Über Radiokarbonanalysen an Bernsteinen, Diamanten, Kohlen, fossilen Hölzern und Dinosaurierknochen

von M. Kotulla

In diesem Diskussionsbeitrag werden die Ergebnisse von Radiokarbonanalysen an sogenannten "alten Materialien" wie Bernsteinen, Diamanten, Kohlen, fossilen Hölzern und Dinosaurierknochen und ihre Interpretationen diskutiert. Im Besonderen stellt sich die Frage, ob bestimmte Ergebnisse als Indiz oder gar als Evidenz dafür gewertet werden können, dass die Erdgeschichte – entgegen der etablierten Auffassung– eine *kurze* Geschichte ist. Diesen weitreichenden Schluss ziehen BAUMGARDNER (2005), SNELLING (2009) und MILLER et al. (2019) – in unterschiedlicher Ausprägung. So lautet z. B. der Titel der Arbeit von BAUMGARDNER (2005), in Übersetzung:¹⁴C-Beweise für eine rezente globale Flut und eine junge Erde.

Es können zwei Fallgruppen unterschieden werden: (1) Analyseergebnisse, die sich von einem gewöhnlichen Labor-Untergrund nicht unterscheiden. (2) Analyseergebnisse, die höher als der gewöhnliche Labor-Untergrund sind und sich deutlich von ihm unterscheiden.

Zur 1. Fallgruppe ist zusammenfassend festzustellen, dass unterschiedliche Auffassungen über Radiokarbon-Nachweisgrenzen vorliegen, insbesondere über den Labor-Untergrund. Einerseits werden gewisse geringe Radiokarbonkonzentrationen, ausgedrückt als Prozent moderner Kohlenstoff (pMC), als wahre Konzentrationen interpretiert, andererseits werden die gleichen Konzentrationen als nicht vom Labor-Untergrund unterscheidbar interpretiert. Letztere Interpretation bedeutet, dass die wahre Radiokarbonkonzentration nicht bekannt ist und dass das [Radiokarbon-] Alter jenseits der Altersreichweite der Datierungsmethode liegt. Dies trifft nach Ansicht des Verfassers auf die hier diskutierten Bernstein-, Diamanten- und Kohlenproben zu.

Zur 2. Fallgruppe ist zusammenfassend festzustellen, dass für Proben von fossilen Hölzern (SNELLING 2009) und Dinosaurierknochen (MILLER et al. 2019) eine Reihe von Analyseergebnisse vorliegen, die ausgedrückt als ¹⁴C-Alter, eine Spanne von ca. 20.000 bis 45.000 bzw. 22.000 bis 41.000 konventionellen ¹⁴C-Jahren BP umfassen. Darüber hinaus liegen für ähnliche Proben fossiler Hölzer auch Radiokarbonalter jenseits der Altersreichweite der Datierungsmethode vor. Für die Analyse von [Dinosaurier-] Knochen bedarf es wohl spezieller Kenntnisse und Prozeduren, die möglicherweise bei den beauftragten Laboratorien nicht vollumfänglich vorhanden waren.

Zur Klärung dieser unterschiedlichen Ergebnisse und Interpretationen schlägt der Verfasser vor, weitere Radiokarbonanalysen durchführen zu lassen: die Wiederholung von Analysen bestehenden Probenmaterials bzw. neuen Materials desselben Fundorts sowie neue Analysen zur Vergrößerung der Stichprobe mit Bezug auf die stratigraphischen Einheiten des Phanerozoikums. Es sollten Laboratorien ausgewählt werden, die einen gewöhnlichen, vergleichbaren Labor-Untergrund ausweisen und gegebenenfalls eine Spezialisierung auf gewisse Materialien vorweisen können.

Vorgehensweise und Gliederung

[1] Dieser Beitrag diskutiert die Arbeiten von SNEL-LING (1997, 1998, 1999, 2000a, b, 2008a, b, 2009), BAUMGARDNER (2005), THOMAS & NELSON (2015) und MILLER et al. (2019) über Radiokarbonanalysen an sogenannten "alten Materialien".¹ In die Diskussion fließen vom Verfasser beauftragte Radiokarbonanalysen (u. a. KOTULLA 2024)² sowie solche anderer Kunden und der "Radiokarbon-Community" ein. Der Verfasser empfiehlt, zu diesem Beitrag ergänzend die oben aufgeführten Arbeiten zu lesen; sie sind fast alle online verfügbar.

[2] Der Diskussionsbeitrag ist wie folgt gegliedert: Ein Abschnitt *Begriffsbestimmungen*, der auch Interlabor-Vergleichsstudien zu Untergrund-Proben behandelt, ist vorangestellt. In den Abschnitten *Radiokarbonanalysen, Teil 1 und Teil 2*, werden schließlich die Ergebnisse und Interpretationen für die unterschiedlichen Materialien separat vorgestellt und diskutiert. Teil 1 umfasst Analysedaten von 1989–2012, Teil 2 Analysedaten hauptsächlich von 2013–2014.

Begriffsbestimmungen

[3] Es werden vorab einige wenige Begriffe bestimmt, die in der Diskussion verwendet werden.

¹ Im Falle von A. SNELLING und J. BAUMGARDNER war die hauptsächlich unterstützende Organisation das *Institute for Creation Research*. Zu BAUMGARDNER (2005) siehe auch RATE-Projekt: <u>https://www.icr.org/research/rate/</u>

² Die Analysen erfolgten im Namen und auf Rechnung der *Studiengemeinschaft Wort und Wissen e. V.*

- Radiokarbonalter: Es wird unterschieden nach konventionellen und kalibrierten Radiokarbonaltern. Die Gleichung zur Berechnung der konventionellen (unkalibrierten) Radiokarbonalter und die der Gleichung zugrunde liegenden Voraussetzungen werden in Anhang 1 dargelegt; die Berechnung erfolgt aus Gründen der Vergleichbarkeit mit der Halbwertszeit von 5568 Jahren. Die kalibrierten Radiokarbonalter sind Radiokarbonalter, die mit einer Kalibrierungskurve ermittelt werden (für die nördliche Hemisphäre aktuell IntCal20³). Die kalibrierten Radiokarbonalter haben für diesen Beitrag keine Relevanz.
- Radiokarbon-Zeitskala: Die Radiokarbon-Zeitskala umfasst gegenwärtig grob den Skalenabschnitt von 0 bis annähernd 50.000 konventionelle (bzw. ca. 55.000 kalibrierte) ¹⁴C-Jahre BP (before present, Bezugsjahr 1950). Nach Ansicht des Verfassers ist die Radiokarbon-Zeitskala für den Skalenabschnitt > 3000 [kalibrierte] ¹⁴C-Jahre BP nicht verifiziert; d. h. ihre Gültigkeit ist nicht bestätigt.⁴ Insofern können kalibrierte ¹⁴C-Jahre dieses Skalenabschnitts nicht einfach mit Kalenderjahren (Realjahren) gleichgesetzt werden. Dies hat für diesen Beitrag allerdings wenig Relevanz.
- Infinites Radiokarbonalter: Ein im Bezug auf die Radiokarbon-Zeitskala (konventionell) unendliches Alter; es liegt außerhalb der Altersreichweite der Datierungsmethode. Dies wird teilweise durch ein ">" vor der ¹⁴C-Jahreszahl gekennzeichnet.
- Radiokarbonkonzentration; Ausweis der ...: pMC, percent modern carbon (Prozent moderner Kohlenstoff); 100 pMC ist definiert als ¹⁴C-Konzentration der Atmosphäre im Jahr 1950 (siehe Anhang 1).
- Untergrund-Proben (background samples): Untergrund-Proben sind Proben, von denen angenommen wird, dass sie kein ¹⁴C enthalten bzw. die mutmaßlich älter sind als 50.000 [¹⁴C-] Jahre (,,> 50 ka"⁵). In diesem Zusammenhang wird der Begriffdes "unendlich alten Materials" (infinite age material) verwendet (z. B. SCOTT et al. 2017, s. o.).
- Untergrund-Messwerte: Einige Laboratorien weisen ihren Labor-Untergrund bzw. ihre Datierungsgrenzen auf ihren Websites oder in Fachpublikationen aus. Z. B. *Beta Analytic*

⁵ Siehe z. B. QUARTA et al. (2021).

(Anhang 2): bis 43.500 [¹⁴C-] Jahre BP, entspricht einem pMC-Wert von ca. 0,45, oder das *Poznań-Radiokarbon-Laboratorium*: ¹⁴C-Blank von 0,25–0,3 pMC.⁶ – Mit Bezug auf die sechste Laborvergleichsstudie (s. o.) berichten die Laboratorien die Radiokarbonalter uneinheitlich als ">" (infinit) oder finit. Die errechnete Blankgrenze (LoB, Anhang 3) für vier Proben ist (Scort et al. 2017, ihre Table 4): 0,381 pMC (Probe A, Holz); 0,895 pMC (Probe C, Knochen); 0,465 pMC (Probe K, Doppelspat); 0,468 pMC (Probe L, Holz).

Interlabor-Vergleichsstudien

[4] Es gibt weltweit über 150 aktive Laboratorien, die Radiokarbonbestimmungen durchführen.⁷ Die "Radiokarbon-Community" hat zur Sicherung der Qualität zahlreiche Aktivitäten unternommen; dazu gehören die Programme der Interlabor-Vergleiche.⁸ Hierzu werden u. a. gleiche Proben-Sets an die Laboratorien verteilt und anschließend die Ergebnisse zusammengetragen und diskutiert. Für einige der Proben werden dann sogenannte Konsensus-Werte präsentiert. Die sechste Laborvergleichsstudie ("SIRI", SCOTT et al. 2017) umfasst auch vier Untergrund-Proben (background samples). Die Autoren stellen fest, dass die Laboratorien die Ergebnisse für die Untergrund-Proben nicht einheitlich (wie gewünscht), sondern in unterschiedlichen Formaten präsentieren; u. a. werden die Radiokarbonalter uneinheitlich als ">" (infinit) oder finit dargestellt. Demnach lägen wohl unterschiedliche Auffassungen über Untergrund-Proben vor. Folglich berichten SCOTT et al. (2017) keinen Konsensus-Wert, sondern eine Blankgrenze (Limit of Blank, LoB). Die Blankgrenze weist das höchste Messergebnis aus, das für eine Probe ohne Analyten⁹ erhalten wird (exakte Definition und Berechnung siehe Anhang 3).

³ Siehe REIMER et al. (2020).

⁴ Siehe KOTULLA (2019) sowie KOTULLA (2020, Blätter 6-01 und 6-41).

⁶ Dieser Wert sei vergleichbar mit zahlreichen anderen Laboratorien, die AMS betreiben: "Though our AMS machine background is rather high (≈0.1 pMC), it is still a minor part of our ¹⁴C blank (0.25–0.3 pMC), which is comparable to that found in many AMS C facilities" (GOSLAR et al. 2004, 5).

⁷ Die Fachzeitschrift *Radiocarbon* listet insgesamt über 200 Radiokarbon-Laboratorien (inkl. geschlossene); Stand 17.02.2023: <u>https://radiocarbon.org/sites/default/ files/2023-02/Labs-2023_02_17.pdf</u>

⁸ ICS (International Collaborative Study), <u>TIRI, FIRI, VIRI,</u> <u>SIRI (Third, Fourth, Fifth, Sixth International Radiocarbon Intercomparisons, <u>GIRI</u> (aktuell, Glasgow International Radiocarbon Intercomparisons); u. a. SCOTT et al. (2003, 2017, 2018, 2022).</u>

⁹ Teil der Probe, die analysiert wird bzw. die in einer Probe enthaltenen Stoffe, über welche durch die Analyse eine Aussage getroffen werden soll.

Radiokarbonanalysen, Teil 1

Bernsteine

[5] MILLER et al. (2019) präsentieren u. a. drei ¹⁴C-Analysen an Bernstein, die von H. MILLER bzw. Co-Autor M. GIERTYCH beauftragt und 1997 durch das *Leibniz Labor für Altersbestimmung und Isotopenforschung* (Kiel) durchgeführt worden sind.¹⁰ Des Weiteren liegen zwei weitere, aktuelle ¹⁴C-Analysen vom *Poznań-Radiokarbon-Laboratorium* vor (KOTULLA 2024). Das Probenmaterial beider Publikationen umfasst Baltischer Bernstein (Eozän), Bitterfelder Bernstein (Oligozän/Miozän), Burmesischer Bernstein (Oberkreide) und Bernstein der Hell-Creek Formation (Oberkreide).

[6] MILLER et al. (2019) liefern einzelne Radiokarbonanalysen von Bitterfelder Bernstein, Baltischer Bernstein und Bernstein der Hell-Creek Formation mit folgenden pMC-Werten (in Klammern 95,4%-Wahrscheinlichkeit): 0,08 \pm 0,07 (0,22); -0,11 \pm 0,1 (0,09); 0,15 \pm 0,08 (0,31) (Tabelle 1, Pos. 1–3). Diese Werte seien, so die Autoren, zwar nahe der Nachweisgrenze, aber das 14C sei offensichtlich endogen11.12 Demnach hätte das Labor für die Bernstein-Proben Alter von Tausenden von Jahren ermittelt;¹³ sie weisen ${}^{14}C$ -Jahre von > 46.450, > 49.210 und > 55.690 BP aus (ihre Table 2; Tabelle 1, Pos. 1–3). Diese Bernstein-Befunde und Befunde weiterer Proben würden nahelegen, dass die geologische Säule (bezogen auf die Spanne vom Kambrium bis zum Quartär) viel jünger sei.14 Oder, dass zumindest ein Teilbereich der geologischen Zeitskala [zeitlich] verdichtet werden sollte.¹⁵

Das sind weitreichende Schlüsse.

[7] KOTULLA (2024) präsentiert zwei neue Radiokarbonanalysen an Bitterfelder Bernstein und Burmesischer Bernstein (Tabelle 1, Pos. 4–5; Abb. 1). Das ausführende *Poznań-Radiokarbon-Laboratorium* weist einen Laboruntergrund (Blank) von $0,25 \pm 0,11$ pMC aus (s. o.). Demzufolge sind die "Brutto"-pMC-Werte der zwei Bernstein-Proben – Addition von 0,25 pMC (Pos. 4: $0,17 \pm 0,1$ pMC; Pos. 5: $0,27 \pm 0,11$ pMC) – vom Labor-Untergrund nicht unterscheidbar. Mit anderen Worten: Der *wahre* pMC-Wert der zwei Proben ist nicht bekannt. Er ist aber so klein oder Null, dass er außerhalb der Reichweite der Radiokarbon-Datierungsmethode liegt.

Das Minimum-Alter der Probe BRA-1 (Tabelle 1, Pos. 5) bestimmt sich geläufig¹⁶ aus 0,02 + 2 x 0,11 $(2\sigma) = 0,24$ pMC (Wahrscheinlichkeit 95,4 %) und errechnet sich zu 48.457 (gerundet 49.000) konventionellen ¹⁴C-Jahren BP. Mit der Angabe von > 49.000 konventionellen ¹⁴C-Jahren BP drückt das *Poznań-Radiokarbon-Laboratorium* ein Alter jenseits der Reichweite der Radiokarbon-Datierungsmethode aus. Dies ist auch auf Probe GTS-1 übertragen worden (Tabelle 1, Pos. 4).

[8] Die Laborergebnisse von KOTULLA (2024) – bezogen auf die pMC-Werte und konventionellen ¹⁴C-Alter – entsprechen im Wesentlichen denen von MILLER et al. (2019). Beide Laboratorien weisen infinite (">") Radiokarbonalter aus. Beide Laboratorien geben an, dass der pMC-Wert außerhalb der Reichweite der Radiokarbon-Datierungsmethode liegt. Das *Leibniz Labor für Altersbestimmung und Isotopenforschung* (Kiel) erläutert: "This puts them outside the normal age range for ¹⁴C dating."¹⁷

[9] Aufgrund der Unkenntnis über den *wahren* pMC-Wert sind nach Auffassung des Verfassers die weitreichenden Schlüsse von MILLER et al. (2019) mit Verweis auf die Bernsteinproben – erbrachter

¹⁰ Die Ergebnisberichte des Laboratoriums sind dem Artikel von MILLER et al. (2019) beigefügt.

¹¹ Hier: von der Probe (von innen) kommend.

¹² "Although near the AMS detection limit, the ¹⁴C is evidently endogenous to the amber (...)" MILLER et al. (2019, 8).

¹³ "Four different AMS labs and one conventional β lab were utilized in ¹⁴C-dating 24 bone samples from 11 dinosaurs (Table 1), nine samples of fossil wood, three samples of amber, two soil samples, one coal sample, one lignite sample, and one shale sample, all giving ages in thousands of years" MILLER et al. (2019, 6). Dieser umfassende Satz schließt die Bernstein-Proben mit ein. Die Dinosaurier-Proben werden weiter unten diskutiert.

¹⁴ "The anomalous but consistent finding that a variety of fossils buried throughout the Phanerozoic actually contain ¹⁴C suggests a much younger geologic column. These anomalies are found in fossils that should contain zero ¹⁴C, including, wood, amber, coal, dinosaurs, and even diamonds" MILLER et al. (2019, 12).

¹⁵ "(...) that at least a portion of the geological time scale

should be condensed, which threatens a higher risk to Earth of meteorite impact" MILLER et al. (2019, 13).

¹⁶ U. a. Praxis des *Poznań-Radiokarbon-Laboratoriums*, siehe z. B. auch WAGNER (1995, 88).

¹⁷ Auszug aus dem Berichtsschreiben von Prof. Dr. P. M. Grootes an Prof. Dr. hab. M. Giertysch vom 31. Okt. 1997 (gesamter Absatz). "For each sample the measured ¹⁴C concentration was less than twice the measurement uncertainty. For sample #2 it was even less than that of the background material. This led to the physically impossible ,negative concentration' after background substraction. The quoted ages follow the 2σ convention. The age is calculated of a sample having the measured ¹⁴C concentration plus 2o. Statistics gives 98 % probability that the true age of the sample will be higher than the calculated value. The three results reported below thus give you a minimum age of formation of your amber sample with 98 % probability that the true age is even higher. This puts them outside the normal age range for ¹⁴C dating."

Nachweis von Altern von Bernsteinen aus paläogenen und kretazischen Sedimentgesteinen in der Größenordnung von Tausenden von Jahren und folglich ein Zeugnis für eine (teilweise) kurze Erdgeschichte (siehe Punkt [6]) – nicht zulässig.

Diamanten

[10] BAUMGARDNER (2005) präsentiert u. a. sechs Radiokarbonanalysen von afrikanischen Diamanten, die aus kretazischen Kimberlit-Pipes stammen (seine Table 4, Tabelle 2). Die ausgewiesenen pMC-Werte reichen von 0,10 bis 0,15 (ohne Unsicherheiten); sie seien nicht um einen Labor-Untergrund korrigiert.¹⁸ Der Mittelwert sei 0,12 pMC, das entspreche einem [konventionellen] Alter von 55.700 [¹⁴C-] Jahren (S. 611). Da der Labor-Untergrund 0,08 pMC betrage, verbleibe in jedem Fall ein positiver pMC-Wert (nach Abzug: 0,02 bis 0,07), obgleich in einigen Fällen die Unsicherheit höher sei (0,02 bis 0,03) als der pMC-Wert selbst. Diese Daten legten nahe, so folgert BAUMGARDNER (2005) schließlich, dass mit großer Wahrscheinlichkeit [in situ] ¹⁴C in diesen Diamanten vorhanden sei.19 Zu seinen weiteren Schlussfolgerungen siehe [17].

[11] Ein Vergleich der von BAUMGARDNER (2005) ausgewiesenen, unkorrigierten pMC-Werte von 0,10 \pm 0,03 bis 0,15 \pm 0,02 mit z. B. dem ausgewiesenen Labor-Untergrund des *Poznań-Radiokarbon-Laboratoriums*, 0,25 \pm 0,11 pMC, zeigt, dass sich die pMC-Werte der Diamanten von diesem Labor-Untergrund nicht unterscheiden. Demnach wäre ein infinites ¹⁴C-Alter auszuweisen (z. B. > 49.000 konventionelle ¹⁴C-Jahre BP); es läge außerhalb der Reichweite der Radiokarbon-Datierungsmethode. Insofern stünde das Ergebnis nicht im Widerspruch zur stratigraphischen Einordnung der diamantenführenden Gesteine.

[12] In der Darstellung von BAUMGARDNER (2005) ist unklar, ob das beauftragte Laboratorium, dessen Name *nicht* genannt wird, tatsächlich einen Labor-Untergrund von 0,08 pMC berücksichtigt hat oder ob dieser Wert von 0,08 (bzw. 0,077 \pm 0,005) pMC der Arbeit von BEUKENS (1990)²⁰ entnommen und

²⁰ BEUKENS (1990, 339) legt in seiner Konklusion dar: "Over

von BAUMGARDNER (2005) angewendet worden ist (seine Table 1, Position 1). Diesen Wert zitiert BAUMGARDNER (2005) mehrmals (z. B. S. 603). Des Weiteren ist anzumerken, dass BAUMGARDNER (2005) die vom Laboratorium ausgewiesenen pMC-Werte (üblicherweise mit Libby-Zerfallskonstante), konventionellen ¹⁴C-Alter sowie δ^{13} C-Werte²¹ (jeweils mit Unsicherheiten) *nicht* mitteilt.

[13] Der Verfasser empfiehlt die Durchführung weiterer Radiokarbonanalysen an natürlichen Diamanten: einerseits die Wiederholung von Analysen bestehenden Probenmaterials (wenn noch vorhanden) sowie andererseits neue Analysen von Proben, die aus unterschiedlichen stratigraphischen Einheiten des Phanerozoikums stammen. Es sollten Laboratorien ausgewählt werden, die einen gewöhnlichen, vergleichbaren Labor-Untergrund ausweisen.

Kohlen

[14] BAUMGARDNER (2005) präsentiert des Weiteren zehn Radiokarbonanalysen von nordamerikanischen Kohlen, die stratigraphisch dem Eozän, der Kreide oder dem Pennsylvanium (oberes Karbon) zugeordnet sind (seine Table 4, Tabelle 3). Die Proben stammen von der Kohlen-Probenbank des U.S. Department of Energy (Pennsylvannia State University). Die ausgewiesenen pMC-Werte reichen von 0,10 bis 0,30 (ohne Unsicherheiten), zwei pMC-Werte sind> 0,30: 0,35 und 0,46 (ohne Unsicherheiten). In seiner Figure 4 weist BAUMGARTNER (2005) einen Mittelwert von 0.247 ± 0.109 pMC aus. Bei den dargelegten pMC-Werten sei der Labor-Untergrund von 0,077 \pm 0,005 pMC abgezogen. BAUMGARDNER (2005) stellt - nach einer Diskussion über Untergrund-Standards - fest, dass die gemessenen pMC-Werte ("¹⁴C/C-Werte") in jedem Fall deutlich über ihren Untergrundwerten liegen würden.²²

[15] Die Feststellungen in [12] treffen auch hier zu. Wird erneut der Labor-Untergrund des *Poznań-Radiokarbon-Laboratoriums* zugrunde gelegt $-0,25 \pm 0,11$ pMC – und werden jeweils 0,08 pMC addiert

¹⁸ "The AMS laboratory's high precision procedure was used, but no standard background correction has been applied" (BAUMGARDNER 2005, 611; Beschriftung zu seiner Table 4).

¹⁹ "These data suggest, at least from a statistical standpoint, that ¹⁴C exists in these diamonds to a high degree of certainty, as astonishing as that may seem" (BAUMGARDNER 2005, 614). Die Aussage bezieht sich auch auf weitere sechs Proben von Diamanten aus Alluvial-Ablagerungen in Namibia, die nach Abzug eines Labor-Untergrunds von 0,08 pMC pMC-Werte von 0,04 bis 0,31 aufweisen (seine Table 6).

the years, many ,very old' samples, which had never actually been measured, have been submitted to our laboratory. I think it is prudent to distrust such samples until they have been measured, as most samples, to a certain extent, appear to be contaminated. Finally, it is quite surprising that old samples have never been included in international intercomparisons. I believe this is a major oversight as many of the participating laboratories claim to date samples older than 35,000 BP." Dies deutet darauf hin, dass für BEUKENS (1990) – Stand 1990 – die Grenze der Radiokarbon-Datierungsmethode bei 35.000 konventionellen ¹⁴C-Jahren BP lag. Zu Interlabor-Vergleichsstudien siehe [4].

 $^{^{21}}$ Verhältnis von ^{13}C zu ^{12}C in Relation zu einem Standard.

²² "In any case, the measured ¹⁴C/C values are notably above their background value" (BAUMGARDNER 2005, 609).

(entspricht "Brutto"-pMC), dann würden sich nur die pMC-Werte der Proben DECS-15 und DESC-18 (Tabelle 3, Pos. 4 und 7) vom Labor-Untergrund unterscheiden. Wird der Poznań-Labor-Untergrund mit dem von BAUMGARDNER (2005) ausgewiesenen Mittelwert von 0,247 ± 0,109 pMC zuzüglich seines Labor-Untergrunds von $0,077 \pm 0,005$ pMC verglichen, dann unterscheiden sich die Werte im Rahmen ihrer Unsicherheiten nicht. Zusätzlich ist anzumerken, dass z. B. im Center for Isotope Research (Groningen, Niederlanden) als eine übliche Untergrund-Probe Anthrazitkohle ("geologischen Alters") verwendet wird.²³ VAN DER PLICHT & PALS-TRA (2016) geben hierfür einen pMC-Wert von 0,4 an (ihre Fig. 2²⁴; keine Angabe der Unsicherheit). Dieser höhere Wert würde gegebenenfalls eine Unterscheidbarkeit mit Bezug auf die Proben DECS-15 und DESC-18 ausschließen.

[16] Der Verfasser empfiehlt eine [Teil-] Wiederholung der Radiokarbonanalysen wie zuvor [13], insbesondere die Proben DECS-15 und DESC-18 betreffend. Das Probenmaterial kann beim *Department of Energy* weiterhin käuflich erworben werden.²⁵

[17] BAUMGARDNER (2005) stellt zunächst fest – mit Bezug auf die Analyseergebnisse sowohl für die Diamanten- als auch Kohlenproben²⁶ –, dass eine offensichtliche Inkonsistenz unter Radioisotopen-Datierungstechniken vorliege (S. 616): Denn Alter von 40.000 bis 60.000 Jahren (Radiokarbonmethode) stünden Alter von 40 bis 350 Millionen Jahren [Uran-Blei-Methode, Argon-Argon-Methode] gegenüber.²⁷ Die Radiokarbonbestimmungen deuteten auf einen ersten Blick darauf hin, dass das Leben auf der Erde seit weniger als 90.000 Jahren existiert habe.²⁸ Nach weiteren Diskussionen, u. a. über eine Kontinuität bzw. Diskontinuität des 14C/C-Verhältnisses mit der Zeit, folgert er schließlich: "Wir kommen daher zu dem Schluss, dass die 14C-Daten eine bemerkenswerte Unterstützung für eine globale Sintflut in jüngster Vergangenheit und eine junge Erde bieten."29 So lautet der Titel seiner Arbeit: "¹⁴C evidence for a recent global flood and a young Earth."-Aber auch hier gilt (siehe Punkt [9]): Aufgrund der Unkenntnis über den wahren pMC-Wert sind die weitreichenden Schlüsse von BAUMGARDNER (2005) – 14 C-Daten unterstützten eine globale Sintflut in jüngster Vergangenheit und eine junge Erde – nicht zulässig.

Fossile Hölzer

[18] In einer Serie von Arbeiten veröffentlicht SNELLING (1997, 1998, 1999, 2000a, 2000b, 2008a, 2008b) Radiokarbonanalysen von fossilen Hölzern (Tabelle 4). Die Proben stammen aus Australien, England und Kalifornien. Stratigraphisch sind sie den Systemen Perm bis Paläogen (vormals Alttertiär) zuzuordnen. Die Analyseergebnisse (Tabelle 4, Pos. 1-12), ausgedrückt als ¹⁴C-Alter, umfassen eine Spanne, die von ca. 20.000 bis 45.000 konventionellen¹⁴C-Jahren BP reicht (ohne Unsicherheiten).³⁰ SNELLING (2009) stellt zusammenfassend fest, dass die Proben signifikante Mengen von intrinsischem ¹⁴C enthalten. Demzufolge sei die den o. a. Systemen bzw. Perioden zugewiesene Altersspanne, bezogen auf die Proben-"32 bis 250 Millionen Jahre"-durch die gemessenen ¹⁴C-Konzentrationen auf nur einige Tausende Jahre begrenzt.31

- ²⁹ "We therefore conclude the ¹⁴C data provide noteworthy support for a recent global Flood and a young earth" (BAUMGARDNER 2005, 624).
- ³⁰ Zwei Ergebnisse mit ">" (Tabelle 4, Pos. 1a und Pos. 4b werden auf zu geringe Probenmengen zurückgeführt.
- ³¹ "Thus, the presence of any intrinsic carbon-14 in these fossilized wood samples, that are supposed to be 32 to 250 million years old, represents a profound challenge to the uniformitarian timescale. Because the measured carbon-14 limits the ages of these fossilized woods to merely thousands of years" (SNELLING 2009, 859).

²³ "The usual material that is used as background sample to correct for the addition of ¹⁴C containing carbon during the chemical pretreatment, combustion, graphitisation and AMS measurement of the sample, is anthracite of geological age" (VAN DER PLICHT & PALSTRA 2016, 249).

²⁴ Hier als "¹⁴C activity (%)" bezeichnet.

²⁵ Siehe: <u>https://www.energy.psu.edu/services/introduc-tion-department-energy-coal-sample-bank-and-database</u> (Zugriff Okt. 2023).

Die Analyseergebnisse sind auf dem Fall Meeting 2003 der American Geophysical Union (AGU) in Form eines Posters präsentiert worden (BAUMGARDNER et al. 2003). In der Konklusion heißt es: "A glaring (thousand-fold) inconsistency that can no longer be ignored in the scientific world exists between the AMS-determined ¹⁴C levels and the corresponding rock ages provided by ²³⁸U, ⁸⁷Rb, and ⁴⁰K techniques. We believe the most likely explanation for this inconsistency to be the invalidity of uniformitarian assumption of time-invariant decay rates. Other research undertaken by our group supports this conclusion (...). The fact that ¹⁴C is readily detected throughout the Phanerozoic part of the geological record argues the half billion years of time uniformitarians assign to this portion of earth history is likely incorrect. The relatively narrow range of ¹⁴C/C ratios further suggests the Phanerozoic organisms may all have been contemporaries and that they perished simultaneously in the not so distant past."

²⁷ "Carbon-14 measurements that yield uniformitarian ages

of 40,000–60,000 years for organic samples such as coal with uniformitarian ages of 40–350 million years provided by long half-life isotope methods applied to the surrounding host rocks, not to mention the notable ¹⁴C levels in diamonds with uniformitarian ages exceeding a billion years, represent an obvious inconsistency among radioisotope dating techniques" (BAUMGARDNER 2005, 616).

²⁸ "At face value, these ¹⁴C AMS determinations suggest entirely apart from any consideration of a Flood catastrophe—that life has existed on earth for less than 90,000 years" (BAUMGARDNER 2005, 621f).

[19] Die Proben der Pos. 1–7 sind von ANSTO (Code OZ) bzw. Geochron (Code GX) analysiert worden, die Proben der Pos. 8–12 von IsoTrace (Code ?)³² (Tabelle 4). SNELLING (2008a, b) teilt nur im Falle von IsoTrace mit, dass ein Labor-Untergrund von 0,077 pMC in Abzug gebracht wurde.³³ Zuvor führt er – nicht bezogen auf ein konkretes Laboratorium – eine "unvermeidbare Kontamination" an, die höchstens 0,2 pMC betrage (SNELLING 2000b).

[20] Zusätzlich liefert der Verfasser hier eine Radiokarbonanalyse eines fossilen Holzes der Wealdon-Gruppe (England, Unterkreide; Abb. 2 und 3). Der pMC-Wert ist nach Abzug des Labor-Untergrunds -0,07;³⁴ das infinite Radiokarbonalter beträgt > 50.000 konventionelle ¹⁴C-Jahre BP (Tabelle 4, Pos. 13).³⁵

[21] Die von SNELLING ausgewiesenen pMC-Werte sind \geq 0,4 und damit höher als der Labor-Untergrund z. B. des *Poznań-Radiokarbon-Laboratoriums* (0,25 \pm 0,11 pMC). Insofern liegen finite Radiokarbonalter von kleiner 45.000 konventionellen ¹⁴C-Jahren BP vor. SNELLING stellt eine Diskrepanz zu den radiometrischen Alterswerten fest, mit welchen die stratigraphischen Einheiten Perm bis Paläogen geeicht sind [18]. Er macht schließlich geltend – weitere Interpretationen und Überlegungen einbeziehend (z. B. SNELLING 2009) –, dass die Größenordnung der Radiokarbonalter von einigen Tausend Jahren die richtige sei.

[22] Mit Blick auf die Übersicht der Analysen von SNELLING (Tab. 4, Pos. 1-12) kann tatsächlich der Eindruck entstehen, dass fossile Hölzer guasi generell-auch wenn weitere Analysen durchgeführt werden würden-14C-Alter von kleiner 45.000 konventionelle ¹⁴C-Jahre BP liefern. Das ist allerdings nicht der Fall, wie das Beispiel von KOTULLA (Tabelle 4, Pos. 13) oder die Beispiele von Scott et al. (2017) [3] zeigen. Der Verfasser empfiehlt deshalb die Durchführung weiterer Radiokarbonanalysen an fossilen Hölzern: einerseits die Wiederholung von Analysen bestehenden Probenmaterials (wenn noch vorhanden) sowie andererseits neue Analysen von Proben, die aus unterschiedlichen stratigraphischen Einheiten des Phanerozoikums stammen. Es sollten Laboratorien ausgewählt werden, die einen gewöhnlichen, vergleichbaren Labor-Untergrund ausweisen.

Dinosaurierknochen

[23] MILLER et al. (2019) präsentieren des Weiteren 22 eigens veranlasste Radiokarbonanalysen an Dinosaurierknochen (ihre Table 1, Tabelle 5). Die Proben stammen von 8 Dinosauriern aus jurassischen und kretazischen Sedimentgesteinen der Bundesstaaten Alaska, Colorado, Montana und Texas. Die ausgewiesenen pMC-Werte sind fast ausnahmslos größer 0,6; die finiten Radiokarbonalter umfassen eine Spanne von ca. 22.000 bis 41.000 konventionelle ¹⁴C-Jahre BP. Im Gegensatz zu den Bernsteinproben (Punkt [5]) und im Vergleich zu den Proben fossiler Hölzer (SNELLING, Punkt [18]) liegen hier also pMC-Werte vor, die höher sind als der Labor-Untergrund z. B. des Poznań-Radiokarbon-Laboratoriums (0,25 ± 0,11 pMC). So schlussfolgern MILLER et al. (2019) - wie bereits vorgestellt (Fußnoten 13–15): (...)alle [Proben, MK] liefern Alter in Tausenden von Jahren." Und: "(...) zumindest ein Teil der geologischen Zeitskala sollte verdichtet werden (...)".

[24] Dieser weitreichende Schluss³⁶ wurde bereits 2012 bei dem Western Pacific Geophysics Meeting in Singapore vorgestellt (MILLER et al. 2012), einer gemeinsamen Konferenz der American Geophysical Union (AGU) und der Asia Oceania Geosciences Society (AOGS). Nach der Konferenz schreiben die Programmvorsitzenden an Hugh MILLER (in Übersetzung): "Die Interpretation, die Sie in Ihrem Abstract präsentieren, besagt, dass das Alter verschiedener Dinosaurier, das bislang als mesozoisches Alter interpretiert wurde, weniger als ~50.000 Jahre beträgt. Sie berichten, dass diese Alter mit C-14-Methoden berechnet wurden. Offensichtlich liegt ein Fehler in diesen Daten vor. Das Abstract wurde anscheinend nicht ordnungsgemäß überprüft und fälschlicherweise angenommen. Aus diesem Grund haben wir von unserer Befugnis als Programmvorsitzende Gebrauch gemacht und das

³² Das "IsoTrace"-Laboratorium wurde 2013 geschlossen. <u>https://www.uottawa.ca/research-innovation/national-ael-ams-facility/history</u>

³³ Unklar ist, ob dieser Abzug vom Laboratorium oder von SNELLING vorgenommen worden ist. Siehe auch [12].

³⁴ Zur Entstehung eines negativen Werts siehe Fußnote 17.

³⁵ Analysedatum: 15. Mai 2018.

³⁶ Ebenfalls zuvor auch in HOLZSCHUH, DE PONTCHARRA & MIL-LER (2011). Dort heißt es im Abstract (S. 296): "The fact that dinosaur bones from Texas to Alaska have given essentially concordant and consistent RC ages in the thousands of years over the study period of 20 years requires the inescapable conclusions: (1) These C-14 ages confirm sedimentological lab, flume and field studies by many scientists which show that the sedimentary strata of the earth were laid down rapidly and that at least the 65 million years between dinosaurs and man are non-existent. (2) This data also confirms the works of many scientists in the field of mineralogy and genetics as well. (3) For very sound reasons the real ages may be much younger. We therefore recommend that RC dating of dinosaurs and other fossils be expanded to include all continents to test the predictability that C-14 will be found in fossils throughout the earth. Then an International Conference should be convened to promote further research using palaohydraulic, mineralogical and RC dating methods." - RC = radiocarbon.

Abstract zurückgezogen. Das Abstract wird nicht mehr auf der AOGS-Website erscheinen."³⁷

[25] Juli 2014 schreibt der Direktor des Center of Applied Isotope Studies (CAIS) der University of Georgia an Hugh MILLER (in Übersetzung); dieses Laboratorium hatte bis dahin die meisten der Radiokarbonanalysen durchgeführt, die in Tab. 5 aufgeführt sind: "Ich habe vor kurzem von der Arbeit erfahren, die Sie und Ihr Team in Bezug auf die Radiokohlenstoffdatierung von Knochen durchgeführt haben. Die Wissenschaftler des CAIS und ich sind bestürzt über die Behauptungen, die Sie und Ihr Team in Bezug auf das Alter der Erde und die Gültigkeit der biologischen Evolution aufgestellt haben. Folglich sind wir nicht mehr in der Lage, Radiokohlenstoffdienste zur Unterstützung Ihrer antiwissenschaftlichen Agenda anzubieten. Ich habe das Radiokohlenstofflabor angewiesen, Ihre jüngsten Proben an Sie zurückzugeben und keine weiteren Proben zur Analyse anzunehmen."38

[26] VAN DER PLICHT & PALSTRA (2016)³⁹ legen dar, dass Knochen das schwierigste oder empfindlichste Material sind, wenn es um eine Datierung mit der Radiokarbonmethode geht.⁴⁰ Es gebe "gute Knochen und schlechte Knochen (in Bezug auf die Qualität der Proben)" und es gebe "gute Messungen und schlechte Messungen (in Bezug auf die ¹⁴C-Laboratorien)".⁴¹ Hinsichtlich der Fortschritte – insbesondere zur Extraktion des Kollagens – nennen die Autoren u. a. die chemische Vorbehandlung, die sehr unterschiedlich sei im Vergleich zu anderen Materialien. Eine Testreihe an Pferdeknochen der Schöningen-Fossilienfundstelle (Mittelpleistozän, Holstein-Warmzeit?; ca. 300.000 bis 400.000 [radiometrische] Jahre vor heute) lieferte durchweg infinite Radiokarbonalter, also solche jenseits der Reichweite der Datierungsmethode. Ein sicheres oberes Limit für ¹⁴C-Alter von Knochenmaterial, so die Autoren, scheine 45.000 konventionelle ¹⁴C-Jahre BP zu sein.⁴²

[27] Nach van der Plicht & Palstra (2016, 248) ist das Kollagen das hauptsächliche Material, das zur Radiokarbondatierung von Knochen verwendet wird. Insbesondere, weil es keinen Kohlenstoff mit der Umwelt austausche. MILLER et al. (2019) allerdings präsentieren von 22 Analysen nur 3, die sich auf die Fraktion Kollagen beziehen (Tabelle 5, Pos. 4a, 5b und 7e). Bei den anderen Fraktionen handelt es sich um Bioapatit (10 Fälle), Knochen gesamt (2 Fälle), gesamte organische Substanz (2 Fälle), verkohlter Knochen oder verkohltes Äußeres (2 Fälle) und Sediment (2 Fälle). Mit Bezug auf Bioapatit stellen VAN DER PLICHT & PALSTRA (2016, 248) fest, dass sekundärer Calcit der Einbettungsumgebung Knochen infiltrieren könne. Dies erschwere die 14C-Datierung, die auf primäres (biogenes) und nicht auf sekundäres (diagenetisches) Karbonat basieren müsse. Des Weiteren hätte die Praxis der Datierung des Gesamtkarbons (,,,bulk' carbon") – dies könnte insgesamt 6 der oben aufgeführten Fälle betreffen – häufig junge Alter geliefert. Für Knochen-Kollagen nennen die Autoren u. a. nachfolgende Qualitätsparameter für die Isotopenanalyse: Konzentration von mindestens~30 % Kohlenstoff und 12 % Stickstoff; δ^{13} C-Werte in einer Spanne von -18 bis -22 ‰. Die Analyseberichte zur Arbeit von MILLER et al. (2019) enthalten in den 3 Fällen einer Kollagen-Analyse keine Angaben zu den Kohlenstoff- bzw. Stickstoff-Konzentrationen. Die δ^{13} C-Werte liegen in einem Fall innerhalb der o. g. Spanne (Tabelle 5, Pos. 4a), in den anderen zwei Fällen (leicht) darunter (5b und 7e). Eine neu entwickelte Ultrafiltration zur Reinigung des Kollagens (BRONK RAMSEY et al. 2004), SO VAN DER PLICHT & PALSTRA (2016) weiter, bewirke die Abtrennung kleinerer und niedermolekularer Fraktionen, die anscheinend die Hauptquelle für mehr modernere organische Verunreinigungen zu sein scheinen (Testberichte siehe z. B. JACOBI et al. 2006). In den neueren Analyseberichten (Tabelle 5: 2006 und jünger) wird bei der Beschreibung der Probenbehandlung eine Anwendung dieser

³⁷ Im Original: "The interpretation which you present in your abstract is that the age of various dinosaurs, previously interpreted as being Mesozoic in age, are less than ~50,000 years. Your report that these ages were calculated using C-14 methods. There is obviously an error in these data. The abstract was apparently not reviewed properly and was accepted in error. For this reason we have exercised our authority as program chairs and rescinded the abstract. The abstract will no longer appear on the AOGS web site." Von: <u>https://newgeology.us/presentation48.html</u> (by John Michael FISCHER).

³⁸ Im Original: "I have recently become aware of the work that you and your team have been conducting with respect to radiocarbon dating of bone. The scientists at CAIS and I are dismayed by the claims that you and your team have made with respect to the age of the Earth and the validity of biological evolution. Consequently, we are no longer able to provide radiocarbon services in support of your anti-scientific agenda. I have instructed the Radiocarbon Laboratory to return your recent samples to you and to not accept any future samples for analysis." Quelle wie Fußnote 37.

³⁹ Der Artikel bezieht sich hauptsächlich auf Mammutknochen, ist aber im weiteren Sinne für alle Knochen maßgeblich.

⁴⁰ "It is important to note that bone is perhaps the most difficult (or sensitive) material to date by ¹⁴C, in comparison with for example charcoal or wood" (VAN DER PLICHT & PALSTRA 2016, 246).

⁴¹ "There are good bones and bad bones (in terms of sample quality), and there are good measurements and bad measurements (in terms of ¹⁴C laboratories). However, there is not a simple one-to-one correlation between these" (VAN DER PLICHT & PALSTRA 2016, 246).

⁴² "In practice, a safe upper limit for ¹⁴C dates of bone material appears to be 45,000 BP (50,000 calBP)" (VAN DER PLICHT & PALSTRA 2016, 246).

Ultrafiltrationstechnik nicht vermeldet; sie wurde demzufolge nicht eingesetzt.

[28] Bezugnehmend auf die "schlechten Messungen" [26] und die methodischen Ausführungen [27] kann durchaus die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, dass die von MILLER bzw. der sogenannten "Paleo Group" beauftragten Laboratorien - immerhin drei unterschiedliche (wenn die Sedimentprobe exkludiert wird)-nicht genügend Erfahrung mit Radiokarbonanalysen an Knochen hatten (Analysezeitraum 1987–2012). Der Verfasser empfiehlt deshalb die Durchführung weiterer Radiokarbonanalysen an Dinosaurierknochen: einerseits die Wiederholung von Analysen bestehenden Probenmaterials sowie andererseits neue Analysen von Proben, die aus unterschiedlichen stratigraphischen Einheiten des Mesozoikums und Känozoikums stammen. Es sollten Laboratorien ausgewählt werden, die auf Knochen spezialisiert sind (z. B. Center of Isotope Research, Groningen, oder Oxford Radiocarbon Accelerator Unit, Oxford) und einen gewöhnlichen, vergleichbaren Labor-Untergrund ausweisen.

Zwischenfazit

[29] Es können bezogen auf die Radiokarbon-Analyseergebnisse zwei Fallgruppen unterschieden werden: (1) Analyseergebnisse, die sich von einem gewöhnlichen Labor-Untergrund nicht unterscheiden. (2) Analyseergebnisse, die höher als der gewöhnliche Labor-Untergrund sind und sich deutlich von ihm unterscheiden.

[30] Zur 1. Fallgruppe ist zusammenfassend festzustellen, dass unterschiedliche Auffassungen über Radiokarbon-Nachweisgrenzen vorliegen, insbesondere über den Labor-Untergrund. Einerseits werden gewisse geringe Radiokarbonkonzentrationen, ausgedrückt als Prozent moderner Kohlenstoff (pMC), als *wahre* Konzentrationen interpretiert, andererseits werden die gleichen Konzentrationen als nicht vom Labor-Untergrund unterscheidbar interpretiert. Letztere Interpretation bedeutet, dass die *wahre* Radiokarbonkonzentration nicht bekannt ist und dass das [Radiokarbon-] Alter jenseits der Altersreichweite der Datierungsmethode liegt. Dies trifft nach Ansicht des Verfassers auf die zuvor diskutierten Bernstein-, Diamanten- und Kohlenproben zu.

[31] Zur 2. Fallgruppe ist zusammenfassend festzustellen, dass für Proben von fossilen Hölzern (SNELLING 2009) und Dinosaurierknochen (MILLER et al. 2019) eine Reihe von Analyseergebnisse vorliegen, die ausgedrückt als ¹⁴C-Alter, eine Spanne von ca. 20.000 bis 45.000 bzw. 22.000 bis 41.000 konventionellen ¹⁴C-Jahren BP umfassen. Darüber hinaus liegen für ähnliche Proben fossiler Hölzer auch Radiokarbonalter jenseits der Altersreichweite der Datierungsmethode vor. Für die Analyse von [Dinosaurier-] Knochen bedarf es wohl spezieller Kenntnisse und Prozeduren, die möglicherweise bei den beauftragten Laboratorien nicht vollumfänglich vorhanden waren.

[32] Zur Klärung dieser unterschiedlichen Ergebnisse und Interpretationen hat der Verfasser vorgeschlagen, weitere Radiokarbonanalysen durchführen zu lassen: die Wiederholung von Analysen bestehenden Probenmaterials bzw. neuen Materials desselben Fundorts sowie neue Analysen zur Vergrößerung der Stichprobe mit Bezug auf die stratigraphischen Einheiten des Phanerozoikums. Es sollten Laboratorien ausgewählt werden, die einen gewöhnlichen, vergleichbaren Labor-Untergrund ausweisen und gegebenenfalls eine Spezialisierung auf gewisse Materialien vorweisen können.

Radiokarbonanalysen, Teil 2

[33] THOMAS & NELSON (2015) veröffentlichen neue Radiokarbonanalysen u. a. an fossilen Hölzern und Knochen von Dinosauriern sowie einem permischen Reptil und einem eozänen Fisch (Tabelle 6). Sie weisen für 16 Proben von 14 Fossilien durchweg finite ¹⁴C-Alter aus, die eine Spanne von ca. 17.800 bis 49.500 konventionelle ¹⁴C-Jahre BP umfassen. Sie folgern: "(...) dass Fossilien und andere kohlenstoffhaltige Materialien, die in Schichten des Phanerozoikums gefunden wurden, messbare Mengen an Radiokohlenstoff enthalten, der höchstwahrscheinlich endogen ist."⁴³

[34] THOMAS & NELSON (2015) bestätigen mit ihrer Arbeit indirekt die Radiokarbonergebnisse von SNEL-LING an fossilen Hölzern, siehe [18] bis [22], sowie von HOLZSCHUH et al. (2011) bzw. MILLER et al. (2012), später zusammengefasst in MILLER et al. (2019), an Dinosaurierknochen, siehe [23] bis [28]. Denn bis auf 2 Fälle (Tabelle 6, Pos. 3 und Pos. 14) sind die von THOMAS & NELSON (2015) ausgewiesenen pMC-Werte höher als der Labor-Untergrund z. B. des *Poznań-Radiokarbon-Laboratoriums* (0,25 \pm 0,11 pMC). Insofern liegen Analyseergebnisse der 2. Fallgruppe vor [31].

[35] Diese neuen Radiokarbonanalysen von THOMAS & NELSON (2015) entsprechen allerdings nicht den Vorstellungen des Verfassers über eine nachvollziehbare Durchführung weiterer Radiokarbonanalysen [32]. THOMAS & NELSON (2015) nennen *nicht* das beauftrage Radiokarbon-Laboratorium.⁴⁴

⁴³ "We conclude that fossils and other carbonaceous materials found throughout Phanerozoic strata contain measurable amounts of radiocarbon that is most probably endogenous" THOMAS & NELSON (2015, 299).

⁴⁴ Es werden z. B. folgende Umschreibungen verwendet: "nationally recognized radiocarbon facility" (S. 300); "commercial U. S. radiocarbon facility" (S. 301).

Auch wird *nicht* der Labor-Untergrund mitgeteilt. Die Probenvorbehandlung zur Analyse des Knochen-Bioapatits sei nach CHERKINSKY (2009) erfolgt. Insofern sind die Knochenanalysen vergleichbar mit den jüngeren Analysen von MILLER et al. (2019). So gelten die Anmerkungen in [26] bis [28] auch für die Ergebnisse von THOMAS & NELSON (2015). Für die fossilen Hölzer gelten die Anmerkungen in [22] entsprechend.

Abbildungen und Tabellen

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
					pN	IC	¹⁴ C-Alter		δ ¹³ C [0/00]	
Pos.	Pro- be	Material/ Herkunft/ Stratigraphie	Refe- renz	Labor- code und -nummer	Wert	Unsi- cher- heit (± 1σ)	konventio- nelle ¹⁴ C-Jahre	Unsi- cher- heit (± 1σ)	Wert	Unsi- cher- heit (± 1σ)
1	#1	Bernstein; Hell-Creek-Formation, Wyoming ("Triceratops-Schicht"); Maastrichum (oberste Oberkreide)	A	KIA- 2963	0,15	0,08	> 46.450 BP		-24,06	0,33
2	#2	Bernstein; Sachsen [Bitterfeld?, MK]; oberes Oligozän	A	KIA- 2961	0,08	0,07	> 49.210 BP		-22,11	0,23
3	#3	Bernstein; Russland [baltischer Bernstein, MK]; oberes Eozän	A	KIA- 2962	-0,11	0,1	> 55.690 BP		-21,88	0,1
4	GTS-1	Bitterfelder Bernstein; Goitzsche-See; oberes Oligozän/ unteres Miozän	В	Poz- 155624	-0,08	0,1	> 49.000 BP		-23,8	1,1
5	BRA-1	Burmesischer Bernstein; Nord-Myanmar; oberste Unterkreide/ unterste Oberkreide	В	Poz- 155627	0,02	0,11	> 49.000 BP		-25,2	0,9

Tab. 1 Radiokarbonanalysen an Bernstein. Referenz: A: MILLER et al. (2019), Analysen von 1997; B: KOTULLA (2024), Analysen von 2022. Zu Pos. 1–3: Zu den Proben #1–#3 heißt es im Analysebericht ergänzend: "amber-like tree resin from sedimentary deposits".

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Material/ Herkunft/ Stratigraphie		Labor- code und -nummer	рМС		¹⁴ C-Alter		δ ¹³ C [0/00]	
Pos.	Pro- be		Refe- renz		Wert	Unsi- cher- heit (± 1σ)	konventio- nelle ¹⁴ C-Jahre	Unsi- cher- heit (± 1σ)	Wert	Unsi- cher- heit (± 1σ)
1	Kimber- ley-1	Kimberlit-Pipe; Kimberley-Bezirk, Südafrika; Oberkreide	A	k.A.	0,10	0,03	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
2	Orapa-A	Kimberlit-Pipe; Orana-Mine, Botswana;	A	k.A.	0,14	0,03	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
3	Orapa-F	Oberkreide	A	k.A.	0,11	0,03	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
4	Letlha- kane-1	Kimberlit-Pipe;	A	k.A.	0,12	0,03	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
5	Letlha- kane-3	Oberkreide	A	k.A.	0,15	0,02	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
6	Kankan	Alluvial-Ablagerungen (sekundär); Kankan-Bezirk, Guinea; Oberkreide (primär)	A	k.A.	0,11	0,03	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
7	Pos. 1-6	Mittelwert	A		0,12	0,01	55.700 BP			

Tab. 2 Radiokarbonanalysen an Diamaten. Daten aus BAUMGARDNER (2005); = Referenz A. k.A.: keine Angabe. BAUM-GARDNER (2005) nennt das ausführende Laboratorium nicht, so erfolgen auch keine Angaben zu Laborcode und -nummer (Spalte 5). Er schreibt lediglich: "(...) analyzed by one of the foremost AMS laboratories in the world" (S. 604). Des Weiteren teilt er die vom Laboratorium ausgewiesenen pMC-Werte, konventionellen ¹⁴C-Alter sowie δ^{13} C-Werte (jeweils mit Unsicherheiten) nicht mit (Spalten 6–11). Die hier ausgewiesenen pMC-Werte sind wohl eigene Umrechnungen (vgl. S. 593) auf Grundlage der Cambridge-Halbwertszeit von ¹⁴C von 5730 ± 30 Jahren (GODWIN 1962), die aber üblicherweise aus Gründen der Vergleichbarkeit mit älteren Messungen nicht verwendet wird (STUIVER & POLLACH 1977). Diese pMC-Werte, so BAUMGARDNER (2005), seien unkorrigiert, d. h. kein Labor-Untergrund sei abgezogen worden – "(…) but no standard background correction has been applied" (S. 612).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
					pM	IC	¹⁴ C-Alte	ər	δ ¹³ C	[0/00]
Pos.	Pro- be	Material/ Herkunft/ Stratigraphie	Refe- renz	Labor- code und -nummer	Wert	Unsi- cher- heit (± 1σ)	konventio- nelle ¹⁴ C-Jahre	Unsi- cher- heit (± 1σ)	Wert	Unsi- cher- heit (± 1σ)
1	DECS-1	Bottom-Kohlenflöz; Freestone, Texas; Eozän	A	k.A.	0,30	0,03	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
2	DECS- 11	Beulah-Kohlenflöz; Mercer, North Dakota; Eozän	A	k.A.	0,20	0,02	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
3	DECS- 25	Pust-Kohlenflöz; Richland, Montana; Eozän	A	k.A.	0,27	0,02	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
4	DECS- 15	Lower-Sunnyside-Kohlenflöz; Carbon, Utah; Kreide	A	k.A.	0,35	0,03	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
5	DECS- 16	Bilnd-Canyon-Kohlenflöz; Emery, Utah; Kreide	A	k.A.	0,10	0,03	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
6	DECS- 28	Green-Kohlenflöz; Navajo, Arizona; Kreide	A	k.A.	0,18	0,02	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
7	DECS- 18	Kentucky-#9-Kohlenflöz; Union, Kentucky; Pennsylvanium, oberes Karbon	A	k.A.	0,46	0,03	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
8	DECS- 21	Lykens-Valley-#2-Kohlenflöz; Columbia, Pennsylvania; Pennsylvanium, oberes Karbon	A	k.A.	0,13	0,02	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
9	DECS- 23	Pittsburgh-Kohlenflöz; Washington, Pennsylvania; Pennsylvanium, oberes Karbon	A	k.A.	0,19	0,02	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
10	DECS- 24	Illinois-#6-Kohlenflöz; Macoupin, Illinois; Pennsylvanium, oberes Karbon	A	k.A.	0,29	0,03	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
11	Pos. 1- 10	Mittelwert	A		0,247	0,109				

Tab. 3 Radiokarbonanalysen an Kohlen. Daten aus BAUMGARDNER (2005); = Referenz A. k.A.: keine Angabe. Die Anmerkungen zur Tabelle 2 sind auch hier zutreffend.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
					pN	IC	¹⁴ C-Alte	er	δ ¹³ C	[0/00]
Pos.	Pro- be	Materia// Herkunft/ Stratigraphie	Refe- renz	Labor- code und -nummer	Wert	Unsi- cher- heit (± 1σ)	konventio- nelle ¹⁴ C-Jahre	Unsi- cher- heit (± 1σ)	Wert	Unsi- cher- heit (± 1σ)
1a	Holz im Bohr- kern	Lava-Einschluss; Crinum Coal Mine, Central Queensland;	A, E	GX- 20798- AMS	1,0	k.A.	> 35.620 BP		-25,07	k.A.
1b	Holz im Bohr- kern	ca. 30 Mio [rad.] Jahre (Oligozän)	A, E	OZB472	0,4	k.A.	44.700 BP	950	-25,78	k.A.
2a	Anderes Holz	Lava-Einschluss (beim Abteufen des Belüftungsschachts); sonst wie	A, E	GX- 20087- AMS	2,5	k.A.	29.544 BP	759	-25,1	k.A.
2b	Anderes Holz	Pos. 1	A, E	OZB473	0,9	k.A.	37.800 BP	3.450	-26,16	k.A.
3a	Verkohl- te Rinde	Fossilisierter Baumstumpf unmittelbar auf dem Great-Northern- Kohlenflöz; Newvale No. 2 Coal	В	GX- 21867	k.A.	k.A.	33.700 BP	400	-27,2	k.A.
3b	Verkie- seltes Holz	Mine; Newcastle Coal Measures (Sydney Basin); oberes Perm	В	GX- 22613	k.A.	k.A.	> 48.800 BP		-26,7	k.A.
4	Fossiles Holz	Bundanoon-Steinbruch; Hawkesbury Sandstone (Sydney Basin); Mittlere Trias	С	GX- 23644	k.A.	k.A.	33.720 BP	430	-24,0	k.A.
5a	UK- HB-1		D	GX- 21666- AMS	k.A.	k.A.	24.005 BP	600	-22,9	k.A.
5b	UK- HB-1	Fossiles Holz; Hornton Quarries bei Ratley, England: Maristone Rock	D	OZC201	k.A.	k.A.	20.700 BP	1.200	-16,6	k.A.
6	UK- HB-2	Bed; Toarcium-Stufe, Unterjura	D	GX- 21611- AMS	k.A.	k.A.	22.730 BP	170	-24,0	k.A.
7	UK- HB-3		D	GX- 21612- AMS	k.A.	k.A.	28.820 BP	350	-25,3	k.A.
8	Fossiles Holz	Cresson Mine, Kalifornien; Cripple Creek Breccia; Oligozăn	F	k.A. (Iso- Trace)	0,588	0,069	41.260 BP	540	k.A.	k.A.
9	RNCW-1	Varatainartea Halz Cattanwood	G	k.A. (Iso- Trace)	1,896	0,013	33.490 BP	240	k.A.	k.A.
10	RNCW-2	Creek nahe Redding, Kalifornien; Budden Canyon Formation; Aptium- Stufe, Unterkreide	G	k.A. (Iso- Trace)	1,118	0,010	37.150 BP	330	k.A.	k.A.
11	RNCW-3		G	k.A. (Iso- Trace)	1,740	0,012	32.780 BP	230	k.A.	k.A.
12	RNCW- 4B	Verkohltes Holz; sonst wie Pos. 9- 11	G	k.A. (Iso- Trace)	0,593	0,007	42.390 BP	510	k.A.	k.A.
13	SWN-1	Fossiles Holz; Swanage Bay, England; Wealdon-Gruppe, Unterkreide	Н	Poz- 101139	-0,07		> 50.000 BP		-25,2	0,5

Tab. 4 Radiokarbonanalysen an fossilen Hölzern. Referenz: A: SNELLING (1997); B: SNELLING (1998); C: SNELLING (1999); D: SNELLING (2000a); E: SNELLING (2000b); F: SNELLING (2008a); G: SNELLING (2008b); H: KOTULLA (diese Arbeit), Analyse von 2018. Laborcode: GX: Geochron Laboratories (Cambridge, Boston); OZ: Antares Mass Spectrometry Laboratory at the Australian Nuclear Science and TechnologyOrganisation (ANSTO), Lucas Heights (nahe Sydney); k.A. (keine Angabe): wahrscheinlich IsoTrace Radiocarbon Laboratory der Universität von Toronto (Kanada); Poz: Poznań Radiocarbon Laboratory (Polen). Die Radiokarbonalter der Proben der Pos. 9–12 sind mit einer Halbwertszeit von 5730 Jahren gerechnet. Der pMC-Wert der Pos. 9 korrespondiert mit dem ¹⁴C-Alter der Pos. 11 und umgekehrt, sodass nicht klar ist, welcher pMC-Wert zu den Proben RNCW-1 bzw. RNCW-3 gehört.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
			Refe-		pN	//C	¹⁴ C-Alte	r	δ ¹³ C	[0/00]
Pos.	Probe	Material/ Herkunft/ Stratigraphie	renz (Ana- lyse- jahr)	Labor- code und -nummer	Wert	Unsi- cher- heit (± 1σ)	konventio- nelle ¹⁴ C-Jahre	Unsi- cher- heit (± 1σ)	Wert	Unsi- cher- heit (± 1ơ)
1a	CMF 1084	Acrocanthosaurus-Knochen (Fraktion: Bioapatit); Glen	A (1989)	GX- 15155-A	<1,78	0,08	> 32.400 BP	k. A.	-8,3	k. A.
1b	PBL "bone"	Rose, Texas; Kreide (Sandstein-Matrix)	A (1987)	GX- 12871 (Beta)	k. A.	k. A.	> 36.500 BP	k. A.	-10,1	k. A.
1c	"burned bone"	Acrocanthosaurus-Knochen (Fraktion: Bioapatit); Glen Rose, Texas; Kreide (Sandstein-Matrix)	A (1990)	AA-5786	5,22	k. A.	23.760 BP	270	k. A.	k. A.
1d	P-Ac-1	(Fraktion: Bioapatit); Glen Rose, Texas; Kreide (Sandstein-Matrix)	A (2010)	UGAMS- 7509a	2,48	k. A.	29.690 BP	90	-9,9	k. A.
1e	"bone"	Acrocanthosaurus-Knochen (Fraktion: gesamte organische Substanz); sonst wie oben	A (2010)	UGAMS- 7509b	2,21	k. A.	30.640 BP	90	-19	k. A.
2	P-A-4 "bone"	Allosaurus-Knochen (Fraktion: Bioapatit); Grand Junction, Colorado; Oberjura	A (2008)	UGAMS- 02947	1,98	0,04	31.360 BP	100	-6,6	k. A.
3a	"sedi-	Sediment (Fraktion: Alkali- Überrest); Colville River, Alaska; Liscomb Bonebed, Oberkreide	A (1998)	KIA- 5523	2,10	0,06	31.050 BP	+230/ -220	-28,4	0,17
3b	ment"	Sediment (Fraktion: Huminsäuren); Colville River, Alaska; Liscomb Bonebed, Oberkreide	A (1998)	KIA- 5523	1,07	0,07	36.480 BP	+560/ -530	-25,53	0,20
4a	P-T-1 "bone"	Triceratops-Knochen #1 (Fraktion: Kollagen); Montana; Kreide (Ton-Matrix)	A (2006)	GX- 32372- AMS	2,16	k. A.	30.890 BP	200	-20,1	k. A.
4b	P-T-2 "charred bone"	Triceratops-Knochen #1 (Fraktion: gesamte organische Substanz); Montana; Kreide (Ton-Matrix)	A (2006)	GX- 32647 (Beta)	1,38	k. A.	33.830 BP	+2910/ -1960	-16,6	k. A.
4c	P-T-1d "bone"	Triceratops-Knochen #1 (Fraktion: Bioapatit); Montana; Kreide (Ton-Matrix)	A (2009)	UGAMS- 04973a	4,83	k. A.	24.340 BP	70	-3,1	k. A.
5a	P-T-2a	Triceratops-Knochen #2 (Fraktion: Bioapatit); Montana; Kreide (Ton-Matrix)	A (2008)	UGAMS- 03228a	0,76	k. A.	39.230 BP	140	-4,7	k. A.
5b	"bone"	Triceratops-Knochen #2 (Fraktion: Kollagen); Montana; Kreide (Ton-Matrix)	A (2008)	UGAMS- 03228c	2,36	k. A.	30.110 BP	80	-23,8	k. A.
6a	P-T-4bh	Triceratops-Stirnhorn #3 (Fraktion: Knochen gesamt); Dawson County, Montana; Kreide	A (2012)	UGAMS- 11752	1,53	0,02	33.570 BP	120	-17,1	k. A.
6b	"bone"	Triceratops-Stirnhorn #3 (Fraktion: Bioapatit); Dawson County, Montana; Kreide	A (2012)	UGAMS- 11752a	0,61	0,02	41.010 BP	220	-4,3	k. A.
7a	p-H2 "bone"	Hadrosaurier-Knochen #2 (Fraktion: verkohltes Äußeres); Dawson County, Montana; Kreide (Ton-Matrix)	A (2007)	GX- 32739 (Beta)	6,19	0,84	22.380 BP	800	-16,0	k. A.
7b	P-HI-(2) "charred bone"	Hadrosaurier-Knochen #2 (Fraktion: Knochen gesamt); sonst wie oben	A (2007)	GX- 32678- AMS	5,74	k. A.	22.900 BP	130	-18,4	k. A.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
			Refe-		pl	NC	¹⁴ C-Alte	r	δ ¹³ C	[0/00]
Pos	. Probe	Material/ Herkunft/ Stratigraphie	renz (Ana- lyse- jahr)	Labor- code und -nummer	Wert	Unsi- cher- heit (± 1σ)	konventio- nelle ¹⁴ C-Jahre	Unsi- cher- heit (± 1ơ)	Wert	Unsi- cher- heit (± 1σ)
7c		Hadrosaurier-Knochen #2 (Fraktion: Bioapatit); sonst wie oben	A (2007)	UGAMS- 01935	4,09	0,12	25.670 BP	220	-6,4	k. A.
7d	p-H-3a "bone"	Hadrosaurier-Knochen #2 (Fraktion: verkohlter Knochen); sonst wie oben	A (2007)	UGAMS- 01936	4,36	0,12	25.170 BP	230	-15,7	k. A.
7e		Hadrosaurier-Knochen #2 (Fraktion: Kollagen); sonst wie oben	A (2007)	UGAMS- 01937	5,59	0,12	23.170 BP	170	-22,7	k. A.
8	H-H-Ext "bone"	Hadrosaurier-Knochen #3 (Fraktion: Bioapatit); Colorado; Kreide	A (2011)	UGAMS- 9893a	0,93	k. A.	37.660 BP	160	-4,9	k. A.
9	P-B-9 "bone"	Stegosaurier-Knochen (Fraktion: Bioapatit); Colorado; Oberjura (Tonboden-Matrix)	A (2011)	UGAMS- 9891a	0,86	k. A.	38.250 BP	160	-9,1	k. A.

Tab. 5 Radiokarbonanalysen an Dinosaurierknochen. Daten aus MILLER et al. (2019) sowie den beigefügten Analyseberichten; = Referenz A. k. A.: keine Angabe. Laborcode: GX: Geochron Laboratories (Cambridge, Boston); AA: University of Arizona (Tucson); UG: University of Georgia (Athens); KIA: Leibniz Labor für Altersbestimmung und Isotopenforschung (Christian-Albrechts-Universität Kiel). AMS: Accelerator Mass Spectrometry (Beschleuniger-Massenspektrometrie). Beta: konventionelle (ältere) Methode, bei welcher die Partikel des Beta-Zerfalls gezählt werden.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
			Refe- Labor-		Labor- pMC		¹⁴ C-Alte	r	δ ¹³ C	δ ¹³ C [0/00]	
Pos.	Probe	Taxon/ Herkunft/ Stratigraphie	renz (Pro- ben- jahr)	code und -num- mer	Wert	Unsi- cher- heit (± 1σ)	konventio- nelle ¹⁴ C-Jahre	Unsi- cher- heit (± 1σ)	Wert	Unsi- cher- heit (± 1σ)	
Fos	siles Holz										
1	ADM 0113	Axel Heiberg Island, Nanuvut, Kanada; Buchanan Lake Formation; Eozän	A (2014)	k. A.	0,71	k. A.	39.720 BP	270	-22,2	k. A.	
2	ADM 0116	Drumheller, Alberta, Kanada; Horseshoe Canyon Forma- tion; Kreide	A ()	k. A.	0,68	k. A.	40.040 BP	160	-24,1	k. A.	
3	"Czech wood"	Boskowitzer Furche; Tsche- chien; Perm	A (2013)	k. A.	0,25	k. A.	48.160 BP	330	-22,7	k. A.	
Fos	sile Frucht										
4	ADM o. Nr.	Tectocarya rhenana; Braun- kohlen-Flöz, Adendorf, Deutschland; Miozän	A (2011)	k. A.	10,84	k. A.	17.850 BP	40	-25,4	k. A.	
Dinc	saurierkn	<u>ochen</u>									
5a	ICR 21	Hadrosaurier, Markknochen; Stuart Ranch, nahe Lem- mon, South Dakota; Hell Creek Formation; Kreide	A (2013)	k. A.	7,46	k. A.	20.850 BP	90	-24,51	k. A.	
5b		Hadrosaurier (wie oben), kordikaler Knochen; sonst wie oben	A (2013)	k. A.	2,78	k. A.	28.790 BP	100	-20,11	k. A.	
6		Edmontosaurus sp., Wirbel; Lance-Formation; Ober- kreide	A (2014)	k. A.	4,15	k. A.	25.550 BP	60	-0,5	k. A.	
7		Edmontosaurus sp., Fuß- zehe; Lance-Formation; Oberkreide	A (2013)	k. A.	1,77	k. A.	32.420 BP	160	-6,1	k. A.	
8	ADM 0119	Ceratopsia, metacaparle V; Drumheller?, Alberta, Ka- nada; Horseshoe Canyon Formation; Kreide	A (2014)	k. A.	3,78	k. A.	26.300 BP	60	-3,6	k. A.	
9	ADM 0117	Hadrosaurier, Schwanzwir- bel; Drumheller?, Alberta, Kanada; Horseshoe Canyon Formation; Kreide	A (2014)	k. A.	1,69	k. A.	32.770 BP	100	-3,5	k. A.	
10a	HCTH	Triceratops horridus, Stirn- horn (Fraktion: Bioapatit); Dawson County, Montana; Hell Creek Formation; Kreide	A (2012)	k. A.	0,61	k. A.	41.010 BP	220	-4,3	k. A.	
10b	00	Triceratops horridus, Stirn- horn, wie oben (Fraktion: Gesamtknochen)	A (2012)	k. A.	1,53	k. A.	33.570 BP	120	-17,1	k. A.	
11	ADM 0118	Ceratopsia, Schwanzwirbel; Drumheller?, Alberta, Ka- nada; Horseshoe Canyon Formation; Kreide	A (2014)	k. A.	1,03	k. A.	36.760 BP	130	-1,7	k. A.	
<u>Kno</u>	chen (son	stige) und Knorpel									
12	ADM 0112	Phareodus sp. (Knochen- fisch); nahe Kemmerer, Wyoming; Green River For- mation; Eozän	A (2014)	k. A.	3,87	k. A.	26.110 BP	60	-0,4	k. A.	
13	ICR 0111	Crossopholis magnicaudatus (Knorpelfisch); nahe Kem- merer, Wyoming; Green Ri- ver Formation; Eozän	A (2013)	k. A.	1,54	k. A.	33.530 BP	170	-26,18	k. A.	
14		Captorhinus aguti (Reptil); Oklahoma oder Texas; Ad- miral Formation; Perm	A (2014)	k. A.	0,21	k. A.	49.470 BP	510	-29,7	k. A.	

Tab. 6 Radiokarbonanalysen an unterschiedlichen fossilen Materialien. Daten aus THOMAS & NELSON (2015); = Referenz A. ADM: *Alberta Dinosaur Museum*, heute *Philip J. Curie Dinosaur Museum*. ICR: *Institute for Creation Research*. Zur Probe HCTH00 verweisen die Autoren auf ARMITAGE & ANDERSON (2013). Probenjahr entspricht wohl Analysejahr. k. A.: keine Angabe.



Abb. 1 Ausgewählte Proben für eine Radiokarbonanalyse (KOTULLA 2024). Links, Burmesischer Bernstein (poliert); mittig, Bitterfelder Bernstein (teils mit Rinde); rechts, Madagaskar-Kopal (poliert). Foto: M. KOTULLA.



Abb. 2 Horizont mit fossilem Holz. Swanage Bay, England; Wealdon-Gruppe, Unterkreide. Foto: M. KOTULLA.



Abb. 3 Fossiles Holz, Detail zu Abb. 2. Foto: M. KOTULLA.

Anhang 1: Berechnung konventioneller Radiokarbon-Alter

Das (konventionelle) Radiokarbon-Alter errechnet sich aus folgender Gleichung 1:

$$t = -8033 \ln (A_{SN}^*/A_{ON}^*);$$
 (Gleichung 1)

mit: t, [Radiokarbon-] Alter; A_{SN} , Aktivität der Probe (S = sample); A_{ON} , Aktivität des Standards (O=für Oxalic Acid); tiefgestelltes N, normalisiert (bezogen auf δ^{13} C); *, in 1950.

Nach STUIVER & POLLACH (1977, 356) setzt Gleichung 1 voraus:

- "Die Verwendung der Halbwertszeit [von ¹⁴C, MK] von 5568 a (mittlere Lebensdauer von 8033 a)"⁴⁵; Libby-Zerfallskonstante⁴⁶: $\lambda_L = 1/8033 a^{-1}$.
- "Die Annahme der Konstanz des atmosphärischen ¹⁴C-Gehalts während der Vergangenheit".
- "Die Verwendung von Oxalic Acid (direkt oder indirekt) als Standard".
- Eine "Normalisierung der Isotopenfraktionierung aller Probenaktivitäten zur Basis von δ¹³C = -25 ‰ (relativ zum ¹³C/¹²C-Verhältnis von PDB⁴⁷ [Pee-Dee-Belemnit, MK]".
- "Das Jahr 1950 ist automatisch das Basisjahr, mit Altersangaben in Jahre *BP* (d. h. heute [oder Gegenwart, MK] ist AD 1950)."

Des Weiteren ist definiert:

 $pMC = (A_{SN}/A_{ON}) 100 \%;$ (Gleichung 2)

mit: pMC, percent modern carbon (Prozent moderner Kohlenstoff); 100 pMC ist definiert als ¹⁴C-Konzentration der Atmosphäre im Jahr 1950.

$$A_{SN} = A_{S} (1 - (2 ((25 + \delta^{13}C)/1000)));$$

(Gleichung 3)

mit: A_s , Aktivität Probe; -25/1000, postulierter Mittelwert terrestrischen Holzes; $\delta^{13}C$ (PDB), gemessener Wert der Probe.

Anhang 2: Praktische Untergrund-Nachweisgrenze für die Radiokarbon-Datierung nach *Beta Analytic*⁴⁸

https://www.radiocarbon.com/beta-radiocarbonlab.htm (Zugriff 28.09.2023)

"Background Detection Limit

The practical background detection limit for radiocarbon dating by liquid scintillation counting (LSC) or AMS has long been argued and researched.

Some laboratories will analyze a sample one time and report a finite result, e.g. 48000 +/- 500 or 53000 +/- 2500. Beta Analytic's own research has shown that such reports on a single analysis can be very misleading. In the past, Beta Analytic has sent graphite splits of the same exact graphite produced from Miocene-aged coal to as many as seven different **AMS labs** and obtained finite quotes of ages between 42000 to 53000.

These variances in detection limits have also been illuminated in the various International Radiocarbon Intercalibration Studies (TIRI, FIRI, VIRI), where sub-fossil or fossil samples yielded a range of results from finite to greater-than and not always in the right direction.

Beta Analytic has set a real and conservative limit of greater than 43500 BP when the activity of the material is statistically the same as the background. This is a credible number based on the lab's own internal AMS limits. As such, Beta Analytic does not quote finite ages in excess of 43500 BP. Samples that yield an activity at or below this are reported as "greater than" 43500 BP."

⁴⁸ Hauptsitz des Unternehmens ist Miami in Florida (USA).

⁴⁵ Nach Bestimmungen von LIBBY (1955). Die neuere Cambridge-Halbwertszeit von 5730 ± 40 Jahren (GODWIN 1962) wird aus Gründen der Vergleichbarkeit mit älteren Messungen nicht verwendet. HOLDEN (1990, 925) empfiehlt die Verwendung einer Halbwertszeit von 5715 ± 30 Jahren (ungewichteter Durchschnitt zuvor publizierter Werte). – Es wird davon ausgegangen, dass mit der Kalibration der Radiokarbon-Alter die unterschiedlichen Halbwertszeiten keinen Einfluss auf das kalibrierte Ergebnis haben.

⁴⁶ Deshalb auch als Libby-Alter bezeichnet.

⁴⁷ Der Standard wurde zwischenzeitlich geändert, siehe z. B. STENSTRÖM et al. (2011, 5): "The original standard material was carbonate from a marine fossil collected from the Pee Dee Formation in South Carolina, USA. The fossil originated from an extinct squid-resembling organism called a Belemnite. This material, called PDB (Pee Dee Belemnite), had the ¹³C/¹²C ratio of 1.12372%. The high value reflects the marine origin of the material. The use of this standard therefore gives most natural materials negative δ^{13} C values. The PDB material has been exhausted and replaced by the limestone standard VPDB (NBS19), which was manufactured from marble of unknown origin (Friedman et al, 1982)."

Anhang 3: Limit of Blank, Limit of Detection and Limit of Quantitation

ARMBRUSTER & PRY (2008, S49) definieren die Begriffe wie folgt:

"Summary

- Limit of Blank (LoB), Limit of Detection (LoD), and Limit of Quantitation (LoQ) are terms used to describe the smallest concentration of a measurand that can be reliably measured by an analytical procedure.
- LoB is the highest *apparent* analyte concentration expected to be found when replicates of a blank sample containing no analyte are tested.

 $LoB = mean_{blank} + 1.645(SD_{blank})$

• LoD is the lowest analyte concentration likely to be reliably distinguished from the LoB and at which detection is feasible.

LoD is determined by utilising both the measured LoB and test replicates of a sample known to contain a low concentration of analyte.

 $LoD = LoB + 1.645(SD_{low concentration sample})$

• LoQ is the lowest concentration at which the analyte can not only be reliably detected but at which some predefined goals for bias and imprecision are met. The LoQ may be equivalent to the LoD or it could be at a much higher concentration."

Literatur

- ARMBRUSTER DA & PRY T (2008) Limit of blank, limit of detection and limit of quantitation. Clinical Biochemist Review 29, S49–S52.
- ARMITAGE MH & ANDERSON KL (2013) Soft sheets of fibrillary bone from a fossil of the supraorbital horn of the dinosaur Triceratops horridus. Acta Histochemica *116*, 603–608.
- BAUMGARDNER JR (2005) ¹⁴C evidence for a recent global flood and a young earth. In: VARDIMAN L, SNELLING AA & CHAFFIN EF (eds.) Radioisotopes and the age of the earth: Results of a young-earth creationist research initiative. Santee, California; Chino Valley, Arizona, 587–630.
- BAUMGARDNER JR, HUMPHREYS DR, SNELLING AA & AUSTIN SA (2003) The enigma of ubiquity of ¹⁴C in organic samples older than 100 ka. AGU Fall Meeting Abstracts, abstract V32C-1045 [of poster].
- BEUKENS RP(1990) High-precision intercomparison at IsoTrace. Radiocarbon 32, 335–339.
- CHERKINSKY A (2009) Can we get a good radiocarbon age from "bad bone"? Determining the reliability of radiocarbon age from bioapatite. Radiocarbon *51*, 647–655.

GODWIN H (1962) Half-life of Radiocarbon. Nature 195, 984.

- GOSLAR T, CZERNIK J & GOSLAR E (2004) Low-energy ¹⁴C AMS in Poznań Radiocarbon Laboratory, Poland. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms 223-224, 5–11.
- HOLDEN NE (1990) Total half-lives for selected nuclides. Pure & Appl. Chem. *62*, 941–958.
- HOLZSCHUH J, DE PONTCHARRA J & MILLER H (2011) Recent C-14 dating of fossils including dinosaur bone collagen. Are the results a confirmation of rapid formation of the geologic column as modern sedimentology studies have predicted?
 In: GRAF VON BRANDENSTEIN-ZEPPELIN A & VON STOCKHAU-SEN A (eds.) Evolution Theory and the Sciences: A Critical Examination. Bad Schussenried, 295–321.
- JACOBI RM, HIGHAM TFG & BRONK RAMSEY C (2006). AMS radiocarbon dating of Middle and Upper Palaeolithic bone in the British Isles: improved reliability using ultrafiltration. Journal of Quaternary Science *21*, 557–573.

- KOTULLA M (2019) Verkohlte Baumstämme in Tephra-Ablagerungen des Laacher-See-Vulkans: neue Radiokarbon-Bestimmungen und ihre Altersinterpretation. W+W Special Paper G-19-1, Baiersbronn. https://www.wort-und-wissen. org/wp-content/uploads/g-19-1 radiokarbon.pdf
- KOTULLA M (2020) Gültigkeit und Grenzen geologischer Zeitbestimmung. Online-Loseblattsammlung, 2. Ergänzungslieferung. https://www.wort-und-wissen.org/publikationen/ geologie-loseblattsammlung/
- KOTULLA (2024) Bernstein: neue Radiokarbonanalysen. In: BINDER H (2024) Bernstein. W+W Special Paper, Freudenstadt [i. V.].
- LIBBY WF (1955) Radiocarbon Dating. Chicago, 2nd ed.
- MILLER H, BENNETT R, DE PONTCHARRA J, GIERTYCH M, VAN OOSTERWYCH-GASTUCHE MC, KLINE O, WHITE B, OWEN H & TAYLOR J (2014) A comparison of δ^{13} C & pMC values for ten Cretaceous-jurassic dinosaur bones from Texas to Alaska USA, China and Europe with that of coal and diamonds presented in the 2003 AGU meeting. AGU Fall Meeting Abstracts, abstract B31E-0068 [of poster].
- MILLER H, BENNETT R, DE PONTCHARRA J, GIERTYCH M, VAN OOSTERWYCK-GASTUCHE MC, KLINE O, WHITE B, OWEN H & TAYLOR J (2019) The search for solutions to mysterious anomalies in the geologic column. Geology, Earth and Marine Sciences 1, 1–15.
- $\begin{array}{l} \mbox{Miller H, Owen H, Bennett R, de Pontcharra J, Giertych M, \\ Taylor J, van Oosterwyck-Gastuche MC, Kline O, Wilder \\ D & Dunkel B (2012) A comparison of <math display="inline">\delta 13C$ & pMC values for ten Cretaceous-jurassic dinosaur bones from Texas to Alaska USA, China and Europe. AOGS AGU (WPGM) \\ Joint Assembly, 13 to 17 August, 2012, Singapore. Abstracts, \\ abstract BG02-A012. \end{array}
- REIMER PJ, AUSTIN WEN, BARD E, BAYLISS A, BLACKWELL PG, BRONK RAMSEY C, BUTZIN M, CHENG H, EDWARDS RL, FRIEDRICH M, GROOTES PM, GUILDERSON TP, HAJDAS I, HEATON TJ, HOGG AG, HUGHEN KA, KROMER B, MANNING SW, MUSCHELER R, PALMER JG, PEARSON C, PLICHT J VAN DER, REIMER RW, RICHARDS DA, SCOTT EM, SOUTHON JR, TURNEY CSM, WACKER L, ADOLPHI

F, BÜNTGEN U, CAPANO M, FAHRNI SM, FOGTMANN-SCHULZ A, FRIEDRICH R, KÖHLER P, KUDSK S, MIYAKE F, OLSEN J, REINIG F, SAKAMOTO M, SOOKDEO A & TALAMO S (2020) The IntCal20 northern hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP). Radiocarbon, DOI: https://doi.org/10.1017/ RDC.2020.41

- QUARTA G, MOLNAR M, HAJDAS I, CALCAGNILE L, MAJOR I, & TULL AJT (2021) ¹⁴C Intercomparison exercise on bones and ivory samples: implications for forensics. Radiocarbon *63*, 533–544.
- SCOTT EM (ed.) (2003) The Third International Radiocarbon Inter-Comparison (TIRI) and the Fourth International Radiocarbon Inter-Comparison (FIRI) 1990–2002: results, analyses, and conclusions. Radiocarbon 45, 135–408.
- SCOTT EM, NAYSMITH P& COOK GT (2017) Should archaeologists care about ¹⁴C inter-comparisons? Why? A summary report on SIRI. Radiocarbon *59*, 1589–1596.
- SCOTT EM, NAYSMITH P & COOK GT (2018) Why do we need ¹⁴C inter-comparisons?: The Glasgow ¹⁴C inter-comparison series, a reflection over 30 years. Quaternary Geochronology *43*, 72–82.
- SCOTT EM, NAYSMITH P & COOK GT (2022) What lies behind radiocarbon intercomparisons and the design of the new intercomparison, GIRI? Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 525, 62–66.
- SNELLING AA (1997) Radioactive "dating" in conflict! Fossil wood in ancient lava flow yields radiocarbon. Creation Ex Nihilo 20, 24–27.

SNELLING AA (1998) Stumping old-age dogma: radiocarbon

in an "ancient" fossil tree stump casts doubt on traditional rock/fossil dating. Creation Ex Nihilo *20*, 48–51.

- SNELLING AA (1999) Dating dilemma: fossil wood in ancient sandstone. Creation Ex Nihilo *21*, 39–41.
- SNELLING AA (2000a) Geological conflict: young radiocarbon date for ancient fossil wood challenges fossil dating. Creation Ex Nihilo 22, 44–47.
- SNELLING AA (2000b) Conflicting "ages" of Tertiary basalt and contained fossilized wood, Crinum, central Queensland, Australia. Creation Ex Nihilo Technical Journal 14, 99–122.
- SNELLING AA (2008a) Radiocarbon in "ancient" fossil wood. Acts & Facts 37 (1), 10–13.
- SNELLING AA (2008b) Radiocarbon ages for fossil ammonites and wood in Cretaceous strata near Redding, California. Answers Research Journal *1*, 123–144.
- SNELLINGAA (2009) Earth's Catastrophic Past. Geology, Creation & The Flood. Vol. 1/2, Dallas.
- STENSTRÖM KE, SKOG G, GEORGIADOU E, GENBERG J & JOHANS-SON (2011) A guide to radiocarbon units and calculations. Internal Report LUNFD6(NFFR-3111), Lund University.
- STUIVER M & POLACH HA (1977) Discussion: Reporting of ¹⁴C data. Radiocarbon *19*, 355–363.
- THOMAS B & NELSON V (2015) Radiocarbon in dinosaur and other fossils. Creation Research Society Quarterly 51, 299–311.
- VAN DER PLICHT J & PALSTRA SWL (2016) Radiocarbon and mammoth bones: What's in a date. Quaternary International 406, 246–251.
- WAGNER GA (1995) Altersbestimmung von jungen Gesteinen und Artefakten. Stuttgart.