



RUNDGESPRÄCH

Auf Spurensuche in der Natur

DIE KOMMISSION FÜR ÖKOLOGIE DER BAYERISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN BESCHÄFTIGTE SICH AM 4. APRIL 2005 MIT STABILISCHEN ISOTOPIEN IN DER ÖKOLOGISCHEN FORSCHUNG.



Vorteil stabiler Isotope: Inter- und Transdisziplinarität

Die Methodik der stabilen Isotope lässt sich in allen Teildisziplinen ökologischer Forschung anwenden, von der Klimatologie über Hydrologie und Biologie bis zur Bodenkunde. Dies führte nicht nur zu einer breiten Anwendung, sondern es hat auch die Kommunikationen zwischen den verschiedenen Disziplinen gefördert, denn die stabilen Isotope stellen quasi eine gemeinsame Währung oder eine gemeinsame Sprache dar, die für alle Disziplinen gleichermaßen gelten. Dadurch werden Erkenntnisse, Methoden und Ideen, die in einer Disziplin aufgekommen sind, rasch in anderen Disziplinen ebenso genutzt. Darüber hinaus ist wesentliches Merkmal stabiler Isotope, dass sie stabil sind, also nicht verschwinden können. Was zunächst trivial klingt, bedeutet aber, dass ihre Massenbilanz aufgehen muss. Ist dies in einem Kompartiment, z. B. der Atmosphäre, nicht der Fall, so ist dies ein eindeutiger Hinweis für einen Austausch mit einem anderen Kompartiment, beispielsweise dem Meer oder dem Boden. Die Aufteilung in wissenschaftliche Disziplinen, die ja im Wortsinn „unnatürlich“ ist, wird bei der Betrachtung stabiler Isotope zu Gunsten einer Inter- und Transdisziplinarität nahezu selbstverständlich aufgehoben.

UNIVERSITÄT BERN, ABT. KLIMA- UND UMWELTPHYSIK

Mit schwerem Gerät auf der Suche nach kleinen Unterschieden der Atome: Mit Eisbohrkernen aus der Antarktis lassen sich an Hand der im Eis eingeschlossenen Luft Informationen über das Klima erhalten, die bis zu einer Million Jahre zurückreichen.

VON KARL AUERSWALD

Von fast allen chemischen Elementen existieren unterschiedlich schwere Formen (Isotope), die sich nur in der Zahl der Neutronen unterscheiden. Es wird unterschieden zwischen radioaktiven Isotopen, die mit einer charakteristischen Rate zerfallen, und stabilen Isotopen. Die Isotope eines Elementes verhalten sich chemisch gleich, reagieren aber physikalisch etwas unterschiedlich. Dadurch entstehen bei vielen biologischen oder chemischen Prozessen

in der Natur charakteristische, quantitativ erfassbare und gut interpretierbare Muster, so genannte „Isotopische Fingerabdrücke“.

Die Analyse stabiler Isotope hat sich in den vergangenen Jahren zu einem der wichtigsten Werkzeuge ökologischer Forschung entwickelt. Daher verdoppelte sich die Zahl der wissenschaftlichen Publikationen zu diesem Thema im Zweijahresturnus im Verlauf der letzten 15 Jahre, und es ist noch kein Ende dieses rasanten Anstiegs zu erkennen. Die Gründe für diesen durchschlagenden Erfolg sind vielfältig.



Vorteil: System- und Prozessanalyse statt Zustandsanalyse

Die Methodik der stabilen Isotope lässt sich auf allen Skalen anwenden, die ökologisch relevant sind. Prozesse des Gasaustausches an den Stomata der Blätter sind damit ebenso erfassbar, wie Prozesse auf globaler Ebene, die beispielsweise die Erdatmosphäre verändern. Für große natürliche Einheiten, z.B. ganze Wälder oder Seen, sind viele bislang eingesetzte Messmethoden, die sich meist aus der Laboranalytik ableiteten, häufig unbefriedigend, da mit ihnen in Raum und Zeit nur punktuell gemessen werden konnte. Damit waren z. B. Ökosysteme, die durch Flüsse definiert sind und damit Heterogenität und Veränderung aufweisen, nur unbefriedigend zu erfassen. Gerade auf dieser bisher unbefriedigend erfassbaren Skala lässt sich die Methodik der stabilen Isotope gut einsetzen. Aber dies gilt auch für kleinere Systeme, z. B. einzelne Pflanzen, Zellen, oder biochemische Abläufe, die allesamt durch Flüsse charakterisiert sind. Die Muster stabiler Isotope werden entlang der diese Systeme definierenden Prozessketten vererbt und teilweise transformiert und erlauben daher, die Ketten und die ihnen zu Grunde liegenden Mechanismen zu verfolgen. So wurde erst mit Hilfe der stabilen Isotope beispielsweise das komplizierte Dreiergeflecht aus Symbiose und Parasitismus zwischen Bäumen, Orchideen und Pilzen erkannt. Da machen sich Orchideen Pilze zunutze, um Bäume anzuzapfen und ihnen Wasser, Nährstoffe aber auch Assimilate zu rauben.

Die Verschiebungen im Verhältnis der stabilen Isotope entstehen durch (physikalische) Prozesse. Stabile Isotope können daher Prozesse indizieren. Dadurch lässt sich die Vielfalt der Prozesse komplexer Systeme, die früher nur in ihrer

Nettowirkung erfasst werden konnte, in Teilprozesse aufgliedern. Findet beispielsweise Assimilation, die CO_2 verbraucht und Respiration, die CO_2 liefert, gleichzeitig statt, so war früher nur die Messung des Netto- CO_2 -Flusses möglich. Stabile Isotope erlauben, beide Komponenten zu unterscheiden, weil sich das assimilierte und das respirierte isotopisch CO_2 unterscheiden. Dies führt zu einem wesentlich tieferen Prozessverständnis.

Vorteil: Determiniertheit

Verschiebungen in den Verhältnissen stabiler Isotope werden immer von physikalischen Prozessen verursacht. Da für viele Prozesse die Gesetzmäßigkeiten der Isotopenfraktionierung bekannt sind, lassen sich aus den Isotopensignaturen quantitative Rückschlüsse auf den beteiligten Prozess ziehen. So speichern beispielsweise Eisbohrkerne bis zu 1 Mio. Jahre zurück ein detailliertes Temperaturprofil des Niederschlags. Solche quantitativen Rückschlüsse sind ein unschätzbare Vorteil gerade in der Ökologie, die sonst – wegen der Vielfalt und Komplexität ökologischer Systeme – häufig nur qualitative Aussage zulässt.



G. GEBAUER, UNIVERSITÄT BAYREUTH

Von dieser strengen Determiniertheit der isotopischen Fingerabdrücke profitieren aber auch andere Disziplinen, die nicht mehr zur Ökologie im eigentlichen Sinn gehören, wie beispielsweise die Kriminalistik oder die Lebensmittelüberwachung. So erlauben stabile Isotope den Nachweis, dass ein im Blut gefundenes Hormon auf Doping zurückzuführen ist, selbst wenn es in chemischer Sicht körperidentisch ist. Oder sie erlauben den Nachweis, dass ein angeblicher Parmaschinken gar nicht in Parma hergestellt wurde, dass angeblich frischer Fruchtsaft aus Fruchtsaftkonzentrat und Wasser hergestellt wurde und vieles mehr.

Zum Nachlesen

Die Tagung „Spurensuche in der Natur – Stabile Isotope in der ökologischen Forschung“ gab einen breiten Überblick über die Anwendung dieser Methodik. Die Beiträge der Tagung werden wieder in einem Sammelband *Rundgespräche der Kommission für Ökologie* im Verlag Dr. Friedrich Pfeil in München erscheinen. Dies wird gleichzeitig – nach einigen englischsprachigen Büchern zu diesem Thema – das erste deutschsprachige Buch zur Anwendung stabiler Isotope in der ökologischen Forschung sein.

Der Autor ist o. Professor für Grünlandkunde an der TU München in Weihenstephan.



Mit Hilfe stabiler Isotope wurde erkannt, dass es auch bei Pflanzen Nahrungsketten geben kann, die sonst das Tierreich charakterisieren: manche Orchideen leben von Pilzen, die als Ektomykorrhiza wiederum mit Bäumen in Symbiose leben und von den Bäumen Assimilate beziehen, die dann bis zur Orchidee gelangen (im Bild *Cephalanthera damasonium*).



Auf Spurensuche in der Natur. Stabile Isotope in der ökologischen Forschung. Rundgespräche der Kommission für Ökologie, Bd. 30 (im Druck), Hrsg. Bayerische Akademie der Wissenschaften. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München. 174 S., 14 Farb- und 65 Schwarzweiß-Abbildungen, 15 Tabellen. ISBN 3.89937-060-0, 25,- €