



## [ T.T.-Prof. Dr. Peer Nowack // KI in den Klima- und Umweltwissenschaften ]

Seit März 2023 leitet Peer Nowack den Lehrstuhl für KI in den Klima- und Umweltwissenschaften. Seine interdisziplinäre Gruppe arbeitet an Methoden des Maschinellen Lernens zur Lösung zentraler Herausforderungen in diesen Wissenschaftsbereichen. Diese Forschung hat zum Beispiel Unsicherheiten in globalen Klimawandelsimulationen anhand von Satellitendaten reduziert.

Vor seinem Ruf ans KIT hatte Peer Nowack über 10 Jahre im Ausland studiert, gelehrt und geforscht. Nach einem Studium der Interdisziplinären Naturwissenschaften an der ETH Zürich (Schweiz), promovierte er im Bereich der numerischen Klimamodellierung an der University of Cambridge (UK). Kurz darauf, von 2017 bis 2021, übernahm er die Leitung einer Nachwuchsforschungsgruppe zum Thema „Machine learning to advance climate science“ am Imperial College London (UK). Schon im Januar 2020 nahm er gleichzeitig ein permanentes Lectureship in „Atmospheric Chemistry and Data Science“ an der University of East Anglia (UK) an, wo er bis zu seinem Übergang ans KIT lehrte und forschte. Im Sommer 2022 war er Gastforscher am National Center for Atmospheric Research (USA).

Für seine Forschung erhielt Peer Nowack mehrere nationale und internationale Forschungspreise, inklusive zweier Auszeichnungen für herausragende Leistungen im Doktorat von der University of Cambridge und zwei Outstanding Student Paper Awards bei den jährlichen Fall Meetings der American Geophysical Union.

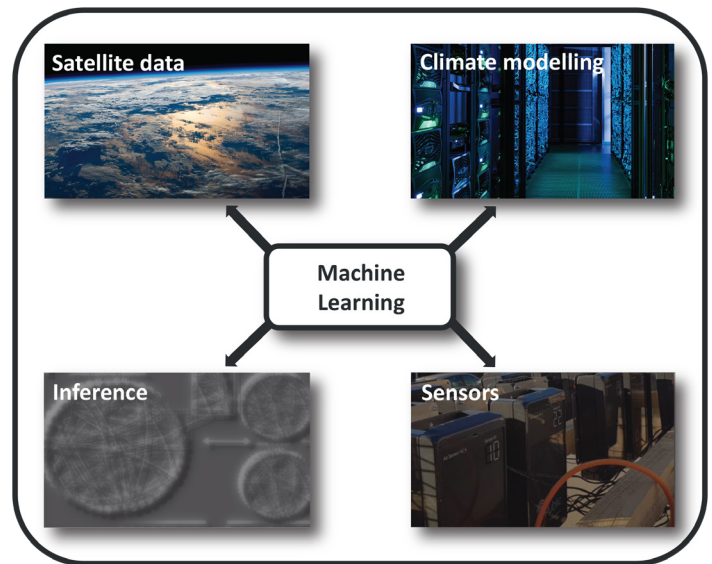
### // Einblicke in die Forschung

Unser Lehrstuhl arbeitet an einer Reihe von hochaktuellen Themen in der Klima- und Umweltforschung, gegliedert in vier Bereiche (Abb. 1).

**Maschinelles Lernen (ML) um Unsicherheiten in Vorhersagen des Klimawandels zu reduzieren** („Satellite Data“). Klimawandelvorhersagen von z.B. regionalen Temperaturveränderungen sind immer noch von großen Modellunsicherheiten behaftet. Diese Unsicherheiten zu verringern ist eine der größten Herausforderungen der Klimawissenschaft. Wir entwickeln neue Methoden welche ML, Klimamodelle und Satellitendaten kombinieren, um diese Unsicherheiten zu reduzieren. Diese Forschung beschäftigt sich nicht nur mit Temperaturveränderungen an der Erdoberfläche, sondern u.a. auch mit Veränderungen in der Stratosphäre, welche die lebenswichtige Ozonschicht der Erde beheimatet.

**ML für die Klimamodellierung** („Climate Modelling“). Globale Klimamodelle, die für Klimawandelvorhersagen gebraucht werden, zielen darauf ab die hauptsächlich physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse des Klimasystems zu repräsentieren. Ein wichtiger Flaschenhals in Anwendungen ist ihr hoher Rechenaufwand: für viele Klima-

Abb.1:  
Übersicht der vier  
Forschungsbereiche des Lehrstuhls



prozesse reichen selbst die schnellsten Supercomputer auf absehbare Zeit nicht aus um sie global überall aufzulösen (z.B. Wolkenbildung). Mittels ML arbeiten wird daran Klimamodelle besser, schneller und somit auch energieeffizienter zu machen. Zum Beispiel entwickeln wir neue ML-Parametrisierungen um besonders rechenaufwändige aber wichtige Modellkomponenten zu ersetzen. Darüber hinaus arbeiten wir an ML-basierten Ersatzsimulatoren ganzer Klimamodelle. Einmal trainiert, können diese schnell eine große Anzahl von Szenarien für die wichtigsten Vorhersagevariablen simulieren, zu einem Bruchteil der Kosten des eigentlichen Klimamodells.

**ML für das Verständnis des Klimasystems („Inference“).** Die Unterscheidung kausaler Wechselwirkungen von reinen Korrelationen in Daten ist eine der Schlüsselfragen in vielen Forschungsbereichen, wie eben der Klimawissenschaft. In der Wetter- und Klimafor-schung werden z.B. wichtige dynamische Wechselwirkungen zwischen Wetterextremen oft mittels einfacher Korrelationen studiert. Hier bieten insbesondere die Erklärbare KI und Kausalitätsalgorithmen einen Mittelweg um das System in größerer Komplexität zu studieren, aber immer noch in der Lage zu sein die gefundenen Interaktionen wissenschaftlich zu erklären.

**ML für bessere Messungen der Umwelt („Sensors“).** Luftverschmutzung (z.B. Ozon, Stickoxide, Aerosolpartikel) ist weiterhin das Umweltproblem mit den größten Folgen für die öffentliche Gesundheit in Europa. Akkurate Messungen und schnelle Vorhersagen von extremen Luftverschmutzungsepisoden sind daher von großer praktischer Bedeutung. Wir entwickeln ML-basierte

Methoden um (a) Messgeräte der Luftverschmutzung zu verbessern und (b) empirische Modelle zur Vorhersage und zum Verständnis von Luftverschmutzung zu entwickeln.

#### // Ausgewählte Publikationen

Nowack P. et al. (2023). Response of stratospheric water vapour to warming constrained by satellite observations, *Nature Geoscience*, doi:10.1038/s41561-023-01183-6.

Ceppi P. and Nowack P. (2021). Observational evidence that cloud feedback amplifies global warming, *PNAS* 118, e2026290118, doi:10.1073/pnas.2026290118.

Nowack P. et al. (2020). Causal networks for climate model evaluation and constrained projections, *Nature Communications* 11, 1415, doi:10.1038/s41467-020-15195-y.

Runge J., Nowack P., et al. (2019). Detecting and quantifying causal associations in large nonlinear time series datasets, *Science Advances* 5, eaau4996, doi:10.1126/sciadv.aau4996.

Nowack P. et al. (2018). Using machine learning to build temperature-based ozone parameterizations for climate sensitivity simulations, *Environmental Research Letters* 13, 104016, doi:10.1088/1748-9326/aae2be.

#### // Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

**Verwaltungspersonal**  
Astrid Hopprich

#### **Wissenschaftliches Personal**

Sarah Berk  
Yiling Ma  
Xiang Weng  
Sophie Wilkinson  
Dr. Sarah Wilson-Kemsley

#### // Website

ki-klima.iti.kit.edu