

Konventionelle oder kalibrierte C¹⁴-Daten?

Argumente auf Grund der archäologisch-historischen Chronologie des zweiten vorchristlichen Jahrtausends.

Hermann Schwabedissen, Köln

Die C¹⁴-Altersbestimmung hat in den gut 30 Jahren seit ihrer Bekanntgabe durch F.W. LIBBY eine erhebliche methodische und meßtechnische Verfeinerung erfahren. Auch die wesentlichsten Fehlerquellen dürften erfaßt sein. Allerdings scheint eines inzwischen sicher zu sein, daß in den Schwankungen der C¹⁴-Aktivität während der Vergangenheit noch eine Fehlerquelle verborgen ist. Man hat nun von amerikanischer Seite versucht, diesen Fehler mit Hilfe der Jahrringkurve von Sequoia und Pinus aristata, die bis ins 5. vorchristliche Jahrtausend zurückreicht, zu erfassen und zu eliminieren.

Die entsprechende Korrektur der konventionellen C¹⁴-Daten durch die Jahrringkurve wird als "Kalibration" bezeichnet. Man hofft auf diese Weise zu historischen Daten zu gelangen, die wir ja für unsere Wissenschaft, die Ur- und Frühgeschichte, dringend anstreben.

Aber sind wir mit der Kalibration bereits auf dem richtigen Wege? Das ist die Frage, die sich stellt. Für eine Überprüfung bietet sich das 2. vorchristliche Jahrtausend an, weil wir in dieser Zeit bereits eine "historisch" kontrollierbare Chronologie besitzen. Ähnliche Möglichkeiten für eine Kontrolle gibt es nicht.

Vor kurzem hatte ich vorgeschlagen (Schwabedissen et al., 1973, Schwabedissen, 1977) — unbeschadet der prinzipiellen Bedeutung der Jahrring-Korrektur und der diesbezüglichen wichtigen Forschungen amerikanischer Wissenschaftler — zunächst von einer Korrektur der C¹⁴-Daten mit Hilfe der Jahrring-Kurve abzusehen, jedenfalls soweit es die Archäologie und die Kulturgeschichte generell betrifft. Es wurde auf Diskrepanzen zu der archäologischen Chronologie hinbewiesen. Hier soll der Vergleich der archäologischen Chronologie des 2. vorchristlichen Jahrtausends mit den konventionellen C¹⁴-Daten und mit den über die Jahrringkurve gewonnenen korrigierten Daten fortgesetzt und weiter diskutiert werden. Vor allem sollen die Argumente einem größeren Archäologenkreis zugänglich gemacht werden.

Für Mittel- und Nordeuropa werden in der Archäologie zwei absolute Chronologie-Systeme verwendet, das von OSCAR MONTELIUS für den Norden und das

vornehmlich auf PAUL REINECKE zurückgehende für Mitteleuropa. Beide Systeme sind miteinander in Einklang gebracht worden und haben sich bisher als recht gesichert erwiesen. Sie werden deshalb von den meisten Bronzezeitspezialisten ohne große Abweichungen verwendet. Die Tragfähigkeit dieses Chronologiesystems basiert auf Vergleichen mit Südosteuropa und dem ägäischen Raum, u.a. auf der Datierung der Schachtgräber von Mykenä:

Es läßt sich eine frühmykenische Gruppe der Schachtgräber unterscheiden, die in den Funden Stilbeziehungen zu Kreta, mit bestimmten Ohringen Verbindungen zu Ungarn und Siebenbürgen sowie mit ihren Schwertformen Verbindungen zu Bulgarien und Rumänien aufweisen. Diese Gruppe gehört in Späthelladisch I und beginnt um 1600 v. Chr. Eine jüngere Gruppe der Schachtgräber (außerhalb der Burg) gehört in Späthelladisch II—III.

Im 15. Jahrhundert kommen zu den Schachtgräbern noch die Kuppelgräber, die sogenannten Tholoi. Der absolut-chronologische Ansatz ist zusammengefaßt folgender:

Frühmykenische Schachtgräber = Späthelladisch I = 1600—1500 v. Chr. Ältere Gruppe der Schachtgräber (außerhalb der Burg) = Späthelladisch II—III = 1500—1100 v. Chr.

Auf dieser Chronologie beruhen letzten Endes die mittel- und nordeuropäischen Systeme. Die Bronzezeit Westeuropas ist bisher noch nicht soweit aufgearbeitet, daß sie jenen beiden Chronologiesystemen befriedigend angeschlossen werden könnte¹⁾.

Das skandinavisch-norddeutsche und das süddeutsche Chronologiesystem sind aus Abb. 1 zu ersehen. Neben der Periodeneinteilung dieser Systeme wurden in der Tabelle die bisher aus archäologisch gesicherten Fundzusammenhängen stammenden konventionellen C¹⁴-Daten eingetragen.

Es handelt sich um folgende Funde bzw. Fundstellen:

1. Grünhof-Tesperhude, Kr. Hzgt. Lauenburg, Schleswig-Holstein
Mont. Per. III (K. KERSTEN, Offa 1, 1936, 56—87): KN—I•168 = 1190 ± 45 B.C.
2. Hüsby, Kr. Schleswig, Schleswig-Holstein
Baumsarg ohne datierende Beigaben, Ausgrabung Landesmuseum für Vor- und Frühgeschichte Schleswig: KN—I•368 = 1200 ± 55 B.C.
3. Sörup, Kr. Flensburg, Schleswig-Holstein
Hügel 20, Grab 2. Ausgrabung K. RADDATZ
Mont. Per. III
(J. RÖSCHMANN, Vorg. d. Kr. Flensburg, 1963, Abb. 125, 9—10): KN—I•186 = 1240 ± 55 B.C.
4. Otersen, Kr. Verden, Niedersachsen
Hügel 27, Ausgräber D. SCHÜNEMANN, Verden
Mont. Per. II: KN—2081 = 1330 ± 60 B.C.

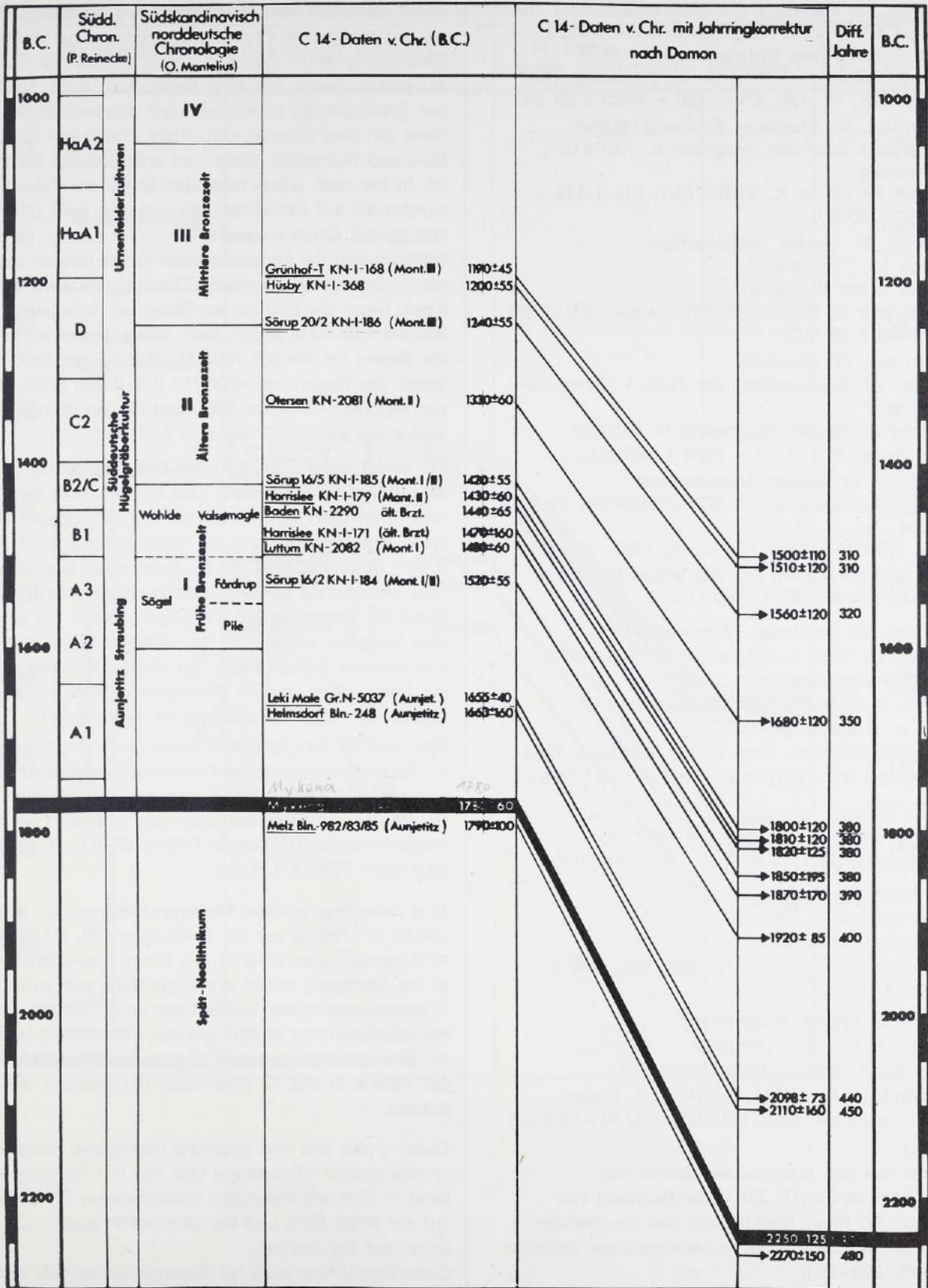


Abb. 1

5. Sörup, Kr. Flensburg, Schleswig-Holstein
Hügel 16, Grab 5, Ausgrabung K. RADDATZ
Mont. Per. I oder Anfang Per. II
(J. RÖSCHMANN, Vorg. d. Kr. Flensburg, 1963,
Abb. 128, 12–13): KN-I•185 = 1420 ± 55 B.C.
6. Harrislee, Kr. Flensburg, Schleswig-Holstein
Holz vom Baumsarg, Ausgräber K. KERSTEN,
Schleswig
Mont. Per. II (n. K. KERSTEN): KN-I•179 =
1430 ± 60 B.C.
7. Baden, Kr. Verden, Niedersachsen
Grab 18, "Totenhaus"
Wohl Ältere Bronzezeit
Ausgräber D. SCHÜNEMANN, Verden: KN-2290
= 1440 ± 55 B.C.
8. Harrislee, Kr. Flensburg
Hügel 28, Baumsargreste von Grab 1 (älteste Be-
stattung)
Ältere Bronzezeit. Ausgrabung H. HINGST,
Schleswig: KN-I•171 = 1470 ± 160 B.C.
9. Luttum, Kr. Verden, Niedersachsen
Hügel 39. Ausgräber Dr. SCHÜNEMANN, Verden
Mont. Per. I
(D. SCHÜNEMANN, Die Kunde 1967, S. 30 ff.
D. SCHÜNEMANN, Aus der Vorgeschichte des
Kreises Verden 1974, Abb. 12)
10. Sörup, Kr. Flensburg, Schleswig-Holstein
Hügel 16, Grab 2, Ausgrabung K. RADDATZ
Nach Fundsituation
Ende Mont. Per. I oder Übergang Per. II
(n. K. RADDATZ)
(J. RÖSCHMANN, Vorg. d. Kr. Flensburg, 1963,
553, Abb. 126–127): KN-I•184 = 1520 ± 55 B.C.
11. Leki Male
Radiocarbon 14, 1. Halbband 1972, 75
Holz aus Hügel 1: Gr N. 5037 = 1655 ± 40 B.C.
12. Helmsdorf
Radiocarbon 8, 1966, 29
Holz aus Fürstengrab
Probe vom hölzernen Totenbett: Bln.-248 =
1663 ± 160 B.C.
13. Mykenä, Argolis, Griechenland
Getreide aus einem Tongefäß
Ausgräber: Prof. S. MYLONAS
Vermittler: Prof. H.G. BUCHHOLZ, Gießen
V o r m y k e n i s c h : KN-2292 = 1780 ± 60 B.C.
14. Melz
Holz aus dem Schaft eines Stabdolches
(U. SCHOKNECHT, Ein neuer Hortfund von
Melz, Kr. Röbe, Mecklenburg und die mecklen-
burgischen Stabdolche. In Mecklenburger Jahrbuch
1971, 223–253)
Bln. 982/83/85 = 1790 ± 100 B.C.

Alle diese Daten fallen in die Perioden, in die sie nach der archäologischen Chronologie gehören oder wahrscheinlich gehören. Lediglich das C¹⁴-Datum für die Aunjetitzer Funde von Melz liegen recht hoch. Nach den Fehlergrenzen können sie aber durchaus in die Nähe der zwei anderen Aunjetitzer Funde von Leki Male und Helmsdorf rücken, wo archäologisch ihr Platz ist. In der nach rechts folgenden Spalte der Tabelle wurden die auf Grund der Jahrringkurve nach DAMON korrigierten Daten eingesetzt²⁾.

Während sich die konventionellen Daten nahezu vollständig in das archäologische Chronologieschema einfügen, liegen die korrigierten Daten um mindestens 300 bis 450 Jahre höher. Nach diesen Daten würde der Beginn der Periode MONTELIUS III vor 1500 liegen, der Beginn von MONTELIUS II um 1800, der von MONTELIUS I vor 1900 und der der Aunjetitzer Kultur um 2100 B.C., wenn nicht früher.

Ein derart hoher Zeitanstieg der früh- bis mittelbronzezeitlichen Perioden Nord- und Mitteleuropas aber weicht erheblich vom derzeitigen Forschungsstand ab. Wenn eine Heraufsetzung der Daten um einige Jahrzehnte diskutabel wäre, so erscheint eine Höherdatierung um mehrere hundert Jahre nach dem derzeitigen Stand der Forschung jedoch ausgeschlossen. Ein solches Vorgehen würde eine Heraufdatierung der frühmykenischen Schachtgräber, wie des Späthelladikums I zur Folge haben und im Widerspruch stehen zu den ägyptischen Importen aus dem 16. Jahrhundert.

Daß auch für den ägäischen Raum die konventionellen C¹⁴-Daten der historischen Chronologie insgesamt näher liegen als die kalibrierten, deutet das Beispiel einer Getreideprobe aus vormykenischer Zeit in Abb. 1 an. (Konventionelles C¹⁴-Datum 1780 ± 60 B.C., kalibriertes Datum 2250 ± 125 B.C.)

Eine neuerdings erfolgte Messung stratigraphisch gesicherter C¹⁴-Proben aus der Grabung von B. HÄNSEL in Kastanas (Griechenland), die dieser freundlicherweise zur Verfügung stellte, ergibt ebenfalls eine gute Übereinstimmung der konventionellen C¹⁴-Daten mit der gebräuchlichen archäologischen Chronologie (Abb. 2). Eine Kalibration der C¹⁴-Daten, wie sie rechts auf der Tabelle in Abb. 2 eingetragen ist, erscheint undiskutabel.

Damit ergibt sich eine deutliche Diskrepanz zwischen archäologischer Chronologie und den mit ihr weitgehend in Einklang stehenden konventionellen C¹⁴-Daten auf der einen Seite und der jahrringkorrigierten C¹⁴-Daten auf der anderen.

Diese Feststellung muß zur Kenntnis genommen werden und sollte Anlaß sein, in gemeinsamen Bemühun-

C-14 Datierung Kastanas (Griechenland), konventionell und kalibriert

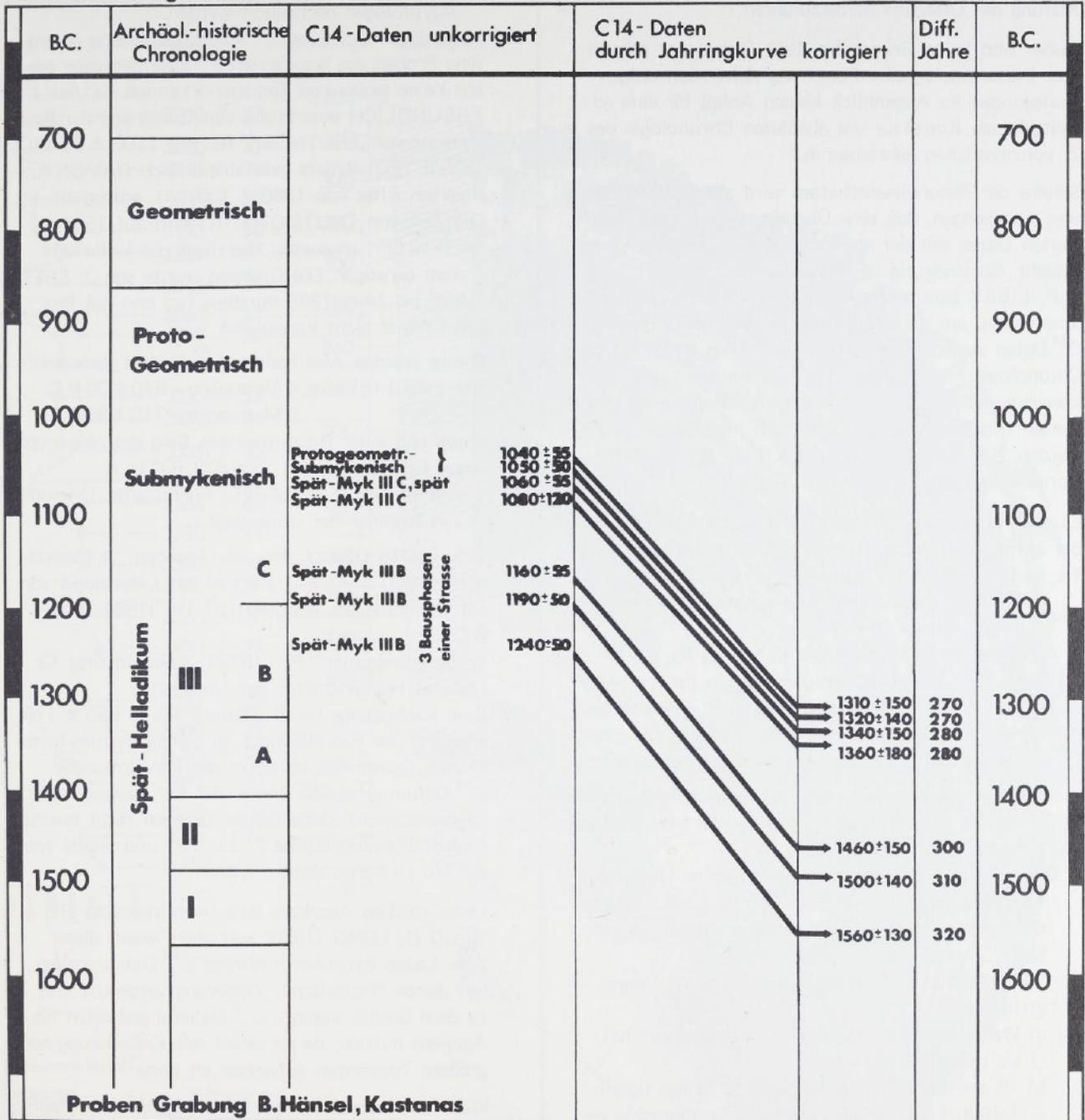


Abb. 2

gen von Archäologie und Naturwissenschaften eine Klärung der Ursachen herbeizuführen.

Bisher sind keine Gründe für diese Diskrepanz erkennbar. Die archäologische Forschung sieht nach obigen Darlegungen im Augenblick keinen Anlaß für eine so weitgehende Korrektur der absoluten Chronologie des 2. vorchristlichen Jahrtausends.

Seitens der Naturwissenschaften wird allenthalben davon ausgegangen, daß eine Übereinstimmung der korrigierten Daten mit der absoluten Chronologie Ägyptens besteht. So eindeutig ist dies jedoch nicht.

W.F. LIBBY benutzte seinerzeit "historische" ägyptische Daten, um die Brauchbarkeit der (konventionellen) C^{14} -Daten zu dokumentieren. Heute wird die ägyptische Chronologie herangezogen, um nachzuweisen, daß die konventionellen C^{14} -Daten falsch und die jahringkorrigierten Daten richtig sind. Natürlich muß eingeräumt werden, daß die Forschung seit LIBBY beträchtliche Fortschritte gemacht hat.

Es sei hier das zusammengefaßt, was zum Problem der ägyptischen Proben ins Feld geführt werden kann:

1. Nicht sämtliche C^{14} -datierten ägyptischen Proben widersprechen mit ihren konventionellen Daten der historischen Chronologie.
2. Die ägyptische Chronologie kann erst ab XII. Dynastie als wirklich gesichert gelten (in die gesicherten Abschnitte fallen also auch die oben behandelten ägyptischen Importe in frühmykenischen Schachtgräbern des vorchristlichen 16. Jahrhunderts).

Für die frühdynastische und vordynastische Zeit differieren die chronologischen Ansätze der verschiedenen Forscher z.T. beträchtlich.

3. Es muß eine gründliche quellenkritische Überprüfung der ägyptischen Proben erfolgen, bevor deren C^{14} -Daten (korrigiert oder nicht korrigiert) in größeren Zusammenhang gestellt werden.

Die Quellenkritik sollte sich auf folgende Fragen erstrecken:

- a) Wann fand die Ausgrabung statt und wer hat sie durchgeführt?
- b) Ist der Bezug der C^{14} -Proben zu einem signifikanten Fundkomplex oder zur Stratigraphie gesichert?
- c) Wo und wie waren die Proben seit der Ausgrabung aufbewahrt; blieben sie unkonservert oder mit welchen Konservierungsmitteln wurden sie behandelt? (Alle wichtigen Grabungsobjekte wurden in der Regel einer Konservierung unterzogen).

Eine derart kritische Beleuchtung der Quellen ist in erschöpfender Form bisher nicht erfolgt,

sollte aber unbedingt durch einen kompetenten Ägyptologen nachgeholt werden.

4. Neuerdings im Kölner C^{14} -Labor gemessene ägyptische Proben aus gesicherten Fundverhältnissen lassen keine eindeutige Tendenz erkennen. So hat J. FREUNDLICH eine Probe von Qurna aus der Grabkammer von THUTMOSIS III. mit 1100 ± 55 B.C. (KN-I. 353) datiert, was einem nach DAMON korrigierten Alter von 1380 ± 130 B.C. entspricht. Die Zeit von THUTMOSIS III. wird auf 1504–1450 v. Chr. angesetzt. Hier liegt das kalibrierte Datum günstiger. Die Grabung wurde von J. SETTGAST im Jahre 1966 durchgeführt und das Probenmaterial nicht konserviert.

Ferner wurden zwei weitere C^{14} -Proben gemessen:
KN – 2381 IBI-Sarg, 4 Messungen = 670 ± 30 B.C.
5 Messungen = 710 ± 30 B.C.

Probe von einer Holzkiste beim Sarg des oberägyptischen Gouverneurs IBI (um 638 B.C.)

Einlieferer: Dr. E. GRAEFE, Freiburg/Br. Orientalisches Seminar der Universität.

KN – 2415 Hawara, Fayum (Ägypten), 4 Messungen = 1680 ± 70 B.C. Häcksel aus Lehmziegel von der Pyramide des AMENMHET III. (1884–1797 B.C.)

Probe entnommen: R. KUPER, Köln, Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität.

Eine Kalibration des IBI-Datums würde 880 ± 110 ergeben. Das Resultat liegt im Vergleich zum historischen Datum viel zu hoch, das konventionelle C^{14} -Datum erheblich besser. Bei der Hawara-Probe ist das konventionelle Datum dagegen recht niedrig. Eine Kalibration ergäbe 2130 ± 95 und würde wieder ein zu hohes Datum ergeben.

Unter solchen Aspekten kann man vielleicht RONALD D. LONG (1976) verstehen, wenn dieser zwei Listen ägyptisch-nubischer C^{14} -Daten vorlegt, mit denen "historische" Datierung vergleicht und zu dem Schluß kommt, C^{14} -Datierungen seien für Ägypten nutzlos, da sie selbst mit Kalibrierung noch größere Toleranzen aufweisen als ohne³⁾.

Wenn alle bisher herangezogenen ägyptischen Proben einer quellenkritischen Überprüfung unterzogen und daneben eine größere Zahl neuer, zuverlässiger Proben gemessen worden sind, mag man vielleicht klarer sehen.

Jedenfalls rechtfertigen die bisherigen Ergebnisse für Ägypten keine allgemeine Anwendung der Kalibration. Und selbst wenn sich die Kalibration als für Ägypten brauchbar erweisen sollte, so wäre damit noch keineswegs die aufgezeigte Diskrepanz zu der

Heidenoldendorf (Kr. Detmold) Stamm Nr. 108

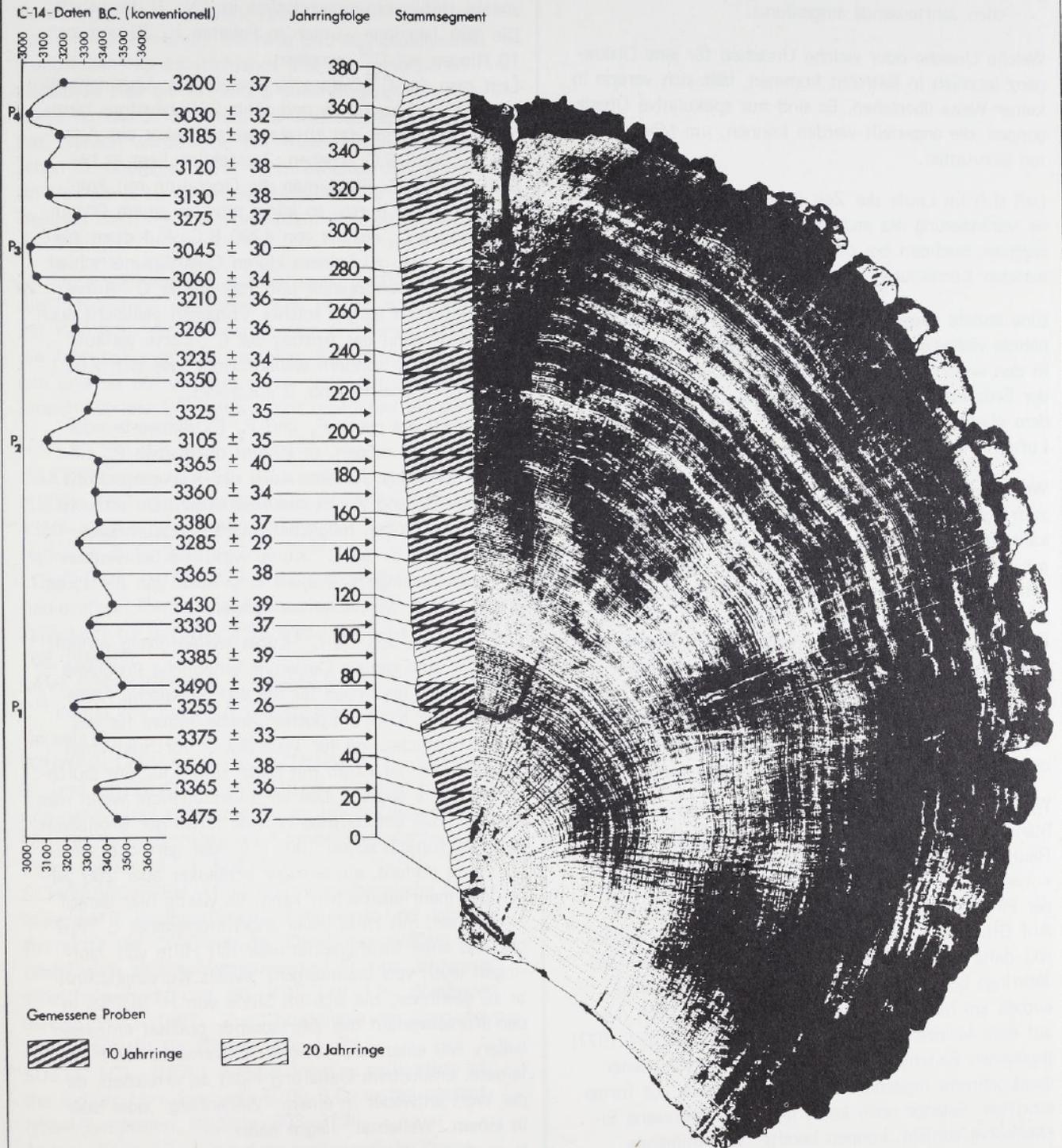


Abb. 3 Jahringfolge und C¹⁴-Daten einer 380jährigen subfossilen Eiche

nord-/mitteleuropäischen Bronzezeitchronologie wie auch der griechischen Chronologie des 2. vorchristlichen Jahrtausends ausgeräumt.

Welche Ursache oder welche Ursachen für jene Diskrepanz letztlich in Betracht kommen, läßt sich vorerst in keiner Weise übersehen. Es sind nur spekulative Überlegungen, die angestellt werden können, um Möglichkeiten abzutasten.

Daß sich im Laufe der Zeit doch neue Fakten für eine Veränderung des archäologischen Chronologiesystems ergeben, erscheint bei der Größe der in Betracht kommenden Korrekturen kaum denkbar.

Eine andere Frage ist, ob entgegen der bisherigen Annahme vielleicht doch Unterschiede der C^{14} -Aktivität in den verschiedenen geographisch-klimatischen Zonen der Erdoberfläche, weniger in der Stratosphäre und dem oberen Teil der Atmosphäre, als in den unteren Luftschichten, in Betracht gezogen werden müssen.

Weiter fragt sich, ob etwa bei den verwendeten Hölzern irgend eine Ursache zu suchen sein könnte. Bekanntlich bildet die unter besonderen Klimabedingungen und in extremer Höhenlage in Arizona und Kalifornien wachsende *Pinus aristata* nicht alle Jahre einen ihrer oft sehr schwachen Zuwachsringe (ca. 5 % der Jahrringe fallen durchschnittlich aus), andererseits – was vielleicht gravierender ist – auch mehrere Zuwachsringe im Jahr bilden kann. Zu prüfen wäre ferner, ob unter Umständen im Chemismus der Bäume, vielleicht in Diffusionsvorgängen innerhalb der Stämme oder von außen wirkend, Ursachen liegen mögen.

Was zunächst einmal angestrebt werden sollte, sind Standardkurven für die einzelnen mitteleuropäischen Räume und letzten Endes eine überregionale Jahrringkurve für ganz Mitteleuropa, um einen Vergleich mit der *Pinus aristata*-Kurve Nordamerikas zu gewinnen. Auf Grund der Art des Holzes ist die Eiche (*Quercus* sp.) dafür besonders geeignet, weil sie regelmäßig gute Jahrringe bildet und außerdem in Nord- und Mitteleuropa am häufigsten zur Verfügung steht. Nach den auf dem Mainzer Symposium (SCHWABEDISSEN 1977) gegebenen Berichten sind die Arbeiten verschiedener dendrochronologischer Laboratorien bereits gut fortgeschritten. Solange noch keine längere geschlossene Eichenkurve vorliegt, können bereits "schwimmende Chronologien" begrenzte Vergleichsmöglichkeiten bieten.

Aus diesem Grunde wurden in unserem Kölner Laboratorium vielringige Eichen durch B. SCHMIDT ausgezählt und die dazugehörige C^{14} -Kurve durch

J. FREUNDLICH gemessen. Als Beispiel sind die an einem 380 Jahrringe umfassenden Eichenstamm erzielten Untersuchungsergebnisse in Abb. 3 dargestellt. Die 380 Jahrringe wurden in Paketen zu 20 und zu 10 Ringen auf C^{14} gemessen.

Legt man das C^{14} -Datum für das jüngste Jahrringpaket (vgl. Abb. 3) zugrunde und zählt 360 Jahrringe hinzu, so müßte sich für das älteste Jahrringpaket ein Alter von ca. 3560 B.C. ergeben. Tatsächlich liegt es bei 3475 ± 37 B.C. Führt man die Operation mit kalibrierten Daten durch, so käme man zu einem Datum von 3450 B.C., anstatt von 4290 B.C. Auf diese Weise gelangt man zu keinem klaren Qualitätsunterschied zwischen konventioneller und korrigierter C^{14} -Kurve. In Wirklichkeit ist ein solches Vorgehen vielleicht auch unkorrekt, denn der Anstieg der C^{14} -Kurve verläuft nicht gradlinig, sondern wellenförmig, was sich z.B. in der C^{14} -Kurve in Abb. 3 ausdrückt.

Wenn auch die peaks P_1 und P_2 Extremwerte oder Ausreißer sein mögen, so scheint doch etwa P_3 ein echter Schlenker zu sein. Auch der Kurvenabschnitt zwischen P_1 und P_2 ist charakteristisch. Da versucht wurde, die Proben möglichst intensiv auszumessen, scheinen sich in der C^{14} -Kurve wirkliche Schwankungen widerzuspiegeln, wie wir es ja auch von der *Pinus aristata*-Kurve Nordamerikas kennen.

Die Tatsache, daß die C^{14} -Kurve wellenförmig verläuft, wirft für eine genaue Datierung erhebliche Probleme auf. Das gilt besonders für die archäologische Fragestellung. Für jüngere Epochen, insbesondere für das 2. vorchristliche und für Teile des 3. vorchristlichen Jahrtausends, ist kaum mit einer Korrektur um Durchschnittswerte gedient. Das wird verständlich, wenn man bedenkt, daß eine einzige Periode, etwa der Bronzezeit, absolutchronisch schon 100–150 oder gar noch weniger Jahre umfaßt, ein einziger Schlenker aber 200 Jahre oder mehr ausmachen kann. Es würde hier darauf ankommen, mit Hilfe vieler engentnommener C^{14} -Proben aus einer Stratigraphie oder mit Hilfe von Jahrringen (evtl. von Baumsärgen) jeweils Kurvenabschnitte zu gewinnen, die sich im Sinne von H. SUESS in den Kurvenverlauf des Jahrtausends präziser einpassen ließen. Mit einem der üblichen Einzelwerte wäre eine feinere, brauchbare Datierung nicht zu erreichen, da der Wert entweder in einem "Wellenberg" oder aber in einem "Wellental" liegen kann.

Natürlich ist der oben behandelte Kurvenabschnitt von 380 Jahren noch viel zu kurz, doch bestehen nach dem Stand der dendrochronologischen Forschung Aussichten auf die baldige Gewinnung längerer Jahrringkurven. Bis solche vorliegen, soll in unserem Institut in Verbindung mit D. DECKSTEIN und B. SCHMIDT ein weiteres

Programm durchgeführt werden, das die Bearbeitung der archäologisch z.T. sehr gut datierten nordischen Baumsäge der Bronzezeit, zusammen mit einer Serie von Eichen aus einem Bohlweg und aus geologischen Fundstellen Norddeutschlands und der kimbrischen Halbinsel, also die Erstellung einer längeren Jahrringkurve für das 2. vorchristliche Jahrtausend, zum Ziel hat. Danach würde dann das Thema der archäologischen Chronologie des 2. vorchristlichen Jahrtausends im Verhältnis zu der konventionellen wie zu der korrigierten Jahrringkurve von neuem aufgegriffen werden können.

Im Sinne vorstehender Ausführungen dürfte aber wohl die Empfehlung am Platze sein, vorerst noch von einer Korrektur der konventionellen C^{14} -Daten durch die Jahrringkurve, also von einer Kalibration, abzusehen und bis auf weiteres so zu verfahren, wie es auch hinsichtlich der C^{14} -Halbwertszeit vereinbart worden ist.

L i t e r a t u r

- BAKKER, J.A., VOGEL, J.C., and WISLANSKI, T.C. (1969): TRB and other C^{14} -dates from Poland (C. 4350–1350 B.C. and 800–900 AD). *Helinium*, 9, 3–27.
- LONG, R.D. (1976): Ancient Egyptian Chronologie, Radiocarbon Dating and Calibration. *Zeitschrift für ägyptische Sprache und Altertumskunde* 103, 30/48.
- SÄVE-SÖDERBERGH, T. und OLSSON, J.U. (1969): C^{14} dating and Egyption Chronology. Nobel-Symposion, Uppsala
- SCHWABEDISSEN, H., SCHÜTRUMPF, R., SCHMIDT, B., und FREUNDLICH, J., (1973): Pollenanalyse, Jahrringanalyse und C^{14} -Datierung in ihrem Zusammenwirken für die urgeschichtliche Chronologie. *Archäolog. Korrespondenzbl.*, 3, 139–162.
- SCHWABEDISSEN, H. (1977): Archäologische Chronologie des 2. vorchristlichen Jahrtausends und Jahrring-Korrektur der C^{14} -Daten. In: *Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa. Erdwissenschaftliche Forschung, Bd. XIII*, 119–125, Wiesbaden.
- SUESS, H.S., (1967): Zur Chronologie des alten Ägypten. *Zeitschrift für Physik*, 202, 1–7.
- SUESS, H.S., (1970): Bristlecone-pine calibration of the radiocarbon time-scale 5200 B.C. to the present. Nobel-Symposion, Uppsala, 303–312.
- 1) Deshalb soll hier auch auf die westeuropäische Bronzezeit-Chronologie (vgl. J.A. Bakker et al., 1969; J.C. Vogel, 1969) nicht näher eingegangen werden.
 - 2) Die Umrechnung der C^{14} -Daten nach DAMON wurde von J. FREUNDLICH besorgt.
 - 3) Den Literaturhinweis verdanke ich der Freundlichkeit von Dr. ERHART GRAEFE, Freiburg/Br.