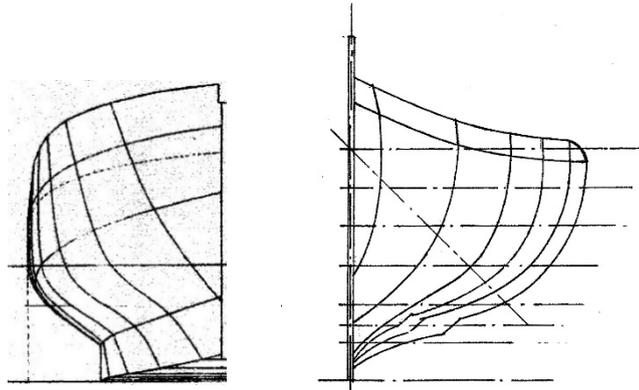


Besondere Maßnahmen zur Sicherung der Querstabilität bei zwei Schiffen mit um etwa tausend Jahre unterschiedlichem Alter

Ein Beitrag zur Technikgeschichte



Jan Hartmann

www.technikgeschichte.org

Nürnberg 2021

Besondere Maßnahmen zur Sicherung der Querstabilität bei zwei Schiffen mit um etwa 1000 Jahre unterschiedlichem Alter

Jan Hartmann, Nürnberg 2021

Seite 2

Inhalt

I) Einführung.....	2
II) Der "Knorr" und die "Ballastbilge".....	etwa 9. Jhdt 2
III) Der "Ewer" und der "Kelchrumpf".....	etwa 19. Jhdt..... 4
IV) Schluß	6
Quellen und Danksagung.....	6
Schrifttum	6

I) Einführung

In Folgendem werden zwei kurze Ausschnitte aus der Geschichte des Schiffbaues in Nordeuropa im zweiten Jahrtausend n.Chr. behandelt. In dem Zeitraum von etwa 800 bis etwa 1200 nach Chr. gab es in Nordeuropa einen grundlegenden Wandel in Schiffbau und Schifffahrt : Damals ging man im Bereich der Seeschifffahrt von der Technik der Ruderschiffe ab und wendete sich dem Segelantrieb zu. Eine umfassende technik- und kulturgeschichtliche Darstellung dieses Vorganges steht u.W. noch aus. Wir haben versucht, in der Einleitung zu (HA 2020) - siehe das Schrifttums-verzeichnis - diese Vorgänge ein wenig ausführlicher darzustellen und näher zu begründen. Das konnte und sollte zwar nur eine Art Übersicht sein, es gilt aber insofern auch für die hier vorliegende Arbeit.

Im zweiten Jahrtausend entwickelte sich das Schiff vom Holz- zum Stahlschiff und vom Antrieb durch Menschenkraft zum besegelten bzw. zum maschinengetriebenen Schiff, wobei auf letzterem im Laufe der Zeit sowohl Rad- als auch Schraubenpropellerantriebe und alle Arten von jeweils Dampfmaschinen, Verbrennungsmotoren und Kernenergie zur Anwendung kamen. Der Wechsel im Antrieb machte auch mehr oder weniger reine Frachtschiffe möglich, bzw. wurde er umgekehrt durch das Verlangen nach solchen Schiffen mit angeregt. Diese Entwicklungsstränge umfassen eine völlig unübersehbare Anzahl von Einzelschritten. Aus ihrer Menge haben wir hier je einen vom Anfang und vom Ende herausgegriffen, die mit der Querstabilität (genauer: HE 1980) zu tun haben, also nicht annähernd die ganze Breite des Begriffs "Schiffbau" erfassen. In einer umfassenderen Geschichte des Schiffbaues würden sie allenfalls zu Fußnoten taugen, andererseits zeugen sie aber davon, wie gewisse Erscheinungen offensichtlich immer die volle Aufmerksamkeit von Schiffbauer und Schiffsführung beansprucht haben - einfach weil sie für Schiff und Besatzung lebenswichtig sind.

II) Der "Knorr" und die "Ballastbilge"..... **etwa 9. Jhdt**

Kriegsschiffe wurden zunächst weiterhin als Ruderschiffe, nun aber meist mit Besegelung gebaut. Bei den Frachtschiffen stand in Nordeuropa zuerst der Schiffstyp "Knorr", Abb. 1, im Vordergrund. Von diesem Typ wissen wir bisher nur wenig. Die wichtigsten Quellen sind die Wrackfunde aus dem Roskilde Fjord bei Skuldelev, unweit von Kopenhagen, wo - ganz grob gesagt - etwa um 1000 nach Chr. eine Anzahl von Schiffen als Sperre gegen von See kommende Feinde in dem sehr flachen Fjord versenkt worden sind. Sie wurden in den 1960er Jahren geborgen und sind in (CP 1997) und (CP 2002) erstmals wissenschaftlich beschrieben worden, zusätzliche Überlegungen und Berechnungen von uns stehen in (HA 2020). Unter den gefundenen Wracks waren die als "Skuldelev 1" und "Skuldelev 6" bezeichneten vom Typ "Knorr". Davon konnte der Fund 1 immerhin zu etwa 75 % rekonstruiert werden, er prägt seitdem unsere gegenwärtige Vorstellung von dem Knorr. Zwei weitere Wracks,

Besondere Maßnahmen zur Sicherung der Querstabilität bei zwei Schiffen mit um etwa 1000 Jahre unterschiedlichem Alter

Jan Hartmann, Nürnberg 2021

Seite 3

vermutlich auch Knorre, liegen noch z.Zt. (2021) ungeborgen in Haithabu bzw. vor Karschau in der Schlei. Den Knorr kann man kurz etwa so beschreiben :

Ein "Knorr", Abbn. 1 und 2 war ein, bei einer Völligkeit von nur etwa $\delta = 0,35$, (woran die Verwandtschaft mit den vorhergehenden Ruderschiffen erkennbar ist) verhältnismäßig breites Schiff mit V-Spanten , Vor- und Hintersteven waren etwas hochgezogen und (im Gegensatz zu den Vorgängern) leicht zur Schiffsmitte, d.h. zu L/2 hin, gebogen. Humbla (HU 1934) bezeichnet diese Bauform - für die wir keine andere Bezeichnung kennen, und die es weit ausgeprägter schon im Mittelmeerraum gab (ein weites Gebiet für zukünftige Forschungen !), sehr schön als "insvengda stem". Die Länge betrug etwa 12 - 16 m. In Schiffsmitte befand sich ein ungedeckter Laderaum, der restliche Rumpf war nur teilweise und nichtdicht gedeckt. Das Schiff hatte einen Mast, ein Rahsegel und ein Seitenruder. Es konnte praktisch nicht gerudert werden.

Die beiden o.a. Schiffsfunde haben eine Besonderheit in der Formgebung des Rumpfes, die sie von anderen Schiffen (z.B. HU 1934) ihrer Bauzeit unterscheidet - sie ist der Gegenstand dieses Kapitels II :

Im Spantenriß, Abb.2 (er zeigt nur die vordere Schiffshälfte; die hintere (Spt 0 bis 8) sehen wir als symmetrisch zu Spt 8 an) fällt die Form der Konstruktionsspanten im Bereich von Spt 8 bis 12, auf. Deren Umriß strakt in ihrer Ebene nicht, sondern ist etwa bei den Wasserlinien WL 1 - 2 deutlich nach außen verschoben. Bei näherer Untersuchung stellt man fest, daß die Wasserlinien und Senten in diesem Bereich aber sehr wohl straken. Erstaunlicherweise ist diese Formgebung u.W. in dem Schrifttum bisher nicht erwähnt, geschweige denn hinterfragt worden.

Über die Gründe, die zu dieser Formgebung führten, können wir nur Vermutungen anstellen. Sollte dort etwa eine Bünn eingebaut werden ? Dann wäre aber ein dichtes Deck dafür nötig gewesen. von dem offenbar keine Spuren gefunden worden sind. Wir vermuten aber auch, daß die Versorgung der Bevölkerung mit Fisch damals eher auf der Ebene der einzelnen Haushalte und mittels kleinster Boote geschah, wenn nicht überhaupt von Land aus durch Angeln.

Unserer Meinung nach wollte man vielmehr an dieser Stelle mehr Raum für festen Ballast schaffen. Nach den hydrostatischen Berechnungen in (HA 2020) benötigte der Knorr zwar nicht in allen Ladefällen Ballast, dennoch mußte es natürlich möglich sein, Ballast unterzubringen. Das hatten erste Erfahrungen mit den neu entwickelten Segelschiffen sicherlich schon erwiesen. Dabei war man auch schon darauf gekommen, ihn möglichst tief im Schiff zu stauen. Dort gab es aber nur wenig Raum dafür, da der Knorr einen "gekielten Boden" (s.u.) hatte, und außerdem viel Raum durch das große Kielschwein beansprucht wurde. Unter einem "gekielten Boden" verstehen wir - in Ermangelung einer eingeführten Bezeichnung - eine Spantform, die mit einem mehr oder weniger kleinen Radius an den Balkenkiel anschließt, siehe Abb. 3a. Das führte zu einem recht großen Tiefgang und Lateralplan. Solange nicht wichtige Gründe dagegen sprechen, schätzt man beides bis heute bei Segelschiffen als Mittel zur Verminderung der seitlichen Abdrift. Um dennoch an dieser Stelle Raum zu gewinnen, kam man seinerzeit darauf, das Schiff gezielt in dem in Frage kommenden Bereich zu verbreitern, indem man dort (und nur dort) die Wasserlinien etwas nach außen verschob. Das ergab die Spantform nach Abb. 2. Die Gesamtheit von gekieltem Boden, verbreiterten Wasserlinien und Laderaumboden (s.u.) nennen wir "Ballastbilge", wobei das wesentliche Kennzeichen die nur in einem begrenzten Bereich verbreiterten Wasserlinien sind, Abb. 3b. Eine Abschätzung ergibt dabei, daß der verfügbare Ballastraum durch die örtliche Verbreiterung um etwa 30 % vergrößert wird, was erheblich ist, doch bleibt er dabei immer noch unangenehm klein. Der Schiffswiderstand dürfte dagegen kaum verändert werden.

Der eingebrachte Ballast - i.a. wohl Feld- und Ufersteine von mittlerer Größe, auch Kies ?, mit einer Gesamtmasse von etwa 5 - 12 t - wurde beim Knorr vermutlich durch einen Boden aus Planken abgedeckt, Abb. 3b, und damit gegen Übergehen im Seegang gesichert. Dieser Laderaumboden, von dem allerdings keine Spuren gefunden wurden, - gut verwendbares Material wurde vor der Versenkung sicher entnommen - brauchte nicht dicht zu sein, mußte aber gegen Hochdrücken von unten gesichert werden. Er war auch für das Beladen allgemein vorteilhaft, besonders bei lebendem Vieh.

Besondere Maßnahmen zur Sicherung der Querstabilität bei zwei Schiffen mit um etwa 1000 Jahre unterschiedlichem Alter

Jan Hartmann, Nürnberg 2021

Seite 4

Die Verwirklichung der Ballastbilge auf der Helling, ohne Zeichnung, nur nach "Gefühl und Augenmaß", mit verhältnismäßig dicken Planken und so, daß die Wasserlinien und Senten tatsächlich strakten, stellte höchste Anforderungen an das Können der damaligen Schiffszimmerer. Offenbar gab es jedoch eine genügende Anzahl von guten Handwerkern. Andererseits überrascht es uns deshalb aber auch nicht, daß sich diese Bauweise nicht allgemeiner durchgesetzt hat. Es wurden auch nicht alle Neubauten so geformt - nach welchen Gesichtspunkten da entschieden wurde, Wissen wir nicht, es wird aber u.a. sicher auch eine Frage des Bauaufwandes gewesen sein.

Nachfolger des Knorr waren - mit wenigen und uns nur wenig bekannten Zwischentypen - die bedeutend größeren "Koggen". Sie hatten einen ganz platten Boden, bei dem die Ballastunterbringung und -sicherung keine besonderen Schwierigkeiten machte.

III) Der "Ewer" und der "Kelchrumpf" etwa 19. Jhdt

Veranlassung zur Beschäftigung mit dem Ewer gab uns eine Abbildung, hier Abb. 4, aus (LE 1999), die aus Timmermann (TI 1962) stammt und stark vereinfachte Rumpfschnitte von norddeutschen Fischereifahrzeugen vom Ende des 19. Jhdt. zeigt. Einige dieser Skizzen erinnern an die hier in Kap. II besprochenen, etwa tausend Jahre älteren Schiffen des Knorr mit Ballastbilge. Eine weitergehende Untersuchung führte zu Szymanski (SZ 1929) und (SZ 1932), von denen insbesondere das erstere Buch ausgesprochen reichhaltiges Material bietet, z.B. eine ganze Anzahl von Linienrissen im Maßstab 1 : 100. Anhand dieser Zeichnungen ist aber zu erkennen, daß man von der vermuteten Verwandtschaft von Knorr und Ewer wohl nicht sprechen sollte. Dagegen spielt die Frage der Unterbringung von festem Ballast und die Querstabilität überhaupt bei dem Entwurf und Betrieb beider Typen - die etwa gleich groß sind - eine bedeutende Rolle und verbindet sie insofern über tausend Jahre hinweg. Das schien uns eine nähere Beschäftigung mit ihnen wert zu sein.

Im 19. Jhdt. gab es im Raum der Küsten von Nord- und Ostsee eine blühende Kleinschiffahrt, die weithin unter Benutzung der vielen kleinen Flüsse und Sielzüge den Verkehr abwickelte, der sich heute des Straßennetzes bedient, das zu der Zeit noch höchst unvollkommen war. Der Verkehr war aber schon beträchtlich, z.B. war ein Schwerpunkt im Unterelbe-Raum die Versorgung von Hamburg mit Getreide, Gemüse, Milch, Brennstoffen, Bauholz, Vieh usw., aus dem weiteren Umland, in einigen Verbindungen sogar etwas Personenverkehr. Ein bedeutender Teil dieses Verkehrs wurde durch "Ewer" wahrgenommen. Der Typ, der auch viel in der Seefischerei verwendet wurde, entstand in dem o.a. Raum Mitte des 19. Jhdts. Die Namensgebung hängt nach (SZ 1932) wohl mit dem Wort "Einer" - nämlich Einmaster - zusammen. Schon bald hatten allerdings die meisten Ewer von Anfang an auch noch einen Besahnmast, waren also Zweimaster.

Wegen der vielen kleinen Gewässer mit verhältnismäßig großem Tidenhub mußte man in diesen Gegenden, mit sehr häufigem Trockenfallen der Schiffe rechnen. Das führte dazu, daß kennzeichnend für den Ewer ein platter Boden ist, der das Umfallen des Schiffes verhindert, wenn es auf Grund liegt. Im Gegensatz zu Abb. 9 - 11, aber auch nach Abb. 4, hatten offenbar manche Ewer auch einen ausgeprägten Balkenkiel - sicher, um beim Segeln die Abdrift zu vermindern. Bei sehr weichem Grund mag das mit der Eignung zum Trockenfallen vereinbar gewesen sein.

Wie häufig bei traditionellen Techniken, gab es eine Vielzahl von Typenbezeichnungen, so auch für die Ewer. Merkmale dafür waren u.a. die Takelungsart, bestimmte Ähnlichkeiten in der Form des Rumpfes, der Bauort (allein in diesem Bereich gab es weit über fünfzig kleine Werften, siehe (SZ 1932)), mit den dort gesprochenen Mundarten, persönliche Vorlieben des Eigners oder Erbauers, usw. Deshalb sind die im Schrifttum verwendeten Bezeichnungen (wenn sie uns nicht etwa als solche reizen) heute praktisch unbrauchbar. Nur als Beispiele haben wir sie in die Abbildungserklärungen (insbesondere Abb. 4) aufgenommen. Im übrigen halten wir die folgende Beschreibung für ausreichend :

Der "Ewer", Abb. 5 u. 6, ist ein i.a. voll gedecktes Schiff mit U-Spanten, einem flachen Boden, einer meist eckigen Kimm, einem Spiegelheck mit Heckruder, einer Länge zw. d. Loten von etwa 15 bis 25 m und meist zwei Masten mit Gaffel- und Stagesegeln und einem Bugspriet. Die Segelfläche war bedeutend. Ewer, die der Fischerei dienten hatten i.a. eine Bunn. Die meisten Ewer waren Holzschiffe, um die

Besondere Maßnahmen zur Sicherung der Querstabilität bei zwei Schiffen mit um etwa 1000 Jahre unterschiedlichem Alter

Jan Hartmann, Nürnberg 2021

Seite 5

Wende zum 20. Jahrhundert wurden aber auch einige Ewer aus Stahl gebaut. Mit der Zeit erhielten viele Ewer nachträglich eine Hilfsmaschine, um weniger vom Wind abhängig zu sein.

Die Schiffe waren meist im Familienbesitz des Kapitäns, was sich häufig in einer sehr persönlichen Namensgebung und Gestaltung ausdrückte, siehe z.B. Abb. 7.

Wann, wo, und für wen die ersten Ewer entstanden, wissen wir nicht. Das ist bedauerlich, da schon die ältesten Ewer von denen Szy. Linienrisse vorlegt - Baujahre um 1835 - eine ganz ungewöhnliche Rumpfform aufweisen, siehe Abb. 8, auf die Szy. aber überhaupt nicht eingeht.

Diese Rumpfform ist Gegenstand des Kapitels III der vorliegenden Betrachtung. Wir nennen sie nach der Form des Rumpf-Querschnittes und weil wir eine andere Bezeichnung nicht fanden, "Kelchrumpf" (englisch wäre denkbar : "goblet-hull"), z.B. Abb. 8 -10. Ewer mit dieser Rumpfform entstanden um die Mitte des 19.Jhdts. An sich liegt die Vermutung nahe, daß die ersten Ewer noch einen üblichen U-Spant-Querschnitt hatten. Szy. bringt darüber aber nichts.

Zum Kelchrumpf könnten etwa folgende Gedankengänge geführt haben :

Grundforderung war ein reichlich, aber nicht übertrieben bemessener Plattboden, für den man wohl Anhaltswerte von früheren Schiffen hatte. Er wurde von einem mehr oder weniger lotrecht stehenden Plankengang (nach Szy. : "Kahnplanke") eingerahmt, woraus sich die eckige Kimm ergab. An die Oberkante der Kahnplanke schloß die normale Außenhaut an, und es entstand damit die Hauptspantform nach den Abbn. 8 bis 10. Einige Gründe für die Wahl einer so ungewöhnlichen Form könnten gewesen sein :

- a) Die eckige Kimm hatte ähnliche Wirkungen wie ein Schlingerkiel, ebenso die fast waagerechte Fläche der oben anschließenden Außenhaut.
- b) Die vertikale Fläche der Kahnplanke verbesserte die Kursstabilität des Ewers, davon berichtet Szymanski als von einer praktischen Erfahrung. Sie verstärkte beim Trockenfallen des Schiffes auch die Bodenverbände, und die Kimm, gegenüber örtlichen Beanspruchungen, z.B. Steinen im Grund u.dgl.
- d) Man hätte auch die Kahnplanke bis in Deckshöhe führen, und sie dabei etwas nach außen neigen können. Das hätte aber neben anderen Nachteilen zu einer Verringerung der Schiffsbreite geführt und gefährliche Auswirkungen auf die Querstabilität gehabt. Das Letztere eingehend zu erläutern, würde den Rahmen dieser Abhandlung sprengen. Deshalb muß hier mit Hinweis auf (HE 1980) genügen, daß bei der Querstabilität die zwei Anteile, Formstabilität und Gewichtsstabilität unterschieden werden können, wobei erstere ganz wesentlich von der Form und Breite der jeweiligen Wasserlinie abhängt (d.h. u.a. von der Schiffsbreite) - was ja auch gefühlsmäßig einleuchtet. Um dafür eine ausreichende Größe zu bekommen, behalf man sich hier damit, daß man dem Rumpf oberhalb der Kahnplanke eine herkömmliche Form gab. Insgesamt ist das dann die "Kelchform" nach den Abbn. 8 bis 10 - die nun ihrerseits alles andere als herkömmlich ist, und dazu eine Anzahl von baulichen Erschwerungen mit sich bringt :
- e) Zu letzteren : Die Verbindung von Spant und Bodenwrange geschieht über ein großes, in sich gestückeltes Knie, Abb. 8. Auch das Spant mußte wahrscheinlich häufig aus mehreren Krummhölzern zusammengesetzt werden. Das sind zwei oft vorkommende und in Herstellung und Pflege aufwendige Einzelheiten, was man damals sicher auch so gesehen hat. Umso mehr erstaunt uns, daß die an sich doch als recht vorsichtig angesehenen Kapitäne und Schiffszimmerer sich in der ersten Hälfte des 19. Jhdts. offenbar sofort in größerer Zahl zum Bau solcher Schiffe entschlossen. Von einer Diskussion darüber wissen wir nichts - es wird sie natürlich gegeben haben, aber in eher kleinen, örtlichen Kreisen von Fachleuten bei Bier, Köm und Tabak.
- f) Bei diesen Gesprächen wird vielleicht keine Rolle gespielt haben, daß der Kelchrumpf nicht besonders strömungsgünstig ist. Das während der Fahrt verdrängte Wasser strömt am Rumpf annähernd im Verlauf der Senten entlang - siehe Abb. 2 . Auch wenn das Schiff nicht rollt, bilden sich dann an den unter a) genannten Kanten Wirbel aus, die zusätzlichen Widerstand verursachen.

Besondere Maßnahmen zur Sicherung der Querstabilität bei zwei Schiffen mit um etwa 1000 Jahre unterschiedlichem Alter

Jan Hartmann, Nürnberg 2021

Seite 6

Andererseits bringt Szy. eine Zeichnung eines 1900 gebauten Ewers, Abbn.11, bei der die Rumpfsseiten so gestaltet sind, wie man es bei einem ganz normalen Plattbodenschiff erwartet. Und Abb. 12 zeigt das Hauptspant eines Ewers, ebenfalls von 1900, bei dem auch die eckige Kimm und die Kelchform überhaupt verlassen wurde. Hier dürfte ein Umdenken stattgefunden haben, auf das Szy. leider nicht eingeht.

Ob sich die Formen nach den Abbn. 11 und 12 durchsetzen konnten, ist auch nicht bekannt. In Stahlbauweise waren die Nachteile nach e) sowieso gegenstandslos. Es ist auch gut denkbar, daß die Arten nach Abbn. 8 bis 12, je nach Wunsch des Auftraggebers in dem gleichen Zeitraum gebaut worden sind. Derartige Entwicklungen überlappen sich zeitlich ja meistens erheblich.

Nach 1900 sind wahrscheinlich auch kaum noch Ewer gebaut worden. Um die Jahrhundertwende hatten schon viele Ewer leichte Maschinen verschiedener Verbrennungsmotorbauarten, die nachträglich eingebaut worden waren, und zur Unterstützung bei ungünstigem Wind dienen. Es war ja wichtig, den Fang schnell auf den Markt zu bringen, und es liegt daher nahe, daß man bei einer neuen Kapitäns- und Ewergeneration sofort leistungsfähigere Maschinen einbaute und auf die Besegelung weniger Wert legte, oder gar ganz auf sie verzichtete. Damit war der Schiffstyp "Ewer" dann als solcher überholt.

Es sei noch erwähnt, daß im Deutschen Museum in München ein Fischerewer mit Kelchrumpf und Balkenkiel von etwa 1880 im Original ausgestellt ist. Seine Besichtigung sei sehr empfohlen.

IV) Schluß

Eine ausreichende Querstabilität, d.h. die Fähigkeit, sich aus einer geneigten Lage von selbst wieder aufzurichten, ist neben der Schwimmfähigkeit eine der beiden Grundanforderungen an praktisch jeden künstlichen Schwimmkörper, während Fische demgegenüber ihre Schwimmlage stets nach Wunsch durch die Flossen und ihre Körperform beeinflussen können. In der Technik gibt es aber jederzeit Veranlassungen der verschiedensten Art, über bessere, u.U. ganz neue Lösungen nachzudenken. So ist auch weiterhin die bestmögliche Sicherstellung einer genügenden Querstabilität in jedem Betriebszustand eine der Hauptaufgaben bei dem Entwurf und dem Betrieb eines jeden Schiffes. Es war für uns reizvoll, die Bemühungen darum einmal an zwei etwa gleich großen Schiffen, zwischen deren Bau etwa tausend Jahre liegen, aufzuzeigen - wenn sie auch in beiden Fällen nicht zu grundlegenden Änderungen im Schiffbau geführt haben.

Quellen und Danksagung

Die Abbildungen 1, 2, 3 und 5 stammen vom Verfasser, Abb. 4 aus EL 1999 (S. 498), bzw. TI 1962, mit freundlicher Genehmigung der Schiffbautechnischen Gesellschaft. Die übrigen Abbildungen entnahmen wir dankbar den beiden Büchern SZ 1929 bzw. SZ 1932 von Szymanski.

Der Verfasser dankt seinen Söhnen, die in unermüdlicher Mit- und Zusammenarbeit sowohl an der Textabfassung beteiligt waren als auch die EDV-Anpassung bzw. die englische Zusammenfassung übernahmen.

Schrifttum

Ordnung nach der Jahreszahl der Kurznennung

Kurznennung	Ausführliche Nennung
SZ 1929	Szymanski, H. "Die Segelschiffe der deutschen Kleinschiffahrt" Lübeck 1929
SZ 1932	Szymanski, H. "Der Ewer der Niederelbe" Lübeck 1932
HU 1934	Humbla, Ph. "Båtfyndet vid Åskekerr" in : Göteborgs och Bohusläns forminnes forenigs tidskrift 1934, 1 - 21, Göteborg
TI 1962	Timmermann, Gerhard "Die nordeuropäischen Seefischereifahrzeuge, ihre Entwicklung und ihre Typen" in : "Handbuch der Seefischerei Nordeuropas" Band XI, Heft 4 Stuttgart 1962
HE 1980	Henschke, W. (Hrsg) "Schiffbautechnisches Handbuch" Band 1, 2. Aufl., Berlin 1980

**Besondere Maßnahmen zur Sicherung der Querstabilität bei zwei Schiffen
mit um etwa 1000 Jahre unterschiedlichem Alter**

Jan Hartmann, Nürnberg 2021

Seite 7

CP 1997	Olsen, O. & Crumlin-Pedersen, O. "Fünf Wikingerschiffe aus Roskilde Fjord" The Viking Ship Museum Roskilde, Denmark 1997
LE 1999	Lehmann, Eike "Biografien zur Geschichte des Schiffbaues" Jahrbuch der Schiffbautechn. Gesellschaft 1999; Suppl. 2 ISBN 3-540-64150-5
CP 2002	Crumlin-Pedersen, Ole & Olsen, Olaf "The Skuldelev Skips I" Roskilde 2002, ISBN 87-85180-467 (Band II ist 2020 noch nicht erschienen)
HA 2020	Hartmann, Jan "Der Schiffstyp 'Knorr' " in : " www.technikgeschichte.org " , darin Arbeit von 2020 : " Der Schiffstyp 'Knorr' "

Besondere Maßnahmen zur Sicherung der Querstabilität bei zwei Schiffen mit um etwa 1000 Jahre unterschiedlichem Alter

Jan Hartmann, Nürnberg 2021

Seite 8

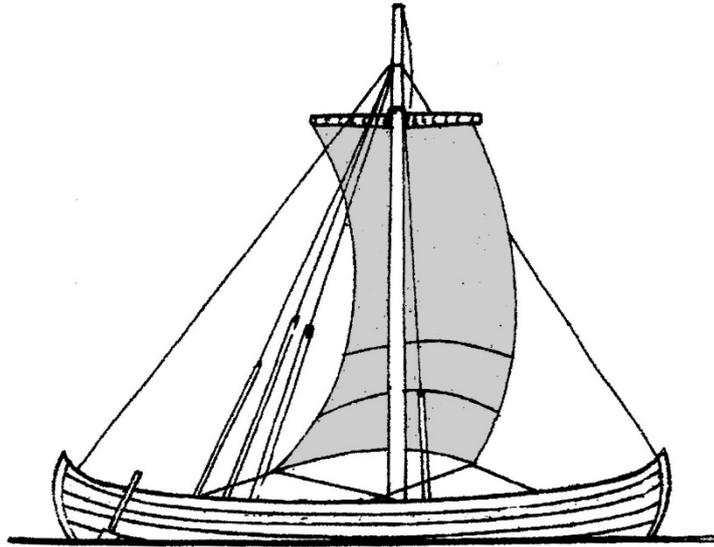


Abb. 1 Knorr [nach HA 2020]

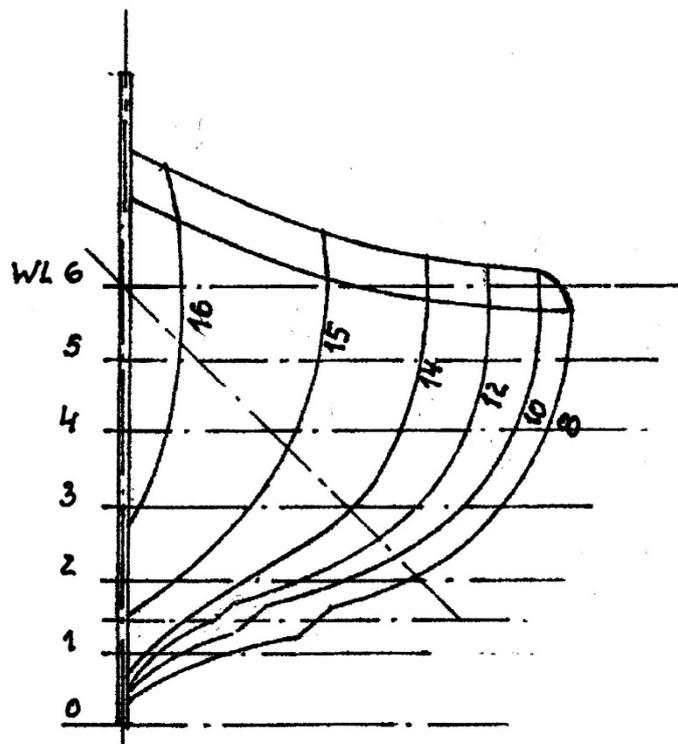


Abb. 2 Spantenriß [nach HA 2020]

Besondere Maßnahmen zur Sicherung der Querstabilität bei zwei Schiffen
mit um etwa 1000 Jahre unterschiedlichem Alter

Jan Hartmann, Nürnberg 2021

Seite 9

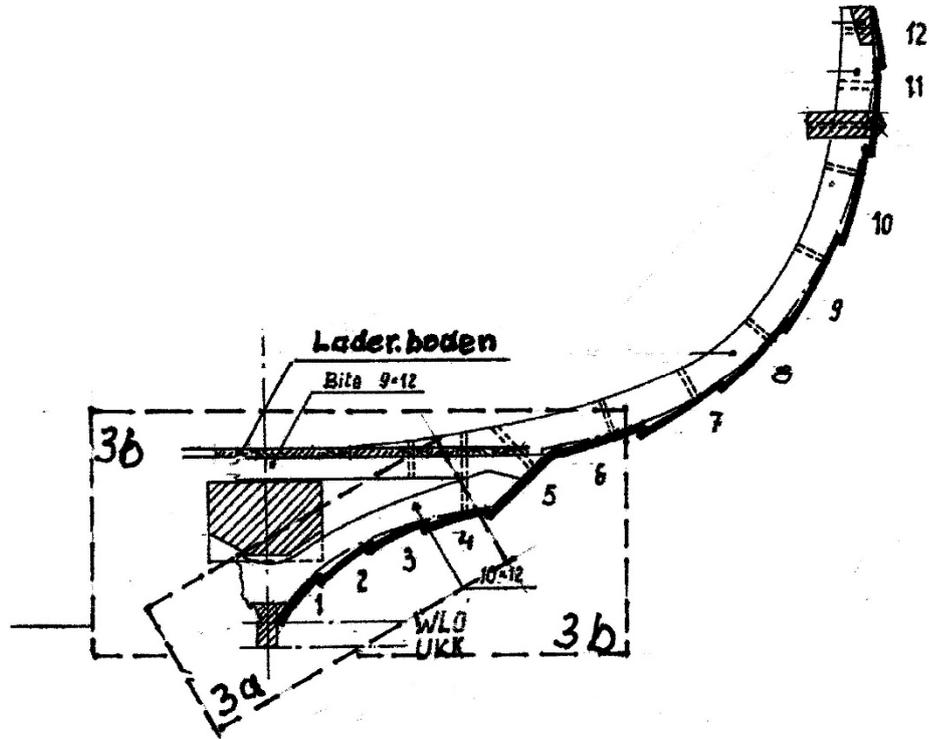
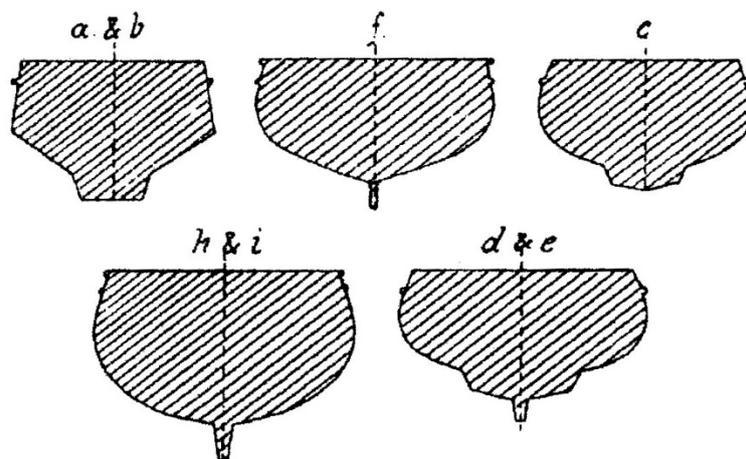


Abb. 3 Hauptspant [nach HA 2020]

3 a „Gekielter Boden“

3 b „Ballastbilge“



a und b: Pfahl- und Giekewer, c: Giekewer mit Rundkimm, d und e: Kielewer, f: Hochseekutter, h und i: Hochseekutter

Abb. 4 Hauptspantquerschnitte

[nach LE 1999 – mit freundlicher Genehmigung der Schiffbautechnischen Gesellschaft]

**Besondere Maßnahmen zur Sicherung der Querstabilität bei zwei Schiffen
mit um etwa 1000 Jahre unterschiedlichem Alter**

Jan Hartmann, Nürnberg 2021

Seite 10

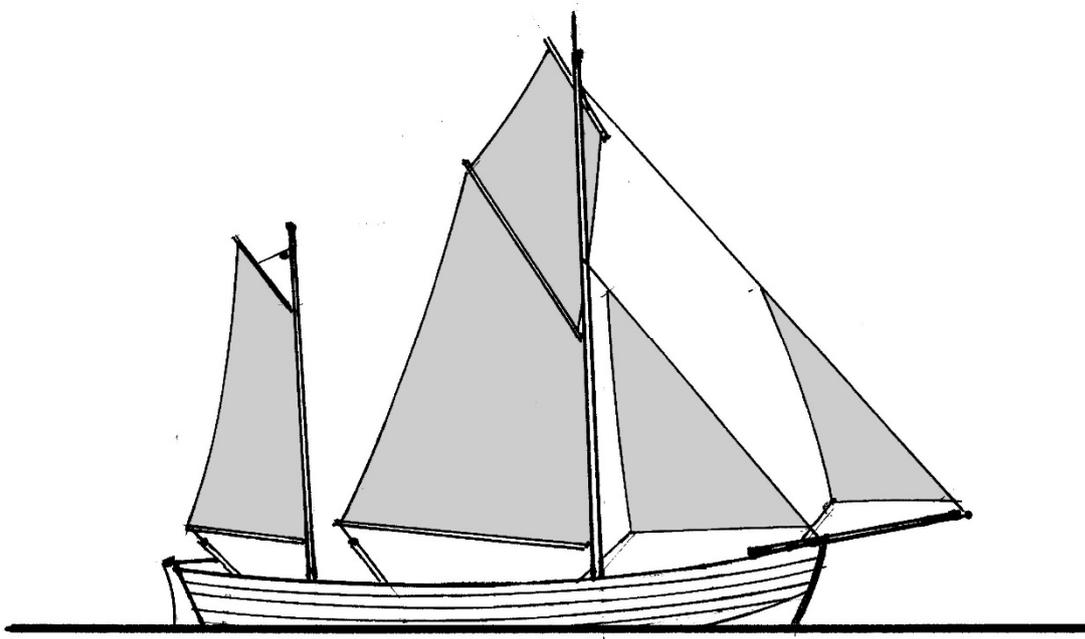


Abb. 5 Ewer [HA 2021]

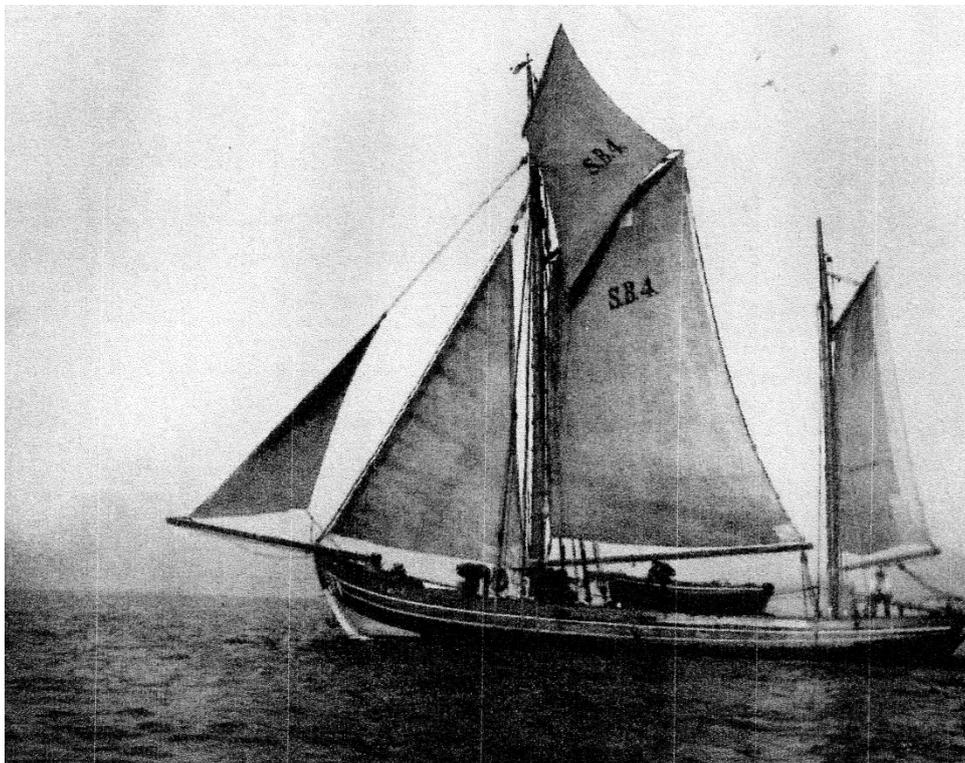


Abb. 6 Seefischer-Ewer „Carstine“, Kiel-Ewer von 1887
[nach SZ 1932]

Besondere Maßnahmen zur Sicherung der Querstabilität bei zwei Schiffen mit um etwa 1000 Jahre unterschiedlichem Alter

Jan Hartmann, Nürnberg 2021

Seite 11

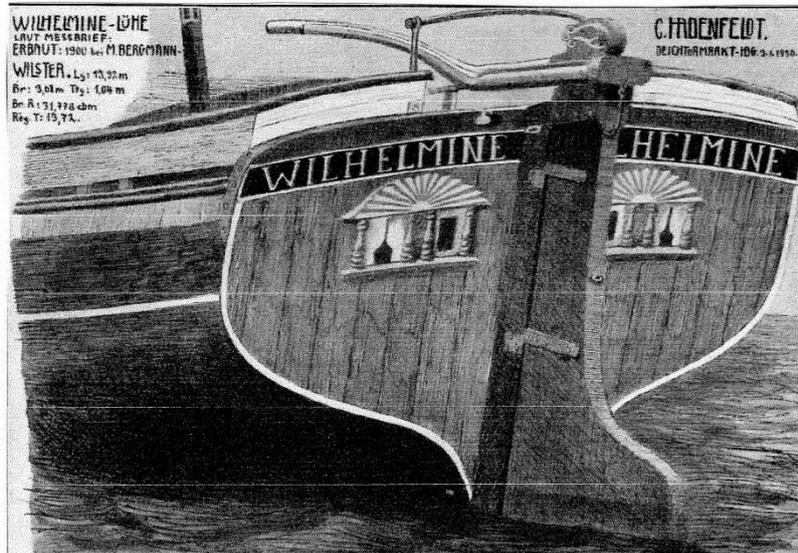


Abb. 7 Spiegelheck und Ruder „Wilhelmine“ Wilsterau-Ewer von 1900
[nach SZ 1932]

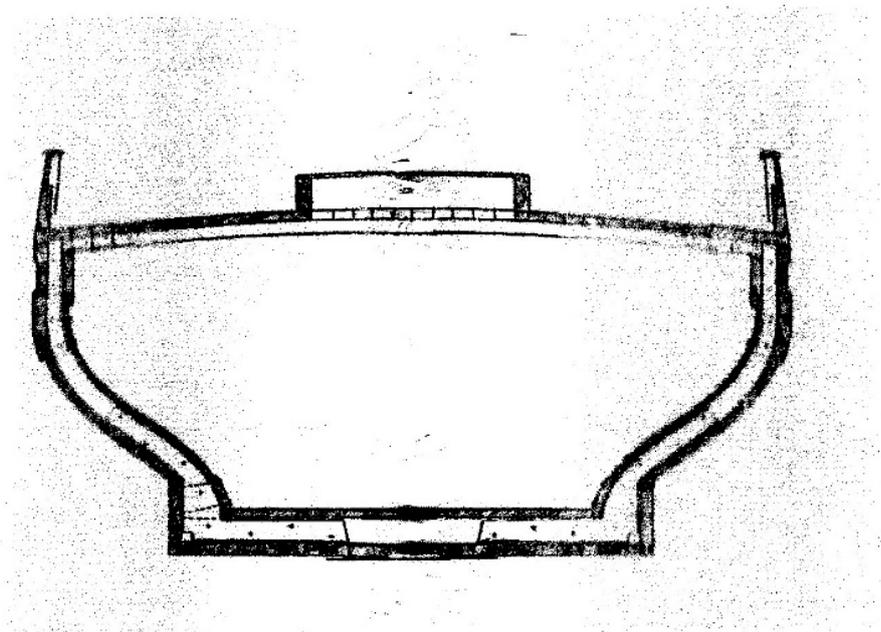


Abb. 8 Hauptspant hölzerner Galeaß-Ewer von 1835
[nach SZ 1929]

Besondere Maßnahmen zur Sicherung der Querstabilität bei zwei Schiffen mit um etwa 1000 Jahre unterschiedlichem Alter

Jan Hartmann, Nürnberg 2021

Seite 12

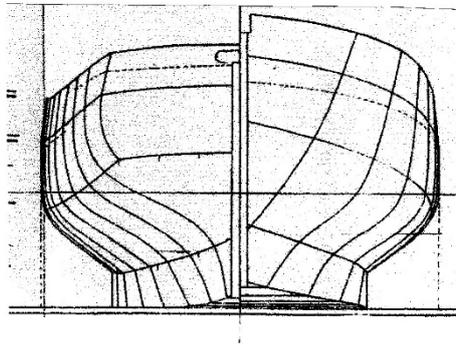


Abb. 9 Spantenriß Galeaß-Ewer von 1835
[nach SZ 1929]

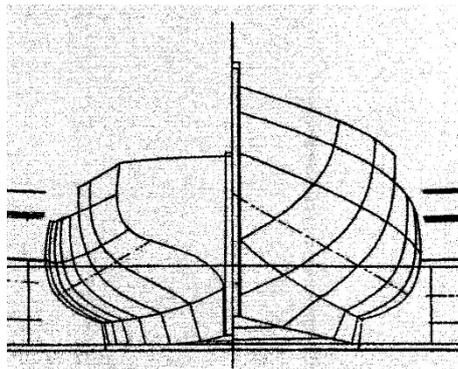


Abb. 10 Spantenriß Rah-Ewer von 1850
[nach SZ 1929]

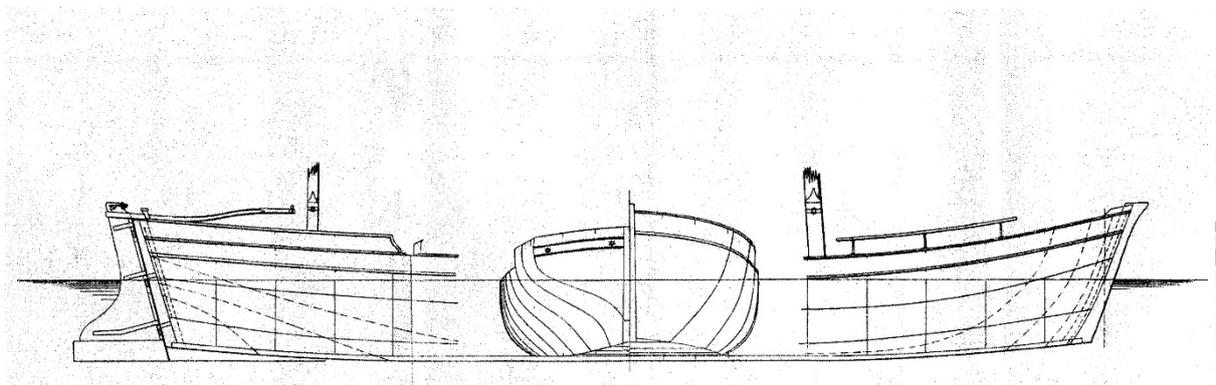


Abb. 11 Längsschnitt und Spantenriß Besahn-Ewer von 1900
[nach SZ 1929]

**Besondere Maßnahmen zur Sicherung der Querstabilität bei zwei Schiffen
mit um etwa 1000 Jahre unterschiedlichem Alter**

Jan Hartmann, Nürnberg 2021

Seite 13

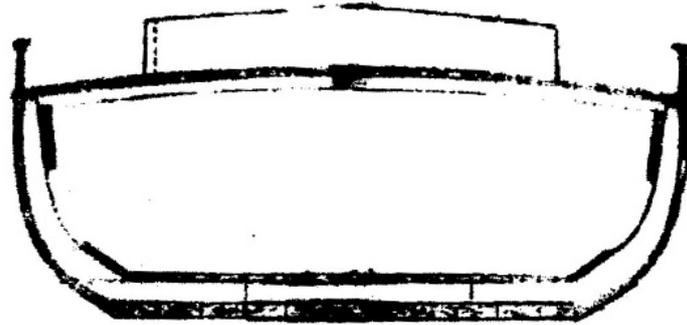


Abb. 12 Hauptspant hölzerner Besahn-Ewer von 1900
[nach SZ 1929]