **Rockström, J., Edwards, C., Mirazo, P., Heilemann, A., Kitzmann, N., Krobjinski, S. L. (2023):** Accelerating transformations for a just, sustainable future: 10 'Must Haves'. - *Global Sustainability*, 6, e17. <https://doi.org/10.1017/sus.2023.14>
- Schuldt, H., Lessmann, K. (2023):** Financing the low-carbon transition: the impact of financial frictions on clean investment. - *Macroeconomic Dynamics*, 27, 7, 1932-1971. <https://doi.org/10.1017/S1365100522000542>
- Schuster, A., Lindner, M., Otto, I. M. (2023):** Whose house is on fire? Identifying socio-demographic and housing characteristics driving differences in the UK household CO<sub>2</sub> emissions. - *Ecological Economics*, 207, 107764. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.107764>
- Schuster, A., Otto, I. M. (2023):** Understanding Socio-metabolic Inequalities Using Consumption Data from Germany. - *Capitalism Nature Socialism*, 34, 4, 97-118. <https://doi.org/10.1080/10455752.2022.2140066>
- Schuster, A., Zoll, M., Otto, I. M., Stölzel, F. (2023):** The unjust just transition? Exploring different dimensions of justice in the lignite regions of Lusatia, Eastern Greater Poland, and Gorj. - *Energy Research and Social Science*, 104, 103227. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103227>
- Seroussi, H., Verjans, V., 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., Hattermann, 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 Katwyk, P., van de Wal, R. S. W., Winkelmann, R., Zhao, C., Zhang, T., Zwinger, T. (2023):** Insights into the vulnerability of Antarctic glaciers from the ISMIP6 ice sheet model ensemble and associated uncertainty. - *The Cryosphere*, 17, 12, 5197-5217. <https://doi.org/10.5194/tc-17-5197-2023>
- Seydewitz, T., Pradhan, P., Landholm, D. M., Kropp, J. P. (2023):** Deforestation drivers across the tropics and their impacts on carbon stocks and ecosystem services. - *Anthropocene Science*, 2, 81-92. <https://doi.org/10.1007/s44177-023-00051-7>
- Singh, V., Stevanović, M., Jha, C. K., Beier, F., Ghosh, R. K., Lotze-Campen, H., Popp, A. (2023):** Assessing policy options for sustainable water use in India's cereal production system. - *Environmental Research Letters*, 18, 9, 094073. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acf9b6>
- Singhal, P., Hobbs, A. (2023):** The Distribution of Energy Efficiency and Regional Inequality. - *The Energy Journal*, 44, 4, 83-122. <https://doi.org/10.5547/01956574.44.4.psin>
- Skiba, V., Fohlmeister, J. (2023):** Contemporaneously growing speleothems and their value to decipher in-cave processes – A modelling approach. - *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 348, 381-396. <https://doi.org/10.1016/j.gca.2023.03.016>
- Skiba, V., Jouvett, G., Marwan, N., Spötl, C., Fohlmeister, J. (2023):** Speleothem growth and stable carbon isotopes as proxies of the presence and thermodynamical state of glaciers compared to modelled glacier evolution in the Alps. - *Quaternary Science Reviews*, 322, 108403. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2023.108403>
- Skiba, V., Spötl, C., Trüssel, M., Schröder-Ritzrau, A., Schröder, B., Frank, N., Eichstädter, R., Tjallingii, R., Marwan, N., Zhang, X., Fohlmeister, J. (2023):** Millennial-scale climate variability in the Northern Hemisphere influenced glacier dynamics in the Alps around 250,000 years ago. - *Communications Earth and Environment*, 4, 426. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-01083-y>
- Smith, T., **Boers, N. (2023):** Global vegetation resilience linked to water availability and variability. - *Nature Communications*, 14, 498. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-36207-7>
- Smith, T., **Boers, N. (2023):** Reliability of vegetation resilience estimates depends on biomass density. - *Nature Ecology & Evolution*, 7, 1799-1808. <https://doi.org/10.1038/s41559-023-02194-7>
- Smith, T., Zotta, R.-M., Boulton, C. A., Lenton, T. M., Dorigo, W., **Boers, N. (2023):** Reliability of resilience estimation based on multi-instrument time series. - *Earth System Dynamics*, 14, 1, 173-183. <https://doi.org/10.5194/esd-14-173-2023>
- Snizhko, S., Bertola, M., Ovcharuk, V., Shevchenko, O., **Didovets, I., Blöschl, G. (2023):** Climate impact on flood changes – an Austrian-Ukrainian comparison. - *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 71, 3, 271-282. <https://doi.org/10.2478/johh-2023-0017>
- Socha, J., Hawryto, P., Tymińska-Czabańska, L., Reineking, B., Lindner, M., Netzel, P., Grabska-Szwagrzyk, E., Vallejos, R., **Reyer, C. P. O. (2023):** Higher site productivity and stand age enhance forest susceptibility to drought-induced mortality. - *Agricultural and Forest Meteorology*, 341, 109680. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2023.109680>
- Soriano, E., Schröter, K., Ullrich, S., **Paprotny, D., Bagli, S., Sánchez, D. S., Cueto-Felgueroso, L., Mediero, L. (2023):** Assessing the impact of climate change on fluvial flood losses in urban areas: a case study of Pamplona (Spain). - *Hydrological Sciences Journal*, 68, 13, 1769-1793. <https://doi.org/10.1080/002626667.2023.2246452>
- Souza Filho, F. A., Rocha, R. V., Estacio, A. B. S., Rolim, L. R. Z., Pontes Filho, J. D. A., Porto, V. C., **Guimarães, S. O. (2023):** Enhancing streamflow forecasting for the Brazilian electricity sector: a strategy based on a hyper-multimodel. - *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 28, e45. <https://doi.org/10.1590/2318-0331.282320230120>
- Stange, G., Pagogna, R., Sterly, H., Sakdapolrak, P., Borderon, M., Schraven, B., **Serraglio, D. A. (2023):** Impeded Migration as Adaptation: COVID-19 and Its Implications for Translocal Strategies of Environmental Risk Management. - *Advances in Southeast Asian Studies*, 16, 1, 157-169. <https://doi.org/10.14764/10.ASEAS-0093>

- Stechemesser, A., Kotz, M., Auffhammer, M., Wenz, L.** (2023): Prolonged exposure weakens risk perception and behavioral mobility response: Empirical evidence from Covid-19. - *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 22, 100906. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100906>
- Stechemesser, A., Wenz, L.** (2023): Inequality in behavioural heat adaptation: an empirical study with mobility data from the transport system in New York City, NY, USA. - *The Lancet Planetary Health*, 7, 10, e798-e808. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(23\)00195-X](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(23)00195-X)
- Steinke, J., **Habtemariam, L. T.**, Kubitzka, C., Maczek, M., Altincicek, B., Sieber, S. (2023): Stronger Food and Nutrition Security Impacts from More Intense Project Participation: Evidence from a Multi-Country Intervention Program. - *Journal of Development Studies*, 59, 6, 873-893. <https://doi.org/10.1080/00220388.2023.2182684>
- Straiotto, B. G., **Marwan, N.**, James, D. C., Seeley, P. J. (2023): Recurrence analysis discriminates martial art movement patterns. - *European Physical Journal - Special Topics*, 232, 1, 151-159. <https://doi.org/10.1140/epjs/s11734-022-00684-6>
- Strnad, F., Schlörl, J., Geen, R., **Boers, N.**, Goswami, B. (2023): Propagation pathways of Indo-Pacific rainfall extremes are modulated by Pacific sea surface temperatures. - *Nature Communications*, 14, 5708. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-41400-9>
- Su, Z., Kurths, J., Liu, Y., Yanchuk, S.** (2023): Extreme multistability in symmetrically coupled clocks. - *Chaos*, 33, 083157. <https://doi.org/10.1063/5.0145733>
- Sun, F., Lu, C., Zhu, W., **Kurths, J.** (2023): Mean-square consensus of hybrid multi-agent systems with noise and nonlinear terms over jointly connected topologies. - *Journal of the Franklin Institute*, 360, 8, 5759-5779. <https://doi.org/10.1016/j.franklin.2023.03.031>
- Sun, F., Lu, C., Zhu, W., Kurths, J.** (2023): Data-sampled mean-square consensus of hybrid multi-agent systems with time-varying delay and multiplicative noises. - *Information Sciences*, 624, 674-685. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2022.12.103>
- Sun, F., Wu, X., Kurths, J., Zhu, W.** (2023): Group Consensus for Heterogeneous Multiagent Systems With Time Delays Based on Frequency Domain Approach. - *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 53, 5, 2572-2582. <https://doi.org/10.1109/TSMC.2022.3213873>
- Sun, H., Radicchi, F., **Kurths, J.**, Bianconi, G. (2023): The dynamic nature of percolation on networks with triadic interactions. - *Nature Communications*, 14, 1308. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37019-5>
- Sunny, E. M., Balakrishnan, J., **Kurths, J.** (2023): Predicting climatic tipping points. - *Chaos*, 33, 2, 021101. <https://doi.org/10.1063/5.0135266>
- Sunny, E., Ashok, B., Balakrishnan, J., **Kurths, J.** (2023): The ocean carbon sinks and climate change. - *Chaos*, 33, 10, 103134. <https://doi.org/10.1063/5.0164196>
- Supran, G., **Rahmstorf, S.**, Oreskes, N. (2023): Assessing ExxonMobil's global warming projections. - *Science*, 379, 6628, eabk0063. <https://doi.org/10.1126/science.abk0063>
- Sureth, M., Kalkuhl, M., **Edenhofer, O., Rockström, J.** (2023): A Welfare Economic Approach to Planetary Boundaries. - *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik*, 243, 5, 477-542. <https://doi.org/10.1515/jbnst-2022-0022>
- Suškevičs, M., Karner, K., Bethwell, C., Danzinger, F., Kay, S., Nishizawa, T., Schuler, J., Sepp, K., Várník, R., Glemnitz, M., Semm, M., Umstätter, C., **Conradt, T.**, Herzog, F., Klein, N., Wrbka, T., Zander, P., Schönhart, M. (2023): Stakeholder perceptions of agricultural landscape services, biodiversity, and drivers of change in four European case studies. - *Ecosystem Services*, 64, 101563. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2023.101563>
- Sweet, L.-b., **Müller, C.**, Anand, M., Zscheischler, J. (2023): Cross-Validation Strategy Impacts the Performance and Interpretation of Machine Learning Models. - *Artificial Intelligence for the Earth Systems*, 2, 4, e230026. <https://doi.org/10.1175/AIES-D-23-0026.1>
- Swierczek-Jereczek, J., **Robinson, A.**, Blasco, J., Alvarez-Solas, J., Montoya, M. (2023): Time-scale synchronisation of oscillatory responses can lead to non-monotonous R-tipping. - *Scientific Reports*, 13, 2104. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-28771-1>
- Sylvester, F., Weichert, F. G., Lozano, V. L., Groh, K. J., Bálint, M., Baumann, L., Bässler, C., Brack, W., Brandl, B., Curtius, J., Dierkes, P., Döll, P., Ebersberger, I., Fragkostefanakis, S., Helfrich, E. J. N., Hickler, T., Johann, S., Jourdan, J., Klimpel, S., Kminek, H., Liquin, F., Möllendorf, D., Mueller, T., Oehlmann, J., Ottermanns, R., Pauls, S. U., Piepenbring, M., Pfefferle, J., Schenk, G. J., Scheepens, J. F., Scheringer, M., Schiwiy, S., Schlottmann, A., Schneider, F., Schulte, L. M., Schulze-Sylvester, M., Stelzer, E., Strobl, F., Sundermann, A., Tockner, K., Tröger, T., Vilcinskas, A., Völker, C., **Winkelmann, R.**, Hollert, H. (2023): Better integration of chemical pollution research will further our understanding of biodiversity loss [Comment]. - *Nature Ecology & Evolution*, 7, 1552-1555. <https://doi.org/10.1038/s41559-023-02117-6>
- Syta, A., Czarnigowski, J., Jakliński, P., **Marwan, N.** (2023): Detection and identification of cylinder misfire in small aircraft engine in different operating conditions by linear and non-linear properties of frequency components. - *Measurement*, 223, 113763. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2023.113763>
- Tagne Nkouna, I. B., Messee Goulefack, L., Yamapi, R., **Kurths, J.** (2023): Switching from active to non-active states in a birhythmic conductance-based neuronal model under electromagnetical induction. - *Nonlinear Dynamics*, 111, 771-788. <https://doi.org/10.1007/s11071-022-07842-4>
- Tagne Nkouna, I., **Marwan, N.**, Moukam Kakmeni, F., Yamapi, R., **Kurths, J.** (2023): Adaptive resonance and control of chaos in a new memristive generalized FitzHugh-Nagumo bursting model. - *Chaos*, 33, 10, 103106. <https://doi.org/10.1063/5.0166691>
- Tang, Y., Zhao, C., Wang, J., Zhang, C., Sun, Q., **Kurths, J.** (2023): Perception and Navigation in Autonomous Systems in the Era of Learning: A Survey. - *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 34, 12, 9604-9624. <https://doi.org/10.1109/TNNLS.2022.3167688>
- Thalheimer, L., **Gaupp, F.**, Webersik, C. (2023): Systemic risk and compound vulnerability impact pathways of food insecurity in Somalia. - *Climate Risk Management*, 42, 100570. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2023.100570>
- Thiele, M., Berner, R., Tass, P. A., **Schöll, E., Yanchuk, S.** (2023): Asymmetric adaptivity induces recurrent synchronization in complex networks. - *Chaos*, 33, 2, 023123. <https://doi.org/10.1063/5.0128102>
- Thornton, F., Serraglio, D. A., Thornton, A.** (2023): Trapped or staying put: Governing immobility in the context of climate change. - *Frontiers in Climate*, 5, 1092264. <https://doi.org/10.3389/fclim.2023.1092264>
- Többen, J., Pichler, P.-P., Jaccard, I. S.**, Kratena, K., Moran, D., Zheng, H., **Weisz, H.** (2023): Unequal carbon tax impacts on 38 million German households: assessing spatial and socio-economic hotspots. - *Environmental Research: Climate*, 2, 4, 045006. <https://doi.org/10.1088/2752-5295/aceea0>
- Treistmann, F., Penna, D. D. J., Khenayfis, L. d. S., Cavalcante, N. B. R., Souza Filho, F. A., Rocha, R. V., Estacio, A. B. S., Rolim, L. R. S., Pontes Filho, J. D. A., Porto, V. C., **Guimarães, S. O.**, Pessanha, J. F. M., Almeida, V. A., Chan, P. D. S., Lappicy, T., Lima, C. H. R., Detzel, D. H. M., Bessa, M. R. (2023): A Framework to Evaluate and Compare Synthetic Streamflow Scenario Generation Models. - *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 28, e43. <https://doi.org/10.1590/2318-0331.282320230115>
- Ullmann, W., Fischer, C., Kramer-Schadt, S., Pirhofer Walzl, K., Eccard, J. A., Wevers, J. P., Hardert, A., Sliwinski, K., **Crawford, M.**, Glemnitz, M., Blaum, N. (2023): The secret life of wild animals revealed by accelerometer data: how landscape diversity and seasonality influence the behavioural types of European hares. - *Landscape Ecology*, 38, 3081-3095. <https://doi.org/10.1007/s10980-023-01765-0>
- Vallejo Bernal, S. M., Wolf, F., Boers, N., Traxl, D., Marwan, N., Kurths, J.** (2023): The role of atmospheric rivers in the distribution of heavy precipitation events over North America. - *Hydrology and Earth System Sciences*, 27, 14, 2645-2660. <https://doi.org/10.5194/hess-27-2645-2023>
- van den Hurk, B. J., Pacchetti, M. B., Boere, E., Ciullo, A., Coulter, L., Dessai, S., Erccin, E., Goulart, H. M., Hamed, R., Hochrainer-Stigler, S., Koks, E., **Kubiczek, P., Levermann, A.**, Mechler, R., van Meersbergen, M., **Mester, B., Middelani, R.**, Minderhoud, K., Mysiak, J., Nirandjan, S., van den Oord, G., **Otto, C.**, Sayers, P., **Schewe, J.**, Shepherd, T. G., Sillmann, J., Stuparu, D., **Vogt, T.**, Witpas, K. (2023): Climate impact storylines for assessing socio-economic responses to remote events. - *Climate Risk Management*, 40, 100500. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2023.100500>
- van der Wijst, K.-I., Bosello, F., Dasgupta, S., Drouet, L., Emmerling, J., Hof, A., **Leimbach, M.**, Parrado, R., **Piontek, F.**, Standardi, G., van Vuuren, D. (2023): New damage curves and multimodel analysis suggest lower optimal temperature. - *Nature Climate Change*, 13, 434-441. <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01636-1>

- van Maanen, N., Lissner, T., Harmsen, M., **Piontek, F.**, Andrijevic, M., van Vuuren, D. P. (2023): Representation of adaptation in quantitative climate assessments [Comment]. - *Nature Climate Change*, 13, 309-311. <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01644-1>
- Veh, G., Lützw, N., Tamm, J., **Luna, L.**, Hugonnet, R., Vogel, K., Geertsema, M., Clague, J. J., Korup, O. (2023): Less extreme and earlier outbursts of ice-dammed lakes since 1900. - *Nature*, 614, 701-707. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05642-9>
- Vicente-Serrano, S. M., El Kenawy, A., Zabalza-Martínez, J., Noguera, I., Peña-Angulo, D., Juez, C., Franquesa, M., Fernández-Duque, B., Domínguez-Castro, F., Eklundh, L., Jin, H., **Conradt, T.**, Murphy, C., Julio Camarero, J., Lorenzo-Lacruz, J. (2023): Influence of the interannual variability of meteorological drought on the cross-interactions of ecological and hydrological drought in the central Spanish Pyrenees. - *GeoFocus*, 31, 55-85. <https://doi.org/10.21138/GF.816>
- von Jeetze, P. J.**, **Weindl, I.**, Johnson, J. A., Borrelli, P., Panagos, P., **Molina Bacca, E. J.**, **Karstens, K.**, **Humpenöder, F.**, **Dietrich, J. P.**, **Minoli, S.**, **Müller, C.**, **Lotze-Campen, H.**, **Popp, A.** (2023): Projected landscape-scale repercussions of global action for climate and biodiversity protection. - *Nature Communications*, 14, 2515. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-38043-1>
- Wang, H., Chen, W., **Rauner, S.**, **Bertram, C.**, **Luderer, G.**, **Kriegler, E.** (2023): The Double Dividend of International Cooperation for Climate Mitigation Cost Effectiveness and Public Health Cobenefits. - *Environmental Science and Technology*, 57, 10, 4061-4070. <https://doi.org/10.1021/acs.est.2c08326>
- Wang, L., Song, C., Li, X., **Conradt, T.**, Rasmy, M. (2023): Editorial: Climatic and associated cryospheric and hydrospheric changes on the Third Pole - Volume II. - *Frontiers in Earth Science*, 11, 1255039. <https://doi.org/10.3389/feart.2023.1255039>
- Wang, M., Li, M., Kemp, D. B., **Landwehrs, J. P.**, Jin, Z. (2023): Late Triassic sedimentary records reveal the hydrological response to climate forcing and the history of the chaotic Solar System. - *Earth and Planetary Science Letters*, 607, 118052. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2023.118052>
- Wang, S., **Meng, J.**, **Fan, J.** (2023): Exploring the intensity, distribution and evolution of teleconnections using climate network analysis. - *Chaos*, 33, 10, 103127. <https://doi.org/10.1063/5.0153677>
- Wang, X.**, Xu, M., Lin, B., **Bodirsky, B. L.**, Xuan, J., **Dietrich, J. P.**, **Stevanović, M.**, Bai, Z., Ma, L., Jin, S., Fan, S., **Lotze-Campen, H.**, **Popp, A.** (2023): Reforming China's fertilizer policies: implications for nitrogen pollution reduction and food security. - *Sustainability Science*, 18, 407-420. <https://doi.org/10.1007/s11625-022-01189-w>
- Wang, X., Zhao, C., Huang, T., Chakrabarti, P., **Kurths, J.** (2023): Cooperative Learning of Multi-Agent Systems via Reinforcement Learning. - *IEEE Transactions on Signal and Information Processing over Networks*, 9, 13-23. <https://doi.org/10.1109/TSIPN.2023.3239654>
- Wang, X., Wang, H., Huang, T., **Kurths, J.** (2023): Neural-Network-Based Adaptive Tracking Control for Nonlinear Multiagent Systems: The Observer Case. - *IEEE Transactions on Cybernetics*, 53, 1, 138-150. <https://doi.org/10.1109/TCYB.2021.3086495>
- Way, M. J., Ostberg, C., Foley, B. J., Gillmann, C., **Höning, D.**, Lammer, H., O'Rourke, J., Persson, M., Plesa, A.-C., Salvador, A., Scherf, M., Weller, M. (2023): Synergies Between Venus & Exoplanetary Observations. - *Space Science Reviews*, 219, 13. <https://doi.org/10.1007/s11214-023-00953-3>
- Weituschat, C. S.**, Pascucci, S., Materia, V. C., Caracciolo, F. (2023): Can contract farming support sustainable intensification in agri-food value chains? - *Ecological Economics*, 211, 107876. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.107876>
- Weituschat, C. S.**, Pascucci, S., Materia, V. C., Blasi, E. (2023): Understanding the role of value chain formation in the scaling of crop diversification. - *Agronomy for Sustainable Development*, 43, 2, 25. <https://doi.org/10.1007/s13593-023-00866-z>
- Wendt, A.**, Brintrup, J., **Waid, J. L.**, Kader, A., **Lambrecht, N.**, **Gabrysch, S.** (2023): Thalassaemia and hemoglobinopathy prevalence in a community-based sample in Sylhet, Bangladesh. - *Orphanet Journal of Rare Diseases*, 18, 192. <https://doi.org/10.1186/s13023-023-02821-3>
- Wenz, L.**, **Carr, R. D.**, **Kögel, N.**, **Kotz, M.**, Kalkuhl, M. (2023): DOSE – Global data set of reported sub-national economic output. - *Scientific Data*, 10, 425. <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02323-8>
- Westall, F., **Höning, D.**, Avice, G., Gentry, D., Gerya, T., Gillmann, C., Izenberg, N., Way, M. J., Wilson, C. (2023): The Habitability of Venus. - *Space Science Reviews*, 219, 17. <https://doi.org/10.1007/s11214-023-00960-4>
- Widemann, T., Smrek, S. E., Garvin, J. B., Straume-Lindner, A. G., Ocampo, A. C., Schulte, M. D., Voirin, T., Hensley, S., Dyar, M. D., Whitten, J. L., Nunes, D. C., Getty, S. A., Arney, G. N., Johnson, N. M., Kohler, E., Spohn, T., O'Rourke, J. G., Wilson, C. F., Way, M. J., Ostberg, C., Westall, F., **Höning, D.**, Jacobson, S., Salvador, A., Avice, G., Breuer, D., Carter, L., Gilmore, M. S., Ghail, R., Helbert, J., Byrne, P., Santos, A. R., Herrick, R. R., Izenberg, N., Marcq, E., Rolf, T., Weller, M., Gillmann, C., Korabiev, O., Zelenyi, L., Zasova, L., Gorinov, D., Seth, G., Rao, C. V. N., Desai, N. (2023): Venus Evolution Through Time: Key Science Questions, Selected Mission Concepts and Future Investigations. - *Space Science Reviews*, 219, 56. <https://doi.org/10.1007/s11214-023-00992-w>
- Wilcox, L. J., Allen, R. J., Samset, B. H., Bollasina, M. A., Griffiths, P. T., Keeble, J., Lund, M. T., Makkonen, R., Merikanto, J., O'Donnell, D., Paynter, D. J., Persad, G. G., Rumbold, S. T., Takemura, T., Tsigaridis, K., **Undorf, S.**, Westervelt, D. M. (2023): The Regional Aerosol Model Intercomparison Project (RAMIP). - *Geoscientific Model Development*, 16, 15, 4451-4479. <https://doi.org/10.5194/gmd-16-4451-2023>
- Willeit, M.**, Ilyina, T., Liu, B., Heinze, C., **Perrette, M.**, Heinemann, M., Dalmonche, D., Brovkin, V., Munhoven, G., Börker, J., Hartmann, J., Romero-Mujalli, G., **Ganopolski, A.** (2023): The Earth system model CLIMBER-X v1.0 – Part 2: The global carbon cycle. - *Geoscientific Model Development*, 16, 12, 3501-3534. <https://doi.org/10.5194/gmd-16-3501-2023>
- Wolf, A., Ersek, V., **Braun, T.**, French, A. D., McGee, D., Bernasconi, S. M., **Skiba, V.**, Griffiths, M. L., Johnson, K. R., Fohlmeister, J., Breitenbach, S. F. M., Pausata, F. S. R., Tabor, C. R., Longman, J., Roberts, W. H. G., Chandan, D., Peltier, W. R., Salzmann, U., Limbert, D., Trinh, H. Q., Trinh, A. D. (2023): Deciphering local and regional hydroclimate resolves contradicting evidence on the Asian monsoon evolution. - *Nature Communications*, 14, 5697. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-41373-9>
- Wu, T.**, An, F., Gao, X., Liu, S., Sun, X., Wang, Z., **Su, Z.**, **Kurths, J.** (2023): Universal window size-dependent transition of correlations in complex systems. - *Chaos*, 33, 2, 023111. <https://doi.org/10.1063/5.0134944>
- Wu, T.**, An, F., Gao, X., Zhong, W., **Kurths, J.** (2023): A novel framework for direct multistep prediction in complex systems. - *Nonlinear Dynamics*, 111, 9289-9304. <https://doi.org/10.1007/s11071-023-08360-7>
- Wu, T.**, Gao, X., An, F., **Kurths, J.** (2023): The complex dynamics of correlations within chaotic systems. - *Chaos, Solitons and Fractals*, 167, 113052. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2022.113052>
- Wu, X., **Sun, F.**, Zhu, W., **Kurths, J.** (2023): Fixed-time group consensus of second-order multi-agent systems based on event-triggered control. - *Chinese Physics B*, 32, 070701. <https://doi.org/10.1088/1674-1056/acb9ee>
- Wu, Z., Yin, Q., **Ganopolski, A.**, Berger, A., Guo, Z. (2023): Effect of Hudson Bay closure on global and regional climate under different astronomical configurations. - *Global and Planetary Change*, 222, 104040. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2023.104040>
- Wunderling, N.**, **Winkelmann, R.**, **Rockström, J.**, **Loriani, S.**, McKay, D. I. A., Ritchie, P. D. L., **Sakschewski, B.**, **Donges, J. F.** (2023): Global warming overshoots increase risks of climate tipping cascades in a network model. - *Nature Climate Change*, 13, 75-82. <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01545-9>
- Xia, Y., **Yanchuk, S.**, Cao, Y., Bi, Q., **Kurths, J.** (2023): Bursting multistability induced by double-Hopf bifurcation. - *Chaos*, 33, 8, 083137. <https://doi.org/10.1063/5.0157718>
- Xu, W., Wang, Z., Hu, G., **Kurths, J.** (2023): Hybrid Nash Equilibrium Seeking Under Partial-Decision Information: An Adaptive Dynamic Event-Triggered Approach. - *IEEE Transactions on Automatic Control*, 68, 10, 5862-5876. <https://doi.org/10.1109/TAC.2022.3226142>
- Xue, Y.-X., Zhang, J., **Su, Z.**, Wu, Y., Liang, Q.-s., Liang, M.-Q., Liu, X.-Z., Chen, C.-J., Qiu, H.-Y., Li, J.-Y., Li, T.-Y. (2023): Quantifying source effects based on rainwater  $\delta^{18}O$  from 10-year monitoring records in Southwest China. - *Applied Geochemistry*, 155, 105706. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2023.105706>
- Yang, C., Ceglar, A., **Menz, C.**, Martins, J., Fraga, H., Santos, J. A. (2023): Performance of seasonal forecasts for the flowering and veraison of two major Portuguese grapevine varieties. - *Agricultural and Forest Meteorology*, 331, 109342. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2023.109342>

Yang, C., **Menz, C.**, Reis, S., Machado, N., Santos, J. A., Torres-Matallana, J. A. (2023): Calibration for an Ensemble of Grapevine Phenology Models under Different Optimization Algorithms. - *Agronomy*, 13, 3, 679. <https://doi.org/10.3390/agronomy13030679>

Yangouliba, G. I., Zougrana, B.-J.-B., Hackman, K. O., **Koch, H.**, **Liersch, S.**, Sintondji, L. O., Dipama, J.-M., Kwawuvi, D., Ouedraogo, V., Yabré, S., Bonkougou, B., Sougué, M., Gadiaga, A., Koffi, B. (2023): Modelling past and future land use and land cover dynamics in the Nakambe River Basin, West Africa. - *Modeling Earth Systems and Environment*, 9, 1651-1667. <https://doi.org/10.1007/s40808-022-01569-2>

Young, M. F., Oaks, B. M., Rogers, H. P., Tandon, S., Martorell, R., Dewey, K. G., **Wendt, A.** (2023): Maternal low and high hemoglobin concentrations and associations with adverse maternal and infant health outcomes: an updated global systematic review and meta-analysis. - *BMC Pregnancy and Childbirth*, 23, 264. <https://doi.org/10.1186/s12884-023-05489-6>

Yuan, Y., Li, X., Li, L., Liang, F., Tang, X., Zhang, F., Goncalves, J., Voss, H., Ding, H., **Kurths, J.** (2023): Machine discovery of partial differential equations from spatiotemporal data: A sparse Bayesian learning framework. - *Chaos*, 33, 11, 113122. <https://doi.org/10.1063/5.0160900>

Yun, K.-S., Timmermann, A., Lee, S.-S., **Willeit, M.**, **Ganopolski, A.**, Jadhav, J. (2023): A transient coupled general circulation model (CGCM) simulation of the past 3 million years. - *Climate of the Past*, 19, 10, 1951-1974. <https://doi.org/10.5194/cp-19-1951-2023>

Zhang, T., Cheng, C., **Wu, X.** (2023): Mapping the spatial heterogeneity of global land use and land cover from 2020 to 2100 at a 1 km. - *Scientific Data*, 10, 748. <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02637-7>

Zheng, H., Zhang, Z., Dietzenbacher, E., Zhou, Y., **Többen, J.**, Feng, K., Moran, D., Jiang, M., Shan, Y., Wang, D., Liu, X., Li, L., Zhao, D., Meng, J., Ou, J., Guan, D. (2023): Leveraging opportunity of low carbon transition by super-emitter cities in China. - *Science Bulletin*, 68, 2456-2466. <https://doi.org/10.1016/j.scib.2023.08.016>

Zheng, Y., **Boers, N.** (2023): Mean exit times as global measure of resilience of tropical forest systems under climatic disturbances—Analytical and numerical results. - *Chaos*, 33, 11, 113136. <https://doi.org/10.1063/5.0158109>

Zou, W., He, S., Senthilkumar, D., **Kurths, J.** (2023): Solvable Dynamics of Coupled High-Dimensional Generalized Limit-Cycle Oscillators. - *Physical Review Letters*, 130, 10, 107202. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.130.107202>

Zuza, E. J., Maseyk, K., Bhagwat, S. A., **Chemura, A.**, Brandenburg, R. L., Emmott, A., Rawes, W., Hancock, W., Mnthambala, F., Araya, Y. N. (2023): Factors affecting soil quality among smallholder macadamia farms in Malawi. - *Agriculture and Food Security*, 12, 17. <https://doi.org/10.1186/s40066-023-00421-9>

## Artikel in nicht begutachteten Zeitschriften

**Edenhofer, O.** (2023): „Wir sollten uns auf unsere Stärken besinnen“ [Interview]. - *Energiewirtschaftliche Tagesfragen - Zeitschrift für Energiewirtschaft, Recht, Technik und Umwelt*, 73, 1-2, 33-35.

Frondel, M., Gerster, A., Kaestner, K., **Pahle, M.**, **Schwarz, A.**, **Singhal, P.**, Sommer, S. (2023): Das Wärme- und Wohnen-Panel zur Analyse des Wärmesektors: Ergebnisse der ersten Erhebung aus dem Jahr 2021. - *Energiewirtschaftliche Tagesfragen - Zeitschrift für Energiewirtschaft, Recht, Technik und Umwelt*, 73, 1-2, 14-18.

Frondel, M., Kaestner, K., Henger, R., Oberst, C., **Pahle, M.**, **Schwarz, A.**, **Singhal, P.** (2023): Die Kosten des Heizens mit Erdgas in Deutschland: Einsichten aus dem Ariadne Wärme- und Wohnen-Panel. - *Energiewirtschaftliche Tagesfragen - Zeitschrift für Energiewirtschaft, Recht, Technik und Umwelt*, 73, 4, 43-46.

**Lucht, W.** (2023): Damit ihr das Leben in Fülle habt. Kirche sein im Anthropozän. - *Una Sancta*, 78, 4, 306-316.

## Bücher (Autor und Editor)

**Bergmann, J.** (2023): At Risk of Deprivation: The Multidimensional Well-Being Impacts of Climate Migration and Immobility in Peru, (Studien zur Migrations- und Integrationspolitik), Wiesbaden : Springer VS, 449 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-42298-1>

**Levermann, A.** (2023): Die Faltung der Welt: wie die Wissenschaft helfen kann, dem Wachstumsdilemma und der Klimakrise zu entkommen, Berlin : Ullstein, 271 p.

## Buchkapitel

Bunde, A., Havlin, S., **Ludescher, J.** (2023): On the Spreading of Epidemics and Percolation Theory. - In: Bunde, A., Caro, J., Chmelik, C., Kärger, J., Vogl, G. (Eds.), *Diffusive Spreading in Nature, Technology and Society*, Cham : Springer, 2. ed., 427-451. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-05946-9\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-031-05946-9_21)

de Cavedon-Capdeville, F. S., **Serraglio, D. A.**, Pinheiro, G. M., Félix, R. B., Lauda-Rodríguez, Z., Ramos, E. P. (2023): Refugiados Ambientais. - In: Luiz Quadros de Magalhães, J., de Alvarenga Gontijo, L., Amelize Costa, B., Ferreira Bicalho, M. (Eds.), *Dicionário de direitos humanos - Volume II*, Porto Alegre : Fi, 328-338.

**Edenhofer, O.**, Kowarsch, M. (2023): Klimaschutz und Klimawandel. - In: Neuhäuser, C., Raters, M.-L., Stoecker, R. (Eds.), *Handbuch Angewandte Ethik*, Stuttgart : J.B. Metzler, 2. ed., 865-874. [https://doi.org/10.1007/978-3-476-05869-0\\_116](https://doi.org/10.1007/978-3-476-05869-0_116)

**Mengel, M.**, **Klar, J.** (2023): A Machine-actionable Workflow for the Publication of Climate Impact Research Data from the ISIMIP Project. - In: Heuveline, V., Bisheh, N., Kling, P. (Eds.), *E-Science-Tage 2023: Empower Your Research – Preserve Your Data*, Heidelberg : heiBOOKS. <https://doi.org/10.11588/heibooks.1288.c18077>

Mirzabaei, A., Olsson, L., Kerr, R. B., **Pradhan, P.**, Ferre, M. G. R., **Lotze-Campen, H.** (2023): Climate Change and Food Systems. - In: von Braun, J., Afsana, K., Fresco, L. O., Hassan, M. H. A. (Eds.), *Science and Innovations for Food Systems Transformation*, Cham : Springer, 511-529. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-15703-5\\_27](https://doi.org/10.1007/978-3-031-15703-5_27)

**Müffel, J.**, Ruhnau, O., Madlener, R. (2023): Simulating charging behavior of electric vehicles: review and comparison with empirical data. - In: 2023 19th International Conference on the European Energy Market (EEM), New York : Institute of Electrical and Electronics Engineers, 452. <https://doi.org/10.1109/EEM58374.2023.10161947>

**Pradhan, P.**, **Warchold, A.** (2023): Chapter 5: Quantitative approaches to explore synergies and trade-offs among Sustainable Development Goals (SDGs). - In: Swain, R. B., Min, Y. (Eds.), *Interlinkages between the Sustainable Development Goals*, Cheltenham : Edward Elgar Publishing, 70-93. <https://doi.org/10.4337/9781803924946.00010>

Schneider, B., **Nocke, T.**, Heinicker, P., Kienbaum, J. (2023): Interpreting Climate Images on the Internet: Mixing Algorithmic and Interpretive Views to Enable an Intercultural Comparison (ANCI). - In: Schneider, B., Löffler, B., Mager, T., Hein, C. (Eds.), *Mixing Methods: Practical Insights from the Humanities in the Digital Age*, (Digital Humanities Research ; 7), Bielefeld : transcript, 189-211. <https://doi.org/10.14361/9783839469132-020>

Semyachkina-Glushkovskaya, O., Bragin, D., Fedosov, I., Blokhina, I., Khorovodov, A., Terskov, A., Shirokov, A., Dubrovsky, A., Vinnik, V., Evsukova, A., Elovchenko, D., Adushkina, V., Tzoy, M., Dmitrenko, A., Krupnova, V., Manzhayeva, M., Agranovich, I., Saranceva, E., Iskra, T., Lykova, E., Sokolovskiy, S., Rafailov, E., **Kurths, J.** (2023): Mechanisms of Photostimulation of Brain's Waste Disposal System: The Role of Singlet Oxygen. - In: Scholkmann, F., LaManna, J., Wolf, U. (Eds.), *Oxygen Transport to Tissue XLIV*, Cham : Springer, 45-50. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-42003-0\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-031-42003-0_8)

**Sprinz, D. F.** (2023): The Challenge of Long-Term Environmental Policy. - In: Jörgens, H., Knill, C., Steinebach, Y. (Eds.), *Routledge Handbook of Environmental Policy*, Abingdon : Routledge, 305-314.

**Su, Z.**, **Kurths, J.**, Meyerhenke, H. (2023): Network Sparsification via Degree- and Subgraph-based Edge Sampling. - In: An, J., Charalampos, C., Magdy, W. (Eds.), *Proceedings of the 2022 IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining, ASONAM 2022, Piscataway, NJ : Institute of Electrical and Electronics Engineers*, 9-16. <https://doi.org/10.1109/ASONAM55673.2022.10068651>

**Thornton, A.** (2023): Urban Guerrilla Gardening and Health. - In: McQueen, D. (Ed.), *Oxford Research Encyclopedia of Global Public Health*, Oxford : Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190632366.013.440>

**Weisz, H.**, Fischer-Kowalski, M., Winiwarter, V. (2023): Social Ecology. - In: Wallenhorst, N., Wulf, C. (Eds.), Handbook of the Anthropocene, Cham : Springer, 1211-1217.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-031-25910-4\\_198](https://doi.org/10.1007/978-3-031-25910-4_198)

## Reports

Amakrane, K., Rosengaertner, S., Simpson, N. P., de Sherbinin, A., Linekar, J., Horwood, C., Jones, B., Cottier, F., Adamo, S., Mills, B., Yetman, G., Chai-Onn, T., Squires, J., **Schewe, J.**, Frouws, B., Forin, R. (2023): African Shifts: The Africa Climate Mobility Report, Addressing Climate-Forced Migration & Displacement, New York : Africa Climate Mobility Initiative and Global Centre for Climate Mobility, 242 p.

**Auer, C.**, Bausch, C., Busch, K., Creutzig, F., Donner, C., Elß, D., **Epp, J.**, Geißler, M., Goldammer, K., Hirsch, B., Klein-Hitpaß, A., Keilhacker, T., Kern, M., Schnauß, A., Vagt, H., Wild, R., Zarth, C. (2023): Sondervermögen Klimaschutz, Resilienz und Transformation –Empfehlungen zum Vergabeprozess und –methodik und zur Verfassungsmäßigkeit, (Stellungnahme des Berliner Klimaschutzrats), Berlin : Berliner Klimaschutzrat, 5 p.

Bassen, A., Drewes, J. E., Fischer, M., **Gabrysch, S.**, Hornidge, A.-K., Pittel, K., Pörtner, H.-O., Schlacke, S., Traidl-Hoffmann, C., Weidenkaff, A. (2023): Healthy living on a healthy planet, Berlin : WBGU – German Advisory Council on Global Change, 437 p.

**Binder, L., Gleixner, S., Gornott, C., Lange, S., Sedova, B., Tomalka, J.** (2023): Climate Risk Profile for Eastern Africa, Bonn : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), 26 p.

Breier, J., **Schwarz, L., Donges, J. F., Gerten, D., Rockström, J.** (2023): Regenerative agriculture for food security and ecological resilience: illustrating global biophysical and social spreading potentials, (Earth4All: Deep-dive paper ; 13), Potsdam : Potsdam Institute for Climate Impact Research, 16 p. <https://doi.org/10.48485/pik.2023.001>

Bruckner, B., **Edenhofer, O.**, Koch, N., Steckel, J. (2023): A Regulatory Framework that Would Enable Firms to Compete Internationally without Degrading the Environment, (The World Policy Forum - Commentaries), Berlin : Global Solutions Initiative Foundation.

Byers, E., Brutschin, E., Sferra, F., **Luderer, G.**, Huppmann, D., Kikstra, J. S., **Pietzcker, R. C., Rodrigues, R.**, Riahi, K. (2023): Scenarios processing, vetting and feasibility assessment for the European Scientific Advisory Board on Climate Change, Laxenburg : International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), 65 p.

**Edenhofer, O., Franks, R. M.**, Kalkuhl, M., Runge-Metzger, A. (2023): On the Governance of Carbon Dioxide Removal – A Public Economics Perspective, (CESifo Working Papers ; 10370), München : Munich Society for the Promotion of Economic Research - CESifo, 45 p.

**Edenhofer, O.**, Jacobsen, J. B., Díaz Anadón, L., van Aalst, M., Cartalis, C., Dessai, S., Eory, V., Hertwich, E., Kitzing, L., López-Gunn, E., Nilsson, L. J., Riahi, K., Rogelj, J., Schrijver, N., Soussana, J.-F. (2023): Scientific advice for the determination of an EU-wide 2040 climate target and a greenhouse gas budget for 2030–2050, (European Scientific Advisory Board on Climate Change), Luxembourg : Publications Office of the European Union, 110 p.  
<https://doi.org/10.2800/609405>

Frondel, M., Gerster, A., Hiemann, P., Kaestner, K., **Pahle, M., Schwarz, A., Singhal, P.**, Sommer, S. (2023): So ging Deutschland in den Energiekrise-Winter 2022: Ergebnisse des Wärme- & Wohnen-Panels, (Ariadne-Report), Potsdam : Potsdam Institute for Climate Impact Research, 39 p.  
<https://doi.org/10.48485/pik.2023.008>

**Funke, F., Mattauch, L.**, Merl, T., Mitter, H., Priesemann, V., **Wenz, L.**, Wiese, A. (2023): Die Zukunft der Ernährung in Europa: Interdisziplinäre Perspektiven, Berlin : Die Junge Akademie, 11 p.

Gagnon, J., Hesemann, J., **Bergmann, J.** (2023): Addressing forced displacement in climate change adaptation: No longer a blind spot, (OECD Development Policy Papers ; 46), Paris : Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), 71 p. <https://doi.org/10.1787/891ced36-en>

**Gloy, N., Kephe, P.**, Jansen, L., **Ostberg, S.**, Kaufmann, J., Staubach, L., Tchindjang, M., **Romanovska, P.**, Vetter, R., Tomalka, J., Kagonbé, T., Anaba, M., Zouh, I., Amougou, J. A., **Cronauer, C. C., Gornott, C.** (2023): Climate risk analysis for adaptation planning in Cameroon's agricultural sector, Potsdam : A report prepared by the Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK) in cooperation with the Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH on behalf of the German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ), 70 p. <https://doi.org/10.48485/pik.2023.023>

Hornberg, C., Kemfert, C., Dornack, C., Köck, W., **Lucht, W.**, Settele, J., Töller, A. E. (2023): Politik in der Pflicht: Umweltfreundliches Verhalten erleichtern, Berlin : Sachverständigenrat für Umweltfragen der Bundesregierung, 224 p.

Hornberg, C., Kemfert, C., Dornack, C., Köck, W., **Lucht, W.**, Settele, J., Töller, A. E. (2023): Umwelt und Gesundheit konsequent zusammendenken, Berlin : Sachverständigenrat für Umweltfragen der Bundesregierung, 284 p.

Kaestner, K., Frondel, M., Gerster, A., Henger, R., Oberst, C., **Pahle, M., Schwarz, A., Singhal, P.** (2023): Erkenntnisse zur Energiekrise aus dem Ariadne Wärme- & Wohnen-Panel, (Ariadne-Analyse), Potsdam : Potsdam Institute for Climate Impact Research, 43 p.  
<https://doi.org/10.48485/pik.2023.010>

Kalkuhl, M., Kellner, M., Roofls, C., Rütten, K., George, J., Bakk, A., Held, A., Heinemann, M., Eydam, U., Moore, N. a. d., **Pahle, M., Schwarz, A.**, Fahl, U., Blum, M., Treichel, K. (2023): Optionen zur Verwendung der Einnahmen aus der CO<sub>2</sub>-Bepreisung: Steuer- und fiskalpolitische Aspekte der Energiewende, (Ariadne-Kurzossier), Potsdam : Potsdam Institute for Climate Impact Research, 27 p.

**Kotz, M.**, Kuik, F., Lis, E., Nickel, C. (2023): The impact of global warming on inflation: averages, seasonality and extremes, (ECB Working Paper Series ; 2821), Frankfurt am Main, Germany : European Central Bank (ECB), 50 p.  
<https://doi.org/10.2866/46035>

**Kriegler, E., Strefler, J., Gulde, R.**, Angelkorte, G., **Bauer, N.**, Baptista, L. B., Dessens, O., Emmerling, J., Tavoni, M., Fragkos, P., Fragkiadakis, D., Giannousakis, A., Guivarch, C., Harmsen, M., **Humpenöder, F.**, Lefèvre, J., Mastrucci, A., Nawaz, A., Schaeffer, R., Tagomori, I. S., van Heerden, R., Pettifor, H., van Ruijven, B., van Vuuren, D., Wilson, C., Yeh, S., Zuber, S. (2023): How to achieve a rapid, fair, and efficient transformation to net zero emissions – Policy findings from the NAVIGATE project., Potsdam : Potsdam Institute for Climate Impact Research, 72 p. <https://doi.org/10.48485/pik.2023.024>

**Laudien, R., Gornott, C., Chemura, A., Cronauer, C. C., Gleixner, S.**, Heckmann, T., Staubach, L., von Witzke, K. (2023): Climate risk analysis for adaptation planning in Zambia's agricultural sector, Potsdam : A report prepared by the Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK) in cooperation with the Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH on behalf of the German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ), 45 p. <https://doi.org/10.48485/pik.2023.022>

Lenton, T., Armstrong McKay, D., **Loriani, S.**, Abrams, J., Lade, S., **Donges, J. F.**, Milkoreit, M., Powell, T., Smith, S., Zimm, C., Buxton, J., Bailey, E., Laybourn, L., Ghadiali, A., Dyke, J. (Eds.) (2023): The Global Tipping Points Report 2023, Exeter, UK : University of Exeter.

**Merfort, A., Stevanović, M., Strefler, J.** (2023): Energiewende auf Netto-Null: Passen Angebot und Nachfrage nach CO<sub>2</sub>-Entnahme aus der Atmosphäre zusammen?, (Ariadne-Analyse), Potsdam : Potsdam Institute for Climate Impact Research, 35 p.

**Pahle, M., Sitarz, J., Osorio, S.**, Görlach, B., Merschel, P., Unstead, L. (2023): MSR through 2030: impact on market liquidity and considerations for the 2026 reform. Input material and takeaways from a workshop in Brussels, Potsdam : Potsdam Institute for Climate Impact Research, 68 p.

Ragwitz, M., Weidlich, A., Biermann, D., Brandes, J., Brown, T., Burghardt, C., Dütschke, E., Erlach, B., Fishedick, M., Fuss, S., Geden, O., Gierds, J., Herrmann, U., Jochem, P., Kost, C., **Luderer, G.**, Neuhoff, K., Schäfer, M., Wagemann, K., Wiese, F., Winkler, J., Zachmann, B., Zheng, L. (2023): Szenarien für ein klimaneutrales Deutschland. Technologieumbau, Verbrauchsreduktion und Kohlenstoffmanagement, (Energiesysteme der Zukunft), München : acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V., 224 p. [https://doi.org/10.48669/esys\\_2023-3](https://doi.org/10.48669/esys_2023-3)

**Reyer, C. P. O., Saes, H., Bruhn, A.**, Stuparu, D., van den Hurk, B., de Bruin, W., West, C., Ebrey, R., Mauricio-Planas, C., Thévenot, C., Dessai, S., Pacchetti Baldissera, M., Fronzek, S., Carter, T., Knaepen, H., Tondel, F., Shepherd, T., Aylett, C., Grafham, O., Magnuszewski, P., Harris, K., Hochrainer-Stigler, S., Otto, I. M., Bosello, F., Sillmann, J., Mysiak, J., Ercin, E., Monasterolo, I. (2023): Cross-border climate change impacts and systemic risks in Europe and beyond: Book of abstracts, Potsdam : Potsdam Institute for Climate Impact Research, 93 p.  
<https://doi.org/10.48485/pik.2023.025>

Sievers, L., Grimm, A., Siegle, J., Fahl, U., Kaiser, M., **Pietzcker, R. C.**, Rehfeldt, M. (2023): Gesamtwirtschaftliche Wirkung der Energiewende: Modellbasierte Analyse möglicher Transformationspfade hin zu Klimaneutralität, (Ariadne-Hintergrund), Potsdam : Potsdam Institute for Climate Impact Research, 59 p. <https://doi.org/10.48485/pik.2023.009>

Smith, S., Geden, O., Nemet, G., Gidden, M., Lamb, W., Powis, C., Bellamy, R., Callaghan, M. W., Cowie, A., Cox, E., Fuss, S., Gasser, T., Grassi, G., Greene, J., Lück, S., Mohan, A., Müller-Hansen, F., Peters, G., Pratama, Y., Repke, T., Riahi, K., Schnuit, F., Steinhauser, J., **Strefler, J.**, Valenzuela, J. M., Minx, J. C. (2023): The State of Carbon Dioxide Removal, Manchester : University of Manchester, 115 p.

**Sörgel, D., Luderer, G.**, Emelianova, P., Koch, O., Timpe, C., Bauer, F., Sterner, M. (2023): Kopernikus-Szenarienvergleich - Robuste Eigenschaften von Klimaschutzpfaden zur Treibhausgasneutralität 2045 und relevante Unsicherheiten, Potsdam : Kopernikus-Projekte, 54 p.

**Tomalka, J., Binder, L.**, Cronauer, C., **Gleixner, S., Gornott, C., Lange, S.** (2023): Climate Risk Profile for Southern Africa, Bonn : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), 24 p.

**von Loeben, S. C., Gornott, C., Abigaba, D.**, Adriko, J., Awori, E., Carlsburg, M., **Chemura, A., Cronauer, C. C.**, Lipka, N., **Murken, L., Muzafarova, A., Noleppa, S., Romanovska, P., Tomalka, J., Weituschat, C. S., Zvolisky, A.** (2023): Climate risk analysis for adaptation planning in Uganda's agricultural sector: An assessment of maize and coffee value chains, Potsdam : A report prepared by the Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK) in cooperation with the Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH on behalf of the German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ), 73 p. <https://doi.org/10.48485/pik.2023.021>

## Reportkapitel

Alessandrini, R., Kanter, D. R., **Bodirsky, B. L.**, Puigdueta, I., Sanz-Cobeña, A. (2023): Nitrogen in the food system: health and environment implications. - In: Appetite for change: Food system options for nitrogen, environment & health, Edinburgh, UK : UK Centre for Ecology and Hydrology, 26-38.

Boulton, C. A., Buxton, J. E., Arellano-Nava, B., Battiany, S., **Blaschke, L., Boers, N.**, Dakos, V., Dylewsky, D., Kefi, S., Lopez-Martinez, C., Parry, I., Ritchie, P., van der Bolt, B., van der Laan, L., Weinans, E. (2023): Early warning signals of Earth system tipping points. - In: Lenton, T., Armstrong McKay, D. I., **Loriani, S.**, Abrams, J., Lade, S. J., **Donges, J. F.**, Buxton, J. E., Milkoreit, M., Powell, T., Smith, S. R., Zimm, C., Bailey, E., Dyke, J. G., Ghadiali, A., Laybourn, L. (Eds.), The Global Tipping Points Report 2023, Exeter : University of Exeter, 155-163.

Lenton, T. M., Abrams, J. F., Lade, S. J., Smith, S. R., McKay, D. I. A., Milkoreit, M., Constantino, S. M., Tàbara, J. D., Dakos, V., Rocha, J. C., Kéfi, S., Pereira, L., Buxton, J. E., Boulton, C. A., Zimm, C., **Loriani, S.**, Bailey, E., Powell, T., Juhola, S., **Donges, J. F.**, Biggs, R. (.), Bhowmik, A., Fesenfeld, L., **Rockström, J.** (2023): Key concepts. - In: Lenton, T., Armstrong McKay, D., **Loriani, S.**, Abrams, J., Lade, S., **Donges, J. F.**, Milkoreit, M., Powell, T., Smith, S., Zimm, C., Buxton, J., Bailey, E., Laybourn, L., Ghadiali, A., Dyke, J. (Eds.), The Global Tipping Points Report 2023, Exeter : University of Exeter, 40-45.

**Loriani, S.**, Aksenov, Y., Dijkstra, H., England, M., Fedorov, A., Messori, G., Pausata, F., Sallée, J., Sinha, B., Sherwood, S., Tharammal, T., McKay, D. I. A., Bala, G., Born, A., Drijfhout, S., Jackson, L., **Kornhuber, K.**, Chiessi, C. M., Rynders, S., Swingedouw, D. (2023): Tipping points in ocean and atmosphere circulations. - In: Lenton, T., Armstrong McKay, D., **Loriani, S.**, Abrams, J., Lade, S., **Donges, J. F.**, Milkoreit, M., Powell, T., Smith, S., Zimm, C., Buxton, J., Bailey, E., Laybourn, L., Ghadiali, A., Dyke, J. (Eds.), The Global Tipping Points Report 2023, Exeter : University of Exeter, 122-143.

Smith, S. R., Fesenfeld, L., Constantino, S. M., **Gaupp, F.**, Spaiser, V., Bailey, E., Powell, T., Zimm, C., Barbrook-Johnson, P., Bhowmik, A., Pereira, L., Stadelmann-Steffen, I. (2023): Understanding and acting on positive tipping points. - In: Lenton, T. M., Armstrong McKay, D. I., **Loriani, S.**, Abrams, J. F., Lade, S. J., **Donges, J. F.**, Buxton, J. E., Milkoreit, M., Powell, T., Smith, S. R., Zimm, C., Bailey, E., Dyke, J. G., Ghadiali, A., Laybourn, L. (Eds.), The Global Tipping Points Report 2023, Exeter : University of Exeter, 10-19.

Spaiser, V., Constantino, S. M., Bhowmik, A., Grimalda, G., **Gaupp, F.**, Farahbakhsh, I., Bauch, C., Anand, M., Eker, S., Tàbara, J. D. (2023): Socio-behavioural systems. - In: Lenton, T. M., Armstrong McKay, D. I., **Loriani, S.**, Abrams, J. F., Lade, S. J., **Donges, J. F.**, Buxton, J. E., Milkoreit, M., Powell, T., Smith, S. R., Zimm, C., Bailey, E., Dyke, J. G., Ghadiali, A., Laybourn, L. (Eds.), The Global Tipping Points Report 2023, Exeter : University of Exeter, 47-51.

**Undorf, S., Jansen, L., Romanovska, P., Schauburger, B., Gornott, C.** (2023): Attribution of the impacts of climate change on agriculture. - In: The Impact of Disasters on Agriculture and Food Security 2023 – Avoiding and reducing losses through investment in resilience, (Flagship report by the FAO), Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations, 61-65.

**Winkelmann, R.**, Steinert, N. J., McKay, D. I. A., Brovkin, V., Käb, A., Notz, D., Aksenov, Y., Arndt, S., **Bathiany, S.**, Burke, E., **Garbe, J.**, Gasson, E., Goelzer, H., Hugelius, G., **Klose, A. K.**, Langebroek, P., Marzeion, B., Maussion, F., Nitzbon, J., Robinson, A., Rynders, S., Sudakow, I. (2023): Tipping points in the cryosphere. - In: Lenton, T. M., Armstrong McKay, D. I., **Loriani, S.**, Abrams, A., Lade, S. J., **Donges, J. F.**, Buxton, J. E., Milkoreit, M., Powell, T., Smith, S. R., Zimm, Z., Bailey, E., Dyke, J. G., Ghadiali, A., Laybourn, L. (Eds.), The Global Tipping Points Report 2023, Exeter : University of Exeter, 56-77.

**Wunderling, N.**, von der Heydt, A., Aksenov, Y., Barker, S., Bastiaansen, R., Brovkin, V., Brunetti, M., Couplet, V., Kleinen, T., Lear, C. H., Lohmann, J., Roman-Cuesta, R. M., Sinet, S., Swingedouw, D., **Winkelmann, R.**, Anand, P., Barichivich, J., Bathiany, S., Baudena, M., Bruun, J. T., Chiessi, C. M., Coxall, H. K., Docquier, D., **Donges, J. F.**, Falkena, S. K. J., **Klose, A. K.**, Obura, D., Rocha, J., Rynders, S., Steinert, N. J., **Willeit, M.** (2023): Climate tipping point interactions and cascades. - In: Lenton, T., Armstrong McKay, D., **Loriani, S.**, Abrams, J., Lade, S., **Donges, J. F.**, Milkoreit, M., Powell, T., Smith, S., Zimm, C., Buxton, J., Bailey, E., Laybourn, L., Ghadiali, A., Dyke, J. (Eds.), The Global Tipping Points Report 2023, Exeter : University of Exeter, 144-154.

## Datenpublikationen

**Beaufils, T.**, Berthet, E., Hauke, W., **Wenz, L.** (2023): Beyond production and consumption: using throughflows to untangle the virtual trade of externalities. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7327470>

**Beringer, T., Müller, C.**, Chatterton, J., Kulak, M., **Schaphoff, S., Jans, Y.** (2023): Data for Beringer et al.: CO<sub>2</sub> fertilization effect may balance climate change impacts on oil palm cultivation. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7804431>

**Bodirsky, B. L., Beier, F., Humpenöder, F.**, Leip, D., Crawford, M., Chen, D., **von Jeetze, P. J.**, Springmann, M., **Sörgel, B.**, Zebbede, N., **Strefler, J.**, Lewis, J., Heinke, J., **Müller, C.**, Karstens, K., Weindl, I., Führlich, P., **Mishra, A.**, Molina Bacca, E., **Stevanović, M.**, Koeberle, A., Wang, X., Singh, V., **Lotze-Campen, H., Popp, A.**, Dietrich, J. P. (2023): Data for publication: A food system transformation can enhance global health, environmental conditions and social inclusion. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7924160>

Brown, T., **Hamp, J.** (2023): Results dataset for research paper "Ultra-long-duration energy storage anywhere: methanol with carbon cycling". <https://doi.org/10.5281/zenodo.10033105>

**Collins-Sowah, P. A.**, Adjin, K. C., Henning, C. H. C. A., Kanu, E. A. (2023): Data and code for the publication "Risk management under climate change and its implication on technical efficiency: Evidence from Senegal". <https://doi.org/10.5281/zenodo.7787196>

**Drüke, M.** (2023): Data for Drüke et al. 2023, Communication Earth and Environment. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8027823>

**Fernandez Palomino, C. A., Hattermann, F. F.**, Krysanova, V., Vega-Jácome, F., **Menz, C., Gleixner, S.**, Bronstert, A. (2023): BASD-CMIP6-PE: bias-adjusted and statistically downscaled CMIP6 projections over Peru and Ecuador. <https://doi.org/10.5880/pik.2023.001>

**Feulner, G., Bukenberger, M., Petri, S.** (2023): Simulation data for tracing snowball bifurcation on an earth-like aquaplanet over 4 billion years. <https://doi.org/10.5880/PIK.2022.003>

**Humpenöder, F., Popp, A., Merfort, L., Luderer, G., Weindl, I., Bodirsky, B. L., Stevanović, M., Klein, D., Rodrigues, R., Bauer, N., Dietrich, J. P., Lotze-Campen, H., Rockström, J.** (2023): Data repository - Dietary shifts increase the feasibility of 1.5 °C pathways. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8328217>

**Katzenberger, A., Levermann, A., Petri, S., Feulner, G.** (2023): Monsoon Planet: simulation data to examine monsoon dynamics with idealized topography. <https://doi.org/10.5880/PIK.2022.002>

**Menz, C.** (2023): Bias Adjusted CORDEX-EUR11 Simulations. <https://doi.org/10.26050/WDC/BAcCORD-EUR11>

**Merfort, L., Bauer, N., Humpenöder, F., Klein, D., Strefler, J., Popp, A., Luderer, G., Kriegler, E.** (2023): Model run and scenario data for study "Bioenergy-induced land-use change emissions with sectorally fragmented policies". <https://doi.org/10.5281/zenodo.7799031>

**Mester, B., Vogt, T., Bryant, S., Otto, C., Frieler, K., Schewe, J.** (2023): Data collection for the study "Human displacements from Tropical Cyclone Idai attributable to climate change". <https://doi.org/10.5281/zenodo.10038190>

**Michellini, S.** (2023): Extreme weather impacts do not improve conflict predictions in Africa. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8189172>

**Middelani, R., Willner, S., Kuhla, K., Quante, L., Otto, C., Levermann, A.** (2023): Stressed economies respond more strongly to climate extremes - Data and Code Supplement. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7701637>

**Mishra, A.** (2023): COP26 4.6.9 Data. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8329558>

**Nian, D., Sakschewski, B., Drüke, M., Bathiany, S., Blaschke, L., Ben-Yami, M., Boers, N.** (2023): Water variability dictates critical precipitation for the Amazon forest based on LPJmL model. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8297598>

**Paprotny, D.** (2023): HANZE v2.0 exposure model. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7556953>

**Paprotny, D.** (2023): Pan-European exposure maps and uncertainty estimates from HANZE v2.0 model, 1870-2020. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7885990>

Richardson, K., **Lucht, W., Drüke, M., Hofmann, M.** (2023): Data for Richardson et al. 2023, Science Advances. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8032156>

**Vogt, T.** (2023): Input data to replicate "The Social Cost of Tropical Cyclones". <https://doi.org/10.5281/zenodo.8063450>

**von Jeetze, P. J.** (2023): 'Projected Landscape-scale Repercussions of Global Action for Climate and Biodiversity Protection' - model outputs. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7804740>

**Warszawski, L., Kriegler, E., Lenton, T., Gaffney, O., Jacob, D., Klingensfeld, D., Koide, R., Manez Costa, M., Messner, D., Nakicenovic, N., Schellnhuber, H. J., Schlosser, P., Takeuchi, K., Van Der Leeuw, S., Whiteman, G., Rockström, J.** (2023): All options, not silver bullets, needed to limit global warming to 1.5 °C: a scenario appraisal: parameter table. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7925677>

**Wenz, L., Carr, R. D., Kögel, N., Kotz, M., Kalkuhl, M.** (2023): Code for the publication "DOSE - Global data set of reported sub-national economic output". <https://doi.org/10.5281/zenodo.7659600>

**Wenz, L., Ward, H., Jakob, M.** (2023): Assessing different European Carbon Border Adjustment implementations and their impacts on trade partners. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7741702>

## Software- publikationen

**Antary, N., Marwan, N., Trauth, M. H.** (2023): Interpolation and sampling effects on recurrence quantification measures, Geneva : CERN / Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8123087>

**Drüke, M.** (2023): Model Code and Scripts for Drüke et al. 2023, Communication Earth and Environment, Geneva : CERN / Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8028061>

**Marwan, N., Braun, T.** (2023): Power spectral estimate for discrete data, Geneva : CERN / Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7555049>

**Marwan, N., Breitenbach, S.** (2023): Acquisition and analysis of grey scale data from stalagmites using ImageJ software, Geneva : CERN / Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7963381>

**Molina Bacca, E. J., Stevanović, M., Bodirsky, B. L., Karstens, K., Chen, D.-M.-C., Leip, D., Müller, C., Minoli, S., Heinke, J., Jägermeyr, J., Folberth, C., Iizumi, T., Jain, A. K., Liu, W., Okada, M., Smerald, A., Zabel, F., Lotze-Campen, H., Popp, A.** (2023): Start and plotting scripts: Climate change-driven global land-use system adaptation under CMIP6-based crop model projections, Geneva : CERN / Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8177495>

**Müller, C.** (2023): Set of R scripts for GGCM data processing as used in Müller et al. 2023: "Substantial differences in crop yield sensitivities between models call for functionality-based model evaluation", Geneva : CERN / Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10352922>

**Müller, C.** (2023): LPJmL4 and LPJmL5 source code for FSEC Food Systems Transformation assessment, Geneva : CERN / Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7912370>

**Vogt, T.** (2023): Scripts to replicate "The Social Cost of Tropical Cyclones", Geneva : CERN / Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8056520>

# Impressum

**Herausgeber**

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V. (PIK) · Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft  
Postfach 60 12 03 · 14412 Potsdam · Deutschland · [www.pik-potsdam.de](http://www.pik-potsdam.de)

**Redaktion** Ina Baum, Theresia Petrow, Sarah Messina, Alison Schlums

**Gestaltung** [simpelplus berlin](http://simpelplus.berlin)

**Druck** [Druckerei Thiel e.K.](http://DruckereiThiel.e.K.) Druck und Weiterverarbeitung

**Cover Fotos** Mirko Schneider

Klimaneutral gedruckt

Gefördert von



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



**Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V. (PIK)**

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

**Besucheradresse** Telegrafenberg A 31 · 14473 Potsdam

**Postadresse** Postfach 60 12 03 · 14473 Potsdam

**E-Mail** [presse@pik-potsdam.de](mailto:presse@pik-potsdam.de)

**Internet** [www.pik-potsdam.de](http://www.pik-potsdam.de)