

## Klima und Umwelt: Bitte hingucken – und für lange Zeit!

Gerade in der Ökosystem- und Klimaforschung sind Perspektiven über mehrere Jahre wichtig, um wissenschaftliche Hypothesen überprüfen zu können. Ein Standpunkt von Prof. Hans Peter Schmid.



Messturm im Wald: In zahlreichen Wäldern der Nordhemisphäre haben Wissenschaftler untersucht, wie die Vegetation auf Klimaveränderungen reagiert. (Foto: Schmid)

Wissenschaft bedeutet Erkenntnisgewinn mit Unsicherheit. Wir Forscher generieren Hypothesen und später korrigieren wir sie – entweder eigenhändig oder die Fachkollegen erledigen diese Arbeit. Die Öffentlichkeit nimmt dieses ständige Hinterfragen und den kritischen Umgang mit der Unsicherheit wissenschaftlicher Aussagen selten wahr. Insbesondere das Klimasystem – im Wesentlichen: Atmosphäre, Ökosysteme, Wasser – wird von einer solchen Fülle von „Treibern“ und „Stellschrauben“ reguliert, dass dessen Vielfalt unermesslich scheint und daher von einzelnen Wissenschaftlern, an einzelnen Orten oder Augenblicken nicht verstanden werden kann. Um das Gesamtbild zu begreifen, müssen wir gemeinsam an vielen Orten über lange Zeit viele Variablen kontinuierlich beobachten, systematisch analysieren und in Modelle integrieren. Moderne Messtechnik, Datenverarbeitung und Computertechnologie ermöglichen, dass wir dies inzwischen mit einem Grad an Komplexität schaffen, von dem wir vor 20 Jahren nicht zu träumen gewagt haben.

Aus der wachsenden Komplexität resultiert zwangsläufig, dass Medien, Bürger und Politik oft nur noch ein Zerrbild der Forschungsergebnisse wahrnehmen – leider oft auf Schlagzeilen reduziert. Die Notwen-

digkeit, dass wir Resultate über mehrere Jahre hinweg prüfen müssen, ist dann kein Thema mehr, auch nicht in der Forschungsförderung. Es entsteht ein fataler Gegensatz: Forschung wird immer komplexer, und zugleich wird ihr Atem kürzer.

Gemeinsam mit Kollegen der Harvard University, der Ohio State University und der Indiana University sowie dem USDA Forest Service ist es uns jetzt am Institut für Meteorologie und Klimaforschung – Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU) gelungen, dank langfristiger Forschung eine etablierte Lehrmeinung in der Ökosystemforschung zu korrigieren. Die Annahme war, dass Pflanzen bei steigender Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)-Konzentration in der Atmosphäre effizienter Photosynthese betreiben, Kohlenstoff aus der Atmosphäre binden und Biomasse produzieren. Durch diesen Mechanismus vermindern Land-Ökosysteme die globale CO<sub>2</sub>-Zunahme. Wir haben nun aber festgestellt, dass das Prinzip „steigender CO<sub>2</sub>-Gehalt führt zu verstärkter Biomassen-Produktivität“ zu einfach gedacht ist.

Eine Schlüsselgröße in diesem Themenkomplex ist die Wassernutzungseffizienz: Pflanzen binden bei der Photosynthese CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre. Während sie das CO<sub>2</sub>

durch die geöffneten Spaltöffnungen ihrer Blätter, die Stomata, aufnehmen, entweicht Wasserdampf. Das Verhältnis zwischen dem transpirierten Wasser und dem fixierten Kohlenstoff ist die Wassernutzungseffizienz. Sie stellt einen wesentlichen Indikator der Ökosystemfunktion dar und spielt eine Schlüsselrolle in den globalen Stoffkreisläufen.

Wir haben nun Messungen zur Wassernutzungseffizienz in zahlreichen Wäldern der Nordhemisphäre verglichen. Das Ergebnis: Die Wassernutzungseffizienz ist in den letzten zwei Jahrzehnten deutlich stärker gestiegen als erwartet. Wir konnten zeigen, dass dies auf die Düngewirkung des CO<sub>2</sub> zurückzuführen ist: Wenn die Konzentration von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre steigt, schließen die Blätter ihre Stomata teilweise, um die CO<sub>2</sub>-Konzentration im Blattinnern weitgehend konstant zu halten. Dadurch entweicht bei gleicher Photosyntheseleistung weniger Wasserdampf aus den Blättern, und die Wassernutzungseffizienz des Ökosystems Wald steigt. Wälder können also adaptiv auf Veränderungen der Umwelt reagieren und sparen so Wasser. Andererseits gehören Wälder zu den wichtigsten Feuchtigkeitsquellen für die Atmosphäre. Die Wasserersparnis verstärkt daher die mit der Klimaerwärmung eingehende Trockenheitstendenz und kann sensitive Ökosysteme in arge Bedrängnis bringen: Bei fortwährendem Trend kann sich die starke Adaptivität der Wälder deshalb zu einem globalen Eigentor entwickeln.

Möglich war diese Erkenntnis nur, weil wir auf jahrzehntelange Messreihen zurückgreifen konnten. Die Überprüfung unserer Hypothesen erfordert nun wiederum Daten, die wir in den kommenden Jahren erheben müssen. Nur daraus kann sich ein realistisches Bild von der Komplexität ergeben, in der Klima und Ökosysteme voneinander abhängen.

Was wir dazu brauchen? Förderprogramme, die langfristig gedacht sind. Die zwar periodisch evaluiert werden, aber auf eine Perspektive von 30 oder 40 Jahren angelegt sind. Forschung mit langem Atem – damit uns auf der Erde der Atem nicht ausgeht.