

Fossile DNA vor dem Aus?

Publikationen über DNA aus fossilen Überresten ehemaliger Lebewesen wurden in der Öffentlichkeit von Beginn an mit großem Interesse verfolgt. In der Fachliteratur waren die Veröffentlichungen schon immer von kritischen, zur Vorsicht mahnenden Kommentaren begleitet (keine reproduzierten Ergebnisse, Gefahr falscher positiver Ergebnisse durch unbemerkte und nur schwer nachzuweisende Verunreinigungen).

POINAR et al. (1996) hatten erstmals eine von fossiler DNA unabhängige Kontrollmöglichkeit vorgestellt: Vergleich der Razemisierungsgeschwindigkeit von Aminosäuren (v.a. Asparaginsäure) mit der Zerstörung von DNA-Makromolekülen (Depurinierung, Strangbruch) (BINDER 1996, 1997). Unter Anwendung ihrer Methode zeigten die Autoren, daß Meldungen über den positiven Nachweis von DNA-Fragmenten aus Fossilien, die nicht als Einschlüsse in Bernstein vorliegen, mit großer Wahrscheinlichkeit auf Artefakte zurückzuführen sind. Ihre Ergebnisse ließen jedoch die Vermutung zu, „daß eine Einbettung in Bernstein Bedingungen schaffen könnte, die für eine Erhaltung von Nukleinsäuren über lange Zeiträume geeignet sind.“

AUSTIN et al. (1997) versuchten, bereits publizierte Daten über fossile DNA aus Bernsteininkluden zu reproduzieren. Ihre Ergebnisse fassen sie in folgenden Worten zusammen: „Von vielen Millionen Jahre alten, in Bernstein konservierten Insekten liegen Beschreibungen von scheinbar alter DNA vor. In intensiven Versuchen, diese DNA-Sequenzen mit in Bernstein eingeschlossenen Bienen oder Fliegen zu reproduzieren, gelang es nicht, authentische alte DNA von Insekten nachzuweisen. Die Nichtreproduzierbarkeit legt den Schluß nahe, daß DNA auch nicht in Bernstein, dem verheißungsvollsten Konservierungsmittel für Fossilien, über Millionen Jahre erhalten bleibt.“

AUSTIN und seine Mitarbeiter untersuchten 15 Objekte: 10 stachellose Bienen (*Proplebeia dominicana*), jeweils in einem Stück Dominikanischem Bernstein eingeschlossen (Oligozän); 3 Bienen (*Trigona gribodoi*) aus Afrikanischem Kopal (Quartär); und 2 kleinere Fliegen (*Megaselia* sp. und *Puliciphora* sp.) ebenfalls in Dominikanischem Bernstein. Das Alter für Dominikanischen Bernstein wird mit 25-35 Millionen Jahren, für Afrikanischen Kopal mit weniger als 2 Millionen Jahren angegeben. Alle Arbeiten wurden unter größtmöglichen Sicherheitsvorkehrungen in einem abgelegenen Labor durchgeführt, in welchem zuvor noch keine Untersuchungen an DNA vorgenommen worden waren. Diese Vorsichtsmaßnahmen wurden getroffen, um die Gefahr von Kontaminationen so gering wie möglich zu halten.

Für den Nachweis authentischer fossiler DNA wurden (in Anlehnung an frühere Autoren) folgende Kriterien formuliert:

1. Negativ-Kontrollen: Blindproben und PCR-Negativ-Kontrollen dürfen keine spezifischen, durch PCR vervielfältigte Produkte beinhalten (PCR: Polymerase Kettenreaktion; Technik zur Vervielfältigung von DNA-Sequenzen).

2. Reproduzierbarkeit: Von denselben Extrakten und aus verschiedenen Fossilien und aus unterschiedlichen Organismen derselben Art sollten durchweg und wiederholbar identische Sequenzen erhalten werden.

3. Phylogenetische Konsistenz: Die erhaltenen Sequenzen sollten zweifelsfrei in einer phylogenetischen Analyse Ähnlichkeit mit DNA-Sequenzen anderer Insekten zeigen. Die Ergebnisse sollten genetisch verträglich sein mit der vermuteten Herkunft aus Insekten.

Für die PCR wurden insgesamt 15 verschiedene Primer (kurze DNA-Ketten, welche an den gesuchten DNA-Abschnitt binden und für den Start der PCR erforderlich sind) eingesetzt, darunter jene, die in Arbeiten anderer Autoren erfolgreich verwendet worden waren, sowie neu konzipierte. Die PCR wurde routinemäßig Positiv-Kontrollen unterzogen und ergab ausgehend von ca. 10 Startmolekülen DNA-Fragmente der korrekten Größe. Zu jedem Versuchsansatz wurden Negativ-Kontrollen durchgeführt. In fast allen untersuchten Fällen (insgesamt: 156 PCR-Versuche mit Extrakten aus fossilen Insekten, 334 PCR-Kontrollexperimente) konnte keine durch PCR vervielfältigte DNA gefunden werden. In 20 Fällen konnten PCR-Produkte nachgewiesen werden, in Kontroll-Experimenten erwiesen sich diese jedoch als Artefakte (z.B. Kontaminationen).

Nach ausführlicher Diskussion möglicher Ursachen für dieses Negativ-Ergebnis stellen die Autoren zunächst nüchtern fest: „Unsere Negativ-Ergebnisse stehen im Widerspruch zu den bisher behaupteten Extraktionen fossiler DNA aus in Bernstein eingeschlossenen Insekten.“ Sie schließen mit den Feststellungen: „Obwohl kein Negativ-Ergebnis die Existenz alter DNA aus in Bernstein erhaltenen Fossilien widerlegen kann, zeigt unser Ergebnis, daß die Gewinnung von geologisch alter DNA aus Bernstein-Einschlüssen nicht reproduzierbar ist.“ Für die Autoren ist klar, „daß die vorrangige Bedeutung von in Bernstein erhaltenen Fossilien in ihrer hervorragenden morphologischen Erhaltung und nicht in irgendwelchen erhaltenen DNA-Bruchstücken liegt, deren Existenz bestenfalls als spekulativ zu bezeichnen ist.“

Vor der Publikation von AUSTIN und seinen Mitarbeitern wurde bereits in zwei Arbeiten auf miß-

lungene Versuche, fossile DNA aus Bernsteininklusen zu extrahieren und zu analysieren, hingewiesen (HOWLAND & HEWITT 1994, PAWLOWSKI et al. 1996).

Diese kritischen Arbeiten über die Nachweisbarkeit fossiler DNA aus Bernsteininkluden kühlen die aufgeheizte Atmosphäre etwas ab. Es bleibt zu hoffen, daß dieser wiedergewonnene Freiraum genutzt wird, um abseits der populären Sensationsmeldungen das Potential der PCR-Methoden für die Untersuchung fossiler DNA auszuloten.

Harald Binder

Literatur

AUSTIN JJ, ROSS AJ, SMITH AB, FORTEY RA & THOMAS R (1997)

Problems of reproducibility – does geologically ancient DNA survive in amber-preserved insects? Proc. R. Soc. Lond. B 264, 467-474.

BINDER H (1996) Fossile DNA = alte DNA? Stud. Int. J. 3, 86-87.

BINDER H (1997) Wie lange bleiben DNA-Moleküle erhalten? Zur chemischen Stabilität fossiler DNA. Stud. Int. J. 4, 14-21.

HOWLAND DE & HEWITT GM (1994) DNA analysis of extant and fossil beetles. In: Biomolecular palaeobiology: Lyell Meeting volume. NERC Earth Sciences Directorate, Special Publication No. 94/1, pp 49-55.

PAWLOWSKI J, KMIĘCIAK D, SZADZIEWSKI R & BURKIEWICZ A (1996) Attempted isolation of DNA from insects embedded in Baltic amber. Inclusion 22, 12-13.

POINAR HN, HISS M, BADA JL & PÄÄBO S (1996) Amino acid racemization and the preservation of ancient DNA. Science, 272, 864-866.

Altpaläolithische Holzspeere bestätigen hohe Fertigkeiten des Frühmenschen

Hartmut THIEME vom Institut für Denkmalpflege des Niedersächsischen Landesverwaltungsamtes hat im Braunkohlerevier von Schöningen am Rande des Harzes seit 1995 sensationelle Funde gemacht: Er entdeckte mehrere vollständig erhaltene Holz-

speere aus ca. 400.000 Jahre alt datierten Ablagerungen (THIEME 1997; Abb. 1).

Zunächst einmal beenden diese Entdeckungen den Streit um die Frage, ob *Homo erectus* ein Jäger war. Aufgrund von Steinwerkzeugfunden im Zusammenhang mit fossilen großen Säugetieren wurde bis in die sechziger Jahre hinein allgemein die These vertreten, daß *Homo erectus* ein eifriger Großwildjäger war. Später wandten sich zahlreiche Wissenschaftler von dieser Auffassung ab, da ihrer Meinung nach Belege dafür fehlten, daß die vom Frühmenschen gegessenen Tiere auch tatsächlich von ihm gejagt wurden. Es entstand die Vorstellung vom aasverzehrenden Frühmenschen. Schon lange gibt es aber einen Hinweis auf den Gebrauch von Speeren in der Frühzeit des Menschen (Altpaläolithikum). Bereits 1911 wurde bei Clacton/England aus Ablagerungen, die ca. 300.000 Jahre alt datiert werden, die Spitze einer möglichen Stoßlanze entdeckt (OAKLEY et al. 1977, TOTH 1988). Mit den neu entdeckten Speeren ist nun unzweideutig bewiesen, daß *Homo erectus* große Tiere gejagt hat. Ein rundes Loch im Schulterblatt eines ca. 500.000 Jahre alt datierten Nashornes aus Boxgrove/England ist ein weiterer jüngster Hinweis dafür (DENNELL 1997).

Die Speere von Schöningen geben durch ihre Herstellungstechnik aber noch wesentlich bemerkenswertere Einblicke in die Fähigkeiten von *Homo erectus*. Jeder Speer wurde aus einem eigenen 30 Jahre alten Fichtenstamm hergestellt. Alle Speerspitzen stammen von der Basis des Stammes, wo



Abb. 1: Altpaläolithisches Wildpferd-Jagdlager Schöningen, Landkreis Helmstedt, Blick in den Fundhorizont mit dem weitgehend freigelegten Wurfspeer II (Fichte, *Picea* sp.), Spitze im Vordergrund, Länge ca. 2,30 m. In der Grabungsfläche befinden sich Knochen (Jagdbeutereste), direkt rechts neben Speer II ein Pferdeschädel. Links: Dr. Hartmut THIEME. (Foto: Peter PFARR, Institut für Denkmalpflege, Hannover, Abdruck mit freundlicher Genehmigung)