Zeitschrift: Archäologie im Kanton Bern : Fundberichte und Aufsätze = Archéologie dans le canton de Berne : chronique archéologique et textes

Herausgeber: Archäologischer Dienst des Kantons Bern

Band: 3A/3B (1994)

Artikel: Erlach-Heidenweg 1992 : Herstellung und Datierung des (früh)bronzezeitlichen Einbaumes

Autor: Verhoeven, Peter / Suter, Peter J. / Francuz, John

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-726423

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Erlach - Heidenweg 1992. Herstellung und Datierung des (früh)bronzezeitlichen Einbaumes

Peter Verhoeven, Peter J. Suter und John Francuz

Im Herbst 1991 meldete die Seepolizei dem ADB, dass nördlich des auf die St. Petersinsel führenden Heidenwegs, etwa 250 m vom Ufer entfernt, aus dem Seegrund ragende Teile eines Einbaumes entdeckt worden waren.
Anlässlich eines ersten Tauchganges am 24. Oktober 1991 wurden die Fundlage lokalisiert und erste Dokumentationen ausgeführt. Der Rumpf des Bootes war zu diesem Zeitpunkt bis auf den massiven Heckteil, der teilweise freigespült war (Abb. 1), nicht sichtbar. Hingegen ragten die oberen Bordwände des Einbaumes über die ganze Länge aus dem seekreideartigen Seeboden hervor (vgl. Abb. 2–3). Die an der Oberfläche liegenden Teile waren mit Algen bewachsen und der Verwitterung ausgesetzt (ausgelaugte, faserige Struktur des Holzes)[1]. Schon damals fiel die Vollständigkeit des Bootes auf. Aber erst anlässlich der Bergung konnten wir dessen ausserordentlich guten Erhaltungszustand[2] genauer erkennen und feststellen, dass dieser Einbaum nie fertiggestellt worden ist. Der glückliche Zufall, ein sehr gut erhaltenes Einbaum-Halbfabrikat geborgen zu haben, ermöglichte es uns, wichtige neue Erkenntnisse zur Herstellung prähistorischer Einbäume in Erfahrung bringen zu können (Kap. 2).

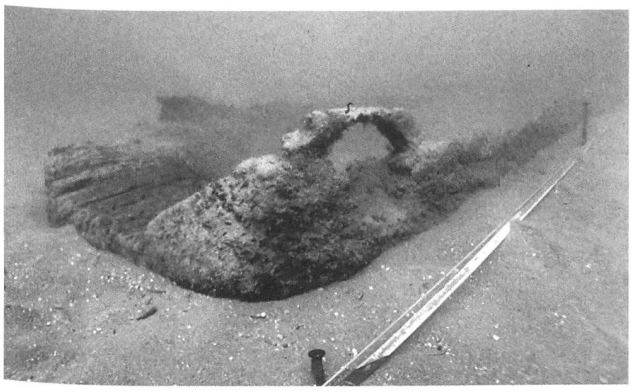

Abb. 1: Erlach - Heidenweg 1992. Erster Tauchgang beim Einbaum im Winter 1991. Während das Heck (mit seitlicher Öse) deutlich aus dem Seegrund ragt ...

1. Bergung und Dokumentation

Nach der genauen Vermessung der Fundlage
- Bug: 575.592.92/212.019.45, 427.06 müM
- Heck: 575.585.21/212.016.32, 427.09 müM

konnte der knapp 8 m lange Einbaum am 3./4. März 1992 durch die Bielersee-Tauchequipe mit Hilfe der Seepolizei geborgen werden.
Dazu wurden zunächst die im Innern des Einbaums abgelagerten Sedimente entfernt und der Schiffsrumpf so weit freigelegt, dass dieser immer noch auf dem Seegrund

1 Beim Ausgraben des Einbaumes war zu beobachten, dass die Verwitterung bis unter das aktuelle Seebodenniveau reichte (ältere Erosionsgrenze). Die Verwitterungsgrenzen sind sowohl auf unseren Zeichnungen (Abb. 19,A+D) festgehalten als auch auf verschiedenen Foto-Abbildungen (z.B. Abb. 18 und 24–25) deutlich zu erkennen.

2 Dass sogar Bearbeitungsspuren im weicheren Splintholz noch in aller Deutlichkeit zu erkennen sind, bedingt eine rasche Einsedimentierung des Bootes nach seinem Verlust oder seiner Aufgabe.

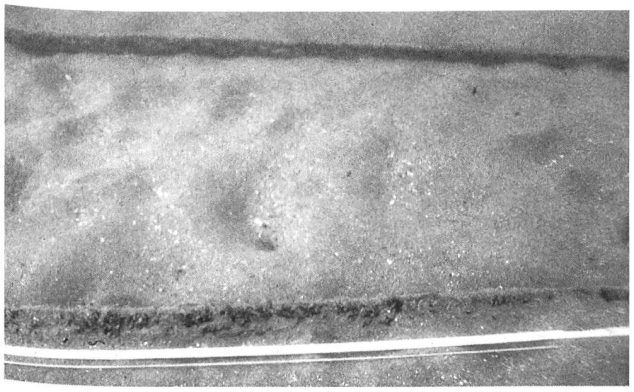

Abb. 2: Erlach - Heidenweg 1992. Erster Tauchgang beim Einbaum im Winter 1991. ... sind die Bordwände im Mittelschiff nur knapp freigespült und ...

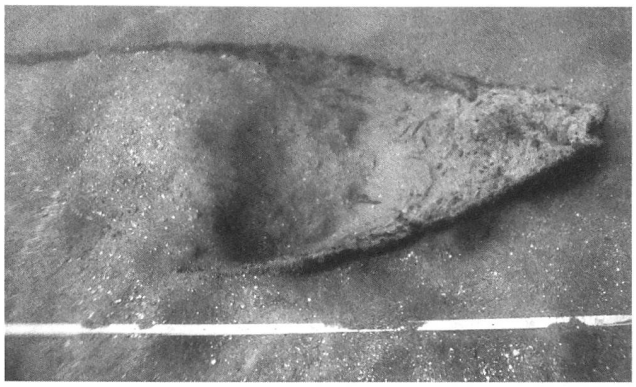

Abb. 3: Erlach - Heidenweg 1992. Erster Tauchgang beim Einbaum im Winter 1991. ... der Bug – und damit die Gesamtlänge des Bootes – erneut klar zu erkennen.

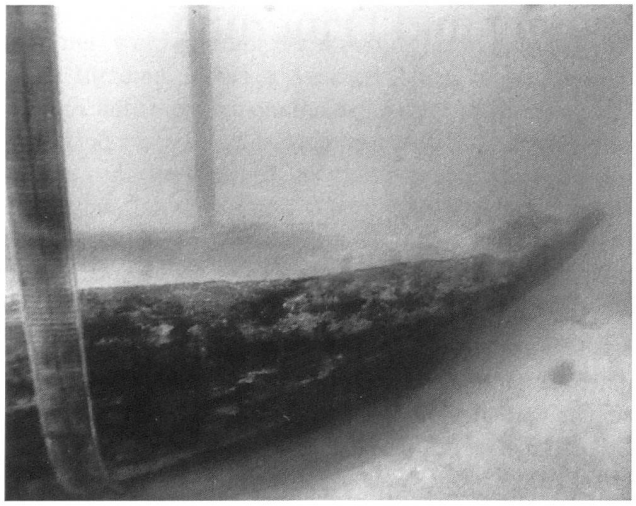

Abb. 4: Erlach - Heidenweg 1992. Bergung des Einbaumes. Die Hebegurte sind am Bug des Einbaums angebracht.

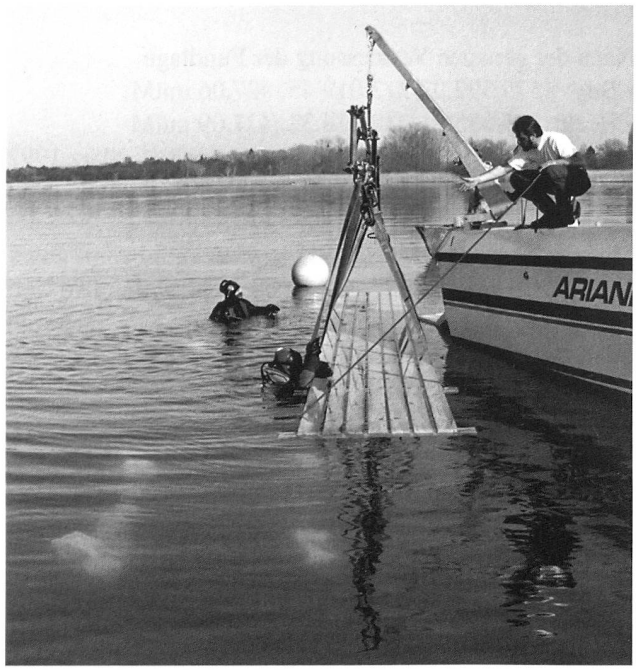

Abb. 5: Erlach - Heidenweg 1992. Bergung des Einbaumes. Mit Hilfe des Auftriebs des Holzkistendeckels und der an einem Gestänge fixierten Gurten (gleichmässiger Zug) wird der vom Boden gelöste Einbaum mit dem Kran in die auf dem Seegrund bereitgestellte Holzkiste (links im Bild) gehievt.

haften blieb. Nun wurde der Rumpf an mehreren Stellen untergraben, um Hebegurten anzubringen (Abb. 4). Um den Einbaum gleichmässig vom Seegrund loszulösen, wurde der Auftrieb des Deckels des – speziell für die Einbaum-Bergung gezimmerten – Holzkastens ausgenutzt. Dieser wurde nämlich unter die Wasseroberfläche gedrückt und mit den unter dem Einbaum durchgeführten Hebegurten verbunden. Der so gelöste Einbaum konnte nun mittels eines an den Gurten befestigten Gestänges, das einen gleichmässigen Zug garantierte, in die im Wasser

Abb. 6: Erlach - Heidenweg 1992. Bergung des Einbaumes. Die den Einbaum beinhaltende Holzkiste wird mit Hebesäcken knapp unter die Wasseroberfläche gehoben und zum Transport längsseits am Schiff der Seepolizei befestigt.

bereitgestellte Holzkiste gehievt werden (Abb. 5). Diese wurde alsdann mit Hilfe von Hebesäcken knapp unter die Seeoberfläche gehoben und mit dem Kran längsseits des Polizeibootes befestigt (Abb. 6). So konnte die wertvolle Fracht, ohne Schaden zu nehmen, von der Fundstelle in den Kanalhafen bei Erlach gebracht werden. Hier wurde die Kiste samt Inhalt mit einer Seilwinde sorgfältig über den Slip auf den Trockenbootsplatz gezogen (Abb. 7–8).

Vom 5.–10. März 1992 erfolgte die zeichnerische und fotografische Dokumentation des Einbaums (Abb. 19) sowie die Entnahme der Proben für die Dendrochronologie und C14-Datierung (Abb. 9).[3]

Da bis heute in der Schweiz eine dauerhafte Konservierung eines derart grossen, aus einem einzigen Teil bestehenden Holzobjektes nicht gewährleistet werden kann, entschloss man sich, den Einbaum nach Abschluss der Dokumentationsarbeiten in dem eigens dafür konstruierten «Holzsarg» im Grundwasser zwischenzulagern (vgl. Abb. 10), bis die Abklärungen über eine Konservierung im Ausland abgeschlossen sein würden.

3 Einen ersten Überblick über den 1992 geborgenen Einbaum haben wir im Sommer 1993 veröffentlicht: Suter/Francuz/Verhoeven 1993, 53ff. Dazu Fundberichte in JbSGUF 77, 1994, 175 und AKBE 3, 1994, 59 f.

Abb. 7: Erlach - Heidenweg 1992. Bergung des Einbaumes. Im Kanalhafen von Erlach wird die Transportkiste samt Einbaum sorgfältig an Land gezogen.

Abb. 8: Erlach - Heidenweg 1992. Bergung und Dokumentation des Einbaums. Zum Zwecke der Dokumentation muss der Einbaum grob gereinigt werden.

Abb. 9: Erlach - Heidenweg 1992. Bergung und Dokumentation des Einbaums. Entnahme der Dendroproben.

Abb. 10: Erlach - Heidenweg 1992. Der Einbaum wird in seinem «Holzsarg» zwecks seiner Zwischenlagerung wieder im Grundwasser versenkt.

Abb. 11: Erlach - Heidenweg 1992. Wiederausgraben und Verladen des Einbaumes im Herbst 1993. Die Holzkiste mit dem Einbaum wird mit dem Bagger freigelegt; dazu saugen Pumpen das Grundwasser in der Grube ab.

Abb. 12: Erlach - Heidenweg 1992. Wiederausgraben und Verladen des Einbaumes im Herbst 1993. Die Holzkiste ist geöffnet und der Einbaum muss zwecks seiner erneuten Hebung freigelegt werden.

Abb. 13: Erlach - Heidenweg 1992. Wiederausgraben und Verladen des Einbaumes im Herbst 1993. Der mittlerweile in Plastik verpackte Einbaum wird in seiner Kiste aus dem feuchten Zwischenlager gehoben und ...

Abb. 14: Erlach - Heidenweg 1992. Wiederausgraben und Verladen des Einbaumes im Herbst 1993. ... anschliessend definitiv für den Transport verpackt. Die Plastikhülle und Schaumstoffunterlagen schützen ihn vor dem Austrocknen und allfälligen Schlägen während der Fahrt.

Abb. 15: Erlach - Heidenweg 1992. Wiederausgraben und Verladen des Einbaumes im Herbst 1993. Die mit einer weiteren Versteifung versehene Holzkiste wird mittels Hebebühne und Kran in den 8 m langen Transporter verladen.

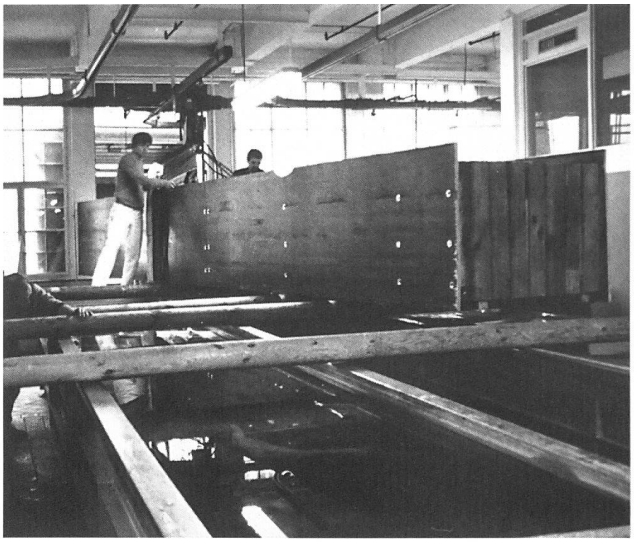

Abb. 17: Erlach - Heidenweg 1992. ... die Transportkiste samt Inhalt auf Rundhölzern über die gefüllten Tanks zum Standort des für den Einbaum zu fertigenden Behälters gerollt wird. Nach der etwa zweijährigen Tränkung in PEG erfolgt das Gefriertrocknen.

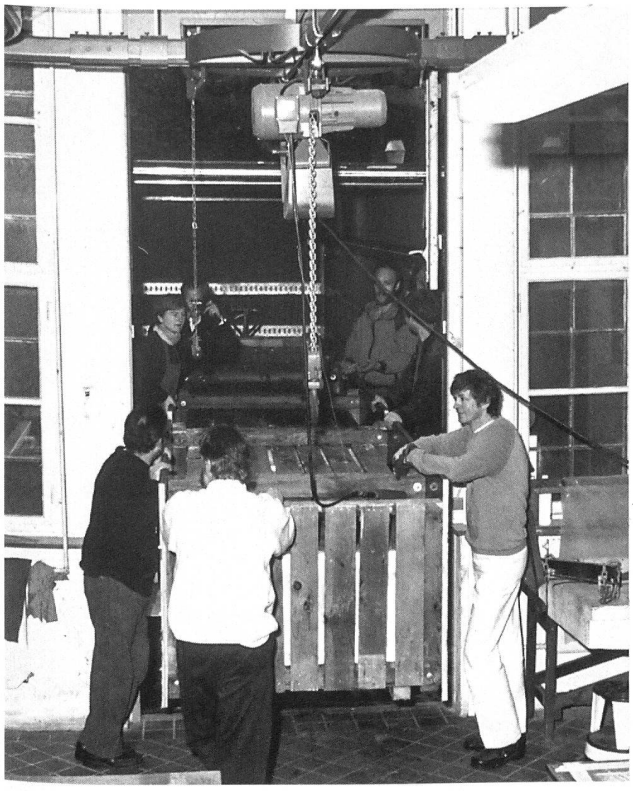

Abb. 16: Erlach - Heidenweg 1992. Der Einbaum kommt im Herbst 1993 im Konservierungslabor für Nassfunde des dänischen Museums an. Die grosse und schwere Kiste bietet zunächst Probleme, die alsbald gelöst werden, indem ...

Im Oktober 1993 wurde der Einbaum erneut «ausgegraben» (Abb. 11–13), sorgfältigst verpackt (Abb. 14–15) und ins Konservierungslabor für Nassfunde des Nationalmuseums in Kopenhagen überführt (Abb. 16–17). Die dänischen Restauratoren, I. Meyer und P. Jensen, die reiche Erfahrungen im Konservieren von Schiff(steil)en haben (z.B. Wikingerschiff-Museum in Roskjlde), sind zuversichtlich, dass die Konservierung[4] des Erlacher Einbaumes bis 1996 abgeschlossen und dieser alsdann der interessierten Öffentlichkeit in der Schweiz zugänglich gemacht werden kann.

2. Rekonstruktion des Herstellungsprozesses

2.1 Vom Eichenstamm zum Rohling

Der 7.85 m lange Einbaum (Abb. 19) ist aus einem mächtigen Eichenstamm gefertigt worden, dessen maximaler Durchmesser etwa 100 cm betragen hat – wobei der Heckteil dem unteren und der Bugteil dem oberen, leicht verjüngten Stammteil entsprechen. Beim Bug ist das Mark deutlich erkennbar (Abb. 19,C1). Beim Heck muss dieses, wie aus dem Jahrringverlauf deutlich hervorgeht, wenig oberhalb der «ausgebrochenen» Stelle auf der Heckoberfläche gelegen haben (Abb. 19,C8). Das Zentrum des Baumes ist also über die ganze Länge rekonstruierbar und kann auf die gezeichneten Querschnitte übertragen werden.

Der ursprüngliche Durchmesser des Eichenstammes kann ziemlich genau errechnet werden. Wenn man beim maximal vorhandenen Querschnitt[5] von 86 cm die fehlenden

4 Der voraussichtlich während etwa zwei Jahren in verschiedenen PEG-Lösungen getränkte Einbaum wird anschliessend – in der eigens dafür vergrösserten Anlage – gefriergetrocknet.

5 In der Nähe des Hecks gemessen.

Splintjahrringe (2 x 2–3 cm)[6] zurechnet, so erhält man einen Baumdurchmesser von 90–92 cm. Inklusive Rinde dürfte die auserwählte Eiche im unteren Stammbereich also einen Durchmesser von knapp 100 cm aufgewiesen haben. Gegen oben verjüngt sich der Eichenstamm, wie auch aus unserer Abbildung 20,A hervorgeht, deutlich.
Die ursprüngliche Höhe des Baumes bzw. seines Stammes lässt sich nicht aus dem Durchmesser ableiten. Denn diese ist auch von anderen Faktoren abhängig; so ist z.B. der – uns unbekannte – Standort des Baumes sehr wesentlich. Der Stamm der gefällten Eiche war jedenfalls lang genug, um ein Boot von knapp 8 m Länge herstellen zu können.

Nach dem Fällen werden sowohl auf der Unter- als auch auf der Oberseite des entstehenden Bootsrohlings die überflüssigen Stammsegmente abgespalten. Die Höhe der so erhaltenen Rohform entspricht etwa der Hälfte des durchschnittlichen Baumdurchmessers, also etwa 40 cm (Abb. 20,B).

2.2 Vom Rohling zum Einbaum

2.2.1 Die Aussenseite

An den beiden Aussenseiten des Rohlings werden die Rinde und Teile des weicheren Splintholzes entfernt. Die natürliche Rundung des Baumes wird aber beibehalten. Die scharfen Kanten zwischen dem Bootsboden und den Seitenwänden werden abgerundet (Abb. 20,C). Sowohl im Vorschiff und insbesondere im Bugbereich als auch im Heckteil wird bedeutend mehr (bodenseitiges) Material abgearbeitet als in der mittleren Zone des Schiffes. So werden im Vorschiff die Aussenseiten nach innen abgeschrägt und die untere Wandpartie geht langsam in den Bootsboden über. Dieser steigt allmählich zum Bug an, der leicht nach oben geknickt in eine Spitze zuläuft. Auch kurz vor dem Heck entfernt man sich von der natürlichen Baumform. Die Seiten sind hier stärker abgeflacht und leicht nach oben ausladend. Auch im Heckbereich steigt der Bootsboden leicht an.

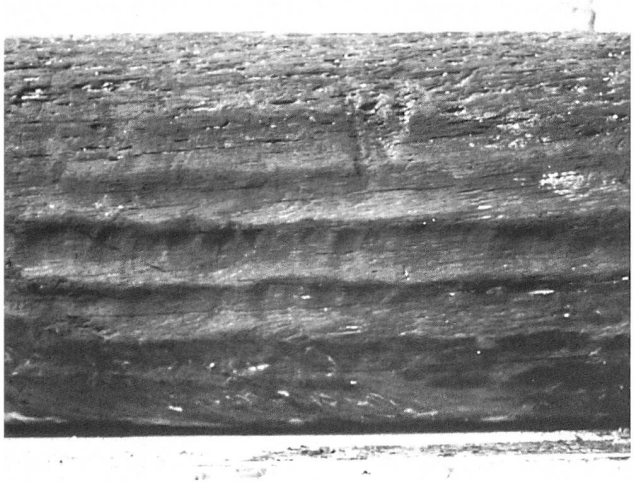

Abb. 18: Erlach - Heidenweg 1992. Parallele, 5–6 cm breite Bearbeitungsbahnen auf der Aussenseite des Einbaums (Backbord, Vorschiff).

Unterhalb der Verwitterungszonen zeigen sich die Spuren der Bearbeitung der äusseren Seitenwände deutlich. Die konkaven, 5–6 cm breiten Hiebspuren sind in parallelen Bahnen in der Längsrichtung des Einbaumes angeordnet (Abb. 18 und 19,A). Diese Bearbeitungsspuren stammen höchstwahrscheinlich von einer Dechsel (quergeschäftetes Beil).

2.2.2 Die Innenseite

Nach der quasi Fertigstellung der äusseren Form wird mit dem Aushöhlen des Einbaumes begonnen. Insbesondere dank dem Umstand, dass der Bootsbau nie beendet worden ist, sind diverse Merkmale wie Bohrlöcher, Kerben und Arbeitsstufen erhalten geblieben, die uns erlauben, den Vorgang der Aushöhlung ziemlich genau zu rekonstruieren.

a) Bug und Schiffsmitte

Die Aushöhlung findet in drei Haupt-Arbeitsschritten statt.

• Arbeitsschritt 1
Das Bauminnere wird zunächst in der Längsrichtung auf eine vorbestimmte konkave Fläche abgetragen, die gegen den Bug ansteigt (Abb. 20,D).
Von hier aus werden nun die oberen Teile der Bootswände herausgearbeitet. In der Längsrichtung des Bootes entsteht so im Mittelschiff eine neue Arbeitsebene (Abb. 20,E4+5). Diese erkennen wir auch auf unserer Ansicht an die steuerbordseitige Innenwand (Abb. 19,D): ein kleiner Absatz liegt etwa in der Mitte der Bootshöhe und steigt im Bugbereich in mehr oder weniger gerader Linie zur Bugspitze an (Abb. 20,I:A1).

→ Weitgehend fertiggestellt worden sind in diesem ersten Aushöhlungsschritt die Bugspitze, das Bord und die Oberfläche des massiven Heckteils.

• Arbeitsschritt 2
Der Aushöhlungsvorgang wird fortgesetzt. Die im ersten Schritt hergestellte Arbeitsebene ist nicht von ungefähr so angelegt worden, sondern stellt eine Zwischenstufe dar und ist gewissermassen eine Orientierungshilfe für die weiteren Aushöhlungsvorgänge. Von ihr aus wird – zumin-

6 Die Anzahl fehlender Splintjahre wurde durch die Dendrochronologie anhand der Proben Dnr. 4622 (Backbord-Vorschiff) und Dnr. 4624 (Steuerbord-Achtern) ermittelt.

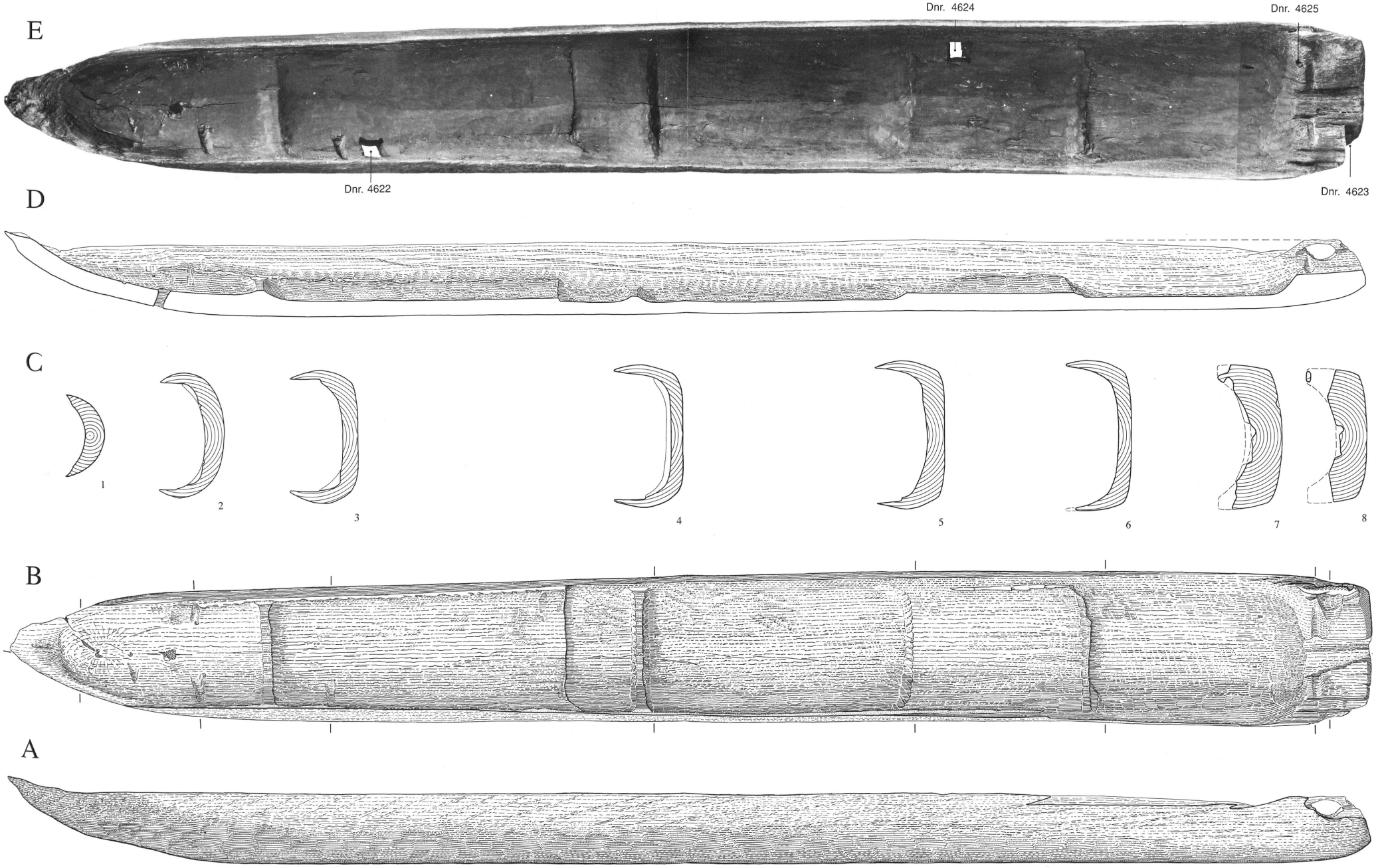

Abb. 19: Erlach - Heidenweg 1992. Zeichnerische und fotografische Dokumentation des (früh)bronzezeitlichen Einbaum-Halbfabrikates. A Ansicht Backbord-Aussenseite; B Aufsicht; C Querschnitte; D Längsschnitt und Ansicht Steuerbord-Innenseite; E Aufsicht / Fotomontage.

Die Dendromittelkurve MK 4626 basiert auf den Einzelkurven der Dendroproben 4622–4625. M. 1:20.

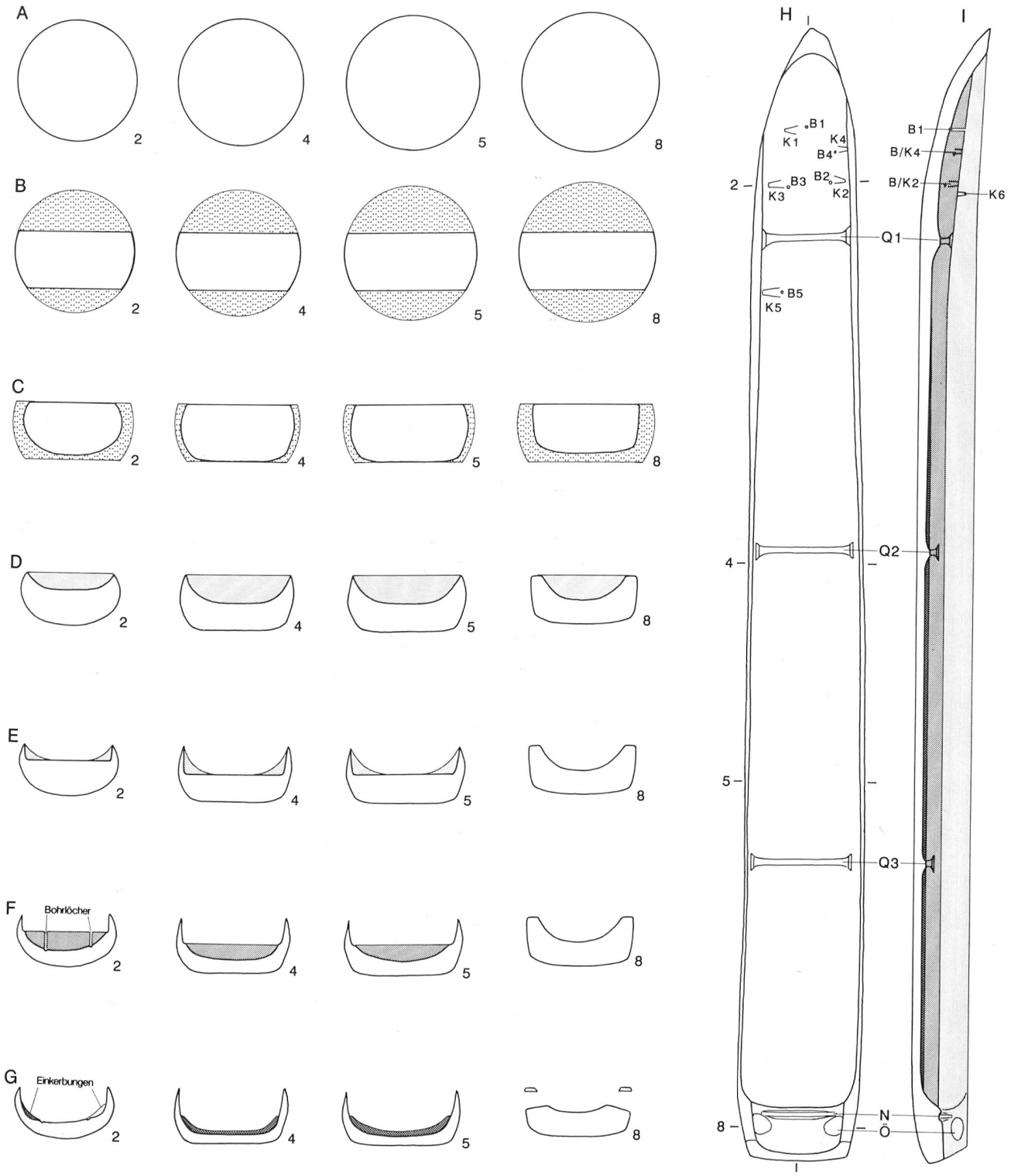

Abb. 20: Erlach - Heidenweg 1992. Die Herstellung des Einbaumes erfolgt in verschiedenen Schritten; diese sind hier im Querschnitt dargestellt: A und B = Fällen und Herausarbeiten des Rohlings, C bis G = Arbeitsschritte am Halbfabrikat. Die schematische Aufsicht H und die Innenansicht I zeigen die Lage verschiedener Bearbeitungsspuren, des Heckbrettes, der Ösen und der (voraussichtlich drei geplanten) Querrippen.

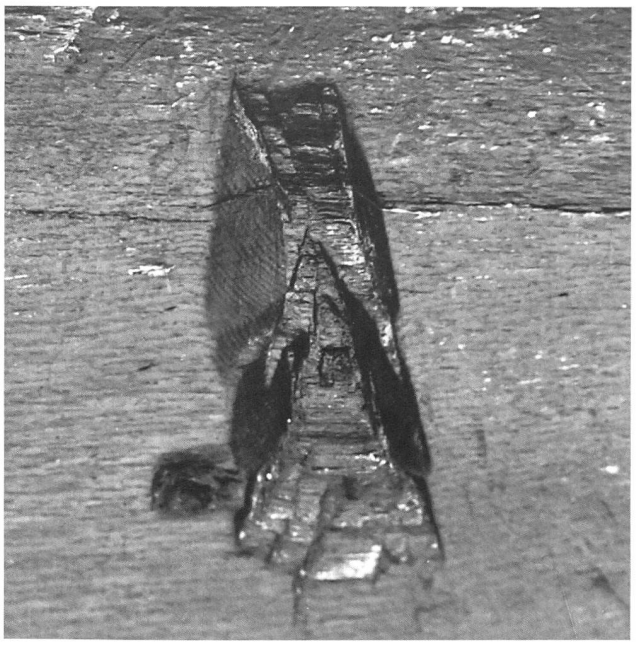

Abb. 21: Erlach - Heidenweg 1992. Aushöhlungs-Vorgang. Mit Bohrlöchern und Kerben (B/K3) wird der nächste Arbeitsschritt markiert.

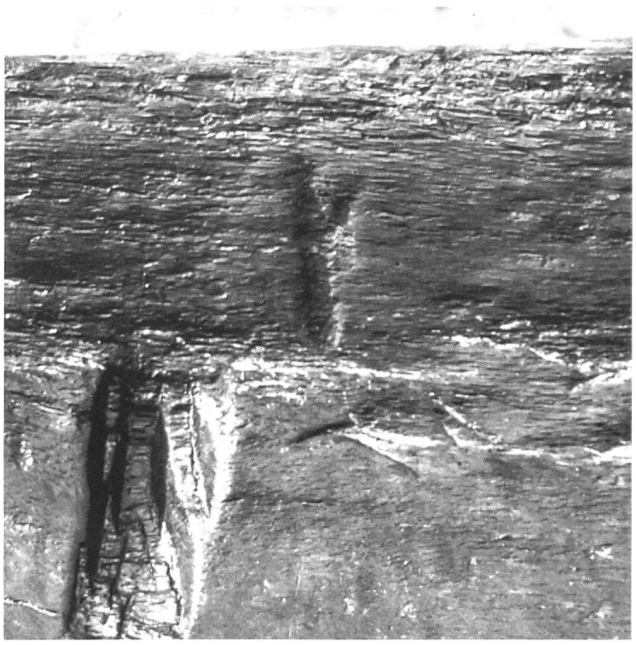

Abb. 23: Erlach - Heidenweg 1992. Aushöhlungs-Vorgang. Spuren eines Bohrloches oder einer Kerbe im oberen Wandbereich.

Abb. 22: Erlach - Heidenweg 1992. Aushöhlungs-Vorgang. Mit Bohrlöchern und Kerben (B/K2) wird der nächste Arbeitsschritt markiert.

Abb. 24: Erlach - Heidenweg 1992. Aushöhlungs-Vorgang - Querrippen. Die bugseitige Querrippe ist bereits fertig ausgebildet.

dest im Bugteil – mit Bohrlöchern die nächste Aushöhlungsebene markiert. Von oben in das Stammholz eingetiefte Löcher bestimmen die Mächtigkeit des nun abzutragenden Holzkörpers (Abb. 20,F2+I:B1).[7] Vier solche Negative (Abb. 21–22 und 20,H+I:B1–4) sind auf der nächst unteren Arbeitsebene noch zu erkennen.[8] Mit der Entfernung des so markierten Holzvolumens wird im Bugteil bereits die definitive Bodendicke erreicht (vgl. Abb. 20,F2+I:A2). Beim Übergang zwischen Bugteil und Schiffsmitte wurde eine Querrippe stehengelassen (vgl. Abb. 20,H+I: Q1). Heckwärts dieser Querrippe wird auch der Schiffsmittelteil konkav ausgehöhlt (Abb. 20,F4+5).

7 Die genaue Vorgehensweise ist jedoch schwer nachvollziehbar; die äussere Bugform dürfte aber beim Bestimmen der Bohrtiefe und der Anordnung der Bohrlöcher eine zentrale Rolle gespielt haben.

8 Es ist aber durchaus möglich, dass ein fünftes Bohrloch im Bereich der Kerbe 5 gelegen hat.

Abb. 25: Erlach - Heidenweg 1992. Aushöhlungs-Vorgang - Querrippen. Die mittlere Rippe (im Vordergrund) ist eben roh herausgearbeitet worden. Bugwärts (hinten im Bild) muss noch Holzmaterial entfernt werden.

Von der ersten Arbeitsebene aus gemessen (Absatz an den Seitenwänden) wird das Stammvolumen nochmals um die Hälfte reduziert, so dass die Dicke des Schiffsbodens nunmehr ziemlich genau einem Viertel der Gesamthöhe des Bootes entspricht (vgl. Abb. 20,I:A2).

→ Weitgehend fertiggestellt worden ist mit dem zweiten Arbeitsschritt der Bootsboden im Bugteil. Überhaupt werden die volumenintensiven Aushöhlungsvorgänge mit der zweiten Arbeitsphase abgeschlossen; es verbleiben nurmehr die «feineren Arbeiten».

• Arbeitsschritt 3

Dicht bei den oben beschriebenen Bohrlöchern im Bugbereich unseres Einbaumes finden sich jeweils auch Einkerbungen. Sie sind vermutlich mit einem Parallelbeil in die Seitenwände geschlagen worden und markieren den verbleibenden Holzabtrag im unteren Bereich der Bordwände (Abb. 21–22; 19,C2–3 und 20,H+I:K1–5).

Wenn unsere Hypothese zutrifft, so ist es wahrscheinlich, dass die Bohrloch- und Einkerbungs-Technik schon beim ersten Arbeitsschritt angewendet worden ist. Jedenfalls haben wir an der steuerbordseitigen Bugwand, auf der Grenze zwischen Arbeitsschritt 1 und 2, Spuren einer solchen Kerbung festgestellt (Abb. 23 und 20,I:K6). So wie die Bohrlöcher die Bodendicke des Bugs bestimmen, so dienen die Einkerbungen zur Bestimmung der Wandbreite. Wir haben diese Technik nur im Bugbereich beobachten können, doch kann nicht ausgeschlossen werden, dass auch in der Schiffsmitte solche Aushöhlungs-Markierungen verwendet worden sind.

Die konkave Aushöhlungsebene des zweiten Arbeitsschrittes belässt genügend Holzsubstanz für die im dritten Arbeitsschritt im Bodenbereich des Mittelschiffes herauszuarbeitenden Querrippen[9] (Abb. 24–25 sowie 20,G4+5+H+I:Q2–3). Als die Arbeiten an unserem Halbfabrikat mitten im dritten Arbeitsschritt aufgegeben werden, sind noch nicht alle Querrippen herausgearbeitet. Während die Querrippe zwischen Bug und Mittelschiff schon weitgehend fertig ist (Abb. 24), ist die mittlere Querrippe eben erst angelegt worden und noch roh behauen (Abb. 25 und 19,B). Unserer Ansicht nach war in der hinteren Rumpfhälfte noch eine dritte Querrippe vorgesehen. Ihre mögliche Lage können wir einschränken[10]; voraussichtlich sollte sie etwa in der Mitte zwischen mittlerer Querrippe und massivem Heckteil angebracht werden (Abb. 20,H+I:Q3). Jedenfalls geht auch aus dem Längsschnitt (Abb. 19,D) hervor, dass unser Einbaum nur mit drei Querrippen versehen werden sollte.

→ Im dritten Arbeitsschritt sollte die Aushöhlung des Einbaums abgeschlossen und die definitive Boden- und Wanddicke erreicht werden. Im Falle unseres Halbfabrikates bereits weitgehend fertiggestellt worden sind die Querrippe beim Bug, die bereits im zweiten Arbeitsschritt begonnen worden ist, und die Grobbearbeitung der mittleren Querrippe. Achtern war höchstwahrscheinlich eine dritte Querrippe vorgesehen.

Die Dechsel war auch bei der Gestaltung des Bootsinneren das Hauptwerkzeug des Bootsbauers. Sie diente sowohl

9 In unserem Aufsatz im AS 1993 haben wir den Begriff «Bodenschwelle» verwendet. Wir können auch von «Bodenrippen» sprechen.

10 Abb. 18 – Zone zwischen Querschnitt 5 und 6.

Abb. 26: Erlach - Heidenweg 1992. Bearbeitungsspuren. Die Behaufacetten des Bronzedechsels im noch nicht fertig ausgehöhlten Achterteil des Bootes sind teilweise recht tief und «ungeordnet».

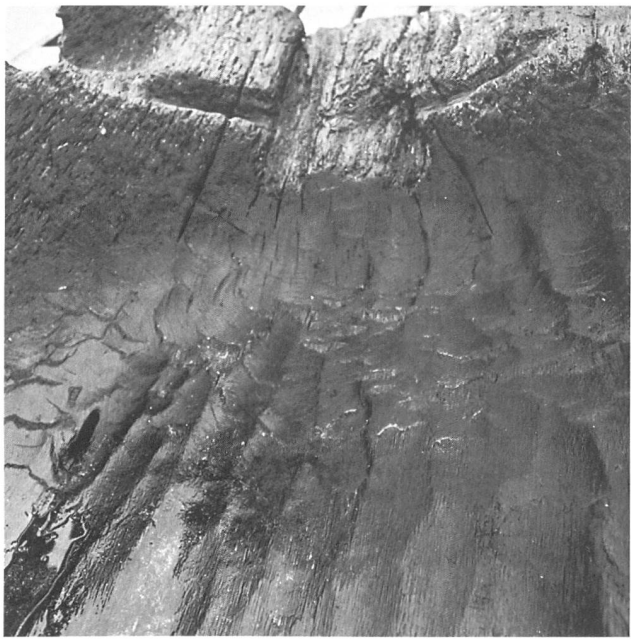

Abb. 27: Erlach - Heidenweg 1992. Bearbeitungsspuren. Am Heck sind die Bearbeitungsspuren noch grob und «ungeordnet». Die einzelnen Hiebe des Bronzedechsels sind deutlich zu erkennen.

zum Aushöhlen des Baumes als auch zum Gestalten der Rippen. Die Spuren, die dieses Werkzeug hinterlassen hat, sind gut sichtbar. Genau gleich wie an der Aussenseite des Einbaumes finden sich auch im Bootsinneren 5–6 cm breite Bahnen, die in der Längsrichtung des Bootes laufen. Im Gegensatz zu den äusseren Bearbeitungsspuren, welche gleichmässig parallel verlaufen, sind diejenigen im Innern des Bootes teilweise noch «ungeordnet» – insbesondere im noch nicht fertig ausgehöhlten Bodenbereich (Abb. 25–27).

Die Bearbeitungsspuren an den Wänden laufen diagonal zur Hauptrichtung der Bearbeitungsspuren im Bodenbereich. Sie sind ebenfalls konkav und auch gleich breit wie die Spuren auf dem Schiffsboden und zeigen einen Schlagwinkel von 30° bis 45° auf. Es ist jedoch nicht zu entscheiden, ob die an den Wänden gelegenen Hiebspuren von einem Parallelbeil oder einer Dechsel hervorgerufen worden sind – zumal sie sich im verwitterten Bereich der Bordwände befinden.

b) Heck

Die Innenform sowohl des Bugs als auch des Mittelschiffes (Rumpf) entspricht in etwa der Aussenform des Einbaumes. Beim Heck wird bewusst von dieser Form abgewichen.[11] Das massive Heck sorgt auch dafür, dass das Boot richtig im Wasser liegt, also richtig getrimmt ist.

• Arbeitsschritt 1

Die endgültige Querschnittsform des massiven Hecks wird bereits mit dem ersten Aushöhlungsschritt erreicht (Abb. 20,D8). Zu diesem Zeitpunkt wird wohl auch das schräge Heckende (Spiegel) gestaltet (Abb. 28; 19,D und 20,H+I).[12]

• Heckbrett und Ösen

Ob die Nut für das Heckbrett (Abb. 20,H:N) und die seitlichen Heck-Ösen (Abb. 19 und 20,H:Ö) parallel zum zweiten oder dritten, abgebrochenen Arbeitsschritt im Bootsinnern realisiert worden sind, bleibt ungewiss.

Verschiedenen prähistorischen Einbäumen gemeinsam ist das eingesetzte Heckbrett. Die hierfür vorgesehene etwa 2 cm tiefe und 3 cm breite Nut ist auf den Abbildungen 29 und 30 deutlich zu erkennen. In diese, die konkave Heckoberfläche querende und knapp vor den beiden Heckösen angelegte Nut (Abb. 20,H+I:N) sollte beim fertigen Boot das Heckbrett eingepasst werden. Von diesem fehlt beim Erlacher Einbaum-Halbfabrikat jede Spur (vgl. hierzu auch Kap. 2.4).

Unseres Wissens einzigartig sind die beidseitig hinter der Heckbrettnut in den Bordwänden angebrachten, grossformatigen Ösen (Abb. 20,H+I:Ö).[13] Die Abbildungen 28 bis 31 zeigen das besser erhaltene steuerbordseitige Exemplar. Die nur noch in Ansätzen erhaltene backbordseitige Öse liegt der ersteren genau gegenüber (Abb. 32). Die Deutung dieser grossen Ösen, deren Querschnitt aussen deutlich grösser ist als innen (Abb. 19,C8 und 28), ist

11 Leider ist das Heck einer starken Verwitterung ausgesetzt gewesen.

12 Der schräg abgeflachte Spiegel hat eine gewisse Ähnlichkeit mit modernen Segelschiffen.

13 Grosse Ösen kennen wir allerdings auch von anderen (prähistorischen) Einbäumen; so befindet sich diese beim 1942 entdeckten Exemplar von Gals am Bug. Vgl. dazu auch Arnold 1985, Fig. 6.

Abb. 28: Erlach - Heidenweg 1992. Heck. Das steile Heck ist von der Seite her betrachtet flach abgeschrägt. Die steuerbordseitige Öse ist recht gut erhalten.

Abb. 29: Erlach - Heidenweg 1992. Heck. Heckbrett-Nut und Öse. Behaufacetten der Bronzeklinge und «faserige» Verwitterungsspuren unterscheiden sich deutlich.

vorderhand nicht klar. Ein Zusammenhang mit einem Steuerruder scheint wenig wahrscheinlich. Oder sind die Ösen mit dem Fischfang in Verbindung zu bringen (Befestigung des Netzes, einer Reuse usw.)? Vielleicht dienten sie ganz einfach nur als Griffe und/oder zum Vertäuen des Bootes?

2.3 Bearbeitungsspuren und -werkzeuge

Dechsel und Beil sind nicht nur beim Fällen des Baumes, sondern auch bei dessen Verarbeitung zum Einbaum die wichtigsten Werkzeuge des Bootsbauers.[14] Sie dienen sowohl zum (groben) Aushöhlen des Rohlings als auch zur feinen Überarbeitung der Oberfläche. Die in einigen Zonen besonders deutlichen, in parallelen Bahnen angeordneten Behaufacetten (z.B. Abb. 18 und 25) sind eindeutig auf die Bearbeitung mittels einer Bronzeklinge zurückzuführen[15] und entsprechen solchen anderer Einbäume der Jurafuss-Seen dieses Zeitraumes.

2.4 Zusätzliche Holzfragmente

Im Inneren des Bootes, in der Nähe des Hecks, fanden sich zwei brettförmige Holzfragmente.
Beim grösseren Fragment (Dnr. 4620) handelt es sich um eine Schwarte, die zur Hälfte aus weichem Splintholz besteht. Sie kann nicht eindeutig mit dem Einbaum-Halbfabrikat in Verbindung gebracht werden.[16]
Das andere Holzfragment (Dnr. 4621) ist aus Kernholz. Mit seiner facettierten Oberfläche, die auf eine Bearbeitung mittels Bronzeaxt oder -dechsel schliessen lässt, könnte es durchaus einen etwa 5 cm breiten und 1 cm dicken Abschlagssplitter des oben beschriebenen Aushöhlungsvorganges unseres Bootes darstellen.

2.5 Schlussfolgerungen

Für die Erkenntnisgewinnung des bronzezeitlichen Schiffsbaus ist der Fund des Erlacher Einbaumes ein grossartiger Glücksfall. Denn erstens ist das Fundobjekt sehr gut erhalten, und zweitens erfolgte der Abbruch des Aushöhlungsvorganges, der übrigens kaum mit konstruktionsbedingten Schwierigkeiten in Verbindung zu bringen ist, zum für uns richtigen Zeitpunkt. So weisen die teils noch nicht fein überarbeiteten Oberflächen Bearbeitungsspuren auf, die uns erlauben, die einzelnen Arbeitsschritte der Bootsherstellung zu rekonstruieren.
Der Bau eines Einbaums geschieht – wie Bildhauen – durch Abtragen von überflüssigem Holzmaterial. Jeder vorangehende Schritt – dies verdeutlicht auch unser Rekonstruktionsversuch des Herstellungsprozesses – ist eine Voraussetzung für den folgenden.

Die äussere Form des Einbaumes richtet sich weitgehend nach den natürlichen Gegebenheiten des Baumes; der Baumdurchmesser wird optimal genutzt. Der Querschnitt

14 Eine Aushöhlung mittels eines Schwelfeuers meinen wir für unseren Einbaum ausschliessen zu können.
15 Beile mit Stein- oder Eisenklingen hinterlassen deutlich andere Behaufacetten. Vgl. dazu Arnold 1985, Fig. 8.
16 Sie kommt nicht als Heckbrett in Frage!

Abb. 30: Erlach - Heidenweg 1992. Heck. Auf der Heckoberfläche zeichnet sich die für das Heckbrett angelegte Nut trotz der Verwitterungsspuren deutlich ab. Hinten die steuerbordseitige Öse.

Abb. 32: Erlach - Heidenweg 1992. Heck. Die backbordseitige Öse ist weitgehend wegerodiert. Aber ihre, der steuerbordseitigen Öse gerade gegenüberliegende, «untere Rundung» zeichnet sich noch deutlich ab.

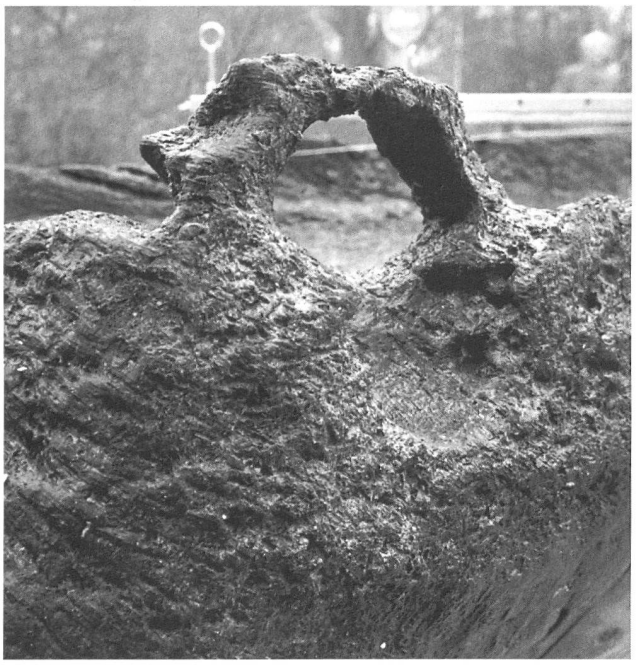

Abb. 31: Erlach - Heidenweg 1992. Heck. Die äussere Seite der steuerbordseitigen Öse zeigt starke Verwitterungsspuren. Die Öse erweitert sich gegen aussen.

des Bootsrohlings – seine Höhe beträgt etwa die Hälfte der Breite – ist wohl nicht von ungefähr so gewählt. Nach der Fertigung der Aussenseite wird das Bootsinnere schrittweise mittels Dechsel und Axt ausgehöhlt.
Durch das möglichst starke Aushöhlen erreicht man ein kleineres Gewicht und damit einen geringeren Tiefgang des (leeren) Bootes. Zusammen mit dem niedrigen Schwerpunkt wird dadurch die potentielle Zulast erhöht. Die im Bodenbereich stehengelassenen Querrippen gewährleisten die Stabilität des Bootes.[17] Der Bugteil unseres knapp 8 m langen Einbaumes, der den Wellen bei unruhiger Wasseroberfläche besonders ausgesetzt ist, scheint eher etwas dickwandiger und damit stabiler gehalten worden zu sein. Als Gegengewicht, und um dem Boot den richtigen Trimm[18] zu geben, ist das Heck massiv gehalten.

3. Eintauchtiefe und Ladekapazität

Der ausserordentlich gute Erhaltungszustand unseres Einbaum-Halbfabrikates erlaubt es, auch Erkenntnisse zum Volumeninhalt und zur Ladekapazität abzuleiten.

3.1 Gewicht und Eintauchtiefe

Die Eintauchtiefe eines Körpers ist von seinem Gewicht abhängig. Das Gewicht des fertigen Einbaumes entspricht jedoch nicht demjenigen des Halbfabrikates. Erst die (Re)Konstruktion des beabsichtigten Endproduktes (vgl. Abb. 33) ermöglicht es, dessen Eigengewicht ungefähr zu berechnen.
Das Volumen haben wir aus der Länge und den Querschnitten berechnet[19]: es beträgt etwa 0.63 m^3.

17 Die Querrippen übernehmen also in diesem Sinne die Aufgabe der späteren Spanten. Richtige Spanten halten aber zusätzlich die einzelnen Planken des Bootsrumpfes zusammen.
18 Trimm = die Neigung (Lastigkeit) eines Schiffes in der Längsrichtung in bezug auf seine normale Schwimmlage. Ist der Tiefgang ausgeglichen, beträgt der Trimm null (nullastig); ist der Tiefgang vorn grösser, ist der Trimm negativ (vorlastig); taucht das Schiff hinten tiefer ein, ist der Trimm positiv (achterlastig). (Nach Meyers Neues Lexikon in 8 Bänden, Mannheim 1981 – Band 8, S. 130f.)
19 Kleinere Details wie Ösen und Querrippen haben wir bei unserer Berechnung nicht miteinbezogen.

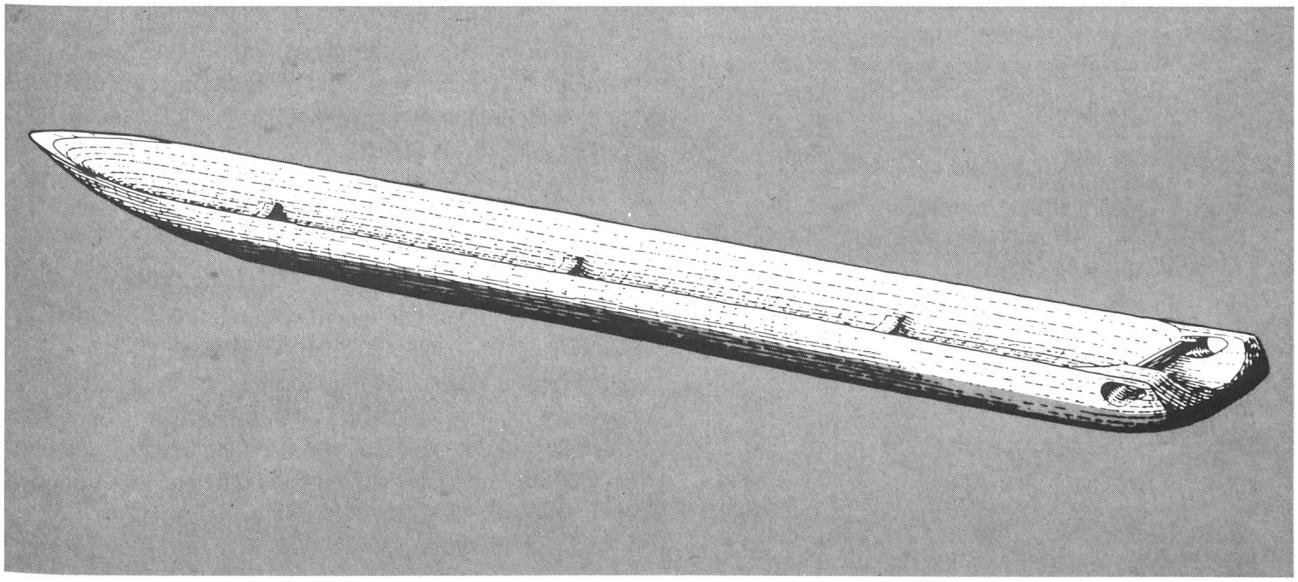

Abb. 33: Erlach - Heidenweg 1992. Zeichnerische Rekonstruktion des *fertigen* Einbaums. Eintauchtiefe bei maximaler Beladung (grau).

Wenn wir nun ein spezifisches Gewicht von etwa 0.8 g/cm^3 in die Berechnungsformel *Holzvolumen x spezifisches Gewicht* einsetzen, so beträgt das errechnete Gewicht unseres Einbaumes rund 500 kg.
Nach dem Archimedischen Gesetz wiegt jeder schwimmende Körper so viel wie die von ihm verdrängte Wassermenge. Der Körper taucht also so weit ein, bis seine Verdrängung ebenso gross ist wie das Gewicht des verdrängten Wassers. Da das spezifische Gewicht von Wasser 1.0 kg/dm^3 beträgt, wird das Gewicht des Einbaums bei einer Verdrängung von 500 dm^3 erreicht.
Dieses Verdrängungsvolumen erreicht unser Einbaum bei einem Tiefgang von rund 12 cm. Pro 50 kg Ladegewicht erhöht sich die Eintauchtiefe unseres Bootes um einen weiteren Zentimeter.

3.2 Ladekapazität

Damit ein Schiff betriebssicher bleibt, darf es einen bestimmten Tiefgang nicht überschreiten. Bei ruhigem Seegang genügt ein Freibord von 20 cm – also die Hälfte unserer Bootshöhe (Abb. 33)[20]. Um unseren Einbaum nicht zu überladen, darf die Zuladung also 400 kg nicht überschreiten.

Einbäume dieser Form sind in seichten Gewässern und im Bereich der flachen Uferstrandplatten besonders günstig und manövrierfähig. Wegen des niedrigen Tiefgangs und seinem formwiderstandsgünstigen Bug- und Heckteil ist es mit einem solchen Boot möglich, auch bei sehr niedrigem Wasserstand ohne Probleme voranzukommen und bis ans Ufer zu fahren. So konnten der oder die Bootsfahrer mehr oder weniger trockenen Fusses ans flache Ufer der Bielersee-Strandplatte gelangen, um das Boot alsdann (an den Ösen?) an Land zu ziehen und zu vertäuen.

4. Datierung des Einbaums

Die beobachteten Bearbeitungsspuren (Behaufacetten von Bronzedechseln und -äxten), die zur Aufnahme eines Heckbrettes vorgesehene Nut am Heck und die erst unvollständig herausgearbeiteten, charakteristischen Querrippen am Boden des Mittelschiffes sprechen dafür, dass das Einbaum-Halbfabrikat von Erlach - Heidenweg 1992 in die Bronzezeit – oder in einen jüngeren Zeitraum – zu datieren ist.

Für die dendrochronologische Datierung wurden insgesamt vier Proben genommen (Abb. 19,E): Zwei stammen aus dem seitlichen Rumpf des Bootes (Backbord-Vorschiff: Dnr. 4622; Steuerbord-Achtern: Dnr. 4624), zwei weitere vom Heck (Backbord-Heck: Dnr. 4623; Steuerbord-Heck / Bohrprobe: Dnr. 4625).[21]

Tabelle 1: Erlach - Heidenweg 1992. Dendrochronologie

Dnr.	Anzahl Jahrringe	Anzahl Splintj.	fehlende Jahrringe	Endjahr	vermutetes Schlagjahr	Kat.
4620	55	26	<10?	–	–	–
4621	47	0	?	–1721	nach 1700	B
4622	54	7	11	siehe MK 4626		
4623	67	0	?	siehe MK 4626		
4624	101	2	16	siehe MK 4626		
4625	55	0	?	siehe MK 4626		
MK 4626	134	7	11	–1564	–1553	B

20 Die maximale Eintauchtiefe liegt also knapp unterhalb der Linie, wo sich die Bordwand wieder gegen innen einzieht.

21 Anfänglich wurden nur die beiden Dendroproben 4622 und 4623 auf der Backbordseite des Einbaums entnommen. Als deren sofortige Untersuchung jedoch keine Überlappung zeigte, wurden zusätzlich die beiden steuerbordseitigen Proben 4624 und 4625 entnommen.

Tabelle 2: Erlach - Heidenweg 1992 und Twann - Bahnhof 1975. C14-Daten der Einbäume. 2σ-Wert, wahrscheinlichstes 2σ-Intervall (%) und 1σ-Wert. Kalibriert mit dem Radiocarbon Calibration Programm 1993 (REV 3.0.3) der University of Washington, Quaternary Isotope Lab: INTCAL93.14C.

Erlach - Heidenweg 1992 – Probe 1			
Dnr. 4622 = Backbord-Vorschiff,			
Jahrringe 119–129 der 134jährigen Mittelkurve MK 4626			
UZ-2907/ETH-9363	3335 ±55 BP	=	1742–1465 BCcal (2σ-Wert)
Holz, Eiche			1742–1505 BCcal (2σ-99%)
			1680–1522 BCcal (1σ-Wert)
Erlach - Heidenweg 1992 – Probe 2			
Dnr. 4623 = Backbord-Heck,			
Jahrringe 20–21 der 135jährigen Mittelkurve MK 4626			
UZ-2906/ETH9362	3395 ±60 BP	=	1875–1521 BCcal (2σ-Wert)
Holz, Eiche			1782–1521 BCcal (2σ-94%)
			1744–1615 BCcal (1σ-Wert)
Erlach - Heidenweg 1992 – Probe 3			
Dnr. 4621 = liegendes Holz im Einbaum, Abschlagsplitter?			
Jahrringe 33–40 der Einzelkurve 4621			
UZ-2908/ETH-9364	3765 ±65 BP	=	2400–1973 BCcal (2σ-Wert)
			2361–1973 BCcal (2σ-98%)
			2281–2041 BCcal (1σ-Wert)
Twann - Bahnhof 1975			
Einbaum (keine genaueren Angaben)			
B-2750	3250 ±60 BP	=	1675–1404 BCcal (2σ-Wert)
Holz, Eiche			1645–1407 BCcal (2σ-98%)
			1598–1435 BCcal (1σ-Wert)

Erlach: Präparierung und Aufbereitung des Probenmaterials im Radiokarbonlabor des Geographischen Instituts der Universität Zürich (GIUZ) und anschliessende Datierung mittels AMS-Technik auf dem Tandem-Beschleuniger des Instituts für Mittelenergiephysik (IMP) der ETH-Hönggerberg.
Twann: Aufbereitung und Datierung durch das C14-Labor des Instituts für Exakte Wissenschaften der Universität Bern.

Die vier Einzelkurven ergaben eine 134jährige Einbaum-Mittelkurve mit 7 Splintjahren (MK 4626; Tab. 1). Die fehlenden Jahrringe bis zum Mark werden auf 67 Jahre geschätzt. Zusammen mit den ungefähr 11 fehlenden Jahrringen bis zur Waldkante darf also auf ein Alter des verwendeten Baumes von etwa 212 Jahren geschlossen werden.

Der statistische und optische Vergleich unserer Mittelkurve MK 4626 mit diversen bronzezeitlichen Vergleichskurven ergab zunächst keine eindeutige Kategorie-A-Datierung[22]. Als statistisch möglich erwiesen sich gleich mehrere Endjahre: 1564 v.Chr., 1039 v.Chr., 969 v. Chr. oder 845 v.Chr., von denen das erste aufgrund des optischen Vergleichs als das Wahrscheinlichste angenommen werden durfte (Kat. B; Abb. 34).

Da also eine eindeutige Datierung mittels der Dendrochronologie vorerst nicht möglich war, wurden insgesamt drei genau definierte Proben (Abb. 34) ans C14-Labor des Geographischen Instituts der Universität Zürich-Irchel geschickt und am Institut für Teilchenphysik der ETH-Hönggerberg in Zürich mittels AMS-Technik datiert (Tab. 2).

22 Francuz 1980, 204ff.

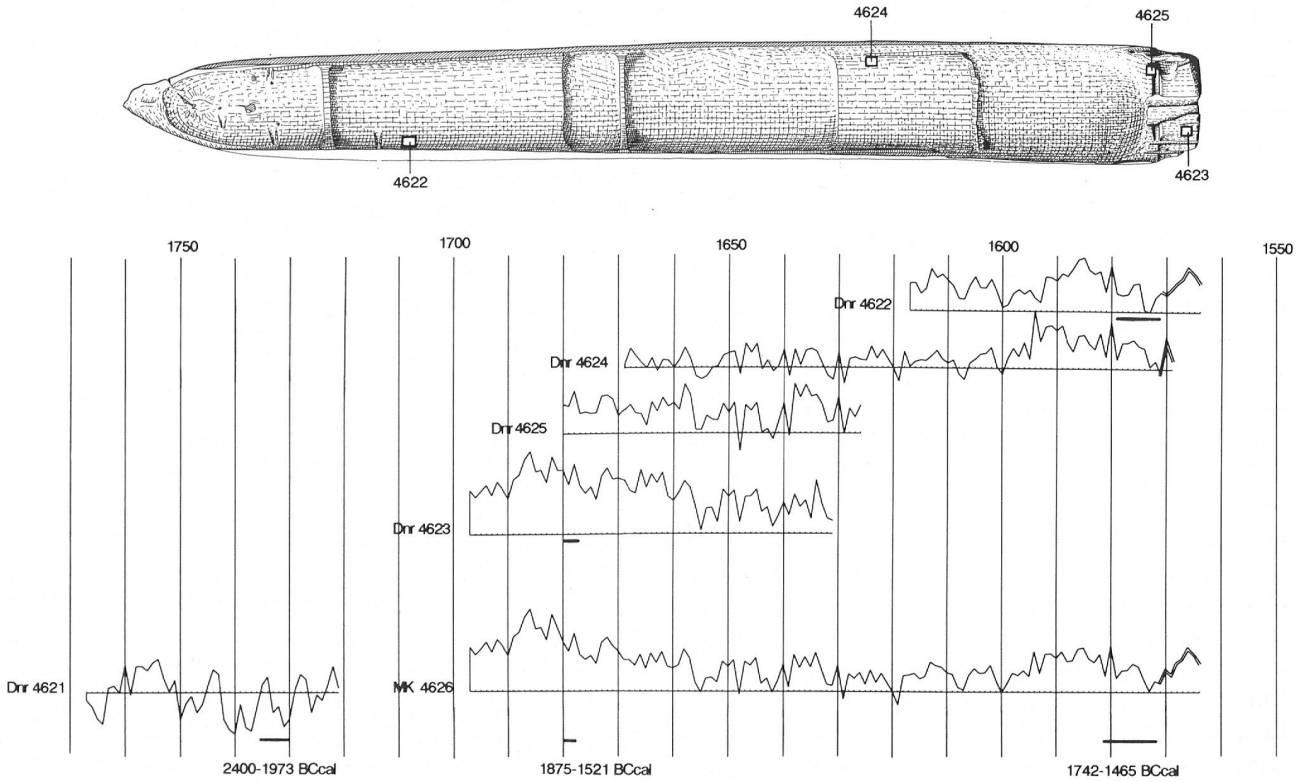

Abb. 34: Erlach - Heidenweg 1992. Einbaum. Dendrochronologie und C14-Datierung. Die Mittelkurve MK 4626 ist aus verschiedenen Einzelkurven aufgebaut. Ihr Endjahr lautet 1564 v.Chr. Rechnen wir mit elf fehlenden Splintjahren, so wurde die Eiche 1553 v.Chr. gefällt.

Tabelle 3: Erlach - Heidenweg 1992. Dendrochronologie. Synchronisation der Einbaum-Mittelkurve 4626 und der Einzelprobe 4621 mit Vergleichskurven der Jurafuss-Seen sowie vom Zürichsee und vom Bodensee. Gleichläufigkeit (nach Eckstein/Bauch 1969) und Students t-Wert (nach Baillie/Pilcher 1973).

Vergleichskurven		Dauer	MK 4626: –1664 v.Chr.			Dnr. 4621: –1721 v.Chr.		
			Überlappung	Gleichläufigkeit	t-Wert	Überlappung	Gleichläufigkeit	t-Wert
MK470	Auvernier-Tranché du Tram	–1761 bis –1660	82	61.7%	3.6	47	75.0%	4.8
MK2062	Nidau-BKW	–1793 bis –1578	120	63.9%	3.8	47	87.0%	8.7
MK107/305	Meilen-Rohrenhaab	–1838 bis –1602	96	63.2%	4.0	47	67.4%	3.8
MK317	Feldmeilen-Vorderfeld	–1778 bis –1594	104	65.0%	4.3			
MK316	Zürich-Mozartstrasse	–1716 bis –1503	134	63.2%	5.4			
MK288	Bodmann-Schachen 85 (D)	–1758 bis –1503	134	60.9%	4.8			
MK2062+MK470	Mittel Bronzezeit Jurafus-Seen	–1793 bis –1578	120	65.5%	3.9	47	89.1%	9.1
MK313	Mittel Bronzezeit Zürichsee	–1837 bis –1503	134	62.4%	5.4			

Aufgrund des von der C14-Analyse vorgegebenen Zeitraumes wurde nun die Mittelkurve MK 4626 erneut statistisch und optisch mit verschiedensten Mittelkurven des Zeitabschnittes zwischen 2400 und 1400 v.Chr. verglichen. Die klar wahrscheinlichste Synchronisationslage (Tab. 3) bestätigte die schon vorher gefundene Datierung des Endjahres auf das Jahr 1564 v.Chr. Zählen wir hiervon die etwa elf fehlenden Splintjahre bis zur Waldkante (äusserster/jüngster Jahrring unter der Rinde) ab, so dürfte die für den Bootsbau verwendete Eiche um das Jahr 1553 v.Chr. gefällt worden sein.

Zwei weitere Eichenproben stammen von den zwei im Boot gelegenen Eichenhölzern (Tab. 1; vgl. Kap. 2.4).

Der Splitter einer tangential abgespaltenen Schwarte (Dnr. 4620 mit 55 Jahrringen) kann auf der Mittelkurve MK 4626 nicht synchronisiert werden. Wir nehmen deshalb an, dass hier ein Holzsplitter irgend einer anderen Eiche vorliegt.

Ebensowenig konnte das zweite, radial gespaltene Brettchen (Dnr. 4621, 47 Jahrringe) auf der Mittelkurve MK 4626 synchronisiert werden. Der Vergleich mit anderen bronzezeitlichen Mittelkurven der West- und Ostschweiz (Tab. 3) ergab eine B-Datierung auf das Jahr 1721 v.Chr. Trifft dieses Endjahr (ohne Splint) wirklich zu[23], ist nicht auszuschliessen, dass der etwa 5 cm breite Holzsplitter effektiv einen Abschlagsplitter aus dem innersten Jahrringbereich der für den Einbaum gefällten Eiche darstellt (Abb. 34), die ja um das Jahr 1768 v.Chr. zu wachsen begann.

Mit der erstmaligen Datierung eines Einbaumes mit Heckbrett und Bodenrippen in die späteste Phase der Frühbronzezeit[24] gewinnt auch die aufgrund eines C14-Datums früh- bis mittelbronzezeitliche Datierung des Twanner Einbaums (1975) gegenüber der u.E. nicht gesicherten Dendrodatierung (982–972 v.Chr.) des Neuenburger Labors[25] wieder an Wahrscheinlichkeit: 1675–1404 BCcal (Tab. 2, unten).

5. Vergleichsbeispiele und Schlussfolgerungen

B. Arnold hat in den letzten Jahren die noch vorliegenden Daten zu weiteren prähistorischen Einbäumen der westschweizerischen Jurafuss-Seen zusammengetragen[26] (Abb. 35). Soweit als möglich hat H. Egger diese dendrochronologisch datiert.[27]

Die Tabelle 4 fasst einige Haupt-Charakteristika sicher prähistorischer[28] Einbäume aus den Jurafuss-Seen zusammen:

- Neben Eichenstämmen sind auch Weichhölzer (Pappel, Linde), die sicher leichter zu bearbeiten waren, und Kiefernstämme zur Herstellung von Einbäumen verwendet worden.
- Die Länge liegt normalerweise zwischen 7 m und 10 m. Das besonders kurze Exemplar von Biel - Vingelz mass laut v. Fellenberg nur 5.7 m; der – u.E. nur unsicher datierte – Einbaum von Corcelettes misst etwa 11 m.
- Die häufig nicht genau eruierbare einstige Breite liegt – mit Ausnahme der etwas schmaleren Exemplare aus Weichhölzern (Pappel, Linde) oder Kiefern sowie dem eventuell als Totensarg benutzten Exemplar von Gals 1942 – zwischen 75 cm und 105 cm.
- Die einstige Höhe ist unterschiedlich erhalten. Die bei unserem Exemplar festgestellte Bordwand-Höhe von rund 40 cm entspricht etwa der Hälfte des durchschnittlichen Baumdurchmessers. Die meisten anderen Eichen-Einbäume dürften ursprünglich ähnliche Proportionen aufgewiesen haben.

23 Das C14-Datum (Tab. 2, Probe 3) weicht allerdings deutlich ab.
24 Der Übergang von der Früh- zur Mittelbronzezeit liegt im Laufe des 16. Jahrhunderts v.Chr.
25 Auch H. Egger und P. Gassmann bezeichnen die vor fast 10 Jahren vorgelegte Datierung (Egger 1985, Tab. auf S. 122) aus heutiger Sicht als fraglich.
26 Arnold 1980, 178ff; Arnold 1985, 91ff.; Arnold 1989, 2ff.
27 Egger 1985, 118ff.
28 Wir lassen hier die eindeutig latène- und römerzeitlichen Einbäume, wie diejenigen von Bevaix und Cudrefin, beiseite.

Tabelle 4: Prähistorische Einbäume des Bieler- und Neuenburgersees. Holzart, Masse (gemessen Masse in cm / rekonstruierte Masse in cm), Ausrüstung [mit/ohne Heckbrett (Hb.), mit/ohne Bodenrippen (Br.), mit/ohne Ösen (Ö)] und Datierung. (Zusammengestellt nach Arnold 1980 und 1985.)

	Holzart	Länge	Breite	Höhe	Dicke	Heckbrett, Bodenrippen, Ösen	Datierung
Bielersee							
Gals - St. Johannsen 1942[1]	Eiche	686/69	48/55	35/<40	6/>6	ohne Hb., ohne Br., vertikale Ö.	nach 1196 v.Chr.
Erlach - Heidenweg 1992	Eiche	785	95	40	8	mit Hb., mit Br., zwei seitl. Ö.[2]	um 1553 v.Chr.
Twann - St. Petersinsel 1911	Eiche	810/<820	80/>80	40/<45	10/10	mit Hb., mit 5 Br., keine Ö. erhalten	nach 929 v.Chr.
Twann - St. Petersinsel 1932	Pappel	–/>980	75	35–40	7	–, ohne Br., horizontale Ö. a Bug	SBZ-Keramik[3]
Twann - Bahnhof 1975	Eiche	710/740	105/105	18/<45	6/<6	mit Hb., mit 4 Br, keine Ö. erhalten	1675–1404 BCcal[4]
Twann - Wingreis 1880	Eiche	935/940	70/80	35/40	8/8	mit Hb?, mit 2–5 Br., keine Ö. erhalten	[5]
Biel - Vingelz 1874/2	Pappel	568[6]	65	35	6	mit Hb., mit 5 Br., keine Ö. erhalten	–
Neuenburgersee							
Auvernier 1973	Linde	–	–	–	–	–, –, –	um 3800 v.Chr.
Auvernier 1975	Kiefer	780	66/>66	20/40	8/8	–, –, – (stark fragmentiert)	strati. n. 880 v.Chr.
Bevaix 1879	Eiche	785/800	–/85	–/40	6/7	ohne Hb., ohne Br., horiz. Ö.	1397–813 BCcal
Bevaix 1980	Eiche	–	–	–	>5	–, –, – (stark fragmentiert)	nach 981 v.Chr.
Corcelettes 1880	Eiche	1085/1120	100/100	30/40	8/8	mit Hb., 5 Br., keine Ö. erhalten	[7]

1 Der Einbaum «Erlach - Wydentheilen» liegt auf Galser Boden, südwestlich der Anstalt St. Johannsen
2 Halbfabrikat
3 Verziertes SBZ-Gefäss und menschlicher Oberarmknochen im Einbaum → diente der Einbaum als Totenbett?
4 Wir trauen der vorliegenden Dendrodatierung 982–972 v.Chr. nicht (Egger 1985, Fig. 1)
5 Die vorgeschlagene Denrodatierung (nach 955 v.Chr.) ist sehr unsicher (Kat. C)
6 Masse nach v. Fellenberg 1874/76
7 Die vorgeschlagene Dendrodatierung (nach 958 v.Chr.) ist u.E. unsicher (Kat. C)

- Die Wanddicke variiert zwischen etwa 6 cm und 10 cm; höchstwahrscheinlich ist entscheidend, an welcher Stelle die Wandstärke gemessen wird (Boden oder Seitenwand, Heck- oder Bugbereich).
- Der einzige neolithische Einbaum aus Linde[29] ist nur sehr fragmentarisch erhalten.
- Von den auf Tabelle 4 aufgeführten acht Einbäumen aus Eichenstämmen weisen deren fünf ein Heckbrett auf. Ein Exemplar ist zu stark fragmentiert; nur die beiden Boote von Gals 1942 (Totenbaum?) und Bevaix 1879 weisen eine andere Heckform auf.
- Mit Ausnahme des stark erodierten Einbaum-Fragmentes von Bevaix 1980[30] weisen alle Eichen-Einbäume, die aufgrund verschiedener Datierungsmethoden (C14-Daten, Dendrochronologie, Beifunde) der Bronzezeit zugewiesen werden können, drei bis fünf Querrippen auf, die zur Stabilisierung des Bootes gedient haben.
- Grosse Ösen sind geläufig, aber nicht zwingend. In mehreren Fällen ist der Erhaltungszustand des Bootes so schlecht, dass allfällige «randständige» Ösen gar nicht erhalten sein können.
- Die 1985 durch Egger publizierten Dendrodatierungen sind u.E. nicht in allen Fällen als gesichert zu betrachten.[31] Aufgrund der uns zur Verfügung gestellten Messkurven möchten wir nur die auf unserer Tabelle 4 wiedergegebenen Fälldaten als einigermassen gesichert annehmen.[32]

Aufgrund der oben zusammengestellten Punkte möchten wir postulieren, dass der bronzezeitliche Einbaum in der Regel aus einem mächtigen Eichenstamm gefertigt worden ist. Sein Heck weist ein Heckbrett auf und der Bodenbereich ist mit mehreren Querrippen verstärkt. Vertikale oder horizontale Ösen dienten wahrscheinlich zum Vertäuen des Bootes.

Mit der dendrochronologischen Datierung des Erlacher Einbaum-Halbfabrikates in die Mitte des 16. Jahrhunderts v.Chr. können wir erstmals aufzeigen, dass Einbäume mit Heckbrett und Bodenrippen spätestens seit der ausgehenden Frühbronzezeit hergestellt worden sind. Sie sind in der späten Bronzezeit (10./9. Jahrhundert v.Chr.) immer noch geläufig.

6. Zusammenfassung

Der im Herbst 1991 nördlich des Heidenwegs (Gemeinde Erlach) entdeckte Einbaum ist im Frühling 1992 geborgen und dokumentiert worden. Bis zur Überführung ins Konservierungslabor für Nassfunde des dänischen Nationalmuseum im Herbst 1993 ist er im Grundwasser zwischengelagert worden. Die Restaurierung dürfte 1996 abgeschlossen werden.

Der 7.85 m lange Einbaum ist nie ganz fertiggestellt worden. Das Halbfabrikat erlaubt uns, die einzelnen

29 Auch das Einbaum-Fragment von Männedorf am Zürichsee ist aus Lindenholz (Arnold 1980, 180).
30 Der äusserst schlechte Erhaltungszustand dieses Bootsfragmentes (Arnold 1985, Fig. 24.) erlaubt keine gesicherten Aussagen.
31 Egger 1985, insbes. Abb. 1 und 3. Vgl. auch Anm. 24.
Wir möchten H. Egger, Boll-Sinneringen, und P. Gassmann vom Dendrolabor in Neuenburg für die zur Verfügung gestellten Messkurven herzlich danken.
32 Im Falle des Einbaums von Twann 1975 trauen wir eher dem deutlich älteren, auf Tabelle 2 wiedergegebenen C14-Datum.

Arbeitsschritte seiner Herstellung zu rekonstruieren. Die typischen Behaufacetten von Bronzeklingen und seine Konstruktionsform mit Heckbrett und mehreren, den Bootsboden stabilisierenden Querrippen machten von Anfang an eine bronzezeitliche Datierung wahrscheinlich. Zwei C14-Daten und die Dendrochronologie sprechen dafür, dass die zu seiner Herstellung ausgelesene, über 200-jährige Eiche etwa im Jahre 1553 v.Chr. gefällt worden ist. Damit können wir erstmals nachweisen, dass Einbäume mit Heckbrett und Bodenrippen bereits in der ausgehenden Frühbronzezeit gebaut worden sind.

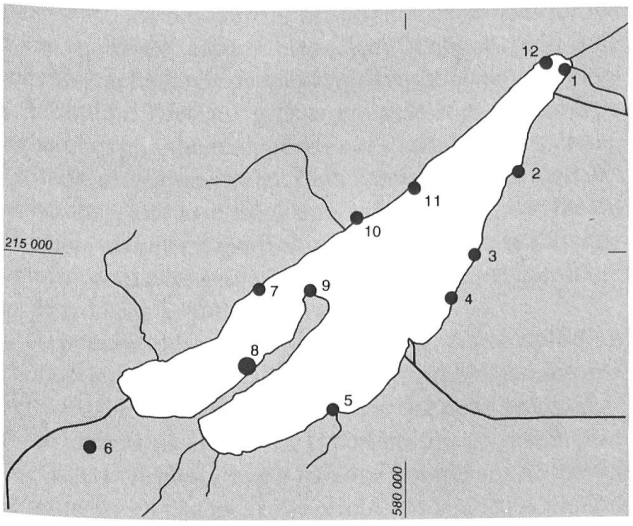

Abb. 35: Bielersee mit Fundlage einiger (prähistorischer?) Einbäume. Vgl. auch Tabelle 4. M. 1:200 000.

1 ? *Nidau - Steinberg* (bei Ia):
1 Exemplar; um 1850
2 *Sutz-Lattrigen* (nahe IV):
1 Exemplar, mit Querrippen; 1941
3 ? *Mörigen - Strandboden* (bei IXa):
wahrscheinlich 3 Exemplare; vor 1860
4 *Täuffelen - Gerolfingen-Öfeli Ost* (nahe X):
1 Exemplar, mit Querrippen; 1906
5 ? *Lüscherz - äussere Station* (nahe XVIc):
2 Exemplare; 1887
6 * *Gals - St. Johannsen*:
1 Exemplar, ohne Querrippen und Heckbrett, SBZ; 1942
7 ? *La Neuveville - Schafis* (bei XXIV):
1 Exemplar; um 1860
8 • *Erlach - Heidenweg*:
1 Exemplar mit Querrippen und Heckbrett, (F)BZ; 1992
9 * *Twann - St. Peterinsel*:
von minimal 3 Exemplaren sind deren 2 besser bekannt; mit und ohne Querrippen aber beide mit Heckbrett, SBZ; etwa 1865, 1911, 1932
10 * *Twann - Bahnhof* (XXVI):
1 Exemplar, mit Querrippen und Heckbrett, FBZ-MBZ; 1975
11 * *Twann - Wingreis* (bei XXVII/XXVIII):
1 Exemplar mit Querrippen und Heckbrett(?); 1880
12 * *Biel - Vingelz* (XXIX/XXX):
von minimal 3 Exemplaren sind deren 2 besser bekannt, mit Querrippen, ohne bzw. mit Heckbrett, frühgeschichtlich bzw. undatiert; 1874, 1874, 1898

? unsicher / nur wage Angaben in der konsultierten Literatur
* von Arnold (1985) vorgelegte Exemplare
• Neufund 1992

7. Literatur

Arnold B. 1980
Navigation sur le lac de Neuchâtel: une esquisse à travers le temps. HA 11/43–44, 178ff.

Arnold B. 1985
Navigation et construction navale sur les lacs suisses au Bronze final. HA 16/63–64, 91ff.

Arnold B. 1989
Architecture navale en Helvétie à l'époque romaine: les barques de Bevaix et d'Yverdon. HA 20/77, 2ff.

Baillie M.G.L. and Pilcher J.R. 1973
A simple crossdating program for tree-ring research. Tree-Ring Bulletin 33, 7ff.

Egger H. 1985
Dendrochronologische Analyse spätbronzezeitlicher Einbäume aus dem Raume Jura-Südfuss. HA 16/63–64, 118ff.

von Fellenberg E. 1876
Die beiden Einbäume von Vingelz. In: 7. Pfahlbaubericht, MAGZ 19/3, 57ff.

Eckstein D. und Bauch J. 1969
Beitrag zur Rationalisierung eines dendrochronologischen Verfahrens und zur Analyse seiner Aussagesicherheit. Forstwissenschaftliches Centralblatt 88, 230ff.

Francuz J. 1980
Dendrochronologie. In: Furger A.R: Die Siedlungsreste der Horgener Kultur. Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann 7. Bern, 197ff.

Furger A.R. 1977
Der bronzezeitliche Einbaum. In: Ammann B. et al: Der bronzezeitliche Einbaum und die nachneolithischen Sedimente. Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann 3. Bern, 9ff.

Gross V. 1880
Le canot lacustre de Wingreis (lac de Bienne). ASA 17, 69f.

Ischer Th. 1942
Der neu entdeckte Einbaum von St. Johannsen am Bielersee. US 6/4, 85ff.

Kjer O. und Pakusa R. 1974
Boote und Schiffe. In: Technikunterricht – Praxis und Theorie, Band 1. Villingen/Schenningen.

Suter P.J., Francuz J. und Verhoeven P. 1993
Der bronzezeitliche Einbaum von Erlach-Heidenweg. AS 16/2, 53ff.

Fundberichte
zu Nidau - Steinberg: 1. Pfahlbaubericht, 1854, 94; 11. Pfahlbaubericht, 1930, 39.
zu Sutz-Lattrigen: JbSGU 32, 1940/41, 66; JbSGU 34, 1943, 33 (hier unter Ipsach).
zu Mörigen - Strandboden: 11. Pfahlbaubericht, 43.
Täuffelen-Gerolfingen-Öfeli: JberBHM 1906, 83; 11. Pfahlbaubericht, 43.
zu Lüscherz - äussere Station: 9. Pfahlbaubericht, 1888, 92; 11. Pfahlbaubericht, 1930, 45.
zu Gals - St. Johannsen: siehe Ischer 1942
zu La Neuveville - Schafis: 11. Pfahlbaubericht, 1930, 48.
zu Erlach - Heidenweg 1992: AKBE 3, 1994, 59f. und JbSGUF 77, 1994, 175.
zu Twann - St. Petersinsel 1911: ASA NF 13, 1911, 79.
zu Twann - St. Petersinsel 1935: JbSGU 27, 1935, 35f.
zu Twann - St. Petersinsel: 11. Pfahlbaubericht, 1930, 49f.
zu Twann - Bahnhof 1975: siehe Furger 1977.
zu Twann - Wingreis: 9. Pfahlbaubericht, 64; 11. Pfahlbaubericht, 1830, 49; siehe auch Gross 1880.
zu Biel - Vingelz: 9. Pfahlbaubericht, 64; 11. Pfahlbaubericht, 50f.; siehe auch v. Fellenberg 1876.