

Dendrochronologie und hethitische Archäologie – einige kritische Anmerkungen

Dirk Paul MIELKE

Zusammenfassung

Die dendrochronologische Datierung gewinnt zunehmend auch in der hethitischen Archäologie an Gewicht. Eine Voraussetzung zur adäquaten Beurteilung der Daten ist zunächst ein Verständnis der methodischen Grundlagen. Die anatolische Bronze-/Eisenzeit-Dendrokurve ist zwar immer noch nicht bis in die Gegenwart geschlossen, doch konnte durch eine erneute Kalibrierung über Radiokarbondatierungen eine fast-absolute Einhängung erreicht werden. Der Beitrag der Dendrochronologie zur Strukturierung und Datierung liegt vor allem im Bereich der Siedlungs- und Architekturgeschichte. Eine Verknüpfung mit Funden ist auf Grund struktureller Probleme nur selten möglich. Die Erhaltungsbedingungen vieler Proben limitieren in vielen Fällen das Aussagepotential der ermittelten Daten. Von archäologischer Seite fehlt es zudem oft an grundlegenden Informationen über die Befundzusammenhänge, so daß der Quellenwert mancher Dendrodaten erheblich eingeschränkt ist. Ein nicht zu unterschätzendes Problem ist schließlich die verwirrende Publikationslage zu den Dendrodaten.

Einleitung

Die Dendrochronologie als naturwissenschaftliche Methode zur jahrgenauen Datierung hat mittlerweile auch Einzug in die anatolische Archäologie gehalten. Insbesondere aus hethitischen Ausgrabungen sind in den letzten Jahren eine Reihe von Daten publiziert worden, die in chronologischen Diskussionen zunehmend an Gewicht gewinnen. Bei all dem ist jedoch selten eine kritische Auseinandersetzung mit den jeweiligen Daten und methodischen Problemen festzustellen. Im folgenden sollen deshalb die Grundlagen der Dendrochronologie vorgetragen und die bisher vorliegenden Daten auf die Frage hin beleuchtet werden, was sie zur Strukturierung und Datierung in der hethitischen Archäologie beitragen bzw. beitragen können.¹

¹ Die publizierten naturwissenschaftlichen Daten für die Mittel- und Spätbronzezeit Anatoliens sind bereits von J. Yakar 2002 gesammelt und ansatzweise diskutiert worden. Bei den Dendrodaten ist allerdings zu beachten, daß die dort angegebenen Jahreszahlen korrigiert werden müssen, da der Aufsatz vor der erneuten Kalibrierung der Masterkurve (s.u.) verfaßt worden ist.

Die Methode

Anatolien bietet auf Grund seiner naturräumlichen Voraussetzungen zunächst optimale Bedingungen zur Anwendung der Dendrochronologie, da die potentielle natürliche Vegetation mit Ausnahme der Steppen Zentralanatoliens im Bereich des Tuz Gölü fast überall Wälder zuläßt (Hütteroth/Höhfeld 2002, 95–114). Die ehemals ausgedehnten Waldbestände sind heute allerdings stark geschrumpft, doch zeigen paläobotanische Untersuchungen, daß Holz in hethitischer Zeit in ausreichendem Maße vorhanden gewesen ist.² Auch archäologisch ist in der Architektur eine massive Verwendung von Holz nachzuweisen (Naumann 1971, 91–108). Da Holz als organisches Produkt dem biologischen Zerfall ausgesetzt ist, bedarf es besonderer Umstände, damit es über die Jahrtausende erhalten bleibt. Neben einer dauerhaften Lagerung in trockenem Milieu oder einer Konservierung in feuchter Umgebung unter Sauerstoffabschluß bleibt Holz vor allem auch in verkohltem Zustand lange Zeit erhalten. Hierbei handelt es sich um die wohl häufigste Überlieferungsart aus archäologischen Zusammenhängen, verursacht durch unzählige Brände, die im Zuge kriegerischer Auseinandersetzungen oder durch Unfälle ausgelöst wurden. Dabei verbrannte nicht immer das gesamte Holz. Zusammenstürzende Lehmziegelwände oder vergleichbare Umstände führten zur Überdeckung der brennenden Hölzer, die dann wie in einem Meiler langsam karbonisierten. Auch so genannte Schwelbrände führen oft nur zur Verkohlung von Hölzern. Bedeutsam ist, daß hierdurch die Zell- und Gewebestruktur des Holzes weitgehend erhalten bleibt, womit die Möglichkeit zu dendrochronologischen Untersuchungen gegeben ist.

Grundlage der Dendrochronologie ist die Beobachtung, daß Baumarten in Gebieten mit winterlicher Wachstumspause ihren Holzzuwachs in Jahresringen anlegen.³ Sichtbar werden die Jahrringe vor allem dadurch, daß die Bäume zu Beginn und am Ende einer Vegetationsperiode Zellen in unterschiedlicher Art, Größe und Anzahl anlegen. Diese werden als Früh- und Spätholz bezeichnet und setzen sich meist deutlich voneinander ab. Die Breite der Ringe fällt dabei durch klimatische Faktoren (Wasserangebot, Trockenheit usw.) jedes Jahr unterschiedlich aus (Abb. 1). Im Laufe der Lebenszeit eines Baumes entsteht somit eine spezifische Jahrringabfolge, die am Stammquerschnitt zu erkennen ist.⁴ Jenseits der individuellen Ausprägungen lassen sich diese typischen Jahrringabfolgen nun aber auch bei anderen Baumindividuen, zwischen unterschiedlichen Baumarten und sogar über größere Gebiete hinweg beobachten. Für die Dendrochronologie ist dabei vor allem die zeitliche Tiefe von Bedeutung, denn von der Jahrringsequenz der Stammitte eines Baumes findet sich ein Teil der spezifischen Abfolge auch bei den letzten Jahrringen eines

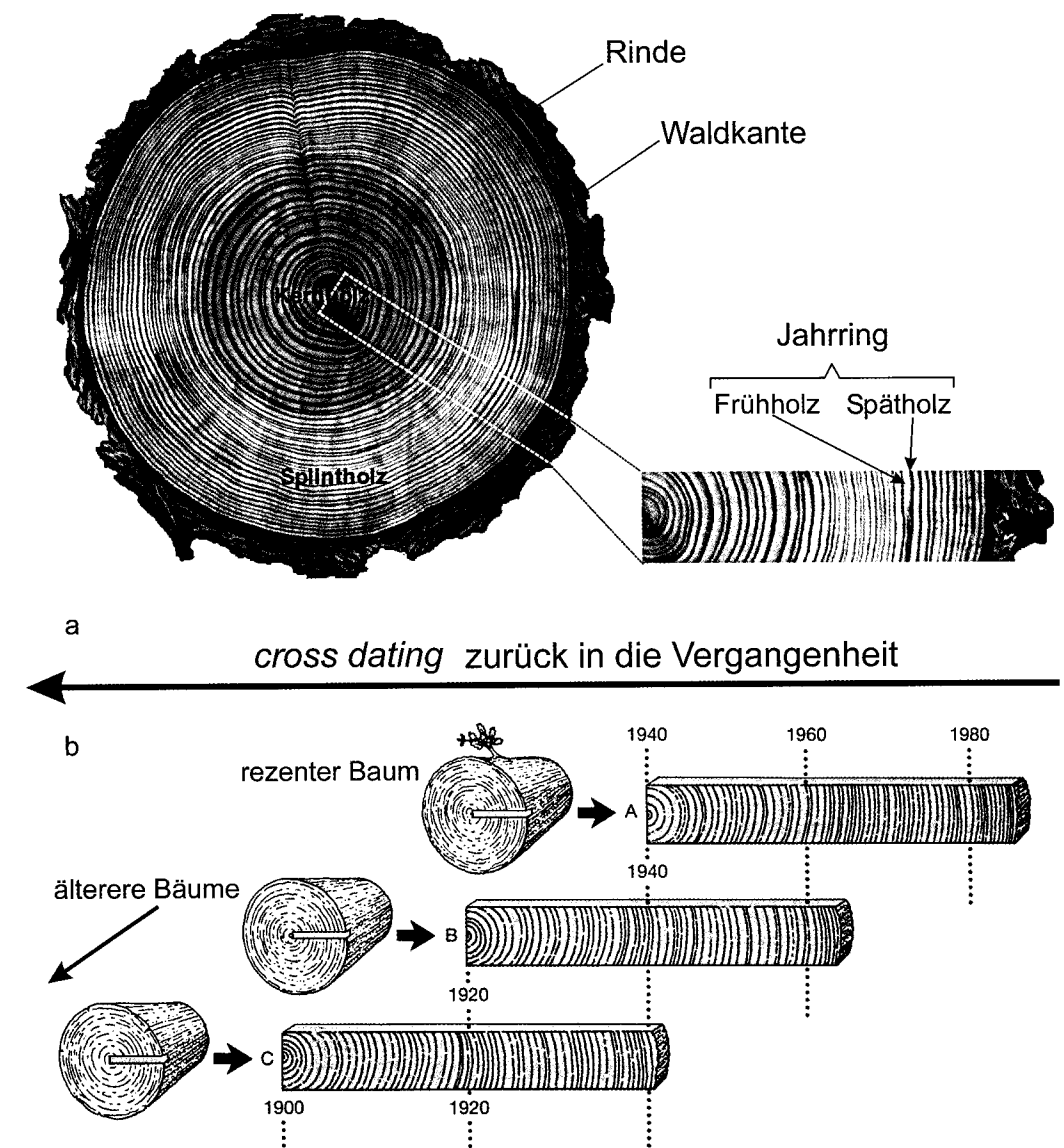


Abb. 1 (a) Querschnitt einer rezenten Tanne mit holzanatomischen Bezeichnungen (Foto-Copyright: H.D. Grissino-Mayer), (b) schematischer Aufbau einer Dendro-Masterkurve durch Überlappung der Jahrringsequenzen (*cross-dating*) verschieden alter Bäume (nach Renfrew/Bahn 2004, verändert).

² Einführend zur Paläobotanik siehe Kuniholm 1997; dort findet sich auch weiterführende Literatur. Darüber hinaus sei auf das Forschungsprojekt von Dörfler et al. zur „Umwelt und Agrarökonomie im Einzugsbereich hethitischer Städte“ hingewiesen (Dörfler et al. 2000). Ein ausführlicher Sammelband zu einem Workshop aus diesem Projekt befindet sich in Vorbereitung.

³ Hölzer aus Zonen mit ununterbrochener Wachstumstätigkeit (Tropenregionen) zeigen hingegen keine Zuwachszonen, so daß sie für dendrochronologische Untersuchungen nicht geeignet sind.

⁴ Dazu muss nicht ein kompletter Baum gefällt oder ein Objekt zersägt werden. Mit einem speziellen Bohrer können Kerne aus dem Querschnitt gezogen werden, während bei wertvolleren Objekten, wie beispielsweise bemalten Hölzern, auch eine direkte Messung der Ringe vor Ort erfolgen kann, sofern diese erkennbar sind.

älteren Baumes wieder. Durch die Überlappung der einzelnen Jahrringsequenzen (*cross-dating*) kann die Lebenszeit der beiden Bäume addiert und somit eine idealtypische, in die Vergangenheit zurückreichende Jahrringabfolge erstellt werden (Abb. 1). Um eine Vergleichbarkeit zwischen individuellen Jahrringabfolgen zu gewährleisten, werden diese üblicherweise als Kurven mit relativen Werten dargestellt (Abb. 2). Eine solche Standardkurve kann nun durch entsprechende ältere Hölzer aus Gebäuden, aus archäologischen Zusammenhängen oder fossilen Bäumen weit in die Vergangenheit zurück zusammengesetzt werden. Holzreste von zunächst unbekanntem Alter können somit auf Grundlage ihrer Jahrringbreitenschwankungen mit einer Standardkurve korreliert werden, wodurch

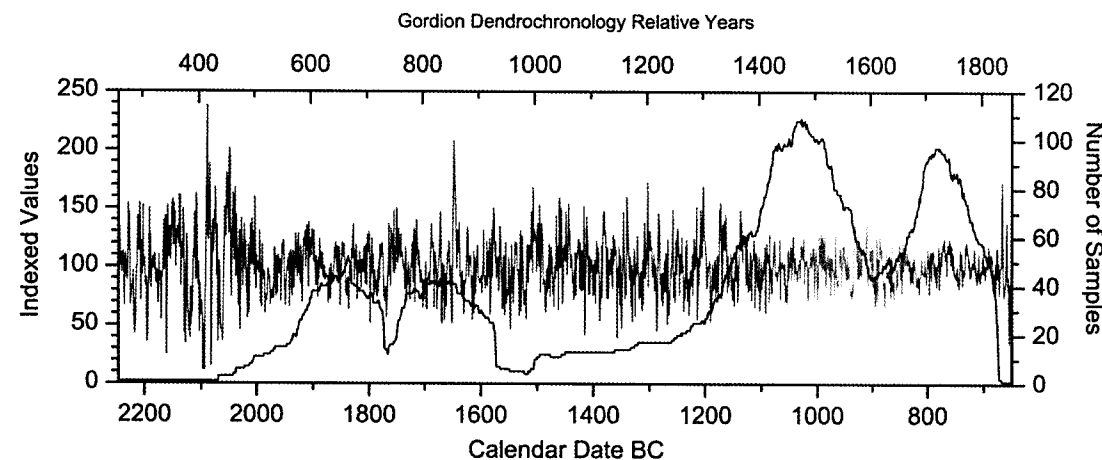


Abb. 2 Bronze-/Eisenzeit-Masterkurve des Aegean Dendrochronology Projects (Stand 2003).

Die Ringbreiten sind mit relativen Werten als graue Kurve dargestellt, während die schwarze Kurve die Anzahl der Proben pro Jahr darstellt. Auf der unteren Skala sind die absoluten Jahresangaben nach der neuen Kalibrierung eingetragen. Die obere Skala stellt die relativen Ringjahre der Gordionkurve dar, die das Herzstück der anatolischen Bronze-/Eisenzeitkurve bildet (nach Kuniholm et al. 2005, fig. 1).

wir für den letzten angelegten Wachstumsring eine jahrgenaue Datierung erhalten. Die Grundidee hinter der Dendrochronologie ist zwar recht simpel, doch ist die konkrete Umsetzung mit vielfachen Schwierigkeiten verbunden.⁵

Voraussetzung zur Anwendung der Dendrochronologie ist zunächst einmal, daß überhaupt eine Standardkurve für die Region zur Verfügung steht. Dazu müssen für die unterschiedlichen Holzarten zunächst Einzelkurven erstellt werden, die zudem aus geographisch bzw. klimatisch gleichen Räumen stammen sollten. Die anatolische Archäologie verdankt diese langwierige und zähe Arbeit dem unermüdlichen Einsatz von Peter Ian Kuniholm, der in den USA ein Labor für *Aegean and Near Eastern Dendrochronology* aufgebaut hat.⁶ Im Laufe von mehr als 30 Jahren konnten von seinem Team im Rahmen des *Aegean Dendrochronology Project (ADP)* mehrere Teilkurven für die wichtigsten Baumarten erstellt werden (Abb. 3). Wegen einer Überlieferungslücke in der römischen Zeit fehlt allerdings bei allen Kurven bis jetzt der Anschluß an rezente Jahrringabfolgen.⁷ Auch Teilsequenzen aus den vor-bronzezeitlichen Epochen konnten bisher nicht lückenlos angehängt werden. Somit handelt es sich um „schwimmende“ Kurven, die allerdings für die Forschung nicht wertlos sind, denn über Radiokarbon (¹⁴C)-Datierungen kann mit Hilfe des *wiggle matching* eine fast absolute Kalibrierung erreicht werden.⁸ Vereinfacht skizziert werden dazu möglichst viele

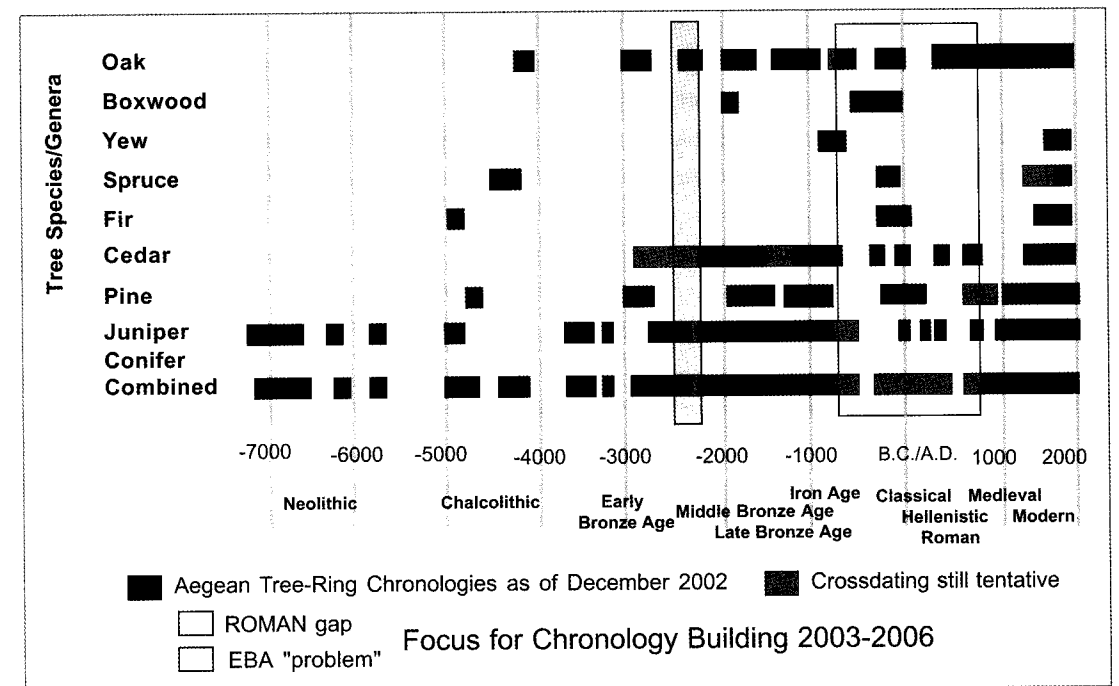


Abb. 3 Übersicht zu den Teilkurven der wichtigsten Baumarten, die bisher von dem Aegean Dendrochronology Project erstellt worden sind. Die Schließung der „römischen Lücke“ gehört zu den vordringlichen Bemühungen.

¹⁴C-Analysen aus den Jahrringen der Holzproben der schwimmenden Kurve erstellt. Da im Verlauf der Jahrtausende der Anteil des ¹⁴C-Gehalts in der Atmosphäre nicht konstant geblieben ist, entsteht so aus der Dendrokurve eine neue Kurve der ¹⁴C-Aktivitätsschwankungen. Diese kann dann wiederum mit einer dendrochronologisch geeichten internationalen Standardkurve (INTCAL98)⁹ in Übereinstimmung gebracht werden. Das spezifische Muster der zusätzlich erstellten Radiokarbonkurve ermöglicht so die Einhängung der schwimmenden Dendrokurve.¹⁰

Für das Thema dieses Bandes ist bedeutsam, daß gerade für die Bronze- und Eisenzeit eine größere zusammenhängende Kurve vorliegt (Abb. 2). Durch zahlreiche Proben verfügt sie über ein solides Fundament (durchschnittlich liegen 32 Bäume pro Jahr vor), so daß innerhalb der Kurve keine dendrochronologischen Fehler mehr möglich sind (Manning et al. 2002, 748, fig. 5; Kuniholm et al. 2005, 41). Diese *Bronze/Iron Age Master Chronology* konnte mittlerweile auf eine Länge von 2009 Jahren ausgedehnt werden (Stand 2003).¹¹ Die erste Kalibrierung dieser schwimmenden Kurve mit 18 hochpräzisen ¹⁴C-Datierungen wurde 1996 in der Zeitschrift *Nature* veröffentlicht, wobei die Kurve damals nur 1503 Jahre

⁵ Zur Einführung in die Dendrochronologie sei auf Kuniholm 2001a und Renfrew/Bahn 2004, 137–141 verwiesen. Etwas veraltet aber immer noch grundlegend und ausführlich sind die beiden Artikel von D. Grosser 1978a und b.

⁶ *The Malcolm and Carolyn Wiener Laboratory for Aegean and Near Eastern Dendrochronology* (Internet: <http://www.arts.cornell.edu/dendro/>).

⁷ Es ist ein vordringliches Ziel des *Aegean Dendrochronology Projects (ADP)*, diese Lücke mit dem „Roman Gap“ Project zu schließen (Kuniholm 2005, 2).

⁸ Zur Methode der Radiokarbonatierung s. Renfrew/Bahn 2004, 141–149 und Kromer 2002.

⁹ Stuiver et al. 1998.

¹⁰ In der Realität ist der Vorgang des *wiggle matchings* jedoch recht komplex und mit vielen Problemen behaftet. Vgl. dazu die Ausführungen bei Manning et al. 2001 und 2003.

¹¹ Zur Datenbasis dieser Kurve siehe Kuniholm et al. 2005, Fig. 1 mit Tab. 1 (hier sind allerdings nur die Daten für das 2. Jahrtausend verzeichnet).

umfaßte (Kuniholm et al. 1996). In dem Artikel wurde eine Fehlertoleranz von $+76/-22$ Kalenderjahren angegeben, was jedoch in der allgemeinen Diskussion kaum beachtet wurde.¹² So hat die 2001 erfolgte erneute Kalibrierung (Manning et al. 2001) im Rahmen des von Sturt Manning initiierten *Eastern Mediterranean Radiocarbon Intercomparison Projects (EMRCP)* vielfach Erstaunen hervorgerufen, da sich gegenüber der Publikation von 1996 eine Verschiebung bzw. Verjüngung um etwa 22 Jahre ergeben hat.¹³ Es gilt jedoch festzuhalten, daß es sich hierbei nicht um eine generelle oder beliebige Unsicherheit von Dendrodatierungen handelt, sondern vielmehr um eine Präzisierung bei der Einhängung einer schwimmenden Kurve. So wurde bei der erneuten Kalibrierung auf das verbesserte INTCAL98 zurückgegriffen und darüber hinaus mit 58 hochpräzisen ^{14}C -Datierungen die Datenbasis für das *wiggle matching* deutlich erhöht. Die Toleranz dieser in *Science* veröffentlichten Kurve beträgt nunmehr nur noch $+4/-7$ Jahre, wobei zu beachten ist, daß die Kurve nur als Ganzes verschoben werden kann und nicht einzelne Daten beliebig in dieser Spanne hin- und hergeschoben werden können.¹⁴ Im Jahre 2003 erfolgte dann durch eine zusätzliche Testmessung mit weiteren ^{14}C -Daten eine Bestätigung dieser Kalibrierung, die zudem gezeigt hat, daß die Toleranz noch geringer anzusetzen ist (Manning et al. 2003). Damit verfügen wir für die Bronze- und Eisenzeit Anatoliens über eine fast-absolute Datierungsmöglichkeit, die für Chronologiefragen von unschätzbarem Wert ist. Der anatolischen Dendrochronologie wird jedoch auch Kritik und sogar heftige Ablehnung entgegengebracht (z.B. Keenan 2002),¹⁵ vor allem mit dem Hinweis, daß es sich um eine schwimmende Kurve handelt. Auf Grund der enormen Datenbasis, die das *Aegean Dendrochronology Project* mittlerweile hervorgebracht hat, und der akkuraten neuen Kalibrierung können m. E. der Methode selbst jedoch kaum noch grundlegende Zweifel entgegengebracht werden.

Diese positive Beurteilung des Potentials der Dendrochronologie schließt allerdings nicht ein, daß auch die vorgelegten Daten einzelner Fundorte über jeden Zweifel erhaben sind. Neben den oben geschilderten Problemen, die mit einer Schließung der „römischen Lücke“ hinfällig werden, gibt es bei der praktischen Anwendung der Methode und vor allem bei der Interpretation der Ergebnisse vielfältige Schwierigkeiten, die den Quellenwert der Daten erheblich einschränken können. So müssen im Durchschnitt mindestens 50 Jahrringe vorhanden sein, um Einzelproben mit der Standardkurve zu synchronisieren (*cross-dating*), was bei den oft stark fragmentierten Holzresten aus archäologischen Befunden aber eher die Ausnahme darstellt. Zudem bereitet es bisweilen große Probleme, die lokalen Besonderheiten, d. h. die spezifischen Boden- und Standorteinflüsse, herauszufiltern. Bei der Interpretation der aus den Jahrringen gewonnenen Daten ist zu beachten, daß diese zunächst nur den Zeitpunkt der Fällung des jeweiligen Baumes angeben. Wann

¹² In einigen Publikationen vor der Veröffentlichung des Artikels in *Nature* wurde die Fehlertoleranz der Kurve pauschal mit ± 37 Jahren angegeben (z. B. Kuniholm et al. 1992, 383f. oder Kuniholm 1993, 372f.)

¹³ Diese Verschiebung wird mit $22 \pm 4/-7$ Jahren angegeben (Manning et al. 2001). Zu beachten ist, daß durch die Fehlertoleranz die alten Daten nicht einfach selbst umgerechnet werden können, sondern die Wissenschaft auf entsprechende Publikationen von Seiten der Dendrochronologie angewiesen ist.

¹⁴ Solange die Dendrokurve nicht bis in die Gegenwart geschlossen ist, sind die entsprechenden Daten als kalibriert (kal.) zu kennzeichnen.

das Holz aber danach verwendet worden ist, muß aus dem entsprechenden Kontext erschlossen werden. Wenn mehrere Proben von Bauhölzern auf den gleichen Zeitpunkt verweisen, wie beispielsweise bei dem Gebäude C der hethitischen Stadtruine von Kuşaklı-Sarissa (Kuniholm/Newton 2002; Mielke *infra*), dann ist die Wahrscheinlichkeit groß, daß das Holz auch unmittelbar nach dem Fällen verbaut worden ist. Vielfach muß jedoch damit gerechnet werden, daß auch älteres Bauholz wiederverwertet wurde.¹⁶ Hier hilft nur eine kritische Analyse der Befunde weiter. Eine jahrgenaue Datierung kann zudem nur erfolgen, wenn die Rinde oder der letzte, meist gut erkennbare Jahrring – die so genannte „Waldkante“ – erhalten ist (vgl. dazu Abb. 1). Da viele Baumarten über ein hartes Kernholz verfügen und die äußeren Jahresringe oft als weiches Splintholz ausgebildet sind, wird dieses bisweilen von Zimmerleuten abgebeilt. Eine Dendrodatierung des Kernholzes ergibt jedoch nur einen sehr vagen *terminus post quem*, da nicht bekannt ist, wie viele Jahrringe fehlen und somit das Fälldatum unbekannt bleibt. Um die leichtfertige Verwendung derartiger Daten auszuschließen, sollten diese vielleicht grundsätzlich mit + X gekennzeichnet werden.¹⁷ Die fehlende Zeitspanne kann dabei mehrere hundert Jahre betragen, vor allem wenn Holz mit engen Wachstumsringen (z.B. Wacholder) vorliegt. Eine genauere Eingrenzung des Fälldatums kann allerdings erfolgen, wenn der Übergang vom Kern- zum Splintholz vorhanden ist, denn die Anzahl der Splintholzringe ist bei vielen Baumarten begrenzt. Bei Eichen sind z. B. die letzten 25–30 Jahre als Splintholz ausgebildet. Damit kann ein entsprechender Mittelwert als Zuschlag auf die Probe angerechnet werden, was die Genauigkeit erhöht. Ein weiteres Problem ist die Datenbreite. Wenn nur eine oder zwei Proben von einem Fundort vorliegen, dann ist nicht nur die dendrochronologische Bestimmung schwierig (Kuniholm et al. 2005, 46), sondern auch die archäologische Interpretation.

Die Daten

Zunächst sei angemerkt, daß aus archäologischer Sicht die Publikationslage zu den Dendrodaten alles andere als zufriedenstellend ist. Zwar werden von Seiten des *Aegean Dendrochronology Projects* in regelmäßigen Abständen Berichte publiziert, doch ist es für den Außenstehenden schwierig und oft verwirrend, die verstreuten Informationen zu sammeln und sich einen aktuellen Überblick zu verschaffen. Hier könnte eine Internetdatenbank mit den wichtigsten Informationen zum Fundort, den dendrochronologischen Analysen und den Befundzusammenhängen hilfreich sein und zudem wären die Angaben vergleichsweise einfach zu aktualisieren. Um Dendrodaten für chronologische Fragen benutzen zu

¹⁵ Zu dem obskuren Aufsatz von Keenan sei auf die „Antwort“ von Manning et al. 2002 verwiesen, die zudem noch einmal gut die Grundlagen der anatolischen Dendrochronologie referiert.

¹⁶ Ein eindringliches Beispiel hierfür ist ein vor 6200 Jahren gefällter Baum, der in einem rezenten türkischen Haus in der Schwarzmeergegend verbaut war (*Aegean Dendrochronology Project December 2001 Progress Report* (<http://www.arts.cornell.edu/dendro/2001news/adp2001.html>)).

¹⁷ In einigen früheren Publikationen haben Kuniholm und sein Team Proben mit erhaltener Rinde mit einem B (*bark*) gekennzeichnet, während Proben, bei denen naheliegt, daß nur wenige Ringe fehlen, mit einem v und Proben, bei denen eine unbekannte Anzahl von Ringen fehlt, mit einem vv gekennzeichnet worden sind (Kuniholm 1996b, 195 mit *note 4*). Diese Kennzeichnung ist leider nicht stringent weiter geführt worden.

können, müssen diese mit Befunden und Funden verknüpft sein. Es kann nicht vehement genug betont werden, daß Dendrodaten ohne irgendwelche Fundzusammenhänge für die Archäologie wertlos sind! Wichtig für die Hethiterforschung ist zunächst, daß mittlerweile auch aus der Kärumzeit eine Reihe von Datierungen vorliegen, die zusammen mit philologischen Daten ein festes chronologisches Gerüst für diese Periode bilden. Ein zusammenfassender Überblick zu diesen Forschungsergebnissen wurde jüngst von Kuniholm und Newton (2004) vorgelegt, so daß auf eine detaillierte Besprechung verzichtet werden kann. Etwas ausführlicher sollen hingegen die zum Teil schon länger bekannten Datierungen aus der eigentlichen hethitischen Zeit beleuchtet werden.

Maşat Höyük

Die dendrodatierten Hölzer aus Maşat Höyük wurden erst einige Zeit nach der letzten Publikation über die Ausgrabungen (Özgüç 1982) von P.I. Kuniholm publiziert (Kuniholm 1993, 372). Dabei handelt es sich um eine aus drei Proben zusammengesetzte kleine Sequenz, deren letzter erhaltener Jahrring nach der neuen Kalibrierung auf 1375 \pm 4/-7 kal. v. Chr. festgesetzt worden ist (Kuniholm et al. 2005, 46). Da keine Rinde erhalten ist, kann nicht gesagt werden, wie viele Jahresringe fehlen, zumal auch keine Informationen zur Kern- oder Splintgrenze, geschweige denn zur Holzart, vorliegen. Dieses Datum liefert somit nur eine äußerst vagen *terminus post quem*. Ferner ist bedauerlich, daß auch keine klaren Informationen zum Fundzusammenhang der Hölzer vorliegen. Bekannt ist lediglich, daß die Proben mit einem Gebäude in Verbindung stehen, daß der obersten hethitischen Schicht I zugerechnet wird und in dem mykenische Keramik gefunden wurde (Kuniholm et al. 2005, 46). In den vorliegenden Publikationen sind die Informationen zu diesem Gebäude allerdings äußerst unzureichend. Zwar liegt ein Grundrißplan vor (Özgüç 1982, 100; Plan 7; Abb. 4a), doch ist das Gebäude ansonsten in keinem weiteren Plan verzeichnet. Die einzige Information zur Lage besagt, daß es in den Planquadraten H/I 5 liegt (Özgüç 1978, 65f.). Somit kann nicht festgestellt werden, in welchem Bezug das Gebäude zu den übrigen Baubefunden der zeitgleichen und auch älteren Schichten steht. Stratigraphische Belege in Form von Profilen sind nicht vorgelegt worden. Für die Frage der genauen Herkunft der Hölzer ist zwar noch interessant, daß auf einigen Befundfotos des Gebäudes deutliche Spuren von senkrechten Pfosten in den Lehmziegelmauern zu erkennen sind (Abb. 4b),¹⁸ doch kann das Holz ebenso gut auch von dem Dach selbst, einem in dem Raum gelagerten Balken oder einem sonstigen Gegenstand stammen. Ohne eindeutige Informationen ist jedoch keine Verknüpfung zwischen dem Gebäude und den datierten Hölzern möglich. Der Fundort in einem Raum des Gebäudes garantiert noch nicht einmal die Schichtzugehörigkeit, da es auch durch Einfüllungen hierher transportiert worden sein kann. Bei den mehrmaligen Vorlagen der Dendrodaten von Maşat wurde immer wieder die Verbindung mit mykenischer Keramik hervorgehoben (Kuniholm 1993, 372; Kuniholm et al. 2005, 46; Yakar 2002, 566), doch ließ man dabei wesentliche methodische Aspekte außer Acht. Unter der wahrscheinlichen Voraussetzung, daß die Hölzer zur

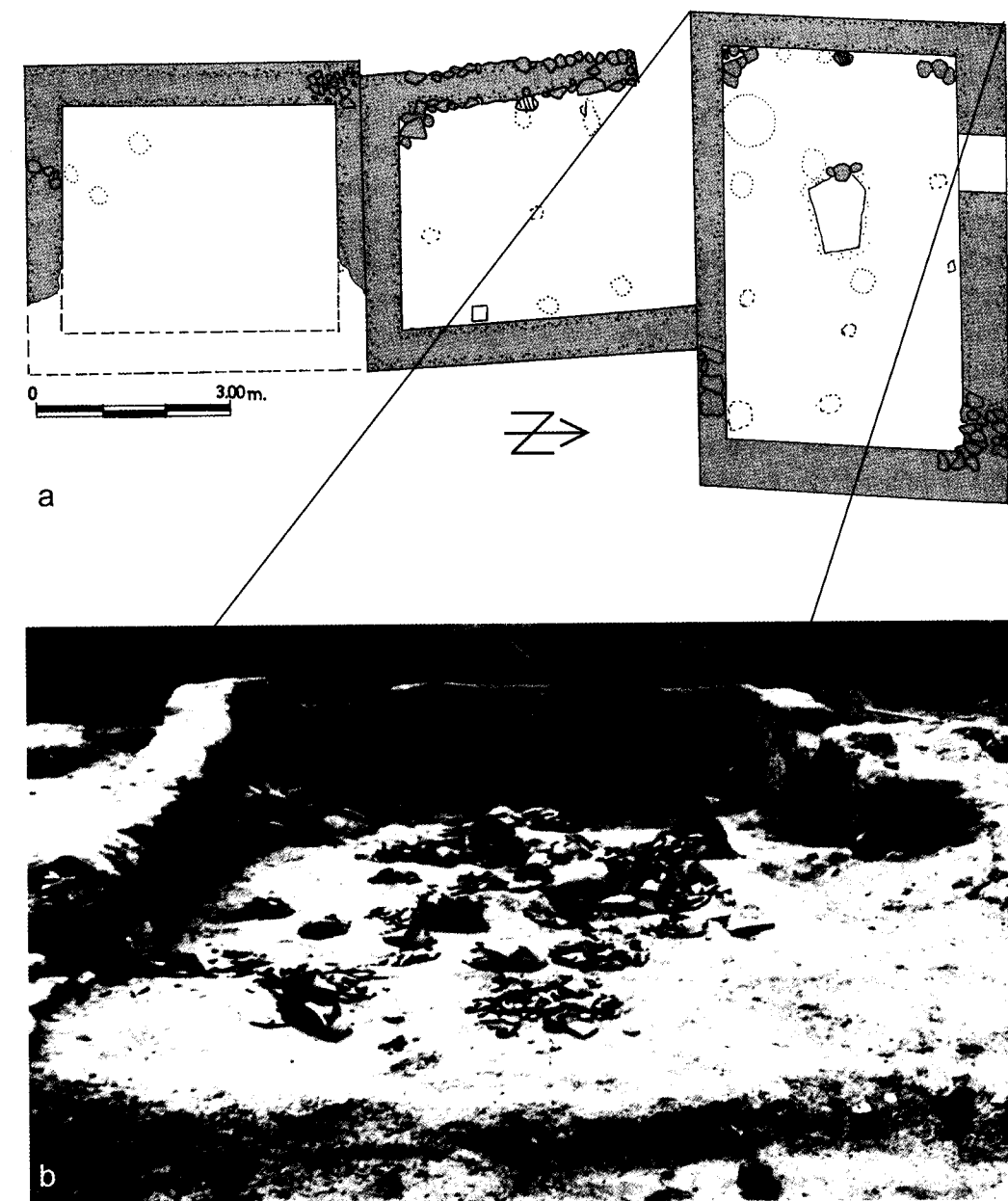


Abb. 4 Maşat Höyük: (a) Grundrißplan eines Gebäudes der Schicht I, aus dem eine Holzprobensequenz dendrochronologisch auf 1375 \pm 4/-7 kal. v. Chr. + X datiert werden konnte (nach Özgüç 1982, plan 7, verändert). Unklar ist allerdings der genaue Fundzusammenhang der Hölzer, (b) auf einem Grabungsfoto sind in den Lehmziegelmauern negativ die vertikalen Spuren von ehemaligen Holzpfählen zu erkennen. Ob die Proben allerdings mit den Architekturresten in Verbindung gebracht werden können, läßt sich aus den bisher publizierten Informationen nicht entnehmen (nach Özgüç 1978, pl. 41.1).

¹⁸ Özgüç 1978, Pl. 41, 1-2.

Bausubstanz gehörten, würden diese ein Errichtungsdatum des Gebäudes angeben. Die Funde stammen hingegen aus der letzten Nutzungsphase des Bauwerks, welches laut Grabungspublikation abgebrannt und aufgegeben worden ist (Özgüç 1978, 66; Özgüç 1982, 100). Zwischen der Errichtung und dem Ende des Gebäudes können aber 5, 10 oder auch 150 Jahre liegen. Hierzu sei angemerkt, daß die Datierung von Zerstörungen grundsätzlich mit großen Schwierigkeiten verbunden ist. Dendrodaten könnten dabei nur aus einer nachfolgenden Periode, in der sie wieder die Errichtungszeit angeben, als *terminus ante quem* genutzt werden.¹⁹ Für Radiokarbondatierungen wird hingegen kurzlebiges Material wie beispielsweise Getreide benötigt, bei dem man einigermaßen sicher davon ausgehen kann, daß es aus der letzten Nutzungsphase stammt. Entsprechende Funde sind jedoch eher die Ausnahme. So bleibt meistens nur das archäologische Fundmaterial, aus dem Informationen gezogen werden können. Eine Grundvoraussetzung dafür ist jedoch, daß die Funde – hauptsächlich Keramik – auch sicher mit den Befunden verknüpft werden können. Die Kriterien dafür sind sehr eng zu setzen, wie das U.-D. Schoop in seinem methodisch grundlegendem Beitrag in diesem Band formuliert hat (Schoop *infra*). Für Maşat Höyük ergibt sich das Problem, daß aus den Publikationen kaum ersichtlich wird, was als Inventar des Hauses gelten kann, da kaum konkrete Angaben zur Fundsituation der Gefäße vorliegen. In der ersten Publikation wurden zwar einige ausgewählte Gefäße aus dem Gebäude vorgestellt (Özgüç 1978, 66, Taf. 45, 1, 4; Taf. 48–50), doch wurde in dem zweiten Band die Keramik der Schicht I nur noch allgemein abgehandelt (Özgüç 1982, 100–103). Neben dieser offensichtlichen Auswahl sind nur die mykenische Keramik (Özgüç 1978, 66, Pl. 83, Pl. 84, Pl. D1; Özgüç 1982, 102f., Pl. 47, 5 u. 6)²⁰ und zwei aus einer Grube stammende Libationsarme dem Gebäude zuzuordnen (Özgüç 1982, 102, Pl. 47, 4a–b). Die zum Teil nur in Fotos vorgelegte hethitische Keramik ist dabei für Feindatierungen nicht geeignet (Schoop *infra*) und kann nur allgemein in die Großreichszeit gesetzt werden. Auch die mykenische Keramik, die von dem Ausgräber in die Stilstufe Späthelladisch IIIB, von anderen in IIIA2 (Genz 2004, 79; Kuniholm et al. 2005, 46) oder auch IIIA2/IIIB (Cline 1996, 68) eingeordnet wird, hilft hier nicht weiter, da neben den Problemen der stilistischen Zuweisung die Dauer von SH IIIB (~ 2. Hälfte 14. und 13. Jahrhundert v. Chr.) bzw. der Übergang von IIIA2 nach IIIB nur sehr grob angegeben werden kann.²¹ Der Libationsarm und die *spindle bottles* aus der Schicht I können ebenfalls nur grob eingrenzbar Datierungshinweise geben (Mielke im Druck). Aus anderen Bereichen der Schicht I von Maşat stammt zudem noch eine Tontafel (Özgüç 1982, 152)²² mit junghethitischem Duktus sowie einige Siegelabdrücke (Özgüç 1978, 66). Alle Funde lassen nur eine grobe Datierung

¹⁹ Vgl. dazu beispielsweise die Ausführungen von J. Yakar (in diesem Band) zu den Dendrodaten aus Assiros in Makedonien/Nordgriechenland.

²⁰ Es handelt sich um insgesamt fünf Gefäße bzw. Fragmente davon, die zu zwei Bügelkannen und drei Flaschen gehört haben. Drei der Gefäße sind annähernd vollständig (eine Bügelkanne und zwei Flaschen). In der Literatur findet sich häufiger die Angabe von sieben Nachweisen mykenischer Keramik, die wohl auf Cline 1994, 68 zurückgeht. Dort wurden die zwei später publizierten Fragmente (Özgüç 1982, 102f., Pl. 47, 5 u. 6), die aber schon in der ersten Publikation erwähnt werden (Özgüç 1978, 127) offensichtlich doppelt gezählt.

²¹ Für eine ausführliche Diskussion zur absoluten Datierung der mykenischen Stilstufen vgl. den aktuellen Artikel von Jung/Weninger 2004.

²² Mst 81/52 = HMK 116. Für weitere Informationen zu dem Stück sei auf Klinger 1995, 79, Anm. 16 verwiesen.

der Schicht I in das 13. und vielleicht noch das Ende des 14. Jahrhunderts v. Chr. zu, wie dies auch in den bisherigen Publikationen geäußert wurde (Özgüç 1982, 100: 1275–1200 v. Chr.; Özgüç 2002, 169: 1300–1200 v. Chr.). Das Datum 1375 +4/-7 kal. v. Chr. + X kann somit auch dahingehend interpretiert werden, daß bei den Hölzern eine beträchtliche Anzahl von Jahresringen fehlen. Doch ist auch dies nur Spekulation. Als Fazit bleibt, daß das Dendrodatum aus Maşat Höyük nicht nur wegen der unbekannten Zahl der fehlenden Jahrringe, sondern vor allem wegen fehlender Informationen zu den Befundzusammenhängen für chronologische Fragen bis auf weiteres unbrauchbar ist.²³

Porsuk

Bei den Dendroproben aus Porsuk ist hingegen die Verknüpfung mit einem Befund gesichert (Abb. 5), denn die Hölzer stammen aus Sub- und Superstrukturen des sogenannten „Poternentores“ an der Westseite des Siedlungshügels (Kuniholm et al. 1992). Bei dieser offensichtlich zur Befestigung gehörenden Anlage handelt es sich um einen langen geknickten Durchgang mit einem ursprünglich darüberliegenden Stockwerk (Pelon 1992). Da der Bereich um diese Anlage nicht ausgegraben ist, bleibt unklar, wie sie im architektonischen Kontext einer Befestigung zu verstehen ist.²⁴ Die Toranlage ist durch eine massive Brandkatastrophe zerstört worden, wobei zahlreiche Hölzer aus den Balkenkonstruktionen der den Gang bildenden Mauern verkohlt und somit erhalten geblieben sind (Abb. 5). Die meisten Hölzer hatten zudem noch ihre Rinde, so daß von dendrochronologischer Seite optimale Bedingungen vorlagen, zumal auch die Datenbreite mit 64 Proben sehr hoch ist (Kuniholm et al. 1992, 380). Die Balken der Mauer stammen von Zeder, Wacholder und Kiefer; die Bäume sind alle um 1549 +4/-7 kal. v. Chr. geschlagen worden (Kuniholm et al. 2005, 45). Damit ist eine Errichtung dieser Anlage in der althethitischen Zeit gesichert. Hölzer aus einem inneren Teil des Tores wurden offensichtlich 31 Jahre früher geschlagen. Ob hier, wie von den Dendrochronologen vermutet, auch eine frühere Errichtung bzw. Erweiterung der Anlage vorliegt (Kuniholm et al. 1992, 384), kann nur durch eine Architekturanalyse geklärt werden. Allerdings scheint der geknickte Verlauf des Ganges derartiges anzudeuten. Wie auch bei Maşat Höyük stammt das Fundmaterial aber aus der letzten Nutzungsphase vor der Zerstörung. Archäologisch handelt es sich um Schuttfüllungen in dem Gang. Die unteren Schichten konnten nach einer plausiblen Analyse von O. Pelon als Reste einer eingestürzten Etagendecke eines oberhalb des Ganges gelegenen Stockwerkes erklärt werden (Pelon 1992, 340). Von den Funden aus dem Zerstörungshorizont ist bisher wenig publiziert worden. Bedeutsam ist zudem, daß hier eine *spindle bottle* zu Tage gekommen ist (Pelon 1992, 340ff., Abb. 42), eine Gefäßform, die auch aus dem in das 14. Jahrhundert v. Chr. zu datierenden Zerstörungshorizont des Gebäudes C von Kuşaklı-Sarissa vorliegt (Müller-Karpe 2003, 392, fig. 9). Als Datierung für den Zerstörungshorizont in Porsuk wurde zwar pauschal die Großreichszeit – vor allem

²³ In Bezug auf den Fundzusammenhang der Proben könnte eine Sichtung der Grabungsunterlagen vielleicht Klarheit verschaffen.

²⁴ Neue Ausgrabungen in Porsuk unter D. Beyer (Beyer 2004 und 2005) knüpfen hier an und werden vielleicht Klarheit bringen.

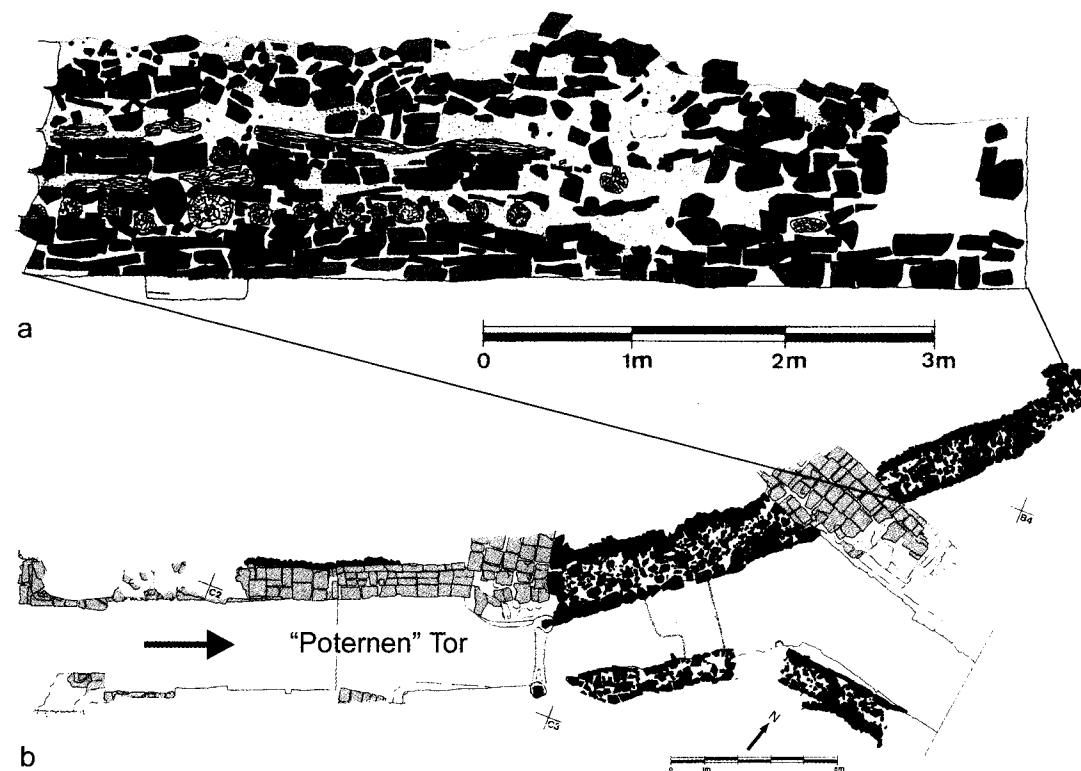


Abb. 5 Porsuk: (a) Steinmauer mit Holzsubstruktionen aus dem hinteren Teil des „Poternentores“ (nach Pelon 1992, fig. 48, verändert), (b) Plan des „Poternentores“ (nach Pelon 1992, plan A, verändert). Die meisten der zahlreichen Proben aus dem Tor waren noch mit Rinde versehen und konnten auf 1549 \pm 4/-7 kal. v. Chr. datiert werden. Der hintere Teil des Ganges ist nach Aussage weiterer datierter Proben 31 Jahre früher errichtet worden.

das Ende des hethitischen Reiches – angegeben (Pelon 1992, 340ff.), doch hat schon P.I. Kuniholm darauf hingewiesen, daß es schwer vorstellbar sei, daß das Tor über so einen langen Zeitraum unverändert bestanden haben soll (Kuniholm et al. 1992, 384). Die *spindle bottle* ist zwar nicht für feinchronologische Auswertungen geeignet, doch nach der Rekonstruktion scheint es sich um ein kleines breitschultriges Gefäß gehandelt zu haben, das zu den frühen Formen dieses Typs gehört, die ihren Schwerpunkt von etwa 1525 bis in die erste Hälfte des 14. Jahrhunderts v. Chr. hatten (Eriksson 1993, 23 und 149ff., Typ VIA1a). Der Vergleich mit dem datierten Zerstörungshorizont von Kuşaklı läßt vermuten, daß auch die Zerstörung des Tores von Porsuk möglicherweise im 14. Jahrhundert v. Chr. zu suchen ist. Damit wären zwischen der Errichtung des Torbaues und der Zerstörung mehr als 150 Jahre vergangen, was jedoch nicht als ungewöhnlich anzusehen ist. Als Fazit sind die Dendrodaten von Porsuk zwar sehr bedeutsam für die Siedlungs- und Architekturgeschichte des Platzes, doch kann kein archäologisches Fundmaterial damit verknüpft werden.²⁵

²⁵ Die dendrochronologischen Untersuchungen von Porsuk werden darüber hinaus wegen eines herausragenden *peaks* um 1650 v. Chr., der mit dem Ausbruch des Thera/Santorin Vulkans in Verbindung gebracht wird (Manning et al. 2001, 2525; Kuniholm et al. 2005, 45), heftig diskutiert.

Kuşaklı-Sarissa

Mit demselben Problem sind auch die Dendrodaten aus Kuşaklı-Sarissa verbunden. Da die Datierungen jedoch in einem eigenen Beitrag ausführlich behandelt werden (Mielke *infra* mit entsprechenden Belegen), sollen hier nur die grundlegenden Fakten kommentiert werden. Die zahlreichen Proben stammen aus mehreren Gebäuden, wobei allerdings nur aus dem Gebäude C bisher Hölzer mit Rinde und Waldkante vorliegen. Die anderen Proben weisen aber fast alle in den gleichen Zeitraum, so daß im Zusammenhang mit weiteren archäologischen Indizien konstatiert werden kann, daß die neu gegründete Stadt etwa zu Beginn des letzten Viertels des 16. Jahrhunderts v. Chr. errichtet worden ist. Die Zerstörung dieser ersten Besiedlungsphase erfolgte im Zuge einer kriegerischen Auseinandersetzung, die archäologisch in das 14. Jahrhundert v. Chr. datiert werden kann (Müller-Karpe 2003, 386ff.). Dendrodaten aus der nachfolgenden Besiedlungsphase liegen mangels entsprechender Holzreste leider nicht vor. Somit stammt auch hier das in dem Zerstörungshorizont gefundene Material weitgehend aus der letzten Nutzungsphase, die mindestens 125 Jahre nach der Errichtung der Gebäude anzusetzen ist. Eine direkte Verbindung der dendrodatierten Befunde mit Funden ist somit nicht mehr möglich, doch wurde in diesem Band versucht, mit Hilfe einer archäologischen Analyse der weit zurückliegenden Errichtungszeit Material zuzuweisen (Mielke *infra*). Die herausragende Bedeutung der Dendrodaten von Kuşaklı-Sarissa liegt jedoch in der Datierung der Architektur- und Siedlungsbefunde, die ein Auslöser für die Hinterfragung der gängigen chronologischen Vorstellungen in der hethitischen Archäologie waren (Müller-Karpe 2003).

Ortaköy-Şapinuwa

Ein weiterer bedeutender Fundort, von welchem Dendrodaten vorgelegt worden sind, ist Ortaköy-Şapinuwa. Hier wurden einige Proben aus den Gebäuden A und B datiert, die allerdings alle ohne Rinde oder Waldkante sind, so daß eine unbekannte Anzahl von Jahrringen hinzu addiert werden muß. Allerdings schienen die Daten im Vergleich zu den Schriftfunden aus dem Zerstörungshorizont zu jung zu sein (Yakar 2002, 565): Gebäude A: 1319 \pm 37 v. Chr. + X (Kuniholm 1994, 283) und 1304 \pm 37 v. Chr. + X (Kuniholm 1996a, 183). Gebäude B: 1365 \pm 37 v. Chr. + X (Kuniholm 1998, 54). Mit der neuen Kalibrierung der Masterkurve sind die Daten noch jünger anzusetzen. Da P.I. Kuniholm jüngst in einem knappen Kommentar darauf hingewiesen hat, daß die Proben aus Ortaköy noch Probleme bereiten (Kuniholm et al. 2005, 46), sind jedoch jegliche Überlegungen zu den vorgelegten Daten verfrüht. Zudem liegen auch keinerlei Angaben zu den Befundzusammenhängen vor, so daß selbst im Falle eines gelungenen *cross datings* viele Fragen offen geblieben wären.

Kilise Tepe

Für die hethitische Archäologie ist darüber hinaus noch Kilise Tepe von Interesse, doch sind die vorliegenden Informationen alles andere als eindeutig. Nach der neuen Kalibrierung der Masterkurve wurde eine Probe publiziert, deren letzter erhaltener Jahrring auf 1403 \pm 4/-7 kal. v. Chr. + X datiert werden kann (Kuniholm et al. 2005, 46). Allerdings

bleibt unklar, aus welchem Kontext die Probe stammt. Vor der erneuten Kalibrierung sind zwei Daten publiziert worden. Eines aus der Schicht IIc, das auf 1350 v. Chr. + X datiert worden ist (Kuniholm 2001b, 82), und eines aus der Schicht IIId, welches ein Datum von 1380 v. Chr. + X ergab (Jackson/Postgate 1999, 548f.). Zu den älteren Daten liegen zwar Informationen zum Kontext vor, doch bleibt unklar, wie das neue Datum dazu steht bzw. welches der alten ersetzt wird. Somit ist es müßig, über diese Daten zu spekulieren. Hier muß die Vorlage entsprechender Informationen abgewartet werden.

Tille Höyük

Schließlich wird immer wieder Tille Höyük in die Diskussion gebracht. Hier liegen gut stratifizierte und dokumentierte Holzfunde (Summers 1993) aus einem Torbau vor (Abb. 6). Die Daten zeigen die Errichtungszeit und eine etwa 70 Jahre später erfolgte Bauveränderung an (Kuniholm et al. 1993).²⁶ Für die letzte Bauphase ist jüngst das korrigierte Datum von 1123 +4/-7 kal. v. Chr. + X publiziert worden (Kuniholm et al. 2005, 46). Zwar bleibt bei den Probenreihen unklar, wie viele Jahrringe bis zur Rinde fehlen, doch kann die Errichtung der massiven Toranlage und der postulierten Kasemattenmauer in der ersten Hälfte des 12. Jahrhunderts v. Chr. angesetzt werden, zumal auch auf Grund der archäologischen Befunde eine gewisse Zeitspanne zwischen der ursprünglichen Errichtung und der Veränderung des Torbaus angenommen werden kann (Summers 1993, 13f.). Die Zerstörung muß dann am Ende des 12. oder im 11. Jahrhundert erfolgt sein. Bedeutsam ist, daß mit der Errichtung in Schicht 9 möglicherweise auch gleichzeitig eine Einführung der spätbronzezeitlichen *drab ware* zu beobachten ist (Summers 1993, 55). Insgesamt wird die Anlage als gezielt angelegte Befestigung interpretiert (Summers 1993, 56). Die Architektur und die Keramik lassen vermuten, daß diese Befestigung unter den Hethitern oder hethitischem Einfluß entstanden ist. Mit der neuen Kalibrierung fällt die Errichtung in eine Zeit, in welcher der hethitische Staat in Zentralanatolien von schweren Krisen gezeichnet ist, um dann um 1180 v. Chr. ziemlich schnell zu verschwinden. Dadurch erhält Tille Höyük einen erhöhten Stellenwert für die Frage der Siedlungskontinuität, aber auch des politischen Weiterlebens der Hethiter bzw. der hethitischen Kultur im Südosten Anatoliens. Das Material aus dem Zerstörungshorizont kann wiederum nicht direkt mit dem Datum der letzten Bauphase verknüpft werden, da unbekannt ist, wie viele Jahrringe fehlen und wieviel Zeit bis zur Zerstörung vergangen ist. Das Argument von G. Summers, daß dieser Zeitraum nicht mehr als einige Jahre gedauert haben kann, da keine Akkumulationen in der Torgasse und den übrigen Bereichen beobachtet wurden (Summers 1993, 14), ist nicht zwingend, da bei einer in Funktion befindlichen Anlage nicht unbedingt mit Ablagerungen zu rechnen ist. Das zeigen auch die Torbauten aus Kuşaklı, wo zwischen der Errichtung und der Zerstörung etwa 150 Jahre liegen, ohne daß nennenswerte Akkumulationen festgestellt werden konnten. Die aus Tille stammende mykenische Bügelkanne ist nicht stratifiziert (Summers 1993, 45), so daß jegliche Verbindungen mit den Dendrodaten spekulativ sind.

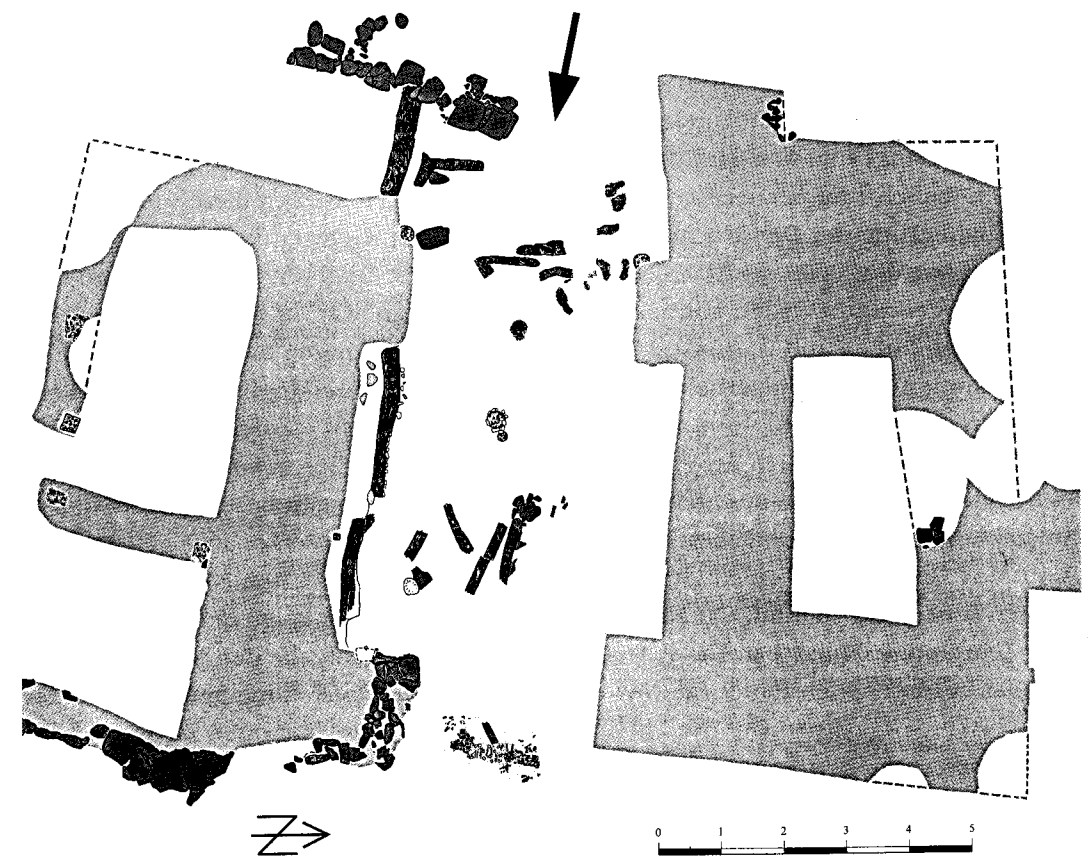


Abb. 6 Tille Höyük: Plan des Tores mit Lage der zahlreichen verbrannten Holzbalken in der Torgasse. Die Hölzer aus der letzten Bauphase haben ein Dendrodatum von 1123 +4/-7 kal. v. Chr. + X erbracht. Die ursprüngliche Errichtungszeit des Tores wird auf Grund weiterer Dendrodaten etwa 70 Jahre früher angesetzt (nach Summers 1993, fig. 22, verändert).

Ulu Burun

Nicht unmittelbar für das hethitische Anatolien, sondern allgemein für die Archäologie der Spätbronzezeit des östlichen Mittelmeerraums von Interesse ist das Schiffswrack von Ulu Burun. Eine bereits 1997 publizierte Datierung hat sich als problematisch erwiesen, da hier Stau- bzw. Feuerholz datiert worden ist (Newton et al. 2005). Eine Probe aus dem ursprünglichen Kiel des Schiffes bot jedoch mehr Sicherheit, doch konnte bei dieser wegen der geringen Anzahl von Jahrringen kein *cross-dating* erfolgen. Eine Datierung des letzten erhaltenen Jahrrings mit Hilfe der Radiokarbonmethode hat ein Datum von 1364 +15/-26 v. Chr. erbracht (Newton et al. 2005). Bei der ganzen Diskussion um die Datierung des Schiffswracks von Ulu Burun wird jedoch kaum beachtet, daß mit den naturwissenschaftlichen Datierungen nur die Entstehungszeit (oder eine Reparatur) des Schiffes erfaßt wird und nicht der Zeitpunkt des Untergangs oder eine Datierung der letzten Ladung erfolgen kann.²⁷ Zwischen diesen beiden Zeitpunkten kann eine vergleichsweise lange Zeit verstrichen sein.

²⁶ Die Daten in dem ausführlichen Bericht müssen nach der neuen Kalibrierung der Masterkurve korrigiert werden.

²⁷ So auch Yakar 2002, 566.

Schlußbetrachtung

Wenn man ein Resümee zu den bisher publizierten Dendrodaten aus hethitischen Kontexten ziehen will, dann fällt zunächst auf, daß die Liste der Fundplätze vergleichsweise kurz ist. Dies hängt zum Teil damit zusammen, daß viele Grabungen zwar gute Holzbefunde erbracht haben (wie Beycesultan oder Alaca Höyük), doch wurden diese zum Teil lange vor der Etablierung der Dendrochronologie durchgeführt. Gelegentlich sind zwar Hölzer aufbewahrt worden, wie aus Alaca Höyük,²⁸ doch bleibt fraglich, in wie weit sie noch Befunden zugeordnet werden können. Andere Grabungen, wie vor allem Boğazköy, können hingegen auf Grund ungünstigerer Erhaltungsbedingungen kaum entsprechende Befundsituationen mit Holzerhaltung vorweisen, so daß keine Möglichkeit zum Einsatz der Dendrochronologie besteht. Hier konnte jedoch der systematische Einsatz von Radiokarbondatierungen einen Ausgleich schaffen (Schoop/Seeher *supra*). Ein strukturelles Problem der Dendrodaten aus archäologischen Zusammenhängen besteht darin, daß die Jahreszahlen in den meisten Fällen die Errichtungszeit eines Bauwerkes anzeigen, während das mit den Befunden vergesellschaftete Material meist aus dem letzten Nutzungszeitraum vor einer Zerstörung stammt. Oft kann nicht gesagt werden, wie lange der dazwischen liegende Zeitraum gedauert hat. Diese Analyse ist weitgehend Aufgabe der Archäologie. Bei vielen der besprochenen Fundorte muß die ernüchternde Feststellung getroffen werden, daß die bisher vorgelegten Dendrodaten wegen fehlender Informationen zu den Fundzusammenhängen keinen Beitrag zur Strukturierung und Datierung in der hethitischen Archäologie geben können. Das Problem liegt dabei nicht in der Methode, sondern auf der Seite der Archäologie. Die Feststellung von C. Renfrew und P. Bahn (2004, 141) zu Problemen bei Radiokarbondatierungen, „*Archaeologists themselves are also the cause of major errors, thanks to poor sampling procedures and careless interpretation*“, kann mit gleicher Vehemenz auf die Dendrochronologie übertragen werden. Die Probleme der schwimmenden Kurve und des *wiggle matchings* über Radiokarbondatierungen sind schließlich mit der neuen Kalibrierung vergleichsweise gering und werden mit der Schließung der römischen Lücke, die hoffentlich nicht mehr allzu lange auf sich warten läßt, hinfällig.

Dendrokronoloji ve Hitit Arkeolojisi – Birkaç Eleştirel Not

Dendrokronolojik tarihlendirme yöntemi, Hitit arkeolojisinde de gittikçe ağırlık kazanmaktadır. Verilerin tutarlı olarak değerlendirilmesinin ilk şartı, yöntemsel esasların kavranmasıdır. Anadolu'nun Tunç/Demir Çağı dendrokronoloji eğrisi gerçi hala günümüze kadar doldurulamamıştır, ancak radyokarbon tarihlemeleriyle yeniden yapılan kalibrasyon sayesinde hemen hemen mutlak bir bağlantıya ulaşılabilmektedir. Dendrokronolojinin Hitit döneminin yeniden düzenlenerek tarihlenmesine katkısı özellikle yerleşim ve mimarlık tarihiyle ilişkilidir. Buluntularla bağlantı kurmak yapısal sorunlar nedeniyle çok nadir mümkün olmaktadır. Numunelerin bir çoğunun korunma koşulları, elde edilen tarihlerin kullanılma potansiyelini kısıtlamaktadır. Arkeolojik açıdan sıklıkla buluntu ilişkisi hakkında esassı bilgilerin eksik oluşundan ötürü, bazı dendrokronolojik tarihlerin kaynak değeri çok kısıtlıdır. Son olarak, ağaç halkası tarihlerinin yayınlardaki karmaşık durumu da küçümsenmeyecek bir sorundur.

Bibliographie

- Beyer 2004 D. Beyer *et alii*, Porsuk: Rapport Sommaire sur la Campagne de Fouilles de 2003. *Anatolia Antiqua* XII, 2004, 267–281.
- Beyer 2005 D. Beyer *et alii*, Porsuk (Zeve Höyük): Rapport Sommaire sur la Campagne de Fouilles de 2004. *Anatolia Antiqua* XIII, 2005, 295–318.
- Cline 1996 E. H. Cline, *Sailing the Wine-Dark Sea. International trade and the Late Bronze Age Aegean*. BAR International Series 591 (Oxford 1994).
- Dörfler et al. W. Dörfler, R. Neef, R. Pasternak, Untersuchungen zur Umweltgeschichte und Agrarökonomie im Einzugsbereich hethitischer Städte. *Mitteilungen der Deutschen Orient-Gesellschaft* 132, 2000, 367–380.
- Eriksson 1993 K. Eriksson, *Red Lustrous Wheel-Made Ware*. Studies in Mediterranean Archaeology 103 (Jonsred 1993).
- Genz 2004 H. Genz, Eine mykenische Scherbe aus Boğazköy. *Archäologischer Anzeiger* 2004, 77–84.
- Grosser 1978a D. Grosser, Dendrochronologische Altersbestimmungen. In: B. Hrouda (Hrsg.), *Methoden der Archäologie. Eine Einführung in ihre naturwissenschaftlichen Techniken* (München 1978) 125–138.
- Grosser 1978b D. Grosser, Holzbestimmungen. In: B. Hrouda (Hrsg.), *Methoden der Archäologie. Eine Einführung in ihre naturwissenschaftlichen Techniken* (München 1978) 298–326.
- Hütteroth/Höhfeld 2002 W.-D. Hütteroth, V. Höhfeld, *Türkei*. Wissenschaftliche Länderkunden (Darmstadt 2002).
- Jackson/Postgate 1999 M.P.C. Jackson, J.N. Postgate, Kilise Tepe 1997: A Summary of the Principal Results. In: XX. *Kazı Sonuçları Toplantısı*, Tarsus 1998 (Ankara 1999) 541–557.
- Jung/Weninger 2004 R. Jung, B. Weninger, Kastanas and the Chronology of the Aegean Late Bronze and Early Iron Age. In: T. Higham, C.B. Ramsey, C. Owen (Hrsg.), *Radiocarbon and Archaeology. Fourth International Symposium, Oxford 2002* (Oxford 2004) 209–228.
- Keenan 2002 D.J. Keenan, Why early-historical radiocarbon dates downwind from the Mediterranean are too early. *Radiocarbon* 44.1, 2002, 225–237.
- Klinger 1995 J. Klinger, Das Corpus der Maşat-Briefe und seine Beziehungen zu den Texten aus Hattuša. *Zeitschrift für Assyriologie* 85, 1995, 74–108.
- Kromer 2002 B. Kromer, Radiokarbondatierung, s.v. Naturwissenschaftliche Datierungen in der Archäologie § 2. In: *Reallexikon der germanischen Altertumskunde* Bd. 20 (Berlin, New York 2002²) 573–577.
- Kuniholm 1993 P.I. Kuniholm, A date-list for Bronze Age and Iron Age monuments based on combined dendrochronological and radiocarbon evidence. In: M.J. Mellink, E. Porada, T. Özgüç (Hrsg.), *Aspects of art and iconography: Anatolia and its neighbors. Studies in honour of Nimet Özgüç* (Ankara 1993) 371–373.
- Kuniholm 1994 P.I. Kuniholm, Aegean Dendrochronology Project 1992/1993 Annual Progress Report. In: IX. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, Ankara 1993 (Ankara 1994) 281–291.
- Kuniholm 1996a P.I. Kuniholm, Aegean Dendrochronology Project: 1993–1994. In: XI. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, Ankara 1995 (Ankara 1996) 181–187.
- Kuniholm 1996b P.I. Kuniholm, Aegean Dendrochronology Project: 1994–1995. In: XI. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, Ankara 1995 (Ankara 1996) 189–201.
- Kuniholm 1997 P.I. Kuniholm, s.v. Climatology. In: M. Meyers (Hrsg.), *The Oxford Encyclopedia of Archaeology in the Near East* 2 (Oxford 1997) 37–38.
- Kuniholm 1998 P.I. Kuniholm, Aegean Dendrochronology Project 1996–1997 Results. In: XIII. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, Ankara 1997 (Ankara 1998) 49–63.
- Kuniholm 2001a P.I. Kuniholm, Dendrochronology and other Applications of Tree-ring Studies in Archaeology. In: D.R. Brothwell, A.M. Pollard (Hrsg.), *Handbook of Archaeological Sciences* (Chichester 2001) 35–46.
- Kuniholm 2001b P.I. Kuniholm, Aegean Dendrochronology Project 1999–2000 Results. In: XVI. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, Izmir 2000 (Ankara 2001) 79–84.
- Kuniholm 2005 P.I. Kuniholm, Aegean Dendrochronology Project: 2003–2004 Results. In: XX. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, Konya 2004 (Ankara 2005) 1–3.
- Kuniholm et al. 1992 P.I. Kuniholm, S.L. Tarter, M.W. Newton, C.B. Griggs, Dendrochronological Investigations at Porsuk/Uluışla, Turkey. Preliminary report, 1987–1989. *Syria* 69, 1992, 381–388.

²⁸ *The Prehistoric Aegean: Dendrochronological Progress as of 1995* (<http://www.arts.cornell.edu/dendro/acta/acta.html>).

- Kuniholm et al. 1993 P.I. Kuniholm, S.L. Tarter, C.B. Griggs, Dendrochronological Report. In : Summers 1993, 179–190 (Appendix 2).
- Kuniholm et al. 1996 P.I. Kuniholm, B. Kromer, S.W. Manning, M. Newton, C.E. Latini, M.J. Bruce, Anatolian Tree Rings and the Absolute Chronology of the Eastern Mediterranean, 2220–718 BC. *Nature* 381, 1996, 780–783.
- Kuniholm et al. 2005 P.I. Kuniholm, M.W. Newton, C.B. Griggs, P.J. Sullivan, Dendrochronological Dating in Anatolia: The Second Millenium BC. In: Ü. Yalçın (Hrsg.), *Anatolian Metal III. Der Anschnitt*, Beiheft 18 (Bochum 2005) 41–47.
- Kuniholm/Newton 2002 P.I. Kuniholm, M.W. Newton, Dendrochronological Investigations at Kuşaklı/Sarissa. In: A. Müller-Karpe, Untersuchungen in Kuşaklı 2001. *Mitteilungen der Deutschen Orient-Gesellschaft* 134, 2002, 339–342.
- Kuniholm/Newton 2004 M.W. Newton, P.I. Kuniholm, A Dendrochronological Framework for the Assyrian Colony Period in Asia Minor. *TÜBA-AR VII*, 2004, 165–176.
- Manning et al. 2001 S.W. Manning, B. Kromer, P.I. Kuniholm, M.W. Newton, Anatolian Tree Rings and a New Chronology for the East Mediterranean Bronze-Iron Age. *Science* 294, December 2001, 2532–2535.
- Manning et al. 2002 S.W. Manning, M. Barbetti, B. Kromer, P.I. Kuniholm, I. Levin, M.W. Newton, P.J. Reimer, No systematic early bias to Mediterranean ¹⁴C ages: radiocarbon measurements from tree-ring and air samples provide tight limits to age offsets. *Radiocarbon* 44.3, 2002, 739–754.
- Manning et al. 2003 S.W. Manning, B. Kromer, P.I. Kuniholm, M.W. Newton, Confirmation of near-absolute Dating of East Mediterranean Bronze-Iron Dendrochronology. *Antiquity* 77, 295, March 2003 (der Artikel ist nur in der Antiquity-Projekt-Galerie im Internet zugänglich: <http://www.antiquity.ac.uk/ProjGall/Manning/manning.html>).
- Mielke im Druck D.P. Mielke, Red Lustrous Wheelmade Ware from Hittite Contexts. In: M. Bietak, I. Hein (Hrsg.), Proceedings of the SCIEM 2000 Conference “*The Lustrous Wares of LB Cyprus and the Eastern Mediterranean*”, 4.–7. November 2004 (Wien).
- Müller-Karpe 2003 A. Müller-Karpe, Remarks on Central Anatolian Chronology of the Middle Hittite Period. In: M. Bietak, H. Hunger (Hrsg.), *The Synchronisation of Civilisations in the Eastern Mediterranean in the second millennium B.C.* II. Proceedings of the SCIEM 2000 – EuroConference, Haindorf, 2nd of May – 7th of May 2001. Contributions to the Chronology of the Eastern Mediterranean 4 (Wien 2003) 383–394.
- Naumann 1971 R. Naumann, *Architektur Kleinasiens von ihren Anfängen bis zum Ende der hethitischen Zeit* (Tübingen 1971²).
- Newton et al. 2005 M.W. Newton, S. Talamo, C. Pulak, B. Kromer, P.I. Kuniholm, Die Datierung des Schiffswracks von Uluburun. In: Ü. Yalçın, C. Pulak, R. Slotta (Hrsg.), *Das Schiff von Uluburun. Welthandel vor 3000 Jahren* (Bochum 2005) 115–116.
- Özgüç 1978 T. Özgüç, *Maşat Höyük kazıları ve çevresindeki araştırmaları. Excavations at Maşat Höyük and investigations in its vicinity* (Ankara 1978).
- Özgüç 1982 T. Özgüç, *Maşat Höyük II. Boğazköy'ün kuzeydoğusunda bir Hitit merkezi. A Hittite Centre northeast of Boğazköy* (Ankara 1982).
- Özgüç 2002 T. Özgüç, Maşat Höyük. In: Kunst- und Ausstellungshalle der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.), *Die Hethiter und ihr Reich. Das Volk der 1000 Götter* (Bonn 2002), 168–171.
- Pelon 1992 O. Pelon, Quatre campagnes à Porsuk (Cappadoce Méridionale) de 1986 à 1989. *Syria* 69, 1992, 305–347.
- Renfrew/Bahn 2004 C. Renfrew, P. Bahn, *Archaeology: Theories, Methods and Practice* (London 2004⁴).
- Stuiver et al. 1998 M. Stuiver, P.J. Reimer, E. Bard, J.W. Beck, G.S. Burr, K.A. Hughen, B. Kromer, G. McCormac, J. van der Plicht, M. Spurk, INTCAL98 radiocarbon age calibration, 24.000–0 cal BP. *Radiocarbon* 40.3, 1998, 1041–1083.
- Summers 1993 G.D. Summers, *Tille Höyük 4. The Late Bronze Age and the Iron Age Transition* (Ankara 1993).
- Yakar 2002 J. Yakar, Towards an absolute chronology for Middle and Late Bronze Age Anatolia. *Anadolu Araştırmaları XVI*, 2002, 557–570.