

Aus sehr jung wird uralt

Archäologen bestimmen das Alter ihrer Funde, indem sie den Gehalt des Kohlenstoffisotops C-14 messen.

Wegen des Ausstosses von Treibhausgasen funktioniert das bald nicht mehr. **Von Angelika Franz**

Es ist der wahr gewordene Albtraum eines jeden Archäologen. Schon in naher Zukunft wird eine Datierung mit der klassischen Radiokarbonmethode, der Messung des Kohlenstoffisotops C-14, nicht mehr zweifelsfrei funktionieren. Denn mit dem massiven Ausstoss von fossilem Kohlendioxid verändert sich der C-14-Anteil in unserer Atmosphäre - und damit das scheinbare Alter organischen Materials.

Bisher war die Altersbestimmung organischer Funde recht simpel. Kohlenstoff kommt in der Natur in der Regel in drei Isotopen vor. Während C-12 und C-13 stabil sind, nimmt der Gehalt an C-14 durch radioaktiven Zerfall kontinuierlich ab. Gebildet werden kann das Isotop C-14 nur durch eine Kernreaktion in den oberen Schichten der Atmosphäre. Schon von vornherein ist sein Anteil eher gering: In einer Tonne «frischen» Kohlenstoffs - also Kohlenstoffs, der durch Photosynthese oder Atmung noch im direkten Austausch mit der Atmosphäre steht - befindet sich lediglich etwa 1 Gramm C-14.

Sobald kein Austausch mehr stattfindet, weil die Pflanze oder das Lebewesen stirbt, beginnt dieser Anteil, sich alle 5730 ± 40 Jahre zu halbieren. Je mehr C-14 bereits zerfallen ist, desto älter ist also der untersuchte Fund. Seit 70 Jahren hat die Radiokarbonmethode den Archäologen gute Dienste geleistet - zumindest für Proben, die zwischen 300 und 60 000 Jahre alt sind. Davor ist nicht mehr genügend C-14 nachweisbar, und danach unterlag der C-14-Gehalt zu grossen Schwankungen.

Verfälschung durch Brennstoffe

Die Datierungsmethode funktionierte allerdings nur so lange gut, bis der Mensch begann, fossile Brennstoffe im grossen Stil zu verbrauchen. Denn Erdgas, Erdöl und Kohle sind uralt: «Wir stehen vor dem Problem, dass fossile Brennstoffe so alt sind, dass ihr Kohlenstoff keine C-14-Isotope mehr enthält», erklärt der Geowissenschaftler Peter Köhler vom Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung. Nach 10 Halbwertszeiten, also rund 57 300 Jahren, liegt der Anteil an C-14 in

organischem Material unterhalb der Nachweisgrenze. Aber selbst die relativ junge Braunkohle - der jüngste aller fossilen Brennstoffe - entstand im Tertiär, das vor 65 Millionen Jahren begann und vor rund 2,6 Millionen Jahren endete. «Verbrennen wir nun diese Rohstoffe, bringen wir grosse Mengen an C-14-freiem Kohlendioxid in die Atmosphäre. Die Folge ist, dass sich das Verhältnis von C-14 zu C-12, ähnlich einem Alterungsprozess, verkleinert.» Und nicht nur in der Atmosphäre. Denn mit der Luft, die Lebewesen atmen, oder mit der Photosynthese, die sie betreiben, passen sie die Kohlenstoffisotope ihres Körpers denen der Umgebung an: Alles, was in der Atmosphäre lebt, scheint mit der Atmosphäre zu altern. «Dieses Phänomen kennen wir als den Suess-Effekt, benannt nach dem Physiker Hans E. Suess», erläutert Köhler.

Die Auswirkungen werden schon bald dramatisch sein. Sollte sich ein vom Weltklimarat analysiertes Szenario des ungebremsten Emissionsanstiegs bewahrheiten, lässt sich bereits im Jahr 2050 das Holz einer frisch gefällten Eiche mit der Radiokarbonmethode nicht mehr von den Balken eines Schiffes unterscheiden, mit dem die Wikinger um das Jahr 1000 nach Nordamerika segelten. Im Jahr 2150 scheint frisches organisches Material dann bereits 3000 Jahre alt zu sein, im Extremfall sogar 4300 Jahre - in diesem Zeitraum bauten die Ägypter ihre grossen Pyramiden.

Dass die Archäologen bisher noch keinen Messfehlern aufgesessen sind, verdanken sie lediglich den atmosphärischen Tests von Kernwaffen, die zwischen 1945 und 1963 durchgeführt wurden. «Momentan leben wir in einer Zeit, in der der C-14-Gehalt in der Atmosphäre durch Atombombentests positiv verfälscht ist, im sogenannten C-14-Bomb-Peak», erklärt Köhler. «Erst wenn die negative C-14-Anomalie des Suess-Effekts die positive des C-14-Bomb-Peak aufgezehrt hat, wird man Uneindeutigkeiten haben. Ich schätze, dass die C-14-Datierung bereits in etwa 10 Jahren anfangen wird, erste nicht eindeutige Ergebnisse zu liefern.»

Kontrolltest hilft weiter

Als vor zwei Jahren Heather Graven vom

Imperial College London in einer Studie das Ausmass des zu erwartenden Suess-Effekts erstmals detailliert darlegte, kam Peter Köhler die Idee, wie die Zweideutigkeit einer C-14-Altersbestimmung aufgelöst werden könnte. «Beim Lesen der Arbeit wurde mir klar, dass ein dem Suess-Effekt für C-14 ähnlicher Einfluss auch für das andere Kohlenstoffisotop C-13 gelten müsste.»

Der C-13-Gehalt ändert sich ebenfalls mit der Verbrennung fossiler Brennstoffe. Zwar ist C-13 stabil und zerfällt nicht. Aber Kohlenstoff aus fossilen Brennstoffen hat seinen Ursprung in organischer Biomasse. «Während der Fotosynthese wird der leichtere Kohlenstoff (C-12) bevorzugt aufgenommen, weil dies energetisch einfacher ist», erklärt Köhler. «Daher ist in der durch Fotosynthese hergestellten organischen Biomasse die Menge des schwereren Isotops (C-13) geringer als in der Atmosphäre.» Wenn nun grosse Mengen dieses fossilen Brennstoffs freigesetzt werden, senkt das den C-13-Gehalt der Atmosphäre - und damit auch den der Lebewesen, die mit ihr im Austausch stehen.

Im Fachblatt «Environmental Research Letters» hat Köhler seine Erkenntnisse nun vorgestellt. «Habe ich in meiner Messung ein verändertes C-13-Signal, zeigt mir dieses an, dass auch die C-14-Altersangabe durch fossilen Kohlenstoff beeinflusst wurde - es muss sich also um ein junges Objekt handeln. Liegt das C-13-Signal dagegen innerhalb des zu erwartenden Bereiches, gibt es keinen Einfluss durch fossilen Kohlenstoff, und der C-14-Wert zeigt das korrekte Alter an.»