

Forschungsschwerpunkte – Prof. Dr. Markus Reichstein

Das Erdsystem ist ein hochkomplexes System, in dem physikalische, chemische und biologische Prozesse miteinander in und zwischen verschiedenen Teilsystemen (zum Beispiel Atmosphäre, Ökosysteme, Ozeane) wechselwirken – von der Nanoskala bis zum Globus mit

circa 40 000 km Umfang (Abb. 1). Dabei spielen die energiegetriebene Umwandlung und der Transport von Stoffen – der „Metabolismus“ oder die „Kreisläufe“ der Erde – eine entscheidende Rolle für das Verhalten des Erdsystems. Diese Prozesse sind Gegenstand der wissenschaftlichen Biogeochemie der Erde und gleichzeitig letztendlich unsere Lebensgrundlage, zum Beispiel in Bezug auf Ernährung, Trinkwasser, Energieerzeugung usw. Neben der Komplexität ist eine wichtige wissenschaftliche Herausforderung, dass wir keine mehrfachen Erden haben, mit denen wir wiederholte

Experimente machen können wie im Labor. Daher kommt der Erdbeobachtung, dem Lernen aus „natürlichen Experimenten“ und der Modellbildung eine entscheidende Bedeutung zu.

Zentrale Forschungsschwerpunkte von Markus Reichstein sind die globalen Kohlenstoff-, Wasser- und Nährstoffkreisläufe, insbesondere die Wechselwirkungen zwischen Ökosystemen und Klima / Wetter im Erdsystemkontext. Bearbeitet werden diese Themen durch die Kombination experimenteller, boden- und satellitengestützter Beobachtungen in einem Ansatz, der Daten, maschinelles Lernen / künstliche Intelligenz und Systemmodellierung verbindet. Über den rein naturwissenschaftlichen Bereich hinaus stimuliert Markus Reichstein auf nationaler und internationaler Ebene die interdisziplinäre Kooperation von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern zum Thema Klimaextreme und deren Auswirkungen auf die Resilienz von Gesellschaften.

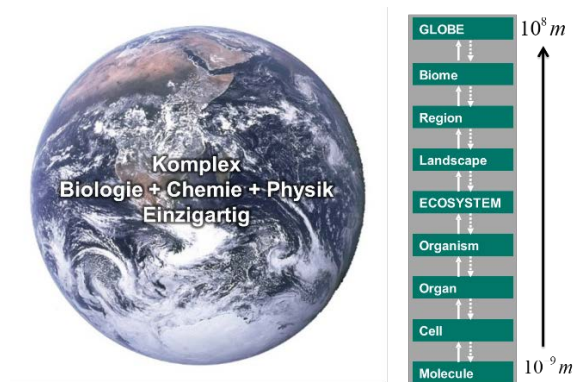


Abb. 1: Das Erdsystem und dessen räumliche Systemskalen von molekularer bis globaler Ebene (Reichstein, unpublizierte Darstellung; Elemente aus Reichstein 2001, Dissertation Uni Bayreuth und von der Europäischen Raumfahrtagentur; www.esa.int).

Markus Reichstein konnte durch die Integration von Daten der Atmosphäre, der Vegetation und der Böden in der datenorientierten, evidenzbasierten Analyse des Erdsystems fundamentale Fortschritte erzielen. Die Analysen zeigten klar, wie wichtig global der Wasserkreislauf für Ökosysteme ist, und dass daher in Bezug auf den Klimawandel vor allem Änderungen der Wasserverfügbarkeit berücksichtigt werden müssen. Insbesondere Extremereignisse wie Dürren spielen dabei eine große Rolle (Abb. 2) und können über Rückkopplungen mit dem Kohlenstoffkreislauf den Treibhauseffekt verstärken, wie Reichstein mit internationalen Kollegen zeigen konnte. Aber auch temperaturbedingte Veränderungen der Taiga- und Tundra-Vegetation und dessen Einfluss auf CO₂-Konzentrationen in der Atmosphäre konnte Reichsteins Arbeitsgruppe zeigen und dadurch globale Rückkopplungen des Klimawandels empirisch nachweisen. Gleichzeitig hat Markus Reichstein auch die stärker theoriebasierte Modellierung weiterentwickelt und somit entscheidend zu einem besseren Verständnis des Bodens und seiner Rolle im Klimasystem beigetragen.

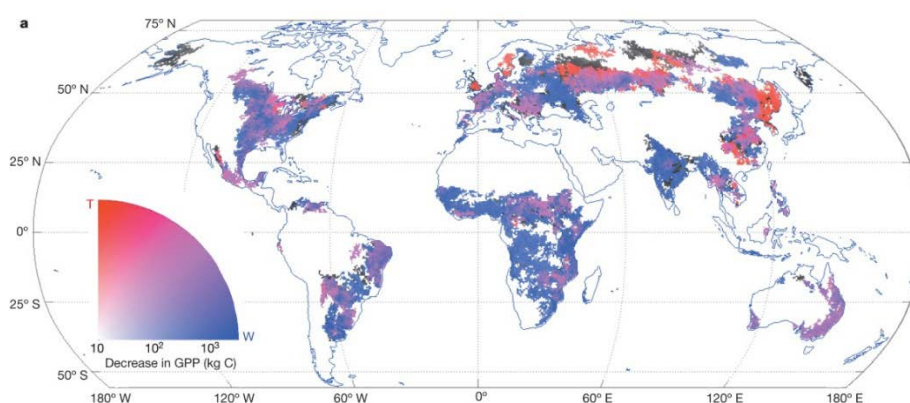


Abb. 2: Gebiete, in denen in den vergangenen Jahren durch Klimaextreme die Vegetationsproduktivität reduziert wurde, und die relative Bedeutung von Wasserknappheit (W) und Hitzewellen (T). In allen blauen und violetten Gebieten spielt Wasser eine wichtige Rolle (aus Reichstein et al. 2013, Nature).

Die erfolgreiche Strategie, das Erdsystem mit Erdbeobachtungsdaten unter Einbeziehung künstlicher Intelligenz / maschinellen Lernens zu diagnostizieren, wurde unter Führung von Markus Reichstein in mehreren europäischen Forschungsprojekten durchgeführt. Mit der Bewilligung eines hochdotierten „Synergy Grant“ des Europäischen Forschungsrats werden ab 2020 erstmalig im ERC-Projekt „Understanding and Modelling the Earth System with Machine Learning“ (USMILE) die Forschungsschwerpunkte Klimaforschung, Atmosphärenforschung und künstliche Intelligenz in einem stark interdisziplinären Ansatz verknüpft. Die international besetzte Forschungsgruppe wird hierbei maschinelle Lernverfahren mit physikali-

schen Modellen von Atmosphäre und Land kombinieren, um die Analyse und Vorhersagen des Erdsystems zu verbessern.

Auch ist es Markus Reichsteins Anliegen, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unterschiedlicher wissenschaftlicher Disziplinen mit Vertretern aus Wirtschaft und Politik zur Diskussion und Bearbeitung übergreifender Themen zusammenzubringen. Nach seiner Funktion als Hauptautor des Weltklimaratberichts über Klimaextreme gelang es Herrn Reichstein auf internationaler Ebene mit der Initiative „Extreme Events and Environments – from climate to society (E³S)“, mit Wissenschaftlern und Praktikern (beispielsweise Ingenieure, Versicherungswirtschaft) die wichtigsten Forschungs- und Umsetzungslücken in Bezug auf Klimaextreme und deren Auswirkung zu erarbeiten und diese frei zugänglich zu dokumentieren. Darüber hinaus baut Herr Reichstein derzeit federführend mit Kolleginnen und Kollegen das globale Knowledge-Action Network „Extreme Events and Emergent Risks“ auf, das die drei unterschiedlichen internationalen Forschungsprogramme Future Earth, World Climate Research Programme (WCRP) und Integrated Research on Disaster Risk (IRDR) verbindet, um interdisziplinäre Beiträge und Handlungsempfehlungen zu generieren. In Deutschland überzeugte Herr Reichstein, zusammen mit bundesweiten Kolleginnen und Kollegen, das Deutsche Komitee für Nachhaltigkeitsforschung von der Einrichtung einer DFG-finanzierten Arbeitsgruppe „Gesellschaftliche Resilienz und Klimaextreme“, in der unter anderem Historiker, Soziologen, Ökonomen, Ökologen und Klimawissenschaftler an der Frage arbeiten, wie gesellschaftliche Resilienz gegenüber Klimaextremen erreicht werden kann. Ein erfolgreicher Antrag dieser Arbeitsgruppe führte 2019 zu einer von der VolkswagenStiftung finanzierten internationalen Herrenhäuser-Konferenz, durch die die transdisziplinäre Diskussion über Klimaextreme unter anderem mit Vertretern von Weltbank und UN, Versicherungsunternehmen, des Internationalen Roten Kreuzes und der Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit zielgerichtet international weitergeführt werden kann.