

ZUR REKONSTRUKTION DES RÖMISCHEN PLATTBODENSCHIFFES AUS WOERDEN

Die Untersuchung des den Prähmen vom Typ Zwammerdam zuweisbaren Wracks aus Woerden hat nicht nur die Kenntnis vom römerzeitlichen Transportwesen auf Binnengewässern und von den Lebens- bzw. Arbeitsbedingungen von Schiffsleuten erweitert¹. Die Überreste des Fahrzeugs unterstreichen auch die formale und konstruktive Vielfalt der besonders im nördlichen, aber auch dem westlichen Reichsgebiet verbreiteten römerzeitlichen Plattbodenschiffe². Zu den markantesten Besonderheiten des Wracks von Woerden (Abb. 1) zählen die klinkerartige Bauweise der Bordwände aus jeweils zwei überlappend vernagelten Planken (Taf. 66, 2; 70, 2-3) sowie die Gestaltung vom Bug im Überwasserbereich mit einem monoxylem Element, dessen Bodenfalz und seitliche Ausklinkungen das vorne gerundete Abschlußsegment der Kaffenplanken sowie – durch Füll- bzw. Paßstücke überbrückt – die Beplankung der Rumpffseiten aufnehmen (Taf. 67; 79, 2-3; 80-82,1). Das modellierte Bugholz erinnert entfernt an die Bauweise der Fahrzeuge von Yverdon, insbesondere des Bootes Yverdon 2 mit durchweg plastisch geformten Bauteilen³, die auf die technologische Nähe zur Einbaumtradition deuten. Bei den römischen Wracks aus dem Lac de Neuchâtel kehrt auch die asymmetrische »mosaikartige« Plankenbesäumung des Woerdener Fahrzeuges (Taf. 67,2; 68) wieder⁴. Zeichnen sich jene durch ihre kraweele Bauart bzw. kraweelartige Rumpfform aus, teilt das niederländische Wrack seine überlappende Beplankung der Schiffsseiten mit den im Rheinmündungsgebiet, in Xanten und Mainz gefundenen Prähmen. In Zwammerdam und Xanten sind auch die mit dem Schiffsantrieb zusammenhängenden Bauglieder bezeugt: Mastspant mit Spur und Mastbank, beide mit Bügelkonstruktion und Riegel (Taf. 71,1; 72-74)⁵.

¹ J. K. Haalebos oben S. 475 ff. mit älterer Lit. – Dem Autor danke ich für die Bereitstellung von Ausgrabungsfotos und Plänen, darunter auch Lichtpausen photogrammetrischer Aufnahmen des Meetekundige Dienst Delft im Maßstab 1:20, von denen insbesondere Detailmessungen genommen worden sind.

² Über die durch M. De Weerd, Schepen voor Zwammerdam. Academisch proefschrift Univ. Amsterdam (Amsterdam 1988) behandelten antiken Prähme hinaus sei hier auf die typgleichen Fahrzeuge aus Xanten und auf den formal dem Laibach-Prähme nahestehenden Fund von Lyon sowie neuere Literatur hingewiesen: C. Becker u. E. Rieth, *L'épave gallo-romaine de la Place Tolozan, à Lyon. Un chaland à coque monoxyle-assemblée*. Publ. Bibl. Salomon-Reinach 7 (Lyon 1995) 77 ff. fig. 4-10. – Xanten-Wardt: H. Berkel u. J. Obladen-Kauder, *Das römerzeitliche Schiff von Xanten-Wardt*. Arch. Rheinland 1991 (Köln 1992) 74 ff.; dies., *Das Schiff von Xanten-Wardt zwischen Bergung und Konservierung*. Arch. Rheinland 1992 (Köln 1993) 56 f. Abb. 41; dies., *Das römerzeitliche Plattbodenschiff von Xanten-Wardt. Ein Land macht Geschichte*. Archäologie in Nordrhein-Westfalen (Köln 1995) 220 ff. – Xanten-Lüttingen: J. Ob-

laden-Kauder, *Warum kenterte das römerzeitliche Schiff von Xanten-Lüttingen?* Arch. Rheinland 1993 (Köln 1994) 58 f. Abb. 39; dies., *Frühgeschichtliche Lastschiffahrt am Niederrhein*. Arch. Deutschland 10, H. 3, 1994, 22 ff. Vgl. auch W. Böcking, *Caudicaria – Römische Lastkähne*. Neue Schiffsfunde im Xantener Raum. Antike Welt 27, H. 3, 1996, 209 ff. – Zu Mainz und Laibach: O. Höckmann, *Reste römischer Prähme und Hafenanlagen vom Kappelhof in Mainz*. Mainzer Arch. Zeitschr. 2, 1995, 131 ff.; D. Ellmers, *Celtic plank boats and ships, 500 BC - AD 1000. The earliest ships. The evolution of boats into ships*. Conway's history of the ship Ser. (Hrsg. R. Gardiner; London 1996) 63 ff. mit Abb.

³ B. Arnold, *Batellerie gallo-romaine sur le lac de Neuchâtel*. 2. Arch. Neuchâteloise 13 (Saint-Blaise 1992) 21 ff. Beil. pl. 2.

⁴ Arnold (Anm. 3) 11 ff. Beil. pl. 1-2; ders., *Batellerie gallo-romaine sur le lac de Neuchâtel* 1. Arch. Neuchâteloise 12 (Saint-Blaise 1992) 34 ff. mit Abb. u. Beil. pl. 1 unten; 2; 3 unten.

⁵ Zwammerdam, Wrack 4: De Weerd (Anm. 2) 148 ff. Abb. 76 u. 78. – Xanten-Wardt: Berkel u. Obladen-Kauder (Anm. 2).

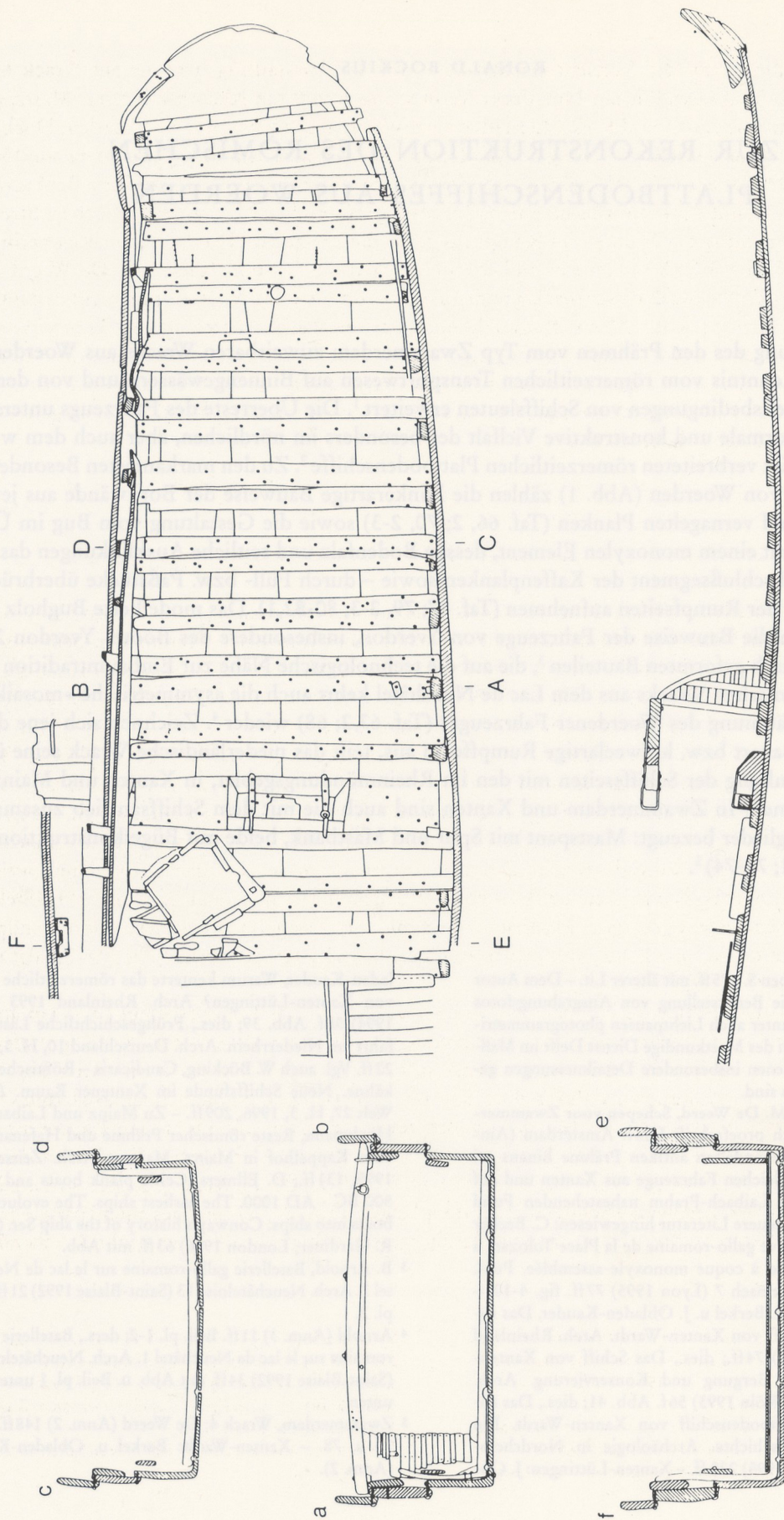


Abb. 1 Römerzeitliches Schiffswrack (Schiff I) aus Woerden (Pläne). – Oben: Draufsicht in die Rumpfschale ohne Bordwandbepankung, mit Spanten und Befunden auf dem Schiffsboden. – Unten: Längsschnitt durch das Wrack mit Verkleidung vom Mastspant, mit Querspant, Ziegelherd und Mastducht mit davorgesetztem wettergeschütztem Verschlag an Steuerbordseite. – Links: Rekonstruierte Rumpfuerschnitte. – M = 1:60 (nach Haalebos).

Mediterrane Einflüsse auf die Konstruktionsart bzw. auf die Ausstattung, wie die am Wrack 6 von Zwammerdam partiell ausgeführten Nut-Feder-Verbindungen und die Kielschweine mit Mastspur in den Wracks Zwammerdam 2 und 6 als Alternative zum Mastspant, fehlen zwar in Woerden. Doch sind Anhaltspunkte für die antike Berechnung des Schiffsrumpfes in Römischen Fuß (*pedes monetales*) kaum zu übersehen. Diese von M. De Weerd auch für das hier besprochene Wrack diskutierte Beobachtung bestreitet B. Arnold mit dem Hinweis darauf, daß nach dem römischen Maßsystem auflösbare Strecken weder für die Verteilung der Spanten im Rumpf noch für die Länge von Plankensegmenten verifiziert werden können. Seine Kritik richtet sich insbesondere gegen die Art und Weise, wie De Weerd seine Meßstrecken definiert und daß dieser markante Elemente, beispielsweise die Mastspur, nicht in das Gliederungsschema miteinbeziehe⁶. Das trifft gerade nicht auf De Weerds metrologische Beurteilung des Wracks von Woerden zu, wo die mit 740cm gemessene Strecke zwischen dem Zentrum der Mastspur und dem äußersten Bugende sogar millimetergenau das Äquivalent von 25 *pedes monetales* darstellt⁷. Auf die sich für das Verteilungsraster der Spanten abzeichnenden metrologischen Befunde gehe ich in einem Exkurs näher ein (s.u. S. 528ff.).

Zur Rekonstruktion der Rumpflinien und der Hauptabmessungen

Das Wrack von Woerden stellt laut Hinweis der darin erhaltenen Vorrichtung zum Stellen eines Mastes oder Treidelpostens⁸ das weitgehend erhaltene Vorschiff eines römischen Prahms dar. Sein aus segmentierten, asymmetrisch zugeschnittenen Planken und den flankierenden Kimmhölzern zusammengesetzter Schiffsboden (Taf. 68-69) war plan. Mit Blick auf die im achteren Bereich auf ca. ein Viertel der erhaltenen Länge linear verlaufende, vorne schwach gewölbte Krümmung der Kimm (Abb. 1 u. Taf. 66, 2; 70, 3) setzt das Ansteigen der vorderen rampenartigen Rumpfpartie (Bugkaffe) im Bereich vom Mastspant ein. Dessen zusammen mit der achtern unmittelbar anliegenden Korbe ca. 67 cm breite Basis steigt in einem Winkel von 2 bis 3 Grad zum Bug hin an und markiert den Beginn der Bugsektion, deren Steigung in einer gestreckten Kurve von anfänglich knapp 5 Grad, dann bis ungefähr 10 Grad verläuft. Mit maßgeblichen, die Winkel beeinflussenden Deformierungen im Boden ist nicht zu rechnen, weil die streckenweise noch in Verband sitzenden Bordwände Verformungen Widerstand leisteten. Die Stellung der leicht schräg heckwärts geneigten Mastbank hängt mit der Formgebung der ersten Bordwandplanke zusammen, auf deren Oberkante, verbreitert durch seitliche Futterbretter, die Ducht aufgelegt worden ist (Taf. 67, 2; 74, 2; 78, 1).

Die Kaffe steigt auf eine Strecke von nahezu 7m bis zum Ansatz des Bugholzes um rund 1 m an. Sie mündet dort, verlängert um ein separat unter dem ersten Korbenpaar angesetztes, vorne gerundet abschließendes Bodensegment aus sehr kurzen Planken, in einen tiefen Falz der monoxylem Bugfront. Die Stärke dieser Ausklinkung wird durch die Dicke der eingelassenen Planken zu einer glatten Oberfläche ausgeglichen. Allerdings schließen die Kanten des Falzes nicht bündig an den Bogensaum des vordersten Kaffensegments an, sondern nur an dessen Scheitelpunkt, wohingegen die offenen Zwickel durch paßgerechte Brettstücke gefüllt worden sind (vgl. Taf. 81 mit 82, 1). Angesichts der vorne mit einem parabelartigen Kantenverlauf endenden Kaffenplanken (Taf. 81, 1) und des nicht paßgerechten Falzes kommt in Betracht, daß das davor- bzw. darübergesetzte Bugholz auf einen nachträglichen Um-

⁶ B. Arnold, Some objections to the link between Gallo-Roman boats and the Roman foot (*pes monetalis*). *Internat. Journal Nautical Arch.* 19, 1990, 273ff. Fig. 1; 4-5; ders. (Anm. 3) 99f. mit Tab.

⁷ Vgl. Haalebos oben S. 482. – Das von J. K. Haalebos, *Een Romeins ship te Woerden. Raakvlakken tussen scheepsarcheologie, maritieme geschiedenis en scheeps-*

bouwkunde (Hrsg. R. Reinders). Flevover. 280 (Lelystad 1987) 25 genannte etwas längere Maß von 7,5m bezieht sich offenbar auf die gegenüber dem Zentrum der Mastspur 12 bis 15cm längere Strecke zwischen Bug und Achterkante der Mastducht.

⁸ Ein höherer Mast mit Fall bietet beide Möglichkeiten (s.u. S. 518).

bau zurückgeht⁹. An dessen Flanken waren die Planken der Bordwände befestigt, die in einer komplizierten Technik mittels Füllhölzern und Zwischenstücken an das Bugsegment anschließen (Taf. 79, 2-3; 80, 1; 81, 1 unten rechts). Das handwerkliche Resultat wirkt kompliziert, notdürftig und unfachmännisch, wird aber auf den Umstand zurückzuführen sein, daß der Übergang von der Längsachse der Rumpfsseiten in die quergelagerte und zugleich aufwärts gerichtete Kaffenfront eigentlich eines schalenförmigen Bugholzes mit kurvilinearen Sponungen bedurft hätte. Die zu geringe Plastizität des eingebauten Elements mußte aufgrund der kleinen Radien durch Anstückelungen ausgeglichen werden (Taf. 86, 1; 88, 2).

Im hinteren Abschnitt vom Wrack war die Bordkante an der Steuerbordseite auf eine Strecke von rund 3,3m erhalten (Abb. 5 u. Taf. 67,1; 70, 3; 73, 1). Dort betrug die Rumpfhöhe ca. 1,5m, wobei der Kantenverlauf ein schwaches Ansteigen der Höhe nach vorne andeutete. Verlängert bis zum Bug ergab sich daraus eine Maximalhöhe der Bordkante von annähernd 1,6m. Die maximale Rumpfbreite betrug beim Mastspant 3,65m; nach vorne verjüngte sich der Rumpf auf rund 2,5m hinter dem Bugsegment (siehe oben S. 512 Abb. 1). Gemäß den Planzeichnungen verliefen die Bordwände hinter dem Mastspant parallel. Sind somit die Breite und teilweise auch die Bauhöhen bekannt, muß die Gesamtlänge erschlossen werden.

Die Rekonstruktion der Rumpflänge stützt sich v. a. auf drei Anhaltspunkte:

1. Im Wrack von Woerden tauchen nicht nur bei der Verteilung der Korben (s.u. S. 528ff. Exkurs 2), sondern auch als Sektionslänge Maße auf, die kaum zufällig als Äquivalente von Römischen Fuß aufzulösen sind. Da das Schiff offenbar auf der Grundlage des *pes monetalis* gebaut worden ist, wird sich auch die Gesamtlänge in dieses Maßsystem eingefügt haben. Die Gesamtstrecke ist mit dieser Schlußfolgerung allein freilich nicht zu ermitteln, kann aber so als römisches Maß justiert werden. Nach den meßkundlichen Beobachtungen zu den Längen zweier Prähme aus Zwammerdam und des Bevaix-Schiffes (s.u. S. 524ff. Exkurs 1) empfiehlt sich ein in vollen Fuß aufgehendes Maß, das nicht zwangsläufig auch ein Vielfaches der Zahlen 5 oder 10 darzustellen braucht.

2. Die für das Woerden-Wrack exakt bekannte Strecke zwischen Bugende und dem Zentrum der Mastspur gestattet Vergleiche mit den Proportionen von in der Länge komplett oder so gut wie komplett erhaltenen Prähmen (Tab. 1). Die von M. De Weerd aus den Zwammerdam-Wracks 2 und 4 abgeleitete Re-

Bevaix	70,6% (Heck)	29,4% (Bug)
Zwammerdam, Schiff Nr. 2	76,0% (Heck)	24,0% (Bug)
Zwammerdam, Schiff Nr. 4	ca. 75,5% (Heck)	ca. 24,5% (Bug)
Zwammerdam, Schiff Nr. 6	70,5% (Heck)	29,5% (Bug)

Tab. 1 Schiffsdaten römischer Plattbodenschiffe. Position der Mastspur in Relation zur Gesamtlänge der Rümpfe (relative Entfernung vom Bug und vom Heck).

gel einer durch das Mastspant oder die Mastspur im Kielschwein bestimmten Sektionierung der Rümpfe in ein Viertel und drei Viertel bzw. 25%/75% der Gesamtlänge ist freilich genauso wenig allgemeinverbindlich wie die von De Weerd daraus erschlossenen 100 römische Fuß absolute Gesamtlänge des

⁹ Dagegen spricht allerdings ein 1997 bei Vleuten-De Meern (NL) angeschnittenes römischerzeitliches Wrack mit sehr ähnlich konstruiertem Schiffsende (mündlicher Hin-

weis von J.-M. Morel, Nederlandse Instituut voor Scheeps- en Onderwaterarcheologie, Dronten).

Fahrzeuges von Woerden¹⁰: Das Schiff von Bevaix, mit Mastspant ausgestattet, belegt ein Streckenverhältnis von etwa 3 zu 7, also eine Rumpflängsgliederung von annähernd einem Drittel zu zwei Drittel. Dieselben Proportionen leiten sich aus der Mastspur im Kielschwein von Zwammerdam, Prahm 6, bezogen auf dessen Gesamtlänge ab¹¹. Da von den bislang bekannten vermeßbaren Fahrzeugen je zwei identische Verhältniszahlen liefern und in beiden Gruppen (1. Zwammerdam, Wrack 2 und Wrack 4; 2. Zwammerdam, Wrack 6, und Bevaix) jeweils Mastspanten und Kielschweine mit Mastfundamenten vertreten sind, scheint der Unterschied (Zwammerdam 2 und 4: 24/24,5% zu 76/75,5%; Zwammerdam 6 und Bevaix: ca. 29,5% zu 70,5%) nicht typologisch begründbar zu sein. Er läßt sich aber auch nicht chorologisch auseinanderhalten, weil in den Niederlanden beide Anordnungsschemata vorkommen. Dennoch ist angesichts der präzisen Übereinstimmungen trotz der sehr geringen Zahl aussagekräftiger Fahrzeuge kaum von Zufällen auszugehen. Für die Festlegung der Mastposition in Plattbodenschiffen haben Regeln existiert, und wir kennen bislang die zwei erörterten. Will man nicht eine »Lösung in der Mitte« als Kompromiß in Betracht ziehen, kann bei isolierter Anwendung der beiden Sektionsverhältnisse auf das Woerden-Schiff mit Gesamtlängen von um 25 m (für 7,4 m = 29,5%) oder um 30 m (für 7,4 m = 24/24,5%) gerechnet werden.

3. Ähnliche Vergleichsmöglichkeiten wie die Relation zwischen den Rumpfstrecken vor und achterlich vom Mast bietet das Längen-Breiten-Verhältnis (Tab. 2)¹². Die Länge römischer Plattbodenschiffe variiert zwischen dem 5,7-fachen (Zwammerdam, Wrack 6) und dem 7,1-fachen (Zwammerdam, Wrack 2) ihrer jeweiligen Breite; die Proportionen von Zwammerdam 4 ($\geq 6,9:1$) und Bevaix (6,9:1) liegen zwischen beiden Werten, jedoch näher beim Längen-Breiten-Koeffizienten von Prahm 2 aus Zwammerdam. Daß sich beide Fahrzeuge durch unterschiedliche, die Schiffsbreite beeinflussende Beplankungstechniken der Bordwände auszeichnen, ist hier ohne Belang. Drei von vier Wracks ergeben somit einen Koeffizienten von um 7. Die im Woerden-Wrack gemessene Breite von 3,6 m deutet demnach auf eine ursprüngliche Gesamtlänge von entweder 20,5 m (5,7:1) oder um 25 m (6,9:1 bis 7,1:1) hin.

Bevaix	1:6,9 (kraweele Bordwände)
Zwammerdam, Schiff Nr. 2	1:7,1 (überlappende Beplankung)
Zwammerdam, Schiff Nr. 4	1:(\geq) 6,9 (überlappende Beplankung)
Zwammerdam, Schiff Nr. 6	1:5,7 (überlappende Beplankung)

Tab. 2 Schiffdaten römerzeitlicher Plattbodenschiffe. Verhältnis der Gesamtlänge zur maximalen Breite.

Mastposition und Rumpfproportionen der genannten römischen Plattbodenschiffe drücken sich in Verhältniszahlen aus, die, wendet man sie unabhängig voneinander auf die Abmessungen des Wracks von Woerden an, für das Schiff mit einer ursprünglichen Länge über alles von um 25 m oder um 30 m bzw.

¹⁰ De Weerd (Anm. 2) 241; 313 (rekonstruierte Gesamtlänge). – Zur Mastposition ebd. 137; 148; 241; 265 ff.; 310 f.

¹¹ Anders De Weerd (Anm. 2) 137. Vgl. dazu jedoch die ebd. 161 gegebenen Maße. Obwohl von De Weerd anders begründet, scheint die Lage der Mastspur in situ trotz der fragmenthaften Erhaltung vom Kielschwein aufgrund vom Nagelverband und der Ausklinkungen für die Spannten an der Unterseite beim entscheidenden Bruchstück mit der Einbauposition übereinzustimmen. Diskrepanzen zwischen De Weerds Maßangaben (a. a. O. 161) und dem Plan (ebd. Beil. A) betreffs der Größe der Mastspur sind hier irrelevant. – Ich danke an dieser Stelle Arent Vos, Alphen/Rijn, für Detailinformationen sowie für

Auszüge aus der Grabungsdokumentation.

¹² Zur Findung dieser Indexziffer, mit deren Hilfe Schiffsrümpfe miteinander verglichen werden können, sind üblicherweise die Maßstrecken in Höhe der Konstruktionswasserlinie (KWL) heranzuziehen. Da diese Ebene für jeden Prahm unter Inkaufnahme von Unsicherheiten rekonstruiert werden müßte, behelfe ich mir hier mit Längen und Breiten über alles. Die Ergebnisse dürfen demzufolge nicht mit den sonst so aussagefähigen Datenblättern besser bekannter Rümpfe (z.B. G. Timmermann, Vom Einbaum zum Wikingerschiff. Schiff u. Hafen 1956 [Hamburg 195], H. 3, 220; 223; H. 4, 339; H. 5, 406; 408 ff.; H. 6, 545 ff.; H. 7, 607 ff.) verglichen werden.

von 20,5 m oder 25 m, also allgemein mit 20,5 m bis 30 m rechnen ließen. Vergleicht man die vier Wracks aus Zwammerdam und Bevaix hinsichtlich beider Indizes miteinander, wird deutlich, daß die Masten der schlankeren Fahrzeuge (Zwammerdam, Wrack 2 und 4) weiter vorn gestanden haben als der des weniger schlanken Schiffes Zwammerdam 6. Angesichts der oben näher gekennzeichneten konstruktiven Verwandtschaft zwischen dem Woerden-Wrack und dem Schiff von Bevaix könnte man unterstellen, daß sich beide gleichermaßen durch mehr oder weniger übereinstimmende Proportionen ausgezeichnet haben, daß demnach das Schiff von Woerden zu der Gruppe der schlanken Fahrzeuge mit etwas längerem Vorschiffsanteil gehörte. Über diese Vermutung hinaus zeichnet sich aber auch noch eine weitere in Zahlen auszudrückende Gemeinsamkeit mit dem Bevaix-Schiff ab. Setzt man nämlich die Rumpflängen vor dem Mast mit der Gesamtbreite in Beziehung (Tab. 3), ergibt sich für Woerden ein Koeffizient von knapp 2,1, für das Bevaix-Schiff von 2,3. Da letzteres über kraweele Bordwände verfügt, das Fahrzeug aus Woerden jedoch über eine die Schiffsbreite nicht unerheblich steigernde überlappende Beplankung, rücken beide Rumpfe noch enger zusammen. Die Vorschiffslängen der übrigen im Rheingebiet gefundenen Prähme entsprechen demgegenüber nahezu einheitlich nur dem 1,7-fachen ihrer maximalen Rumpfbreite.

Bevaix	2,3:1 (kraweele Bordwände)
Woerden	(\geq) 2,1:1 (2,2:1, wenn überlappende Planken nicht berücksichtigt werden)
Xanten-Wardt	um 1,3/1,4 : 1
Zwammerdam, Schiff Nr. 2	1,7:1
Zwammerdam, Schiff Nr. 4	(\geq) 1,7:1
Zwammerdam, Schiff Nr. 6	1,7:1

Tab. 3 Schiffsdaten römerzeitlicher Plattbodenschiffe. Verhältnis der Strecke Mastspur-Bug zur Schiffsbreite bei der Mastsektion.

Die für das Woerden-Schiff gesuchte Gesamtlänge wird angesichts der recht einheitlichen Proportionsverhältnisse der miteinander verglichenen Fahrzeuge ungefähr das Siebenfache seiner Breite betragen haben. Sollen sowohl dessen Längen-Breiten-Verhältnis als auch dessen Maststellung mit den Maßverhältnissen der besser erhaltenen römischen Prähme korrespondieren, darf es nicht größer als etwa 25 m rekonstruiert werden. Rechnet man mit mehr Länge, erhöht sich der Länge-Breite-Koeffizient, rechnet man mit weniger, reduziert sich die Rumpflänge achterlich vom Mast; beides fügt sich nicht mehr in den von den Proportionen der untersuchten Plattbodenschiffe gesteckten Rahmen. Ein genaueres Maß als das genannte läßt sich mit dem Blick auf die genannten Kriterien freilich nicht begründen. Da allerdings auch das Schiff von Woerden im römischen Maßsystem aufzugehen scheint, spricht die Wahrscheinlichkeit dafür, daß die Rumpflänge einem Betrag in vollen *pedes monetales* entsprochen hatte. Die erörterten Voraussetzungen, ein Längen-Breite-Verhältnis von um 1:7 bei eher langer Vorschiffsstrecke von etwa 30% der Länge über alles, werden von einer rekonstruierten Gesamtlänge des Fahrzeuges von 84 bis 85 Fuß (24,86 m bis 25,16 m) am besten erfüllt. Das Verhältnis von Breite zu Länge (1.) entspricht somit von 6,9:1 bis 7,0:1 etwa dem bei den Prähmen überwiegenden Koeffizienten von um 7, die Mastposition (2.) liegt dann mit ca. 29,4% bis 29,8% nahe bei den Proportionen der Rumpfe von Bevaix und Zwammerdam 6 (Tab. 2-3). Bei einer rekonstruierten Länge von 84 bis 85 Fuß sind die Proportionen der Rumpfe von Bevaix und Woerden auch hinsichtlich des Verhältnisses von der Vorschiffs- zur Gesamtlänge so gut wie deckungsgleich (Woerden 3,36/3,40:1; Bevaix 3,44:1). Hierdurch mag sich eine weitere formale Gemeinsamkeit beider Schiffsfunde ausdrücken, nämlich der Umstand, daß sie offenbar als einzige Vertreter ihres Genres über gewölbte Bugkaffen verfügen, die im Bereich vom Mastspant in die horizontale Bodenplatte münden.

Zur Ergänzung der achteren Rumpfpartie

Die im Wrack von Woerden mittschiffs parallel verlaufenden Bordwände wurden zum Heck hin verlängert, wo sie aufgrund der nur moderat verjüngten, zur Medialachse hin gebogenen Planken geringfügig ansteigen (Abb. 6). Das Schiffsheck entspricht nach Form und Abmessungen dem Bug (Taf. 86; 87, 1-2). Hierin unterscheidet sich das Woerden-Schiff vom Typ Zwammerdam, dessen vorderes rampenartiges Schiffsende deutlich länger zu sein pflegt als das achtere (Schiffe Nr. 2 und 6 aus Zwammerdam). Der Prahm von Woerden gleicht so mehr dem Fahrzeug von Bevaix, dessen Rumpfsilhouette sich durch annähernd symmetrisch geformte, wenn auch nicht gleichlange Schiffsenden auszeichnet¹³.

Der von dem durch Ziegelherd, durch die Mastducht und durch den vor diese gesetzten wetterfesten Stauraum als Betriebs- und Aufenthaltsplatz der Mannschaft ausgewiesenen Bereich hinter dem Mast war mittels einer auf das zweite Korbenpaar achterlich vom Mastspant gestellten Weißstanneplanke (ursprünglich mögen es zwei oder mehr gewesen sein) abgeschottet (siehe oben Abb. 1; Taf. 78, 1; 89, 2). Achterlich davon wurden die Überreste einer Rumpfauszimmerung angeschnitten. Der Schiffsboden war dort in auffällig sorgfältiger Weise mit quer- und längsverlaufenden Brettern ausgelegt (Taf. 78, 1; 79, 1; 87, 3; 89). Zur Überbrückung der Spantzwischenfelder dienten Latten unterhalb und Distanzhölzer zwischen den Längs- und Querlagen der parkettartigen Bodenverkleidung (siehe oben S. 512 Abb. 1). Die auf die Spanten des Vorschiffs genagelten Stringer setzten sich hinter dem Mast als breite Wegerung fort (Taf. 69, 2; 71, 1; 76; 78, 2; 87, 3; 89). Die so entstandene nahezu lückenlose Innenauskleidung des Rumpfes ließ dort einen regelrechten Frachtraum entstehen, wie er sich auch für Schüttgüter eignete¹⁴. Die Auskleidung (sog. Garnierung) des Schiffsbodens und die breite Wegerung sind zwar nur knapp bzw. im Profil erfaßt worden; die Art des Befundes und die Lage im Schiff sprechen aber dafür, daß nicht nur eine Abteilung so ausgebaut war, sondern der gesamte Nutzraum im achteren Rumpfabschnitt.

Antrieb und Steuerung

Wie in den Wracks von Zwammerdam 4 und Xanten-Wardt¹⁵ beeindruckt auch das in Woerden ange-troffene Mastspant durch seine außergewöhnliche Solidität. Noch mit festen Eisenbügeln und dem Querriegel für den hinteren Verschluss der Mastspur ausgestattet, war er quasi betriebsfähig erhalten (Taf. 71, 2; 72; 89, 2). Das Bauteil bildet zusammen mit der darüber liegenden Mastducht (Taf. 73-74) eine funktionale Einheit zum Stellen eines Pfahles oder Mastes, der nach dem Radius der U-förmigen Öffnung im achteren Drittel der Ducht (sog. Fischung) einen Durchmesser von etwa 24 bis 25 cm aufgewiesen hat. Daß diese Einbauten auf den Schiffsantrieb zurückgehen, wird niemand bestreiten. Dagegen ist jedoch keineswegs klar, ob solche Fahrzeuge – stromauf – getreidelt worden sind oder ob sie auch segelten. Ersteres setzt einen Treidelpfosten zum Riggen der Schlepptrosse voraus, letzteres über den Mast hinaus umfangreichere Ausrüstung. Die Antriebsarten der römischen Plattbodenschiffe entziehen sich nicht zuletzt deshalb genauerer Kenntnis, weil der Fahrzeugtyp im antiken Bilderrepertoire nicht eindeutig nachgewiesen werden kann¹⁶. Von Sekundärquellen, die eher zierliche römerzeitliche Binnen-

¹³ Vgl. Arnold (Anm. 4) Beil. pl. 1 u. 3.

¹⁴ Die von Haalebos oben S. 487 geäußerte Vermutung, daß die Bodenverkleidung Durchfeuchten der Ladung durch Bilgewasser verhinderte, überzeugt zwar mehr als die Annahme unverpackten Transports verderblicher Ware. Doch hätte es dafür nicht der schlechterdings pedantisch ausgeführten Tischlerarbeit bedurft. Fehlende Hinweise auf textile Behälter besagen wenig, zumal ja eine Spezial-

sierung des Schiffs auf Getreidefrachten auch nicht zu beweisen ist.

¹⁵ s.o. Anm. 5.

¹⁶ Ikonographische Deutungsversuche (W. Boppert, *Caudicarii am Rhein?* Arch. Korrb. 24, 1994, 414 Abb. 3; 5; O. Höckmann, *Bemerkungen zur Caudicaria/Codicaria*. Arch. Korrb. 24, 1994, 433f.; 438f. Anm. 24) sind nicht plausibel: Denkmäler, wie der Blussus-Stein (Boppert a. a.

fahrzeuge abbilden, sind kurze, massiv wirkende Treidelpfosten bekannt, wie man sie sich eingedenk des für das Woerden-Schiff naheliegenden beträchtlich großen Schaftquerschnitts auch dort vorstellen könnte¹⁷. Da sich ein niedriger Treidelpfosten einerseits nicht zum Segeln, andererseits aber ein Mast nicht nur zum Segelsetzen, sondern gleichermaßen zum Hieven und Umlenken einer Schlepptrasse eignet, ist nicht einzusehen, weshalb gerade auf den einzigen uns bekannten Schwerlastfrachtern auf windgestützten Schiffsantrieb verzichtet worden sein sollte. Trotz ihrer durch den Rumpfquerschnitt und die Gewichtsverteilung gegebenen, nicht zu unterschätzenden Schwimmstabilität sind Zwammerdam-Prähme aufgrund ihrer plumpen Linien alles andere als optimale Segelfahrzeuge¹⁸. Wenn freilich Wirtschaftlichkeit anstelle von Geschwindigkeit der Vorzug gegeben wird, ist mit einer dafür geeigneten Takelage jeder schwimmende Körper auf Kursen mit dem, d. h. mehr oder weniger vor dem Wind zu segeln. Den einzigen über die Anwesenheit von Mastspant und -ducht hinausgehenden Hinweis auf die Besegelung dieses Schiffstyps stellt ein innen am Bug eingelassener größerer Eisenring im Wrack von Xanten-Wardt dar¹⁹, der sich zum Festmachen des Fahrzeuges wie zum Anschlagen eines Mastvorstags geeignet haben mag, kaum aber einer Schlepptrasse Widerstand geboten haben würde, die im übrigen, so weit vorlich im Schiff befestigt, uferparalleles Treideln mühsam, wenn nicht unmöglich machte.

Zur Rekonstruktion der Besegelung (Taf. 86; 87, 1) wurde ein antiker Riggtypus gewählt, der einem auf strömenden Binnengewässern eingesetzten, mehr zum Treiben vor dem Wind geeigneten Fahrzeug angemessen erscheint. Die Zusammensetzung und Funktionsweise der antiken Rahtakelung lassen sich ikonographisch und auch literarisch erschließen. Originalfunde von Riggbestandteilen ergänzen das aus Sekundärquellen entwickelte Bild über den windgestützten Antrieb antiker Schiffe. Den besonderen Charakter solcher Rahsegel bestimmte ein Leinensystem, das v. a. die Verkleinerung der Tuchfläche bis hin zur kompletten Bergung des Segels gewährleistete. Über die Länge der Rah verteilt waren dort Leinen (Gordings) fest angeschlagen, die hinter dem Segel herabhingen, um dessen Unterliek nach oben geführt und schließlich, oberhalb des Segels wieder nach achtern und nach unten umgelenkt, im Schiffsrumpf gesammelt worden sind. Beim Anholen dieser Leinen wurde das Rahsegel von unten nach oben angehoben, wodurch sich die Segelfläche reduzierte. Auf der Vorderseite (Lee) des Segels befestigte, vertikal übereinander und im Abstand der Reffleinen horizontal nebeneinander angeordnete Führungsringe aus Metall oder Holz bewirkten, daß das gereffte Segeltuch unten in waagerechte Falten fiel, die umso größer wurden, je mehr Leine eingeholt worden ist²⁰. Die Enden der Gordings wurden dort bedient, wo es im Schiff sinnvoll und auch möglich gewesen ist, auf gedeckten Frachtern mit La-

O. 410 Abb. 2), ein Kölner Relief (Arnold [Anm. 3] 85 fig. e) und das Tiber-Relief (H. G. Frenz, Bildliche Darstellungen zur Schifffahrt römischer Zeit an Rhein und Tiber. In: Die Mainzer Römerschiffe [Hrsg. G. Rupprecht; Mainz 1982] 84f. Abb. 6), bilden zwar Fahrzeuge ab, die sich durch prahmartige Bau- und Formmerkmale auszeichnen; ihre Silhouetten unterscheiden sich jedoch ganz erheblich von den original überlieferten Schiffen und scheinen z.T. auch bedeutend kleiner gewesen zu sein. Kleinfahrzeuge mit ebenem Boden und einem (!) Schiffsende in Plattgattausführung (vgl. L. Casson, *Ships and seamanship in the Ancient World* [Princeton 1971] 331 Fig. 144 unten, links u. rechts; 146-147; 154; 179; L. Basch, *Le musée imaginaire de la marine antique* [Athen 1987] 462ff. fig. 1030; 1038-1039; 1064-1069. – Originalfunde aus Toulon: L. Dutrait, *Deux bateaux romains découverts dans le port antique*. *Archeologia* [Dijon] 229, 1987, 6f.) teilen konstruktive Gemeinsamkeiten mit dem Typ Zwammerdam und den ihm nahestehenden Schiffen, sind aber sichtlich nicht dasselbe. Hierher wird auch das prahmartige Fahrzeug auf dem Bad Kreuznacher Okeanos-Mosaik gehören: Vgl. dazu B. Rabold, *Die Mosaiken*

aus der römischen Villa in Bad Kreuznach (Diss. Freiburg 1986) 106 mit Abb. 23; 115 Taf. 7.

¹⁷ Frenz (Anm. 16) 79ff. Abb. 1; 4; 5; evtl. auch Abb. 10.

¹⁸ Ähnlich S. McGrail, *Ancient boats in N. W. Europe: the archaeology of water transport to AD 1500* (New York 1987) 217f.

¹⁹ Berkel u. Obladen-Kauder (Anm. 2); Obladen-Kauder (Anm. 2) 222; Böcking (Anm. 2) 212f. Abb. 8.

²⁰ Casson (Anm. 16) 229ff.; 259f. Anm. 3 Fig. 144; 146; 150; 154; 156 (Darstellungen mit Kennzeichnung der Reffleinrichtung). – Überreste eines mutmaßlichen hellenistisch-römischen Segels mit dem Fragment eines daran befestigten Holzringes zur Führung einer Reffleine: J. Rouge, *La Momie, contenait-elle les fragments d'une voile?* *Nouv. Arch. Mus. Nat. Lyon* 25, 1987, 91ff. fig. 1-2. – Zum Leinensegel: Casson (Anm. 16) 234 Anm. 43. Vgl. dazu E. Black, *Where have all the sails gone?* *Tropis IV. 4th International Symposium on ship construction in Antiquity*, 1991. *Proceedings* (Hrsg. H. Tzalas, Athen 1996) 103ff.; dies.u. D. Samuel, *What were sails made of?* *Mariner's Mirror* 77, 1991, 217ff.

deluken mehr im Heckbereich, sonst näher beim oder unmittelbar hinter dem Mast. Die Umlenkung der Reffleinen erfolgte entweder in Höhe der Rah oder oberhalb davon beim Masttopp. Technisch erfordern beide Riggvarianten Führungen (Holepunkte) in Gestalt von Ringen oder Rollen. Die hinsichtlich ihrer Leinenführung aufwendige, aber gerade so gewährleistete Reffbarkeit des römischen Rahsegels bietet sich auch für Flußreviere an, weil sie das Anpassen eines prinzipiell übertakelten Riggs an die gerade dort voraussetzbaren wechelhafte Winde gestattet. Der hochrechteckige Zuschnitt des Tuches entspricht der üblichen Formgebung eines rahgetakelten Binnenriggs²¹.

Zwar läßt sich die Wirksamkeit eines Segels berechnen, nicht aber eine nicht erhaltene Segelfläche rechnerisch rekonstruieren. Demzufolge kann die hier vorgeschlagene Rekonstruktion nicht mehr bieten als das, was aus Befunden in dem Wrack sowie aus praxisorientierten oder auf Empirie zurückgehenden Richtlinien für die Dimensionierung von Segeltuch, Mast und Rah abgeleitet werden kann: Die ungefähre Masthöhe über Deck, hier oberhalb der Mastducht gemessen, steht naturgemäß in Kongruenz mit der Schaftstärke eines Vollholzmastes. Pro laufenden Meter Höhe über Deck werden im traditionellen Schiffbau 16 bis 18 mm Durchmesser kalkuliert²², so daß für das Fahrzeug angesichts 24 bis 25 cm Durchmesser in Höhe der Mastducht von wenigstens 13 m Mastlänge oberhalb der Fischung auszugehen ist. Bei einer Gesamtlänge von rund 14 m läßt er sich gerade noch im Achterschiffsraum verstauen. Aus der hier angenommenen Höhe des Mastes und einer angesichts der geringen Schiffsbreite von 3,5 m mit knapp 7,5 m veranschlagten Länge der Rah²³ resultieren, abhängig von deren Heißhöhe, immerhin 70 bis 80 m² Tuchfläche.

Die für die Umlenkung bzw. zum Anschlagen der Leinen erforderlichen Beschläge, Belegnägel, Fallblock vor dem Mast, Umlenkblöcke für die Gordings am Masttopp (Taf. 86, 1; 87, 1), wurden entweder nach original erhaltenen oder auf antiken Darstellungen erkennbaren Typen rekonstruiert²⁴. Auf stehendes Gut, Wanten und Stage zur Verspannung des Mastes, wurde verzichtet, einerseits, weil die Lagerung des Mastes einen überaus soliden Eindruck hinterläßt, andererseits, weil dafür keine verwertbaren Anhaltspunkte verfügbar sind – allenfalls vage im Prahm von Xanten-Wardt²⁵, dessen Eisenring am Bug jedoch im Wrack von Woerden an analoger Stelle fehlt. Von ikonographischer Seite sind bezüglich einer Verstagung überhaupt keine Aufschlüsse zu erwarten. Allein für die schwer zu umgehende Frage,

²¹ Arnold (Anm. 3) 83 mit Abb.; J. Leidenfrost, Die Lastsegelschiffe des Bodensees. Ein Beitrag zur Schifffahrtsgeschichte. Bodensee-Bibl. 11 (Sigmaringen 1975) 16 ff. Abb. 2 Taf. 1. Vgl. damit die Denkmäler bei Casson (Anm. 16) 335 Fig. 142; 195.

²² A. Brix, Bootsbau: Praktischer Schiffbau (Reprint Hamburg 1991) 216 ff. – Ein anderes Berechnungsverfahren (7/8 Zoll Maststärke je laufender Meter über Deck pro engl. Fuß Schiffsbreite) schreibt ähnliche Abmessungen vor (bezogen auf Schratkellagen): J. Leather, Das Gaffelrigg (Kiel, 1991) 15.

²³ Rahlängen bzw. Segelbreiten von mehr als der doppelten Rumpfbreite erschweren in zunehmendem Maße die Hantierbarkeit der Takelage (dazu z.B. McGrail [Anm. 18] 232). – Bei trapezförmigen Tuchmüßnissen ist die Länge des Unterlieks entscheidender als die Rahlänge; Beispiele dafür bei J. Godal, Recording living tradition of square sail rigged Norwegian boats. Sailing into the Past (Hrsg. O. Crumlin-Pedersen u. M. Vinner, Roskilde 1986) 199. – Da die Abmessungen eines Rahsegels von den Verteilungsmöglichkeiten der Beschläge im Rumpf beeinflusst werden (Anstellwinkel auf Kreuzkursen) und dabei nicht zuletzt die angestrebte Effektivität eine Rolle spielt (vgl. dazu B. u. E. Andersen, Rasejlet - Dragens Vinge [Roskilde, 1989] 195 ff.; bes. 230 ff.), die wiederum von den hydrodynamischen Eigenschaften eines Fahrzeuges mit bestimmt wird, kann diese Methode zur Feststellung der

Rahlänge nicht mehr sein als eine Regel »über den Daumen«. Für Schiffe, die ausschließlich bei achterlichen Winden Segel setzen oder bei Spezialanwendungen (Schleppnetz-fischen unter Segel), kann das Limit erheblich überschritten werden.

²⁴ Herzförmiger Fallblock mit zwei Rollen: Casson (Anm. 16) Fig. 144 rechtes Schiff; 149. – Blöcke vom Typ Caesarea: J. P. Oleson, A Roman sheave block from the harbour of Caesarea Maritima, Israel. Internat. Journal Nautical Arch. 12, 1983, 155 ff. mit Fundliste. Weitere: Fortuna Maris. La nave Romana di Comacchio (Hrsg. F. Berti). Ausstellungskat. Comacchio 1990 (Bologna 1990) 43 ff. Fig. 1-2; 279 ff. Taf. 85, 284; 86, 285; M. B. Carre u. M. Rival, Archaeonautica 8, 1988, 113 ff. pl. 39, 1; 44, B15-16. – Neben solchen Riggs mit Umlenkungen, die mittels Tauwerk am Mast angeschlagen werden, ist auch mit komplizierter gebauten Masten mit festen Rollen zu rechnen: Vgl. dazu P. Marsden, A boat of the Roman period found at Bruges, Belgium, in 1899, and related types. Internat. Journal Nautical Arch. 5, 1976, 26 Fig. 4, 8-11; 30 ff. Fig. 7, 5-7; 23.

²⁵ Ss.o. Anm. 19. – Zu unverstägten Masten und der Bese-gelbarkeit plattbodiger Fahrzeuge mit geraden Bordwänden (Scharpies): E. McKee, Working boats of Britain. Their shape and purpose (London 1983) 149 ff.; H. I. Chappelle, Boatbuilding. A Complete handbook of wooden boat construction (New York o. J.) 32 f.



Abb. 2 Grabstele des Schiffers Blussus (Landesmuseum Mainz). Darstellung eines Plattbodenschiffes mit kaffenartigen Schiffsenden und Kennzeichnung der Steuerung und des Antriebs (Heckruder, Treidelpfosten[?] und Ruderbesatzung). – 1. Jh. n. Chr.

wo die achterlich über die Rah ins Schiff führenden Reffleinen betriebsgerecht festgemacht worden sein könnten, mußte eine Lösung gefunden werden. Einzelne römische Reliefs belegen für größere seegehende Schiffe Winden oder Einrichtungen zum Sammeln und Festsetzen laufenden Guts (Fallknechte), deren Funktions- und Konstruktionsweise aber im einzelnen nur zu erraten wären²⁶. Für das Schiff von Woerden bot sich, gestützt auf einen Grabungsbefund, eine simple Nagelbank mit hölzernen Koffiennägeln an (Taf. 89, 1). Ihre Formgebung nimmt Rücksicht auf zwei rund 1 m achterlich vom Mastspant, an beiden Bordwänden bündig mit den Oberkanten vom jeweils ersten Plankengang montierten Eichenklötze mit U-förmigen Ausklinkungen (Abb. 1 u. Taf. 76, 2; 77). Deren Position spricht eher für die funktionale Verbindung mit der Besegelung als für eine Bewandnis im Zusammenhang mit der vorderen Abschottung des Frachtraumes. Auf den ersten Blick für die kraftschlüssige Befestigung eines durch Zug nach oben belastetes Querholz ungeeignet, bieten die nach oben offenen Aussparungen die Möglichkeit, ein wie die Mastbank aufgelegtes, im Querschnitt T-förmiges Querholz einzurasten und so gegen horizontalen Verschiebung zu sichern. Über die Beschläge und den Querträger gelegte eiserne Kopfbander stabilisieren die Vorrichtung gegen vertikalen Zug.

Über die Steuerung römischer Plattbodenschiffe ist ebensowenig bekannt, wie über deren Antrieb. Ein Besegelung ohne den Kurs beeinflussendes Ruder ist allerdings ganz undenkbar; und auch das Treideln wird durch eine am Heck gefahrene Steuervorrichtung erleichtert, die sich schließlich auch bei anderen Antriebstechniken als nützlich erweist²⁷. So dürfte auch das Schiff von Woerden über eine Ruderanlage verfügt haben. Nach römischen Schiffsbildern aus dem Rheingebiet (Abb. 2-3) und aus Ita-

²⁶ Casson (Anm. 16) 252; 257f. (zu Spills und Winden). Einen Apparat zum Sammeln und zweifellos auch Festsetzen des Reffs auf dem Grabstein der Naevolia Tyche: Basch (Anm. 16) 459ff. fig. 1018; 1020; 1022; 1026-1027.

²⁷ Zur Wirkungsweise des Ruders: McKee (Anm. 25) 130ff.

(allgemein); J. Thurneyssen, Another view of the ancient rudder. *Internat. Journal Nautical Arch.* 9, 1980, 3ff. (zum antiken Seitenruder). – Zur Antriebsweise vor- und frühgeschichtlicher Wasserfahrzeuge: D. Ellmers, Antriebstechniken germanischer Schiffe im 1. Jahrtausend n.



Abb. 3 Teil eines Reliefbildes (Römisch-Germanisches Museum Köln). Achteres Ende eines Plattbodenschiffes mit überhöhtem, spiegelartigem Steilheck. Kennzeichnung der Steuervorrichtung und des Riemenantriebes mit detaillierter Darstellung von Beschlügen und Leinen. – 1. Jh. n. Chr.

lien zu urteilen, sind Kleinfahrzeuge sowie mit den Prähmen verwandte Boote mit Heckruder statt der für größere, seegehende Fahrzeuge und Kriegsschiffe üblichen Seitenruder gesteuert worden²⁸. Daß das gleichermaßen für die hier angesprochenen Plattbodenschiffe und damit auch für den Prahm von Woerden gelten wird, deuten zwei Einzelfunde an. Sowohl das in der Nähe vom Bevaix-Wrack im Lac de Neuchatel gefundene riemenähnliche wie auch das unter dem einbaumartigen Boot Nr. 5 von Zwammerdam freigelegte Ruder mit kompaktem, asymmetrischem Blattumriß werden durch beim oberen Schaftende befindliche Zapflöcher gekennzeichnet, die zum Einlassen einer parallel mit der Blattebene verlaufenden, einmal auch nach schräg unten gerichteten Pinne vorgesehen waren²⁹. Dar-

Chr. Deutsches Schifffahrtsarchiv 1, 1975, 79ff.; ders., Die Archäologie der Binnenschifffahrt in Europa nördlich der Alpen. Untersuchungen zu Handel und Verkehr der vor- und frühgeschichtlichen Zeit in Mittel- und Nordeuropa, Teil V: Der Verkehr. Verkehrswege, Verkehrsmittel, Organisation (Hrsg. H. Jankuhn, W. Kimmig u. E. Ebel). Abh. Akad. Wiss. Göttingen, Phil.-Hist. Kl. 180 (1989) 312ff.

²⁸ Frenz (Anm. 16) 84f. Abb. 6 (ebd. 81ff. Abb. 2 u. 5 auch andere Fahrzeugtypen). – A. W. Sleeswyk (The rudder of

the Blussus ship. Internat. Journal Nautical Arch. 11, 1982, 153f. Fig. 2) rechnet für das Blussus-Boot mit einem im Betriebszustand am Heck befestigten, drehbar gelagerten Ruder(schaft). Einen ähnlichen Eindruck vermittelt die Darstellung auf dem Nehalennia Altar in Leiden (Frenz [Anm. 16] 84 Abb. 5), wiewohl ungewiß bleibt, ob sich hier nicht doch das auf dem Kölner Relief gezeigte Arrangement (Abb. 3) wiederholt.

²⁹ Die Originalfunde zusammengestellt von De Weerd (Anm. 2) 162ff. Abb. 89-97; 102.

aus leitet sich einerseits die heckseitige Lagerung dieser Geräte ab, andererseits stimmen *cum grano salis* die Blattformen, ganz eindeutig dann die schräg abwärts ins Schiff gelenkte Stellung der Ruderpinnen mit dem überlieferten Bildmaterial überein (Abb. 2-3)³⁰. Hat man bei der Frage nach dem Rudertyp die Wahl zwischen den beiden genannten Versionen, die sich weniger funktional als formal voneinander unterscheiden, sind die Art und Weise der Ruderlagerung sowie der Trimmvorrichtungen unbekannt. Bis auf den nicht einmal gesicherten Befund einer gabelartigen Aussparung in einem der Schiffsenden von Yverdon, Wrack 1³¹, fehlt in den Originalen jede Spur der vorauszusetzenden Schaftlager solcher Steuerruder. Für das hier begründete Modell des Woerden-Schiffes wurde der Typ des in Zwammerdam gefundenen Ruders herangezogen und als Schaftlager eine Auskehlung im monoxylen Heck mit flankierenden Dollen angebracht (Taf. 87, 3). Die Wahl fiel deshalb auf den niederländischen Fund, weil dessen Bohrungen in den Blattschultern eine Rekonstruktion der Trimmleinen zulassen, wie sie in außergewöhnlicher Klarheit auf einem Kölner Relief mit der Darstellung eines prahmartigen, also konstruktiv verwandten Fahrzeuges wiederkehren (Abb. 3). Dessen Schaft- bzw. Blatteintauchwinkel wird mittels wenigstens eines fest unterhalb vom Helmstock verknoteten, unten im Rumpf belegten Taues fixiert. Zwei bei den Blattschultern endende Aufholerleinen halten das Ruder im Wasser in der Schwebelage. Diese Leinenanordnung wurde in entsprechender Weise auf das formal abweichende Zwammerdam-Ruder übertragen, dessen unterschiedlich große, sehr dicht benachbarte Blattbohrungen sich besser für eine einzelne, mittels Knebelholz lösbar im Blatt befestigte Aufholerleine eignen. Zum Anschlagen der Tauwerksenden im Rumpf dient eine Vorrichtung aus zwei längsschiffs nebeneinander in die Korben eingelassenen und vernagelten Holzfundamenten, die ein starkes Rundholz tragen (Taf. 87, 3). Überreste einer so rekonstruierbaren Einrichtung blieben im Heck des Prahms Nr. 6 aus Zwammerdam erhalten³². Die Abmessungen und die Anordnung dieser Konstruktion entsprechen dem dortigen Befund. Die auf den ersten Blick unnötig breit wirkende Rundholztraverse erweist sich dann als sinnvoll, wenn die Trimmleine darauf locker rutschen kann, wodurch auf simple Weise verhindert wird, daß sich bei seitlichem Druck auf die Pinne das Ruderblatt hebt bzw. daß es seine Trimmung verändert.

Hinsichtlich der für die Längs- und Querabmessungen außergewöhnlichen Bauhöhe des Woerden-Schiffes stellt sich die Frage nach dem Sinn und dem Zweck sowie auch danach, ob das Fahrzeug von Anfang an so geplant und gebaut worden war, oder ob hier nicht das Ergebnis eines Umbaus von einem ursprünglich nur mit je einem Plankengang ausgestatteten Rumpf zu einem Schiff mit je zwei Bordwandplanken vorliegt. Letzteres ist archäologisch nicht mit Gewißheit belegbar; der Befund läßt diese Möglichkeit aber offen, sofern man annimmt, daß das Bugelement an seinen Seiten nachträglich zur Aufnahme des zweiten Plankengangs ausgeklinkt worden ist, zuvor demnach übergangslos in die Krümmung vom ersten Plankengang übergegangen war, falls es nicht seinerseits auf eine Umbaumaßnahme zurückging (s. o. Anm. 9). Das Erscheinungsbild vom Bug wäre dann kräftiger überhöht gewesen als in der überlieferten Bauversion mit je zwei überlappenden Plankengängen. Der Rumpf wäre, gemessen an den Parallelen und mit Rücksicht auf die übrigen Abmessungen, mit ca. 1,2 m beim Mastspant noch immer beträchtlich hoch gewesen. Ohne die mutmaßliche Erhöhung gleicht der Schiffsquerschnitt dem des Wracks Zwammerdam 4 an analoger Stelle³³. Die außergewöhnliche Rumpfhöhe läßt sich am besten mit der Absicht erklären, eine höhere Ladekapazität oder höheres Freibord zu erzielen. Ersteres trägt v. a. wirtschaftlichen Gesichtspunkten Rechnung, letzteres kann auf navigatorische Erfordernisse zurückgehen. Da auf Binnengewässern Seegang im allgemeinen keine Gefahr darstellt, werden es ökonomische Erwägungen gewesen sein, mit denen die besondere Bauhöhe des Schiffes, sei sie nun eine primäre oder sekundäre Baumaßnahme gewesen, zusammenhing. Da sich bei höherer Befrachtung Tiefgang und damit das Freibord verändern, fließen naturgemäß wirtschaftliche und physikalische Sachzwänge zusammen.

³⁰ Vgl. Anm. 22.

³¹ Arnold (Anm. 4) 13ff. Beil. pl. 1 unten links.

³² De Weerd (Anm. 2) 158ff. Abb. 84 u. 87.

³³ De Weerd (Anm. 2) 148ff. Abb. 78.

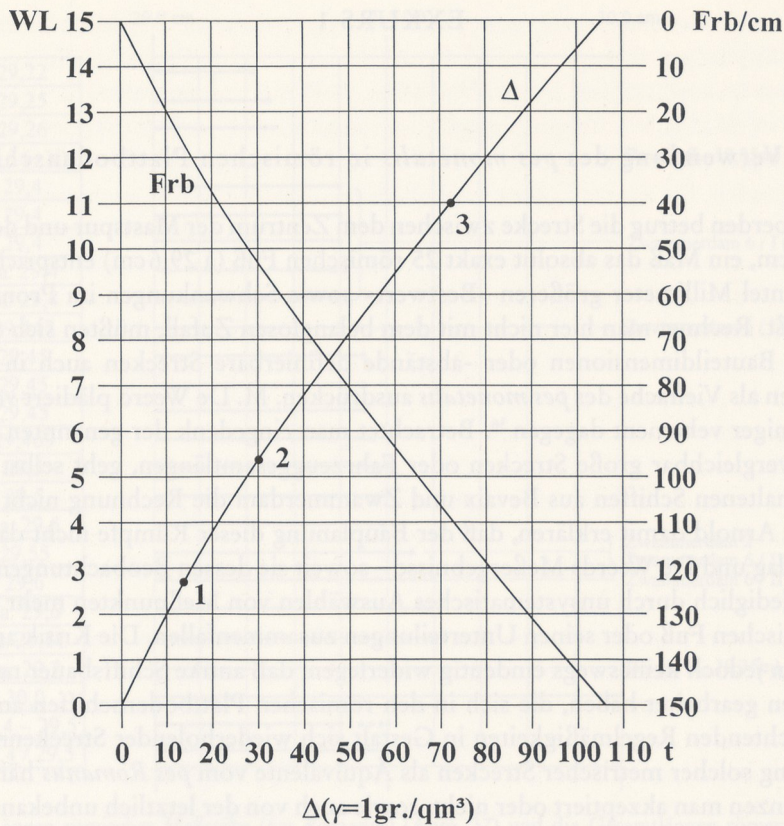


Abb. 4 Verdrängungs- und Freibordkurve des rekonstruierten Schiffes von Woerden. – 1-3 Tiefgangsmarken mit zugeordneter Verdrängung in Süßwasser (1 leer; 2 eingetaucht bis zum ersten Plankengang; 3 eingetaucht bis zum zweiten Plankengang).

Es ist nicht daran zu zweifeln, daß in römischer Zeit gebaute Plattbodenschiffe zwecktaugliche Wasserfahrzeuge gewesen sind, worauf ja nicht zuletzt archäologische Indizien für längerfristige Nutzung, wie Reparaturen, Verstärkungsmaßnahmen oder Umbauten, hinweisen. Daß sie für den Transport großer Lasten – seien es Steine, Ziegel, Getreide oder was auch immer – vorgesehen waren, ergibt sich ohnehin aus ihrer Größe und Bauweise. Das außerordentlich hoch gebaute Fahrzeug von Woerden gehörte im Hinblick auf seine Ladekapazität unter den Zwammerdam-Prähmen zu den größten³⁴. Die von unterschiedlichen theoretischen Tiefgangsmarken abhängigen Volumina des rekonstruierten Schiffes ergeben, bezogen auf Eintauchen des Rumpfes in Süßwasser, dessen Verdrängungskurve (Abb. 4). Vom Displacement ist ein Eigengewicht des Fahrzeuges von mindestens 13 bis 14t zu subtrahieren (Abb. 4, 1). Bei einer Zuladung von nicht ganz 60t betrug der Tiefgang knapp 1m (Abb. 4, 3), so daß die Unterkante vom obersten Plankengang mittschiffs die Wasseroberfläche berührte. Abhängig von der Trimmlage verblieb bei dieser Befrachtung ein Freibord von etwa 40cm.

³⁴ Die von De Weerd (Anm. 2) 208f. überschlagsweise errechnete Ladekapazität von Prahm 2 aus Zwammerdam erscheint mir viel zu hoch gegriffen: Das mit ca. 35t Ladevermögen aufgeführte Schiff dürfte nicht schwerer als 6 bis 7t sein, um noch gerade soeben zu schwimmen. Selbst

wenn dieses Leergewicht zuträfe, widerspricht es den Einsatzbedingungen eines Wasserfahrzeuges, als Lademarke die Bordkante anzunehmen. Hier fehlt beim Freibord jegliche Sicherheitsreserve, durch die sich das Displacement erheblich verringerte.

Zur Verwendung des *pes monetalis* in römischen Plattbodenschiffen

Im Wrack von Woerden betrug die Strecke zwischen dem Zentrum der Mastspur und dem äußersten Ende vom Bug 740 cm, ein Maß das absolut exakt 25 römischen Fuß ($\approx 29,6$ cm) entspricht, wenn man um ein bis zwei Zehntel Millimeter größeren »Bestwert« sowie Schwankungen im Promillebereich³⁵ unberücksichtigt läßt. Rechnet man hier nicht mit dem belanglosen Zufall, müßten sich durch Gesamtabmessungen bzw. Bauteildimensionen oder -abstände definierbare Strecken auch in anderen antiken Plattbodenschiffen als Vielfache des *pes monetalis* ausdrücken. M. De Weerd plädiert vehement dafür, B. Arnold nicht weniger vehement dagegen³⁶. Betrachtet man eingedenk der genannten Sektionslänge im Woerden-Schiff vergleichbar große Strecken oder Fahrzeuggesamtlängen, geht selbst in den oben behandelten gut erhaltenen Schiffen aus Bevaix und Zwammerdam die Rechnung nicht ebenso glatt auf. Das läßt sich mit Arnold damit erklären, daß der Bauplanung dieser Rumpfe nicht das römische Maßsystem zugrundelag und De Weerds Meßergebnisse – soweit sie dessen Beobachtungen zur Spantverteilung betreffen – lediglich durch unsystematisches Auswählen von Meßpunkten mehr oder weniger genau mit dem römischen Fuß oder seinen Unterteilungen zusammenfallen. Die Kritik an De Weerds Verfahrensweise kann jedoch keineswegs eindeutig widerlegen, daß antike Schiffsbauer nach maßgebundenen Baurichtlinien gearbeitet haben, die sich in den römischen Plattbodenschiffen anhand von immer wieder zu beobachtenden Regelmäßigkeiten in Gestalt sich wiederholender Streckenmaße abzeichnen. Die Identifizierung solcher metrischer Strecken als Äquivalente vom *pes Romanus* hängt freilich davon ab, welche Toleranzen man akzeptiert oder nicht, sowie auch von der letztlich unbekanntem Eichung der verwendeten antiken Meßinstrumente. Nach welchem Muster römische Schiffsbauer Bauteile bemessen bzw. wie sie deren Position im Rumpf markiert haben, wissen wir nicht, da anders als in den spätantiken Wracks aus Mainz (s. u.) für die Prähme keine derartigen Spuren nachgewiesen werden konnten; hier läßt sich nur die Anordnung der Bauteile oder das komplette Objekt bzw. dessen Sektionierung vermessen, wobei sowohl antike als auch rezente Fehler zu berücksichtigen sind.

Genausowenig kennen wir die auf antiken Werften verwendeten Meßinstrumente, wiewohl wir unterstellen dürfen, daß diese am römischen bzw. am gallo-römischen Maßsystem geeicht waren. Ob hingegen dem antiken Grundmaß immer ein Standard von rund 29,6 cm für den römisch-capitolinischen Fuß zugrundelag, ist angesichts der alles andere als einheitlichen Kalibrierung überlieferter römischer Meßwerkzeuge geradezu unwahrscheinlich (Tab. 4)³⁷. Ist bereits hier von Ungenauigkeiten von mehr als einem

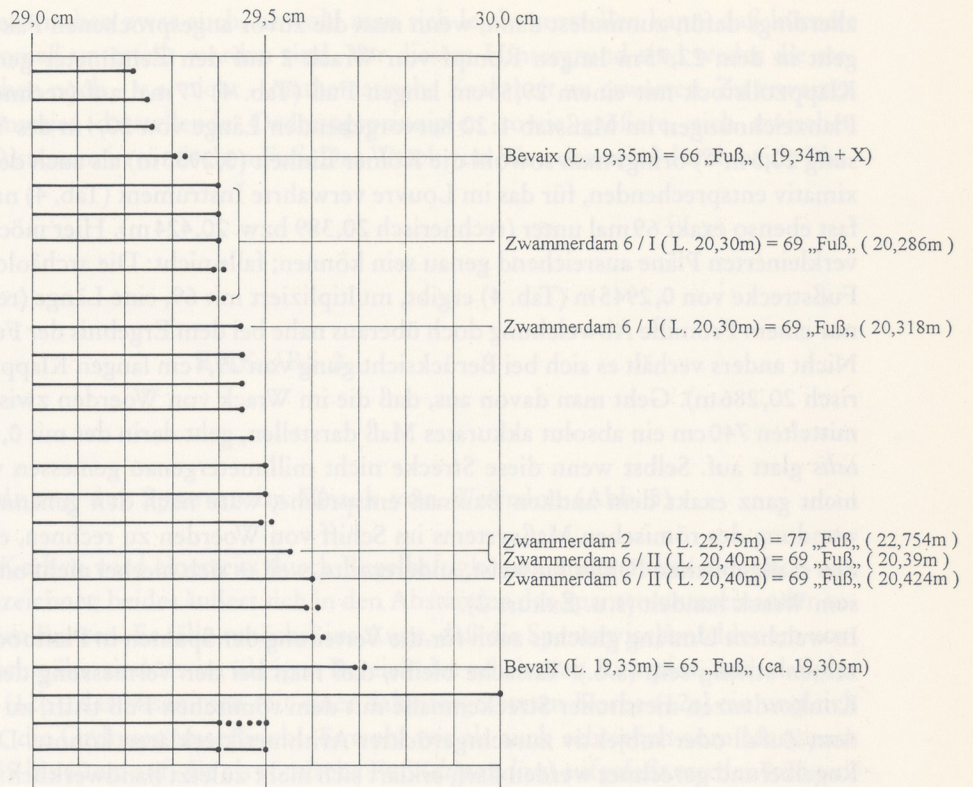
³⁵ Dazu R. Rottländer, Antike Längenmaße. Untersuchungen über ihre Zusammenhänge (Braunschweig/Wiesbaden, 1979) 16f.; 73f. mit Anm.; ders., Bemerkungen zur Erforschung alter Maßstäbe. Ordo et Mensura I (Hrsg. D. Ahrens u. R. Rottländer). Sachüberlieferung u. Gesch. 8 (St. Katharinen 1991) 47ff.; ders., Die mathematische Behandlung aufgenommener Längen zur Rück-Gewinnung der alten Maßeinheit. Ebd. 52ff. – Zur Bedeutung von Sekundärquellen für die Metrologie vom römischen Fuß vgl. K. Hecht, Zum römischen Fuß. Abh. Braunschweig. Wiss. Ges. 30 (1979) 1ff.; G. Zimmer, Zollstöcke Römischer Architekten. Bauplanung und Bautheorie der Antike. Diskussionen zur Arch. Bauforsch. 4 (Berlin 1984) 265ff.

³⁶ s.o. Anm. 6-7.

³⁷ Die in Tab. 4 erfaßte Auswahl römischer Maßstäbe nach einer Zusammenstellung von B. Pferdehirt. – Zur Einschätzung des Schwankungsbereichs bzw. dessen Zustan-

dekomen vgl. Rottländer (Anm. 35); H. Büsing, Zur Genauigkeit der Skalen römischer Zollstöcke. Kölner Jahrb. Vor- u. Frühgesch. 24, 1991, 271ff. – Widersprüchlichen Angaben, wie für den Maßstab Köln, Inv.-Nr. 23, 475 (bei E. Pfeiffer, Die alten Längen- und Flächenmaße. Ihr Ursprung, geometrische Darstellungen und arithmetische Werte 1-2 [St. Katharinen 1986] 2f.: Länge 296,853 mm – was aber schon nicht mehr der Summe [296,882 mm] aus den ebd. Taf. 1 aufgeführten Teilstrecken entspricht. Vermutlich ist das kürzere Maß das Richtige: U. Bracker-Wester, Das »Ubirmonument« in Köln. Gymnasium 87, 1980, 500; 527 mit Anm. 28: 29,5 cm. Ebd. 526f. Anm. 26 weitere antike Maßstäbe) nachzugehen, lohnt hier ebenso wenig wie sich der Frage zuzuwenden, ob denn nun 29,4 oder 29,6 cm (oder beide Maße) dem antiken Standard entsprochen haben (dazu etwa Bracker-Wester a. a. O. 527 Anm. 26 mit älterer Lit. – Gegen allzu starre Fixierung auf

1	Vindonissa 23.265	29,22
2	Rouen	29,25
3	Vindonissa 4178	29,26
4	Kassel	29,3 (+X)
5	Bonn 8598	29,4
6	Mainz O.17941	29,4
7	Mirebeau	29,4
8	Vindonissa 4180	ca. 29,4
9	Besancon	ca. 29,4
10	Vindonissa 31.1352	29,447
11	Dresden ZV 59	29,45
12	Köln Metall 1405	29,45
13	Leiden ID BB1	29,45
14	Vindonissa 4179	29,469
15	Chatelet	29,5
16	Louvre	29,5
17	Chatelet	ca. 29,5
18	Köln 23.475	29,55
19	Louvre	29,6
20	Roanne	ca. 29,6
21	Vindonissa 1007	ca. 29,61
22	Vindonissa 13.832	ca. 29,7
23	Kirf	30,0
24	Weißenburg	29,4 – 29,5
25	Vaison	29,4 / 29,5



Tab. 4 Metrische Längen römischer Maßstäbe (*pes Romanus*) (Anm. 37) und die Gesamtlängen römerzeitlicher Plattbodenschiffe in Äquivalenten vom zugeordneten Fußmaß.

Prozent auszugehen, stellen die archäologischen Meß- und Dokumentationsverfahren weitere Unsicherheiten dar, die ebenfalls maßgebliche Abweichungen aufweisen können³⁸ und bei denen selbstverständlich ebenso mit Fehlern zu rechnen ist wie bei der Anfertigung oder Vervielfältigung von Planzeichnungen, aus denen mit dem Maßstabsfaktor zu multiplizierende Strecken herausgemessen werden.

Daß antike Konstrukteure oder Handwerker die Gesamtlängen von Fahrzeugen in »runden« Fußstrecken geplant bzw. gebaut haben, die nach De Weerds Einschätzung »rund« im Sinne von 70, 75 oder 120 *pedes* gewesen waren³⁹, mag im Einzelfall zugetroffen haben, wirkt sogar plausibel, läßt sich aber nicht eindeutig nachweisen. Genauso wenig steht mit letzter Gewißheit fest, daß die Gesamtlänge von Zwammerdam-Prähmen als Fußstrecke quasi ohne Kommastellen gerechnet worden ist. Betrachtet man jedoch die auf ihre volle Länge erhaltenen Schiffe Zwammerdam 2 und 6, spricht die Wahrscheinlichkeit

ein vermeintlich festes Soll z.B. J. A. de Waele, *Der römische Fuß in Pompeji: der Tempel des Jupiter Capitolinus*. Bull. Ant. Beschaving 59, 1984, 4f.

³⁸ De Weerd (Anm. 2) 156; 206 erwähnt Maßdifferenzen von immerhin 0,1m bei der Dokumentation des gut 20m langen Prahms Zwammerdam 6. – Beispiele für irriige Maßstabangaben oder für auf Mißverständnisse, Planverzerrung oder Meß- bzw. Rechenfehler zurückgehende Unschärfen sind Arnold (Anm. 3) 81 mit Abb. (M. 1:100 statt richtig 1:80, verursacht durch einen Druckfehler in der Bildunterschrift bei J. K. Haalebos, Ausgrabungen in Wo-

erden [1975-1982]. In: Studien zu den Militärgrenzen Roms III. Internat. Limeskongreß Aalen 1983. Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 20 [1986] 171 Abb. 3); Arnold (Anm. 6 [1990] 274 Tab.; Anm. 6 [1992] 100 Tab) (Spantentfernungen von Mainz, Wrack 3, zu groß angegeben: Vgl. damit den Plan bei O. Höckmann, Arch. Korrb. 12, 1982, 236f. Abb. 2b u. 3a.); ders. (Anm. 2) 137f. Anm. 28 (dort Koeffizienten von Bevaix und Zwammerdam, Wrack 2 nicht nachvollziehbar).

³⁹ De Weerd (Anm. 2) 151; 156; 196ff.; 311f.

allerdings dafür, zumindest dann, wenn man die zuvor angesprochenen Faktoren in Rechnung stellt: So geht in dem 22,75 m langen Rumpf von Wrack 2 auf den Zentimeter genau ein in Köln verwahrter Klappzollstock mit einem 29,55 cm langen Fuß (Tab. 4) 77 mal auf (rechnerisch 22,754 m). In der aus Planzeichnungen im Maßstab 1:20 hervorgehenden Länge von 20,4 m des Wracks Nr. 6 (laut Feldmessung 20,3 m⁴⁰) bringt man sowohl die Kölner Einheit (0,2955 m) als auch den dem Standardwert approximativ entsprechenden, für das im Louvre verwahrte Instrument (Tab. 4) nachgewiesenen *pes* (0,296 m) fast ebenso exakt 69 mal unter (rechnerisch 20,389 bzw. 20,424 m). Hier möchte man fragen, ob denn die verkleinerten Pläne ausreichend genau sein können; falls nicht: Die archäologisch mehrfach überlieferte Fußstrecke von 0,2945 m (Tab. 4) ergibt, multipliziert mit 69, eine Länge (rechnerisch 20,321 m), die bei nur einem Promille Abweichung doch überaus nahe bei dem Ergebnis der Feldmessung von 20,3 m liegt. Nicht anders verhält es sich bei Berücksichtigung von 29,4 cm langen Klappmaßstäben (Tab. 4) (rechnerisch 20,286 m). Geht man davon aus, daß die im Wrack von Woerden zwischen Mastspur und Bug ermittelten 740 cm ein absolut akkurates Maß darstellen, geht darin der mit 0,296 m gerechnete *pes monetalis* glatt auf. Selbst wenn diese Strecke nicht millimetergenau gemessen worden sein sollte oder gar nicht ganz exakt dem antiken Baumaß entspräche, wäre nach den genannten Beispielen mit der Verwendung des römischen Maßsystems im Schiff von Woerden zu rechnen, einerseits, weil nichts auf einen maßgeblichen Fehler hinweist, andererseits, weil es sich hierbei nicht um einen Einzelbefund in diesem Wrack handelt (s.u. Exkurs 2).

In welchem Umfang gleiches auch für die Verteilung der Spanten in Plattbodenschiffen gilt, mag im einzelnen strittig sein (s.o.). Tatsache bleibt, daß man bei der Vermessung der Wracks immer wieder auf Konkordanzen metrischer Streckenmaße mit dem römischen Fuß trifft, zu häufig, als daß man das mit dem Zufall oder subjektiv zurechtgerückter Arithmetik erklären könnte. Daß hier gar nicht mit einem Regelbefund gerechnet werden darf, erklärt sich nicht zuletzt handwerklich: Paßte eine präparierte Korb hinsichtlich Länge oder Schmiegun g nicht genau an der für sie vorgesehenen, d.h. eingemessenen Position in den Rumpf eines Prahms, dann paßte sie namentlich in den seitlich einschwingenden Schiffsenden womöglich ein wenig davor oder dahinter, wenn sie nicht sogar leicht aus der Schiffsquerachse gedreht eingebaut worden ist⁴¹. So kommen leicht Verschiebungen um Zentimeterbeträge zusammen. Diese Vorgehensweise läßt sich vom Verteilungsmuster der Spanten in den spätantiken Wracks aus Mainz ableiten, das mit Anrissen auf den Kielen korrespondiert. Diese Schiffsbauermarken befinden sich fast stets unterhalb der Bodenwrange, niemals ganz exakt bei einer Kante oder genau in der Ebene der Mittelachse⁴². Offensichtlich handelt es sich bei den Anrißlinien um Orientierungshilfen, die zu einer Spantverteilung führten, die bei Einzelstrecken zwar um einen Betrag variierte, der kleiner ist als die Spanttiefe; an der durch die Marken bestimmten Abfolge hat sich dadurch aber im großen und ganzen nichts geändert. Zum ändern dürfte es auch dem antiken Schiffbauer schwergefallen sein, zuweilen nicht achsensymmetrisch abgerichtete Hölzer millimetergenau einzumessen, und wenn solche Spanten noch abgenutzte, verrundete Kanten aufweisen oder nicht lotrecht zur Medialachse des Rumpfes eingebaut worden sind, ist die Wahrscheinlichkeit überaus gering, einen intentionellen antiken Meßpunkt wiederzufinden. Im übrigen ist zu fragen, ob beim Einbau der Spanten an einer Stelle – mittschiffs oder in den Schiffsenden beginnend – sukzessive gearbeitet worden ist oder von in der Bodenschale verteilten Positionen nach jeweils zwei Seiten. Letzteres liegt näher, weil der spantlose Rumpf stabilisiert werden muß⁴³. Aus dieser Sicht betrachtet ist gerade für Strecken zwischen solchen Primärspanten mit römi-

⁴⁰ s.o. Anm. 38.

⁴¹ Ähnlich Arnold (Anm. 6 [1990]) 99.

⁴² Vgl. auch O. Höckmann, »Keltisch« oder »römisch«? Bemerkungen zur Typgenese der spätrömischen Ruderschiffe von Mainz. Jahrb. RGZM 30, 1983, 412f. Taf. 86, 3; ders., Late Roman Rhine vessels from Mainz, Germany. Internat. Journal Nautical Arch. 22, 1993, 127.

⁴³ Wie Arnold ([Anm. 3] 26f.; 39; 114ff.; [Anm. 4] 81ff. mit

Abb. u. pl. 3, unten) dargelegt hat, wurden die Bodenplatten (bzw. einzelne Elemente) des Bevaix-Schiffes und wohl auch des Schiffes Yverdon 2 in einem frühen Baustadium provisorisch mit Holznägeln auf Hellings fixiert, bevor mit dem Einbau der Spanten (für Bevaix laut Arnold zuerst das Mastspant) begonnen worden ist. – Dort, wo diese Hilfskonstruktion nicht nachweisbar ist oder nicht angewendet worden war, setzte die Montage der Korben

schen Maßen zu rechnen; dazwischen zwar auch, obwohl man sich leicht vorstellen kann, daß kürzere Sequenzen auch nach Augenmaß unterteilt worden sind. Vor diesem Hintergrund sind weder die stereotype Verteilung von Korben noch – v.a. nicht – mathematische Exaktheit zu erwarten. Zu erwarten sind vielmehr sich gruppenweise darstellende Ordnungsprinzipien sowie größere, sich zwischen Baugliedern abzeichnende Distanzen in römischen Fuß. Das Wrack von Woerden wird durch beide Phänomene gekennzeichnet.

EXKURS 2

Zur Anordnung der Spanten im Wrack von Woerden (Abb. 5)

Das Verteilungsschema der Korben wird einerseits durch Regelmäßigkeiten, andererseits aber auch von scheinbarer Ametrie gekennzeichnet; beides äußert sich in den Abständen der Spanten untereinander sowie in deren unterschiedlichen Breiten. Es fällt zunächst ins Auge, daß die Spantzwischenfelder am vorderen Kaffenende deutlich schmaler sind als im übrigen Bereich des erhaltenen Rumpfes, und, daß das besonders breite Mastspant (12b), das zusammen mit einer dahintergesetzten Korbe (12a) ein ungleich proportioniertes Paar bildet, die Ordnung unterbricht. Sowohl vor als auch achterlich vom Mastspant tauchen Streckenmaße von 59 bis 60cm auf, die als römische Fuß (*dupondius*) aufgefaßt werden können, im vorderen Wrackabschnitt jedoch auch Abstände, die auf den ersten Blick damit nichts gemein zu haben scheinen. Wählt man für die Meßpunkte jeweils die Mittelachse der Gesamtbreite eines Korbenpaares, die z.T. den Berührungskanten aneinanderliegender Spanten entspricht, z.T. aber in den Bereich des jeweils breiteren Korbens rückt, dann lagen die benachbarten Korbenpaare K14/K13, K11/K10, K10/K9 und K9/K8 59 bis 60cm auseinander. Dasselbe gilt für die Korbe 12a, wenn man von ihrer am Mastspant anliegenden Kante bis zur Mittelachse von K13 mißt.

Im mittleren Abschnitt des Vorschiffes (K4 bis K8) fallen ungewöhnlich breite, im Abstand von 63 bis 65cm verlegte Korben auf, an die sich achterlich und vorne schmälere Spantpaare anschließen. Die achterliche Gruppe (K8 bis K11) folgt dem Rhythmus von zwei Fuß, wenn man Messungen zwischen gemittelten Spantbreiten vornimmt; die vordere einmal zwei *pedes* (K3/4), dann zwei Fuß minus eine Spantbreite (K1/2 und K2/3). Der so reduzierte Doppelfuß der vordersten, bugwärts durch das monoxyle Element begrenzten Gruppe hängt offenbar mit der Sequenz ihrer Korben zusammen: Auf eine Strecke von fast 120cm oder vier *pedes* wurde über die beiden vordersten Korbenpaare (K2 und K3) hinaus noch ein Einzelspant (K1) montiert, so daß der Abstand zwischen den Paaren um eine Korbenbreite verkürzt werden mußte. Die hier belegte dichtere Verteilung wird auf den Wunsch nach erhöhter Festigkeit zurückgehen, handelt es sich doch bei diesem Kaffenabschnitt um das unterhalb K2 separat angesetzte, aus kurzen Planken bestehende Segment des Bugs. Das nicht ganz 240cm oder acht Fuß lange Mittelfeld (K5, K6 und K7) leitet zur Gruppe der zwei *pedes* auseinanderliegenden

die gleichwertige Herstellung einer Grundsteifigkeit voraus, um zu verhindern, daß sich die Grundplatte durch arbeitsbedingte Erschütterungen aus ihrem Verband löste. Die naheliegendste, weil rationelle und keine Spuren hinterlassende Methode, den Rumpf durch einige locker verteilte primäre Korben zu stabilisieren, hat De Weerd ([Anm. 2] 212ff.; 312f.), soweit es das technische Konzept betrifft, plausibel erläutert. Im Anschluß an die primäre

Aussteifung der Bodenplatte war durch sekundäres Verdichten mit Quergurten die benötigte Endfestigkeit sicherzustellen, die außerhalb des Wassers gegebenenfalls zum Anheben oder sogar zum Drehen des Rumpfes genügen mußte, um die an der Bodenaußenseite anfallenden Arbeiten (Vernähen der Spantnägel; Kalfatern) zu ermöglichen.

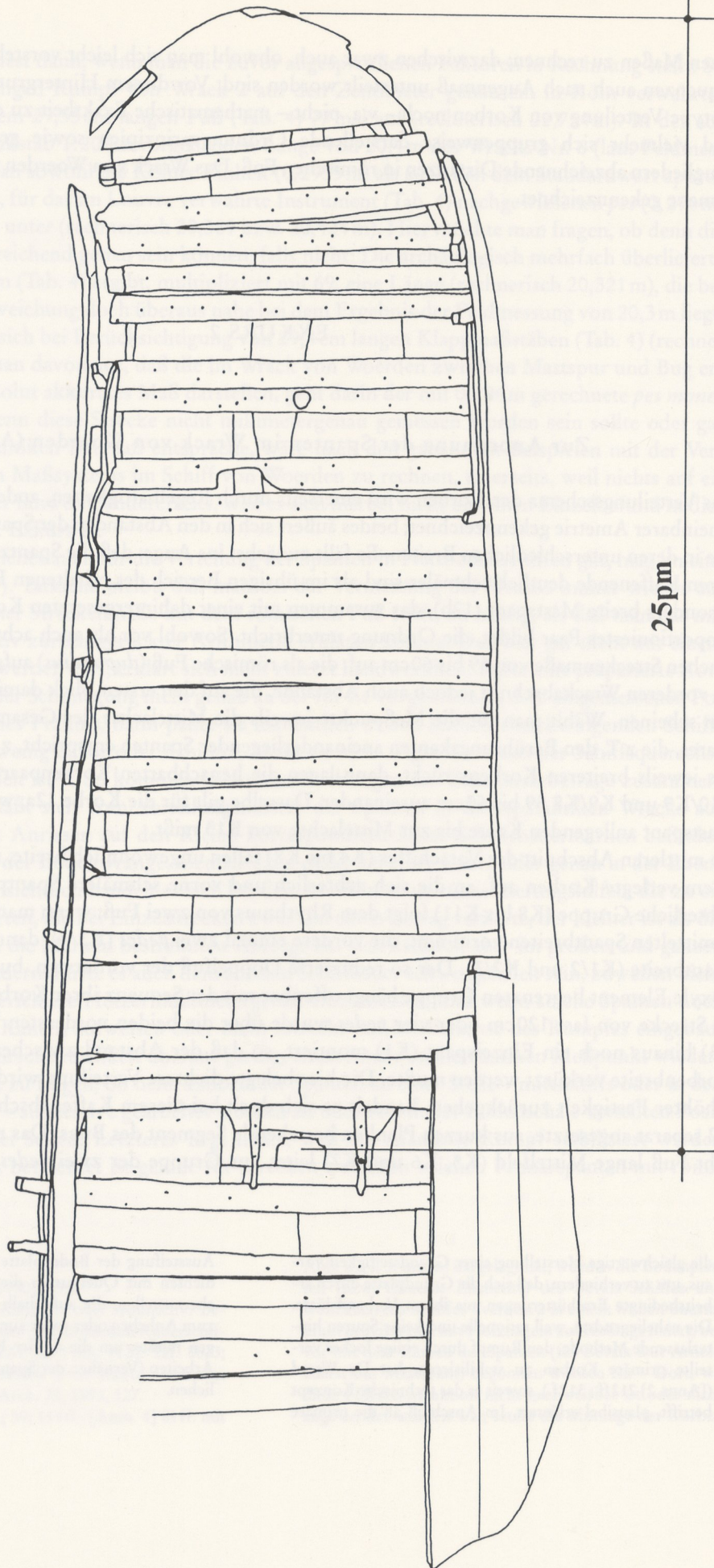
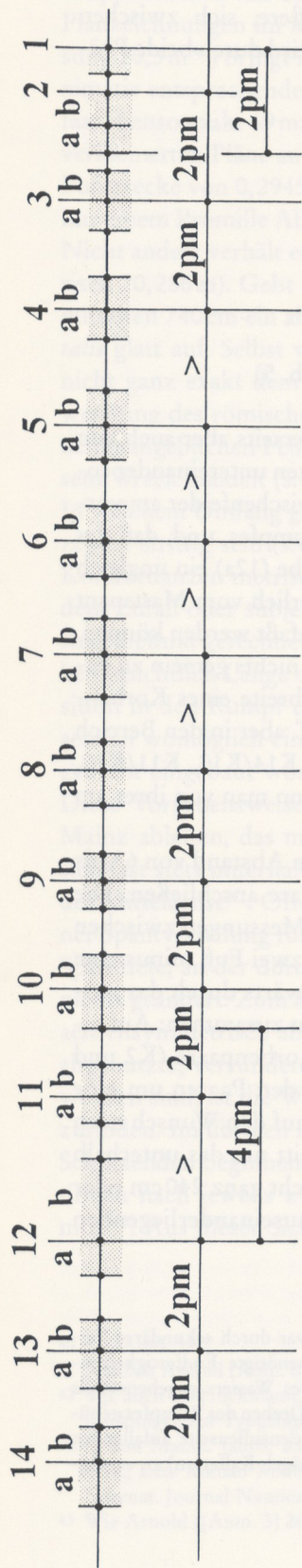


Abb. 5 Römerzeitliches Schiffswrack (Schiff I) aus Woerden. Draufsicht auf das Wrack in Fundlage mit Kennzeichnung markanter Meßstrecken. Plan umgezeichnet aus der photographischen Aufnahme des Meetkundige Dienst, Delft, im Maßstab 1:20, achterlich vom Mastspant mit Ergänzungen aus dem Grabungsplan (vgl. Abb. 1 oben). – M = 1:40.

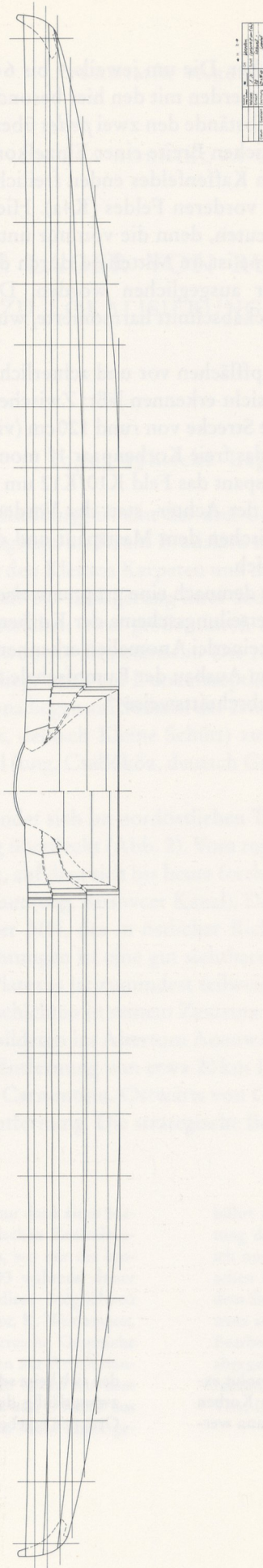


Abb. 6 Woerden, Schiff I: Rekonstruktion der Rumpfschale (Spantriß; gezeichnet auf Außenkante der Rumpfhaut). Die an der Medialachse jeweils zu spiegelnden Konstruktionsebenen korrespondieren mit den vertikalen Schnittlinien im Seitenriß. – M = 1:100.

Spantpaare beiderseits des Mastspants über. Die um jeweils 4 bis 6 cm zu groß erscheinenden Spantentfernungen des Abschnitts K4 bis K8 werden mit den hier besonders breiten Korben in Beziehung stehen: Subtrahiert man von jedem der Abstände den zwei *pedes* überschreitenden Betrag, dann ergibt sich in der Summe die der durchschnittlichen Breite einer Einzelkorbe gleichkommende Strecke von 18 bis 19 cm. Die acht Fuß des mittleren Kaffenfeldes enden freilich bereits bei der Achterkante der ersten Korbe vom ersten Spantpaar des vorderen Feldes (K4a). Hier scheint sich eine Verschiebung des antiken Vermessungssystems anzudeuten, denn die von mir unterstellte Verlagerung dieses Korbenpaares um eine Spantbreite nach vorne ist im Mittelfeld durch die um jeweils wenige Zentimeter verlängerten Spantentfernungen wieder ausgeglichen worden. Damit die Breite der Spantzwischenflächen mit denen im achteren Wrackabschnitt harmonierte, wurden im Mittelfeld etwas breitere Spanten gelegt.

Die meßtechnische Anbindung der Rumpfflächen vor und achterlich vom Mastspant drückt sich gleichermaßen in einem Befund aus, der Absicht erkennen läßt: Zwischen der Vorderkante von K12a und der Achterkante von K10a mißt man eine Strecke von rund 120 cm (vier Fuß), wo das sehr breite Mastspant (K12b) – an K12a anliegend – und das freie Korbenpaar 11 montiert worden sind. Offenbar wurde aufgrund der Proportionen vom Mastspant das Feld K10/K12 um den Betrag der Korbenbreite von K10a gespreizt, d. h., durch Verwendung der Achter- statt der Vorderkante von K10a als Meßachse ist die Fläche so aufgeteilt worden, daß zwischen dem Mastspant und dem nächstfolgenden Korbenpaar K11 noch ein Spantzwischenfeld offen blieb.

Dem Verteilungsmuster der Spanten liegt demnach eine gruppenweise Ordnung zugrunde. Nachträgliche Veränderungen am ursprünglichen Verteilungsschema der Korben scheinen ausgeschlossen zu sein, da das Raster der Nägel im Schiffsboden keinerlei Anomalien erkennen läßt. Demzufolge wird man auch hier davon ausgehen können, daß vor dem Ausbau der Rumpfschale die Spantpositionen nicht fortlaufend eingemessen worden sind, sondern abschnittsweise⁴⁴.

⁴⁴ Vgl. Anm. 43: Geht man von einigen in nicht absolut exakten Abständen in der Grundschale verteilten Korben bzw. Korbenpaaren als Grundaussteifung aus, dann wer-

den sich beim sekundären »Auffüllen« der Zwischenfelder zwangsläufig durch Maßkonkordanzen gekennzeichnete Gruppen ergeben haben.