

Ein Schwimmdock aus dem Jahr 1691 und die frühe Entwicklung der Docks

Heinrich Schoof

Heinrich Schoof | Karlsruhe, Germany | heinrich@schoof.cc

© Heinrich Schoof 2024, published by transcript Verlag.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 (BY-NC-ND) license.

<https://doi.org/10.14361/9783839475409-002>

Schlüsselwörter/Keywords

Schiffbau • Schiffsreparatur • Dock • Schwimmdock • Trockendock • Schiffsliift • Schiffskamele • Trogdock • U-Dock • Sektionsdock • Schleusen • Schleusentore • Dockverschlüsse

Shipbuilding • Ship repair • Dock • Floating dock • Graving dock • Ship lift • Ship camel • Trough dock • U dock • Sectional dock • Lock • Lock gates • Dock gates

Zusammenfassung/Abstract: A Floating Dock from 1691 and the Early Development of Docks

In der jüngeren Vergangenheit wurde eine Medaille bekannt, die ein Schwimmdock zeigt, das 1691 in Kopenhagen in Betrieb genommen wurde. Das ist Anlass, nach der frühen Geschichte der Docks zu fragen, ging man doch davon aus, dass die ersten Schwimmdocks Ende des 18. Jahrhunderts in England entstanden.

Für 1730 ist nur das Projekt eines Schwimmdocks für den Hafen von Toulon belegt. 1690 wurde in Amsterdam erstmalig das Schiffskamel als Schwimmhilfe zur Überquerung des Pampus, einer Untiefe vor der Hafeneinfahrt, eingesetzt. Das führt zu der Vermutung, dass auch ein Schwimmdock mit den damaligen Mitteln zu verwirklichen war. Es wird gezeigt, dass sich unter den zahlreichen wasserbautechnischen Darstellungen von Cornelis Meijer auch Konzepte von Schwimmdocks aus der Zeit vor 1675 befinden, die dem verwirklichten Dock in Kopenhagen sehr ähnlich sind. Die Entwicklung der frühen Trockendocks und Kanalschleusen zeigt, dass wesentliche Elemente der Schwimm-

docks, vor allem die Tore, bereits verfügbar waren und demnach der Bau von Schwimmdocks bereits deutlich früher möglich gewesen wäre.

Die frühen Schwimmdocks waren ausnahmslos Trogdocks. Die spätere Entwicklung des Dockbaus führte zur Ausdifferenzierung weiterer Typen. Es wird gezeigt, dass auch das moderne U-Dock, das auf die Mitte des 19. Jahrhunderts zurückgeführt wird, Vorläufer hat, die Ende des 18. Jahrhunderts entworfen wurden.

Recently, a medal has become known showing a floating dock that was put into operation in Copenhagen in 1691. This raises the question about the early history of docks, as it has been assumed that the first floating docks were constructed in England towards the end of the 18th century.

Only the project of a floating dock for the port of Toulon is documented for 1730. In 1690, the ship's camel was used for the first time in Amsterdam as a floatation device to cross the Pampus, a shoal in front of the harbor entrance. This leads to the assumption that a floating dock could also be realized with the resources available at the time. It is shown that among the numerous hydraulic engineering representations by Cornelis Meijer, there are also concepts of floating docks from before 1675, which are very similar to the realized dock in Copenhagen. The development of early dry docks and canal locks indicates that key components of floating docks, particularly the gates, already existed. As a result, the construction of floating docks could have been feasible much earlier.

The early floating docks were all trough docks. The later development of dock construction led to the further differentiation of types. It is shown that the modern U dock, which dates back to the mid-19th century, also has predecessors designed in the late 18th century.

Einleitung

Münz- und Medaillensammlungen sind ein Feld für Spezialisten. Für die Geschichte des neuzeitlichen Schiffbaus gelten sie als kaum ergiebig. Allerdings wurden Medaillen seit dem 15. Jahrhundert gern genutzt, um religiöse Themen zu veranschaulichen oder besondere Gelegenheiten und großartige Anlagen zu würdigen. Aber es ist überraschend, wenn das Bekanntwerden einer Medaille aus dem 17. Jahrhundert Anlass gibt, unser Wissen über die Entwicklung des Schwimmdocks einer Prüfung zu unterziehen, gelten diese doch als alltägliches Werkzeug der Reparaturwerften, wovon kaum der Glanz weltweiter Schifffahrt ausgeht. Das Docken ist heute allenfalls lästiger Pflichttermin, der in der Einsatzplanung eines Schiffes eher unauffällig zu berücksichtigen ist.

Das Schwimmdock ist ein Gerät, um Schiffe aus dem Wasser zu heben und vor allem für Reparaturen trocken zu stellen. Es steht in einem Konkurrenzverhältnis zum Trockendock, Schiffsliift, der Aufschleppe und ähnlichen Techniken. Reparatur- und Wartungsbedarf bei Schiffen sind so alt wie die Schifffahrt selbst. Besonderer Vorrichtungen bedurfte es erst, als die Schiffe für die einfache Handhabe zu groß und schwer wurden. Das Schwimmdock ist eine relativ aufwendige Anlage und wurde erst vergleichsweise

spät eingesetzt. Während aus dem alten Ägypten und China Berichte über Trockendocks vorliegen, sind Schwimmdocks aus dieser Zeit nicht bekannt.¹

Bei den frühen Schwimmdocks handelte es sich um einfache Trogdocks. Sie wurden als Holzkonstruktionen in Kastenform oder in Annäherungen an den Schiffsrumpf gebaut und an einer Schmalseite mit einer verschließbaren Öffnung versehen. Im abgesenkten Zustand konnten Schiffe in das Dock gezogen werden. Sie wurden dort auf dem Kiel gelagert und sicher abgestützt. Dann wurde das Dock verschlossen und das Wasser aus dem Trog abgepumpt. Das Dock schwamm auf, und der Arbeitsraum für Reparaturen wurde frei. Um das Dock absenken zu können, ist bei Holzkonstruktionen Ballast erforderlich, wofür in der Regel Steine geladen wurden. Zur Verbesserung der Stabilität des Docks im abgesenkten Zustand wurden später seitliche Luftkästen eingebaut, die zum Ausgleich unterschiedlicher Belastungen teilweise mit Wasser gefüllt werden konnten. Die Luftkästen dienten dann gleichzeitig als Arbeitsbühnen für Dockarbeiter. Im Übergang zu den späteren offenen Schwimmdocks wurde auch der Boden als wasserdichter Kasten ausgebildet. Der weitaus größte Arbeitsaufwand entstand durch das Pumpen. Dabei nutzte man den Tidenhub, was allerdings eine sehr robuste Bodenkonstruktion erfordert.

Frühe Schwimmdocks in England und Frankreich

Der historische Ursprung des Schwimmdocks liegt im Dunkeln. Als Gründungslegende kann die Geschichte von dem Kapitän gelten, der kurzerhand von einem zur Zeit Peters des Großen im Hafen von St. Petersburg liegenden alten Schiffsrumpf das Heck absägte, diesen mit einer Klappe versah und so das erste Trogdock in Gebrauch nahm.² Diese Geschichte dürfte eine Legende sein, obwohl ausgediente Schiffsrümpfe für vielfältige Zwecke genutzt wurden.³ Um einen alten Schiffsrumpf in ein Trogdock zu verwandeln, bedarf es erheblicher Umbaumaßnahmen, da die erforderliche Beseitigung der Decks die Festigkeit unzulässig mindert. Aber die Geschichte verweist in eine Zeit, für die Trockendocks zur üblichen Ausstattung zumindest großer Marinestützpunkte zählten. Um 1700 waren alle englischen Marinewerften mit Trockendocks ausgerüstet, die überwiegend im Laufe des 17. Jahrhunderts gebaut worden waren.⁴ In der Literatur wird der Einsatz der ersten Schwimmdocks meist auf das Ende des 18. Jahrhunderts datiert. Es handelt sich hierbei um ein Dock in Devenport bei Plymouth und ein weiteres in Rotherhithe an der Themse. Über das Dock in Devenport ist nicht viel bekannt. Es wurde 1774 oder 1776 von dem Schiffszimmermann Aldersley gebaut.⁵ In der Literatur findet sich eine Abbildung, die jedoch wenig über Konstruktion und Funktionsweise aussagt.

1 Bunson 1878, S. 246.

2 Vgl. u.a. Kannt 1963, S. 49; Maxton 1899, S. 66; N.N. 1909, S. 461.

3 Schoof 2019, S. 18.

4 Coad 1989, S. 91.

5 N.N. 1899, S. 66.

Es handelt sich um ein Trogdock mit zweiflügeligem Tor. Das Dock hatte offenbar nicht – wie in Rotherhithe – die Form eines Schiffsrumpfes.⁶

Zu dem Dock in Rotherhithe gibt es wesentlich reichhaltigere Informationen. Besonders verbreitet ist eine im Marinemuseum in Greenwich und im Britischen Museum vorhandene Abbildung⁷, die neben dem Dock auch die Kirche von St. Mary in Rotherhithe zeigt und damit eine recht genaue Verortung erlaubt.⁸ Das Dock wurde von der privaten Werft Younger & Co. betrieben. Als Schiffbauer werden Christopher Watson⁹ und als Baujahr 1785 genannt.¹⁰ Auf den ersten Blick könnte man einen alten Schiffsrumpf vermuten, der allerdings wesentlich größer als das eingedockte Schiff war. Tatsächlich bestand eine zusätzliche Bodenkonstruktion, die durch kräftige Balken mit den Seitenwänden verbunden war. Nur so konnte das Dock auch ohne größere Schäden bei Ebbe auf dem Flussgrund der Themse aufsetzen. Der Dockverschluss bestand aus kräftigen Bohlen, die am Heck vermutlich von oben eingesetzt wurden. Die Bohlen reichten nicht sehr hoch. Das schwimmende Dock tauchte auch im beladenen Zustand nicht viel mehr als 2,5 m über der Bodenkonstruktion. Das Bild vermittelt den Eindruck, als sei das Dock bereits viele Jahre in Betrieb und reichlich abgewirtschaftet. Einen ganz anderen Eindruck vermittelt ein weniger verbreitetes Bild von Robert Cleveley aus dem Britischen Museum.¹¹ Es zeigt das Dock während der Flut. Eingedockt ist eine Collier Brig, ein Schiff zur Versorgung von London mit Kohle. Das Dock ist in perfektem Zustand und liegt weiter vom Ufer, eher in der Fahrrinne. Zumindest der Liegeplatz dürfte der Wirklichkeit mehr entsprechen.

In einem weitläufigen Rechtsstreit, den die Corporation of London 1786 gegen die Werft Younger & Co. führte, ging es um die Frage, ob das Dock infolge seines Liegeplatzes die Schifffahrt beeinträchtigte. Die Corporation of London war erfolgreich, aber das Dock wurde noch im 19. Jahrhundert genutzt. Über die Konstruktion und Handhabung geht aus den Prozessunterlagen allerdings nichts hervor. Jedenfalls dürfte das Dock regelmäßig im tiefen Wasser gelegen haben und allenfalls beim Eindocken zur Vermeidung von Pumparbeit in seichteres Wasser geschleppt worden sein. Es existiert ein Plan des Docks von John Charnock, bei dem allerdings zweifelhaft ist, ob das Dock nach diesem gebaut oder der Plan erst später angefertigt wurde.¹² Jedenfalls entspricht der Plan weitgehend dem ausgeführten Dock. John Charnock (1756–1802) gehörte zu den zahlreichen gebildeten Engländern mit vielseitigen Interessen. Nach einer Tätigkeit bei der Marine verfasste er u.a. eine mehrbändige Geschichte des Schiffbaus.¹³ Als Schiffbauer ist er aber nicht hervorgetreten. Der Plan zeigt die Spanten, die einem Schiffsrumpf entsprechen und aufkräftigen horizontalen Bodenbalken aufsitzen. Seitlich ist eine Stützkonstruktion so angebracht, dass auf jeder Seite Dreiecksverbände entstehen, die den Wasserdruck aufnehmen können. Der Dockverschluss wird offenbar von oben eingesetzt.

6 Bramwell 1867, Plate 18, Fig. 15.

7 <https://collections.rmg.co.uk/collections/objects/127088.html> (05.08.2020).

8 Berk 1907, S. 102.

9 Lysons/Lysons 1810, S. 354.

10 Encyclopaedia Britannica, Vol. 7. London 1954, S. 486.

11 British Museum, London, Nr. 1944,1014.20.

12 National Maritime Museum of Greenwich, PAF 2953.

13 Charnock 1801–1802.



Abb. 1: Rotherhithe und das Schwimmdock von Christopher Watson mit einer eingedockten »north-east collier brig«, gemalt von Robert Cleveley, vor 1809. (British Museum, London, Nr. 1944.1014.20/© Trustees of British Museum)

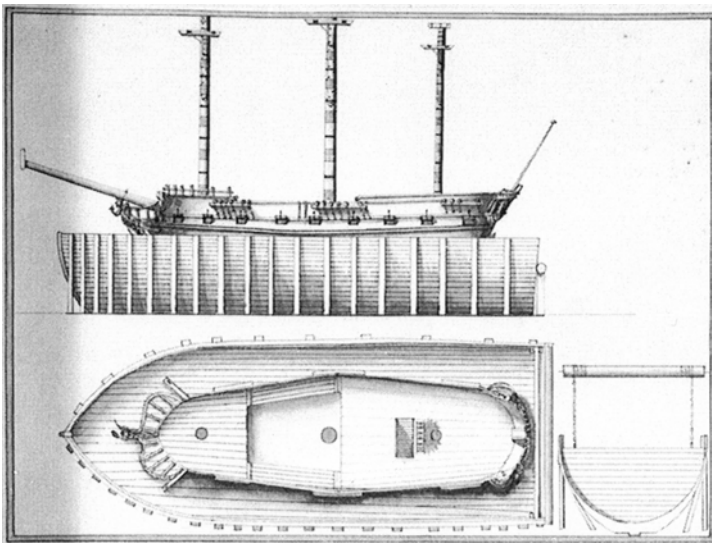


Abb. 2: Plan eines Schwimmdocks mit einem Dreimast-Segler von John Charnock. Es gibt keinen Nachweis, dass es sich um das Dock von Watson handelt, aber Charnock lebte in den 1790er-Jahren in Blackheath und muss das Dock in Rotherhithe gekannt haben; es gab kein weiteres Schwimmdock in der Gegend. (National Maritime Museum Greenwich, Collections PAF 2953)

Durch die verschiedenen Bilder gewinnt man einen etwas genaueren Eindruck von dem Dock, das den Stand der Technik gegen Ende des 18. Jahrhunderts widerspiegelt. Es handelt sich um ein einfaches Trogdock ohne die später regelmäßig auftretenden seitlichen Luftkästen, die das Manövrieren im abgesenkten Zustand wesentlich vereinfachten und auch im Zusammenhang mit der Pumparbeit genutzt werden konnten. Das aber spielt hier keine Rolle, da das Pumpen bei Ausnutzung der Tide weitgehend entfiel. Vor allem das Bild mit dem am Ufer aufgesetzten Dock dürfte mit seiner archaischen Anmutung den Gedanken provoziert haben, es handele sich hier um das erste Schwimmdock. Diese Annahme wird allerdings nur dadurch gestützt, dass keine älteren Beispiele bekannt waren.

Christopher Watson erhielt 1785 ein Patent für ein neu erfundenes Schwimmdock für das Docken von Schiffen in Flüssen, Häfen oder auf See und an Plätzen ohne Tide.¹⁴ Das Patent unterscheidet sich in wesentlichen Punkten von dem in Rotherhithe verwirklichten Projekt. Das Patent wurde noch 1795 gehalten. Vermutlich wurde kein Dock nach dem Patent gebaut. Das Dock sollte an allen vorstellbaren Liegeplätzen nutzbar sein und war deshalb auch mit Pumpen ausgerüstet. Es hatte zwar die Form eines Schiffsrumpfes, sollte aber speziell als Dock gebaut werden, allerdings ohne massive Unterkonstruktion. Das erleichtert das Verlegen an andere Plätze, beeinträchtigt aber die Festigkeit der Konstruktion. Die Spanten sind im kritischen Bereich verstärkt. Als Dockverschluss ist ein zweiflügeliges Tor vorgesehen. Für eine einfache Handhabung sind rechteckige Tore vorgesehen. Um das zu ermöglichen, wird die schiffsähnliche Dockhülle zum Heck hin in eine angenähert rechteckige Form überführt. Zum Schutz gegen Beschädigungen befinden sich die geöffneten Flügel in einer seitlichen Ausbuchtung. Zu den Pumpen werden keine weiteren Angaben gemacht. Dem Patentbrief ist eine lange Liste der einzelnen Konstruktionselemente beigelegt, für die jeweils die Holzart benannt wird. Daraus lässt sich in groben Zügen die Konstruktionsweise erschließen. Watson sah einen besonderen Vorteil darin, das Dock an den jeweiligen Ort einer Havarie schleppen zu können, um dort das zu reparierende Schiff aufzunehmen. Er bemühte sich wohl um die Marine als Kunden, die aber bis in das 20. Jahrhundert gegenüber Schwimmdocks eine ablehnende Haltung einnahm. Die Dimensionierung sollte das Docken der größten Schiffe ermöglichen. Genannt wird das Kriegsschiff mit 100 Kanonen. Entsprechend soll das Dock in der Länge 245 Fuß (74,68 m) und in der Breite 58 Fuß (17,68 m) messen. Welche Maße das verwirklichte Dock in Rotherhithe aufwies, ist nicht bekannt, es dürfte aber kleiner gewesen sein.

14 Great Britain, Commissioners of Patents, Patent No. 1504 vom 4. November 1785.

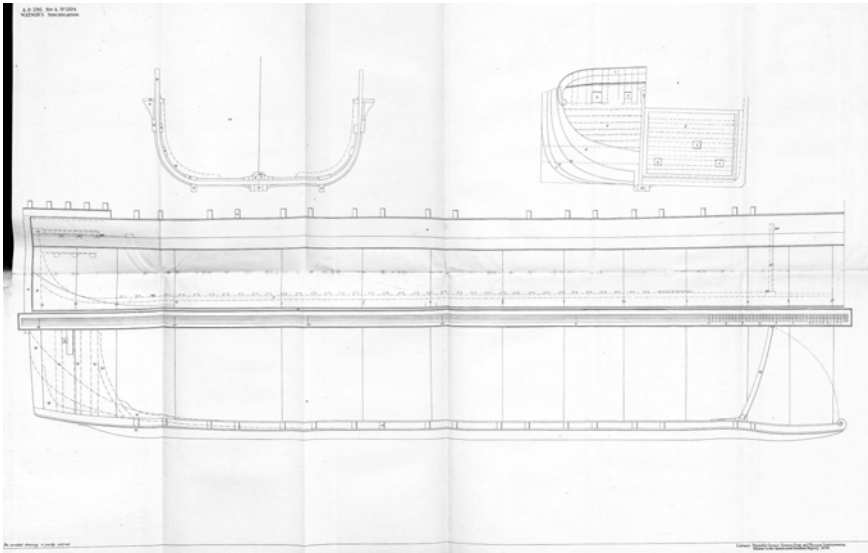


Abb. 3: Plan eines Dockentwurfs von Christopher Watson, 1785. Der Plan zeigt oben links den Bug des Docks und rechts das Heck mit dem Tor, in der Mitte eine Längsansicht und unten eine Hälfte der Draufsicht. (Brit. Patent Nr. 1504 von 1785)

Für Toulon wurde bereits 1730 von M. Dubuisson der Vorschlag gemacht, ein Schwimmdock zu bauen, um Schwierigkeiten zu umgehen, die sich aus der beengten Lage und komplizierten Topografie ergaben.¹⁵ Das Projekt wurde verworfen und musste seine Leistungsfähigkeit nicht beweisen. Es handelte sich um ein rechtwinkliges Trogdock von etwa 40 × 14 Klafter (89,6 × 27,3 m), das zwischen zwei Stegen angeordnet werden sollte. Die Stege mögen für den Betrieb des Docks vorgesehen gewesen sein, sie könnten aber auch der Stabilisierung im abgesenkten Zustand gedient haben. Das Dock sollte im neuen Becken des Arsenal direkt neben der vorhandenen Rampe zum Aufziehen von Schiffen im Bereich für Schiffsreparaturen stationiert werden. Im Arsenal befand sich bereits ein Trockendock von etwa 32 × 13 Klafter (62,4 × 25,3 m), das die damals übliche, dem Schiffsrumpf angepasste Form hatte.¹⁶ Da das Schwimmdock nicht gebaut wurde, der Bedarf der Trockenstellung aber weiter bestand, wurde um 1754 in Toulon die Fregatte *HIRONDELLE* zwischen drei Pontons, die mit Wasser gefüllt waren und leer gepumpt wurden, um 8 *pieds 2 pouces* (2,65 m) über den Wasserspiegel angehoben und über eine Rampe an Land gezogen.¹⁷ Das Verfahren war erfolgreich, erwies sich aber wegen des Baus der speziellen Pontons als zu aufwendig. Der Grundgedanke war nicht neu, wies aber in die Richtung der Schwimmdocks. Ein weiteres Projekt, das im Hafen von Toulon in den Jahren 1774–1778 realisiert wurde, weist eine gewisse Beziehung zu den Trogdocks auf. Für den Bau eines Trockendocks wurde wegen

15 Merino 1985, S. 50.

16 Service Historique de la Défense, Vincennes, GR 1 Vr 140.

17 Brun 1861, S. 366.

der Baugrundverhältnisse zunächst ein hölzerner Kasten von 270 × 80 × 30 Fuß (82,27 × 24,38 × 9,14 m) gebaut und an den Standort des geplanten Docks geschleppt, dort abgesenkt und verankert. Der Ausbau erfolgte innerhalb des Kastens mit Steinen als übliches Trockendock.¹⁸

Die Quellen über frühneuzeitliche Werftanlagen sind rar. Vor der Industrialisierung wurden Schiffe nach handwerklichen Regeln gebaut, und einzelne Werften bauten Schiffe nicht selten nach vorgegebenen Typen. Es bestand wenig Bedarf an Dokumentation. Eine Ausnahme bildeten Marinewerften, die sich stets um eine Verbesserung der Schiffe bemühten, was viele Innovationskräfte weckte, aber auch zu dokumentieren war. Das bereits damals ausgebaute staatliche Archivwesen förderte ebenfalls die Überlieferung.

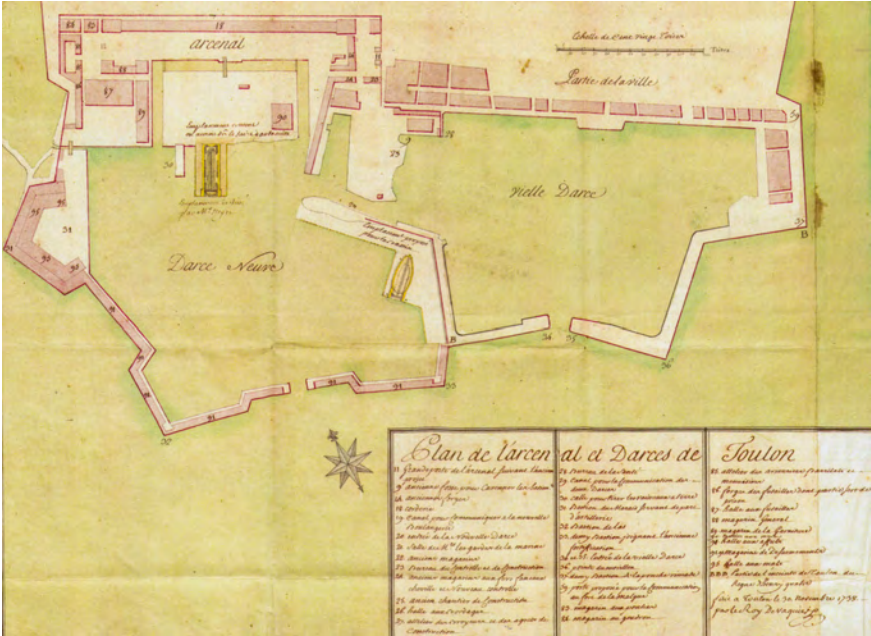


Abb. 4: Hafen von Toulon 1734 mit einem bestehenden Trockendock und dem geplanten Schwimmdock im neuen Hafenbecken. (Service Historique de la Défense, Vincennes, GR 1 VR 140)

Das Schwimmdock von 1691 in Kopenhagen

Ein noch früheres Trogdock wurde 1691 für das Militärarsenal in Kopenhagen auf dem alten Holmen in Dienst gestellt. Abgebildet ist es auf einer Medaille, die aus Anlass der Einweihung geprägt wurde und im Montergarden Museum in Odense vorhanden ist. Nachgewiesen ist sie auch 1842 in der Reichelschen Münzsammlung in St. Petersburg.¹⁹

18 Merino 1985, S. 46.

19 N.N. 1842, S. 51.

Die Medaille hat einen Durchmesser von 60,5 mm und zeigt auf der einen Seite vor einem Hafenhintergrund überraschend detailliert ein Trogdock, das weitgehend den Docks entspricht, die aus der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts bekannt sind. Es handelt sich um eine Holzkonstruktion, die bis zur Oberkante des Tores (der maximalen Tauchtiefe) mit schweren Bohlen beplankt ist. Darüber befindet sich eine leichtere Konstruktion, auf der sich ein auskragender Arbeitsumgang befindet. Das Dock ist verschlossen mit einem zweiflügeligen Tor in schweren Angeln, das durch den Wasserdruck angepresst wird. Das Dock ist mit mehreren Ankern ausgerüstet und an einem Pfahl vertäut. In Bodennähe befinden sich einige Klappen, die dem Einlass von Wasser zum Absenken des Docks dienen. Pumpen sind nicht dargestellt, werden sich aber auf dem Arbeitsumgang befunden haben. Auch ist die Gestaltung des Innenraumes nicht erkennbar. Die im 19. Jahrhundert üblichen seitlichen Luftkammern dürften allerdings noch nicht vorhanden gewesen sein. Es ist auch nicht unter Verwendung eines älteren Schiffsrumpfes gebaut. Eingedockt ist ein Viermastvollschiff, wahrscheinlich die 1683 gebaute CHRISTIAN DER FÜNFTE, das damals größte Schiff der dänischen Marine mit 100 Geschützen auf zwei Geschützdecks.²⁰ Daraus lässt sich abschätzen, dass das Dock etwa eine Länge von 50–60 m gehabt haben muss.²¹ Das Dock wurde wahrscheinlich nicht lange genutzt, ein möglicher Grund, warum es in der Literatur nicht auftaucht. Bereits 1734 wurde ein Trockendock in Dienst gestellt. Hierfür liegen auch Informationen zum Pumpaufwand vor. Für die Entleerung wurden 500 Matrosen eingesetzt, die während jeweils 16 Stunden damit beschäftigt waren.²² Bei dem Trogdock handelt es sich offenbar um eine ausgereifte Konstruktion, die dem Dock von Rotherhithe ähnlich, aber nahezu 100 Jahre älter ist. Es ist schwer vorstellbar, dass die Anlage ohne Vorläufer ist, und die wären kaum in Dänemark zu suchen. Es gibt dort auch keine Nachfolgebauten, die eine schiffbautechnische Kontinuität zeigen würden.

20 Riegels 1795, S. 414.

21 Bei einer Recherche im Rigsarkivet in Kopenhagen im Oktober 2020 fanden sich zu dem Dock keine weiteren Unterlagen. Die dort vorhandenen Archivalien zum Arsenal auf dem Holmen setzen allerdings erst um 1690 mit einer etwas größeren Dichte ein.

22 Nyerup 1815, S. 85.



Abb. 5–6: Medaille, geprägt 1691 anlässlich der Inbetriebnahme eines Schwimmdocks im Marinestützpunkt auf dem Holmen, Kopenhagen. Die Münze zeigt auf der Vorderseite (links) das Schwimmdock mit einem Viermastschiff, auf der Rückseite (rechts) Text. Durchmesser der Münze 60,5 mm, (Odense Bys Museers, mont og medaljesamling, Museums-Nr. KMO/Coins/109-48)

Dänemark war bis in das 16. Jahrhundert hinein unbestrittene Vormacht im Ostseeraum und beherrschte die Inselwelt im Nordatlantik.²³ Angesichts der geografischen Lage sah man eine schlagkräftige Marine als unverzichtbar an.²⁴ Aber Dänemark hatte, wie andere Seefahrtsnationen, seine Kriegsschiffe zu einem großen Teil im Ausland erworben. Unabhängigkeit hiervon setzte den Ausbau von Häfen und Werften voraus. Das alte Arsenal auf dem Holmen in Kopenhagen wurde um 1690 erweitert um eine Werft auf Nyholmen, wo 1692 der erste Neubau vom Stapel lief. In diesem Zusammenhang ist auch das Dock von 1691 zu sehen. Die immer größer werdenden Schiffe machten die überkommenen Techniken zur Trockenstellung für Reparaturzwecke durch Aufschleppen, Kielholen und Banken obsolet. Der Bau von Trockendocks war in England und Frankreich bereits verbreitet, in Kopenhagen war diese Lösung bei geringem Tidenhub aber weniger geeignet. Es mag auch eine Rolle gespielt haben, dass der Bau eines Trockendocks zeitaufwendiger ist. So erscheint ein Schwimmdock als bessere Alternative. Es stellt sich allerdings die Frage, woher Konstruktionsidee und Erfahrungen mit der Umsetzung kamen.

Auf der Rückseite der Medaille findet sich ein Text, der weiterführt: »Im Jahr 1691 n. Chr., unter der Herrschaft des besten Königs Christian V., wurde durch die Tüchtigkeit und den Fleiß von Henrik Span die Schiffsmaschine erfunden, mit deren Hilfe alte und durch langen Gebrauch zerbrochene Schiffe mit durchaus großer Zeit- und Aufwandsersparnis repariert und gleichsam in Neuzustand versetzt werden können, und in solchem Maße wurde eine Annehmlichkeit, die die Natur verweigert hatte, durch Technik bereitgestellt.«

23 Jahnke 2017, S. 148.

24 Ebd., S. 159.

Vizeadmiral Henrik Span war Leiter des Arsenal in Kopenhagen.²⁵ Wahrscheinlich war er gebürtiger Holländer. Er wurde in Holland ausgebildet und sammelte dort Erfahrungen im Schiffbau. 1673 war er Befehlshaber der holländischen Fregatte MIDDELBURG. Beim Ausbau der dänischen Flotte wurden Mannschaften und Offiziere in großer Zahl in Holland angeworben.²⁶ Auf dem Holmen waren überwiegend englische Schiffbauer tätig, die Span durch Holländer ersetzte.²⁷ Die Niederlande hatten zwar den Höhepunkt als Seemacht nach dem Ende der englisch-holländischen Seekriege 1667 überschritten, aber im Schiffbau blieb eine Vorbildfunktion noch lange erhalten.²⁸

Holländische Vorläufer

Für die Zeit vor 1690 liegen keinerlei unmittelbare Nachweise für die Existenz von Schwimmdocks vor. In der Literatur über Docks gibt es allerdings immer wieder Hinweise auf frühe Schwimmdocks. George Sarton hat sogar einen Artikel den »Floating Docks in the Sixteenth Century« gewidmet.²⁹ Tatsächlich behandelt er aber nur Anlagen zur Hebung gesunkener Schiffe, die für Reparaturzwecke kaum geeignet sind. Das ist ein Thema, das die Phantasie immer wieder beflügelt hat, gab es doch zahlreiche gesunkene Schiffe mit wertvoller Ladung, die z.B. aus dem eben entdeckten Amerika nach Europa gebracht werden sollte.

Hier soll der Versuch unternommen werden, weiteren Hinweisen nachzugehen, die sich aus der Entwicklung von Schiffbau und Schifffahrt, aber auch bei Trockendocks, Schleusen und verwandten Einrichtungen ergeben, bei denen zahlreiche Elemente im Vorlauf auf die Schwimmdocks übertragen wurden. Infolge der naturgegebenen Mobilität verbreiteten sich Ideen im Umfeld der Schifffahrt in kurzer Zeit. Wegen der Rolle Henrik Spans und der Bedeutung als Land des Wasser- und Schiffbaus soll ein besonderes Augenmerk jedoch auf Holland gerichtet werden.

Während in England die Seeschifffahrt mit Unterstützung der Tide durch die Flussmündungen bis zu den weiter im Hinterland gelegenen Häfen ohne Schwierigkeiten möglich war, litten Holland und nicht zuletzt dessen Haupthafen Amsterdam unter relativ geringen Fahrwassertiefen. Das führte zur Konstruktion besonders flach gehender Seeschiffe.³⁰ Als sich in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts in der Zufahrt von der Zuiderzee immer mehr Sandbänke bildeten, standen vor allem die großen Schiffe der Ostindischen Kompanie vor der Frage, wie man den Hafen erreichen konnte, ohne die Schiffe zu leichtern. Die Lösung brachte die Idee des Meeuwis Meindertszoon Bakker, die Schiffe mit Schwimmhilfen anzuheben.³¹ Der erste Test wurde 1690 unternommen. Der Vorschlag selbst dürfte aus dem Jahr 1688 stammen.³² Das ist weitgehend zeitgleich

25 Riegels 1795, S. 413.

26 Jonge 1837, S. 82.

27 Riegels 1795, S. 414.

28 Lademacher 1983, S. 149.

29 Sarton 1946.

30 Pemsel 2001, S. 735.

31 Dawson 2009, S. 223.

32 Elmsäuser 1997, S. 180.

mit dem Bau des Docks in Kopenhagen. Die Schwimmhilfen wurden als Kamele bezeichnet, vielleicht mit Bezug auf diese Lasttiere. Es handelte sich um paarweise angeordnete Schwimmkörper, zwischen denen das Schiff auflag. Die jeweils dem Schiff zugewandte Seite war so ausgebildet, dass sie sich der Schiffsform möglichst gut annäherte und seitlich unter das Schiff reichte, ohne tiefer zu gehen als dessen Kiel. Die Schwimmkörper waren in wasserdichte Zellen unterteilt, die getrennt voneinander mit Handpumpen geleert bzw. über Ventile gefüllt werden konnten. Die Körper waren am Boden durch Taue miteinander verbunden. Bei abgesenkten Schwimmkörpern fuhr das Schiff über die Taue, die daraufhin mit Winden angezogen werden. Pumpte man die Schwimmkörper aus, hoben sie sich und damit auch das Schiff. Dabei traten im oberen Bereich starke Druckkräfte auf. Pressungen wurden durch Balkenverbindungen vermieden, die über das Schiff oder durch Geschützluken geführt wurden. Schiffe mit 15 Fuß Tiefgang konnten beispielsweise um etwa vier Fuß angehoben werden.³³ Infolge der Konstruktionsweise war dieses Maß für die Schiffsbewegung uneingeschränkt nutzbar. Die an den Schiffsrumpf angepasste Form ließ aber keinen Raum für Außenreparaturen.

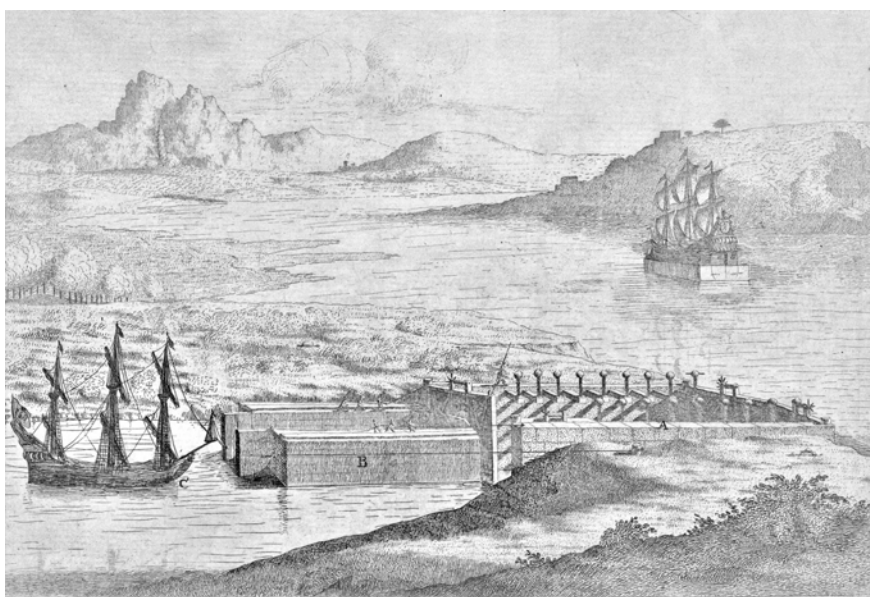


Abb. 7: Skizze einer Schleuse mit einem Schiff, das in einen Schwimmkörper einfährt. Oberhalb des Staus ist ein Schiff sichtbar, das in einem Schwimmkörper weitertransportiert wird. Undatierte Darstellung von Cornelius Meijer. (Rijksmuseum Amsterdam, Inv.-Nr. RP-P-OB-207.625[R])

Das Kamel fand rasch Verbreitung und wurde bald z. B. in St. Petersburg und Venedig eingesetzt, wo ähnliche Probleme bestanden.³⁴ Erste Schwimmbagger existierten

33 Krünitz 1785, S. 38ff.

34 Dawson 2009, S. 226ff.

bereits und wurden auch in Amsterdam eingesetzt, aber von der Möglichkeit, Fahrrinnen in der benötigten Breite und Tiefe zu schaffen, war man noch weit entfernt.³⁵ Die holländischen Kamele waren in Gebrauch, bis 1825 der Nordhollandkanal fertiggestellt wurde und für eine sichere Zufahrt zum Hafen von Amsterdam sorgte.³⁶

Der Holländer Cornelis Meijer (1629–1701) war ein Zeitgenosse von Bakker und wird im Zusammenhang mit der Vorgeschichte des Schwimmdocks oft genannt. Über seine frühe Zeit ist wenig bekannt. Offenbar war er ein erfahrener und erfolgreicher Wasserbauer. 1674 ging er zunächst nach Venedig, wo beträchtliche Probleme mit der geringen Tiefe der Wasserwege und deren Verschlammung bestanden. Er führte dort erfolgreiche Verhandlungen³⁷, wurde aber bereits 1675 nach Rom berufen, wo er einen Vorschlag zur Sicherung der Via Appia verwirklichte. Die päpstliche Verwaltung war zudem daran interessiert, den Tiber als Transportweg zwischen Rom und Perugia zu nutzen. Der Tiber verfügt zwar über ausreichende Wasserführung, weist aber zahlreiche Hindernisse auf. Im Zusammenhang mit den Flussbauarbeiten, die nicht zur Ausführung kamen, veröffentlichte Meijer mit seinem Buch »L'Arte di restituire à Roma la tralasciata navigazione del suo Tevere« 1685 in Rom eine Übersicht der damals in Holland bekannten wasserbautechnischen Mittel und schlug vor, nicht etwa den Tiber auszubaggern, sondern durch die Kombination vielfältiger Einzellösungen die Schifffahrt zu ermöglichen. Das Buch zeigt allerdings keine technischen Details.³⁸ Es erreichte eine große Bekanntheit und wird als Quelle für die damalige Wasserbautechnik viel zitiert. Das gilt auch für den Dockbau. Meijer zeigt u.a. die Möglichkeit, Schiffe in schwimmende Tröge zu laden, um den Schwimmkörper wesentlich zu verbreitern und damit den Tiefgang zu verringern. Der Gedanke entsprach weitgehend den Kamelen, wobei hier der Schwimmkörper unter dem Schiff verbunden war. Damit erhält er die Form eines Trogdocks, bot aber keinen Freiraum für Reparaturarbeiten. Es ist allerdings wenig verständlich, warum Meijer seinen Trog so sehr an den Schiffskörper anfügte. Dadurch erreichte er zwar die nötige feste Verbindung zwischen Schiff und Hülle, nahm aber den Nachteil in Kauf, Schwimmkörper verschiedener Formate vorhalten zu müssen. Im erläuternden Text zu den Abbildungen gibt es einen bemerkenswerten Hinweis. Meijer verweist darauf, dass diese Technik bereits für das Reinigen und Reparieren von Schiffen im Unterwasserbereich verwendet wurde.³⁹ Seit dem regelmäßigen Befahren der tropischen Meere nahm nicht nur der Bewuchs des Rumpfes unter Wasser erheblich zu, sondern die Schiffe wurden auch zunehmend vom Bohrwurm befallen. Die Belegung mit dünnen Kupferplatten im Unterwasserbereich erwies sich lange als einzige erfolgreiche Art der Bekämpfung, wurde aber erst im 18. Jahrhundert angewandt. Auch vorher waren regelmäßige Reparaturen im Unterwasserbereich erforderlich.

35 N.N. 1843, S. 307.

36 Jackson 1849, S. 4.

37 Berveglieri 1995, S. 153ff.

38 Meijer 1685.

39 Ebd., Figvra qvinta. Delli sostegni, & loro vso.

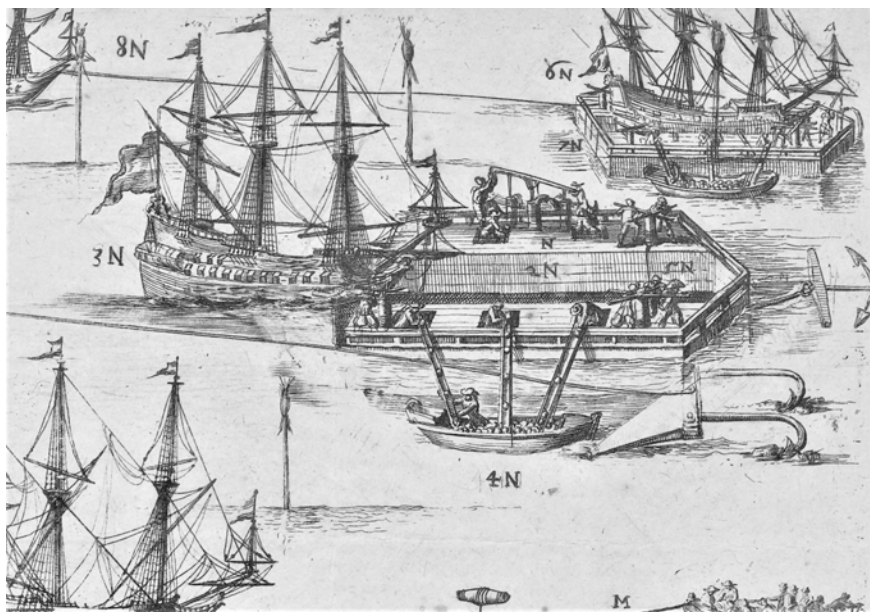


Abb. 8: Skizze von Schwimmdocks von Cornelius Meijer, vor 1675 (*Verschyde Aanwijzing von bequame Middelen om Oorlogs en geladen Koopvardy heen en weer over 't Pampus en andere Drogten te halen ...*). Oben: Dock mit eingedocktem Schiff und geschlossenem Tor. Unten: Schiff vor dem Dock mit offenem Tor. Aus dem vorderen Seitenkasten des Docks werden Ballastkugeln entladen. (Rijksmuseum Amsterdam, Inv.-Nr. RP-P-1939-909)

Bereits spätestens 1674 ließ Meijer einen Einzelblattdruck fertigen, mit dem er zunächst in Holland für seine Projekte zu den dort häufig geringen Fahrwassertiefen, der Verschlammung und Versandung warb und dabei möglicherweise als Konkurrent von Bakker auftrat: *Verschyde Aanwijzing van bequame Middelen, om Oorlogs en geladen Koopvardy Schepen heem en weer over 't Pampus en andere Drogten te halen als ook – door alle Zee – laten, tegen de Windt nit en in te doen zeylen*. (Verschiedene Hinweise auf einfache Mittel, um Kriegsschiffe und beladene Handelsschiffe hin und zurück über den Pampus und andere Untiefen zu bringen wie auch durch alle See gegen den Wind ein- und aussegeln zu lassen.) Mit dem gleichen Druckstock, bei dem lediglich in die Überschrift der Herzog von Venetien eingefügt wurde, warb er 1675 in Venedig für die Ausbaggerung der Schifffahrtswege.⁴⁰ Zu den hier versammelten Abbildungen gehören zwei Skizzen, die beschrieben werden als ein Leichter, der Schiffe soweit anheben kann als nötig. Gezeigt wird ein Trogdock mit extrem breiten Seitenkästen. Das Gerät soll die dreifache Breite des einzudockenden Schiffs aufweisen, wohl um einen minimalen Tiefgang zu erreichen. Sowohl der Trog als auch die Seitenkästen lassen sich durch Pumpen leeren. Will man den Aufwand des Pumpens reduzieren, können die Seitenkästen auch mit Kugeln als Ballast gefüllt werden. Den Verschluss des Troges bildet ein zweiflügeliges Drehtor.

40 Berveglieri 1995, S. 39.

Die durchgehende Plattform dürfte allerdings den Tiefgang wieder beträchtlich erhöht haben, zumal die enorme Breite des Docks eine entsprechende Konstruktionshöhe erfordert. Das Dock wurde konzipiert als Schwimmhilfe. Nur der erläuternde Text verweist kurz auf die Möglichkeit der Nutzung für Schiffsreparaturen und es selbst dort einzusetzen, wo das Schiff einen Unfall hat, ein Gedanke, der im Zusammenhang mit Schwimmdocks immer wieder auftaucht, aber selten verwirklicht wurde.

Die Schwierigkeiten großer Schiffe bei der Einfahrt in den Hafen von Amsterdam bestanden schon früher. 1526 und 1544 wurde verboten, Ballast im Bereich des Pampus ins Meer zu werfen. Schiffe mussten zeitweise erhebliche Wartezeiten bis zu einer geeigneten Flut hinnehmen.⁴¹ 1672 wurden große Kriegsschiffe mithilfe großer kastenartiger Behälter über den Pampus gebracht, die für diesen Zweck hergestellt waren.⁴² Es handelte sich um wasserdichte Behälter, die mit Pumpen ausgerüstet waren und an Bug sowie Heck der Schiffe angebracht wurden.⁴³ Leider gibt es keine näheren Hinweise zur Konstruktion dieser Vorrichtungen.

Die Schwimmhilfe von Meijer war bereits publiziert, als Bakkers Kamele verwirklicht wurden. Schiebt man die beiden Hälften eines Kamels mit ihrem Fuß zusammen, entsteht die Form eines modernen U-Docks, das sich durch Einfügen von Toren in ein Trogdock verwandeln lässt. Da das Trogdock bekannt war, reduziert sich der Beitrag Bakkers auf die Idee, das Dock der Länge nach aufzuschneiden und damit das Schiff anheben zu können, ohne durch eine Plattform wieder Höhe einzubüßen. Aus statischen Gründen mussten die Kamele unter dem Schiff durch Taue verbunden bleiben. Es entstanden Zugkräfte, die von Tauen aufgenommen werden konnten. Auch Meijer hegte offenbar nicht die Vorstellung, er müsse für seine Projekte alles neu erfinden. Man kann seine Veröffentlichungen auch als Übersicht der damals vor allem in Holland bekannten wasserbautechnischen Kenntnisse interpretieren, aus deren Kombination er vielfältige Lösungen für die Schifffahrtsprobleme auf dem Tiber oder in Venedig bereitstellen konnte. Der Hinweis, dass die Techniken sich bereits bewährt hatten, war zur Legitimation viel eher geeignet als ein Anspruch aus einer unerprobten Erfindung.

Vermutlich wurde die Idee Meijers nie verwirklicht, aber aufgrund der Medaille aus Odense ist die Existenz von Trogdocks am Ende des 17. Jahrhunderts als gesichert anzunehmen. Sehr verbreitet dürften sie nicht gewesen sein, auch galten sie nicht als derart spektakulär, dass davon immer zu berichten gewesen wäre. Offen bleibt die Frage nach dem weiteren Ursprung. Soweit keine weiteren Dokumentenfunde auftauchen, kann man sich der Frage nur mit Blick auf die äußeren Bedingungen nähern, die zum Einsatz von Schwimmdocks führen konnten. Das leitet zu den Fragen, wann und unter welchen Bedingungen Docks benötigt wurden und wann die wesentlichen technischen Elemente zur Verfügung standen. Schließlich stellt sich auch noch die Frage, warum so wenig über die offenbar vorhandenen Docks bekannt ist.

41 Crone 1943, S. 168.

42 Commelin 1693, S. 1197.

43 Koningsberger/Oosting 1995, S. 201.

Wachsende Schiffsgrößen als treibende Kraft der Entwicklung

Reparaturen im Unterwasserbereich dürften die Schifffahrt seit frühesten Zeiten begleitet haben. Selten genutzte Schiffe zur Sicherung zeitweilig trocken zu stellen, mag sich vor allem bei Kriegsschiffen als sinnvoll erwiesen haben und ist seit dem Altertum bekannt.⁴⁴ Die verfügbaren Techniken beschränkten sich lange Zeit auf das Aufschleppen, Kielholen und Banken, sieht man vom natürlichen Trockenfallen bei Ebbe ab. Die Techniken stoßen jedoch bei wachsendem Gewicht und Volumen der Schiffe an ihre Grenzen. Das betrifft nicht nur den Reibungswiderstand beim Aufziehen, sondern auch die zunehmenden Spannungen, die dann im Schiffskörper auftreten. Allerdings lassen sich keine festen Grenzwerte identifizieren. Für Toulon ist bekannt, dass dort in großer Zahl Strafgefangene Arbeiten verrichteten. Noch 1780 wird berichtet, dass man ein Linienschiff mit 70 Kanonen auf die Helling gezogen hat, wozu 1.100 Mann an Winden arbeiten mussten.⁴⁵ Dafür hätte man in den Niederlanden hohe Kosten kalkulieren müssen. Hier soll daher nur die Größenentwicklung der Schiffe berücksichtigt und mit dem Auftreten erster Trockendocks in Beziehung gesetzt werden. Die ersten Trockendocks sind jedenfalls älter als die Schwimmdocks.

Für diese Betrachtung haben nur die großen Schiffe Bedeutung, kleinere Einheiten wurden weiter im gängigen Verfahren repariert. Es liegen jedoch nur wenige verlässliche Maßangaben für Schiffe vor, die einen Vergleich ermöglichen. Kriegsschiffe wurden nach Einführung des Kanonendecks im 16. Jahrhundert nach der Zahl der Kanonen bemessen, die auf einem oder zwei Decks untergebracht wurden. In der holländischen Flotte⁴⁶ hatte in der Zeit von 1579 bis 1652 das größte Schiff 54 Kanonen und war nahezu 41 m lang, gemessen auf dem obersten durchgehenden Deck. Im Zeitraum von 1682 bis 1714 setzte ein deutliches Wachstum ein. Es ging bis 100 Kanonen und eine Länge von 51 m. Das war die Zeit des Schwimmdocks in Holmen. Besonders selten sind Gewichtsangaben. Die Galeone des 16. Jahrhunderts hatte noch ein Gewicht von weniger als 500 t. Im Einzelfall wurden Schiffe gebaut, die auf 1.000–1.500 t geschätzt werden.⁴⁷ Auch in der Handelsflotte gab es dieses Größenwachstum. Noch 1686 wurden im Nordatlantikverkehr überwiegend Schiffe mit 100–200 t eingesetzt.⁴⁸ Nach 1717 wurden fast nur noch Schiffe mit 500 t gebaut, ab 1777 erreichten sie 800–1.200 t.⁴⁹

Trockendocks und Kanalschleusen als Vorbild

Über die ersten europäischen Trockendocks gibt es nur ungenaue Auskünfte. Als das erste Dock dieser Art gilt eines in Portsmouth, an dem Arbeiten für 1495 nachgewiesen

44 Lautemann et al. 1975, S. 256.

45 Wagner 1864, Sp. 593.

46 https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_ships_of_the_line_of_the_Dutch_Republic (02.08.2020).

47 https://en.wikipedia.org/wiki/Ship_of_the_line (02.08.2020); <https://en.wikipedia.org/wiki/Galleon> (02.08.2020).

48 Pemsel 2001, S. 712.

49 Ebd., S. 750.

sind.⁵⁰ Es wird allerdings vermutet, dass es sich nur um die Erweiterung einer vorhandenen Anlage handelte, die auch den Einbau eines neuen Verschlusses beinhaltete. Den Anlass boten zwei besonders große Schiffe, die SOVEREIGN mit etwa 450 t und die REGENT mit etwa 600 t, die um 1488 gebaut worden und zu unterhalten waren.⁵¹ Das Dock in Portsmouth wurde 1523 erweitert, ein Neubau folgte 1656. In England folgten in dieser Periode Docks der Royal Navy in Chatham, Woolwich und Deptford. Die East India Company baute ein Trockendock in Blackwall. Selbst ein privater Unternehmer unbekannten Namens wagte sich in Bristol an die Aufgabe.

In Frankreich wurde Jean Baptiste Colbert, seit 1664 Minister für Bauwesen, 1666 von Ludwig XIV. mit dem Ausbau und der Befestigung der Marinestützpunkte beauftragt. Er baute zunächst Rochefort als Musterarsenal aus, wo sein Vetter Charles Colbert de Teron seit 1661 Generalintendant der Marine und damit vor Ort für Jean Baptiste tätig war. 1669 begann man dort mit dem Bau eines Trockendocks, das schon 1683 infolge von Unzulänglichkeiten ersetzt wurde. Neben einem stabilen und trockenen Boden war auch ein besserer Verschluss erforderlich. In der Zeit von 1688 bis 1690 wurden in Rochefort, Brest und Dünkirchen vier Trockendocks nach weitgehend einheitlichen Plänen gebaut. Im Mittelmeerraum sind bis auf einige kleinere Docks in Marseille keine Trockendocks im letzten Drittel des 17. Jahrhunderts bekannt.⁵² Auch in Spanien und Portugal sind keine Docks bekannt.⁵³

Die Entwicklung bei den Trockendocks entspricht weitgehend dem Größenwachstum der Schiffe. Mitte des 17. Jahrhunderts war hier eine besondere Dynamik zu beobachten. Ob und wann in dieser Zeit Schwimmdocks gebaut wurden, ist unbekannt. Die Trockendocks beschränkten sich vor allem auf Standorte mit ausreichendem Tidenhub, an denen Pumpen allenfalls notwendig waren, um nachdrängendes Wasser zu entfernen. Damit entfiel auch der wesentliche Vorteil des Schwimmdocks, dass nur so viel Wasser gefördert werden muss, wie dem Gewicht entspricht, das zu heben ist, während das Trockendock immer ganz zu leeren ist. Die Technik des Pumpens war seit alters her bekannt. Ungewöhnlich war nur das Volumen des zu hebenden Wassers. Der Engpass lag in der Antriebskraft. Bei Schwimmdocks wurden die Pumpen bis zum Einsatz der Dampfmaschine im 19. Jahrhundert von Menschen per Hand bedient, während bei Trockendocks zunehmend Pferde und Windräder als Antrieb genutzt werden konnten. Bei Marinewerften wurden häufig Strafgefangene eingesetzt.

Während die Schwierigkeiten des Pumpens prinzipiell lösbar waren, dürfte der beim Trogdock unverzichtbare Verschluss ein Problem dargestellt haben. Die Vorbilder konnten bei Trockendocks und Schleusen gesucht werden. Allerdings geht es um eine relativ breite Öffnung, was das einfache Kopieren von Schleusentoren der Binnenschifffahrt nicht ohne Weiteres möglich machte. Die in England verbreiteten »tub boats«, Kähne ohne eigenen Antrieb, hatten ein Standardmaß von etwa 6 × 2 m. Der Bridgewater Canal, der erste für diese Bootsklasse gebaute Kanal, wurde 1761 eröffnet.⁵⁴ Noch 1879 legte

50 Merino 1985, S. 35.

51 Barker 1998, S. 320.

52 Merino 1985, S. 38.

53 Barker 1998, S. 317.

54 Uhlemann 1999, S. 34f.

Charles de Freycinet als französischer Bauminister für die Peniche, das Standardfrachtschiff, eine Breite von 5,05 m fest. Die Schleusentore wurden jeweils auf diese Maße ausgerichtet. Das Schwimmdock in Kopenhagen dürfte demgegenüber eine innere Breite von etwa 18 m gehabt haben.

Die ersten Trockendocks hatten im heutigen Sinn keine Tore. Kriegsschiffe waren im Gegensatz zu Handelsschiffen nicht dauernd im Einsatz. Da bot es sich an, sie in Ruhezeiten trocken zu stellen. Noch um die Mitte des 16. Jahrhunderts wurden dazu in größerer Zahl im Uferbereich der Themse angeordnete Vertiefungen genutzt, die mit einfachen Konstruktionen aus Holz und Geflecht, die mit Ton aufgefüllt wurden, verschlossen waren.⁵⁵ Aus dem Jahr 1578 gibt es Berichte, wonach sechs Arbeiter zwei Wochen benötigten, um den Verschluss zu öffnen und das Schiff sicher vom Liegeplatz zu holen⁵⁶, ein Aufwand, der für kurzfristige Reparaturen kaum zu vertreten war. Es handelte sich wohl um Anlagen, die nur zeitlich begrenzt genutzt und dann wieder aufgegeben wurden.

Ähnlich dürften auch die Vorläufer des erwähnten Docks Heinrichs III. in Portsmouth von 1496 gewesen sein, das als erstes richtiges Trockendock gilt.⁵⁷ Wie der Dockverschluss konstruiert war, ist unbekannt. In der Literatur wurde der Frage nachgegangen, wie aus Holzkonstruktionen, Geflecht und Ton demontierbare und später drehbare Verschlüsse entwickelt wurden.⁵⁸ Für die frühen Beispiele gibt es keine Pläne und keine archäologischen Befunde. So könnte es sich zunächst nicht um Tore oder Klappen gehandelt haben, die sich in Angeln bewegten. Dagegen waren verschiedene Konstruktionen verfügbar, die einen sicheren Verschluss boten, aber umfangreiche Montagearbeiten erforderten. Es handelte sich überwiegend um mehrteilige verschraubte und mit Zimmermannstechniken verbaute Elemente. Die Montage setzte zudem voraus, dass die Bodenschwelle zumindest zeitweise trocken lag. Zur Verbesserung der Verschlüsse hat vor allem der Bau massiver Dockhäupter beigetragen, die den Konstruktionen einen festen Halt boten.

Die Entwicklung der Schifffahrtsschleusen, die Vorbilder der Docks und insbesondere von deren Toren gewesen sein dürften, geht vor allem auf das 15. Jahrhundert zurück. Absperrungen in Be- und Entwässerungskanälen gab es schon weit früher, aber sie waren bedeutend kleiner und im Betrieb weniger anspruchsvoll. Als älteste Kanalschleuse in Europa gilt eine Schleuse von 1373 bei Vreeswijk nahe Utrecht. Die Schleuse war mit Hubtoren ausgerüstet, die von einem Gerüst aus bewegt wurden.⁵⁹ Einen großen Fortschritt brachten Drehtore, da sie die Passage von Segelschiffen mit Masten ohne deren umständliche Demontage erlaubten. Das erste zweiflügelige Drehtor wurde in einem Nebenarm des Naviglio Grande bei Mailand in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts verwirklicht.⁶⁰ Die weiteren Schritte sorgten vor allem für eine Verringerung des Zeitaufwandes im Betrieb.

55 Loades 1992, S. 90.

56 Ebd., S. 189.

57 Ebd., S. 41.

58 Barker 1998, passim.

59 Ryszard/Paulus 2019, S. 6.

60 Ebd., S. 44.

Im Dockbau hatte sich in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts das zweiflügelige drehbare Tor durchgesetzt, wie es auch auf der Medaille zu sehen ist.⁶¹ Für das Doppeldock in Portsmouth von 1656–1658 sind Doppeltore gesichert.⁶² Bei den Trogdocks des 19. Jahrhunderts finden sich überwiegend Klappen und zweiflügelige Tore. Seltener wurden Verschlüsse von oben eingesetzt. Da die Verschlüsse durch den Wasserdruck angepresst werden, ist eine relativ gute Dichtigkeit zu erreichen. Die Einwirkungen des Wasserdrucks auf die Tore des Trogdocks sind meist geringer als bei Trockendocks, da der Unterschied des Wasserstandes innen und außen nicht so groß ist. Die frühen Dockverschlüsse waren auf Schwimmdocks aus Gründen der Konstruktion nicht übertragbar. Das zweiflügelige Tor war dagegen bestens geeignet.

Nach dem Stand der Technik waren Schwimmdocks während des ganzen 17. Jahrhunderts realisierbar. In der ersten Hälfte des Jahrhunderts fehlten in Europa infolge der umfangreichen kriegerischen Auseinandersetzungen weitgehend die Mittel. Auch im Schiffbau gab es keine bedeutenden Neuerungen. Es sollte aber nicht überraschen, wenn sich für die zweite Jahrhunderthälfte Hinweise auf Schwimmdocks ergäben. Die erste Hälfte des 17. Jahrhunderts gehörte noch zur Blütezeit Hollands, während die zweite Hälfte überschattet ist von dem französischen Expansionsdrang unter Ludwig XIV. Im Schiffbau spielte Holland allerdings auch dann noch eine führende Rolle. Das Land war von Natur aus nicht prädestiniert für den Bau von Trockendocks. Das könnte den Bau von Schwimmdocks begünstigt haben.

Die Entwicklung vielfältiger Docktypen

Die Entwicklung der Schwimmdocks hat mit dem Trogdock begonnen. Es war mit den handwerklichen Mitteln des Schiffbaus zu erstellen, einfach und zuverlässig in der Handhabung und erforderte keine besonders großen Wassertiefen. In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts wandte man sich anderen Typen zu, um Nachteile des Trogdocks zu vermeiden. Dazu gehörte das auch bei Trockendocks beklagte feuchte Klima in den engen Kammern, wodurch vor allem das Trocknen von Anstrichen verzögert wurde. Auch die Bewegungsfreiheit war eingeschränkt. Für die Arbeiten ideal wäre eine offene Plattform. Die hat aber den Nachteil, im abgesenkten Zustand keine stabile Schwimm-lage zu haben, und sie bedarf beim Heben und Senken der seitlichen Führung durch Dalben oder ähnliche Vorrichtungen. Der erste bekannte Entwurf einer solchen Anlage stammt von Edward Covenhoven aus dem Jahr 1821.⁶³ Es war allerdings ein anderer Typ, das U-Dock, der sich in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts durchsetzte und auch im 20. Jahrhundert weithin den Markt dominierte, ehe Hebeplattformen Ende des 20. Jahrhunderts breite Anwendung fanden, nachdem man in der Lage war, die Probleme der lastabhängigen Steuerung bei Elektromotoren zu beherrschen.

61 Coad 1989, S. 100.

62 Barker 1998, S. 320.

63 Schoof 2019, S. 40.



Abb. 9: Kriegsschiff im Schwimmdock. Das Dock besteht aus fünf Sektionen, die untereinander durch kreuzweise angeordnete Bohlen verbunden sind. Auf jedem Ponton befinden sich zwei Aufbauten, auf denen Pumpen angeordnet sind. Die Aufbauten sind durch eine Arbeitsgalerie verbunden. (Collection Maritiem Museum Rotterdam, T237)

Das U-Dock verzichtet auf Dockverschlüsse an den Schmalseiten und bezieht seine Hebekraft ausschließlich aus dem Dockponton, zu dem der Boden inzwischen ausgebaut wurde. Lange kreiste die Diskussion um die Selbstdocking, da auch ein Schwimmdock reparaturanfällig ist. Ende der 1830er-Jahre entwickelten und realisierten John und William Thomas in New York, Louisville und St. Louis verschiedene U-Docks, die aus einzelnen Sektionen mit jeweils einem Ponton und teilweise offenen Seitengerüsten bestanden.⁶⁴ Zur Sicherung der Schwimmstabilität wurden in den Seitengerüsten bewegliche Schwimmkörper so angeordnet, dass sie immer im Wasser blieben. Eine solche Anlage wurde 1839 in New York gebaut und war lange in Betrieb. Sie war allerdings recht kompliziert und erreichte nur eine beschränkte Längsfestigkeit, da die Verbindung der Sektionen für eine Kraftübertragung kaum ausreichte. Den nächsten Schritt zum modernen U-Dock unternahm John Gilbert mit seinem Entwurf für ein Schwimmdock der Österreichischen Marine in Pola, das 1858–1860 gebaut wurde und lange richtungsweisend blieb. Er verzichtete auf die Sektionslösung und baute einen starren durchlaufenden Ponton mit hohlen Seitenwänden, die im unteren Bereich mit Wasser gefüllt werden konnten, im oberen Teil aber mit Luft gefüllt blieben und damit auch in abgesenkter Lage für Schwimmstabilität sorgten.⁶⁵

64 Ebd., S. 51.

65 Chiolich-Löwensberg 1865, S. 210ff.

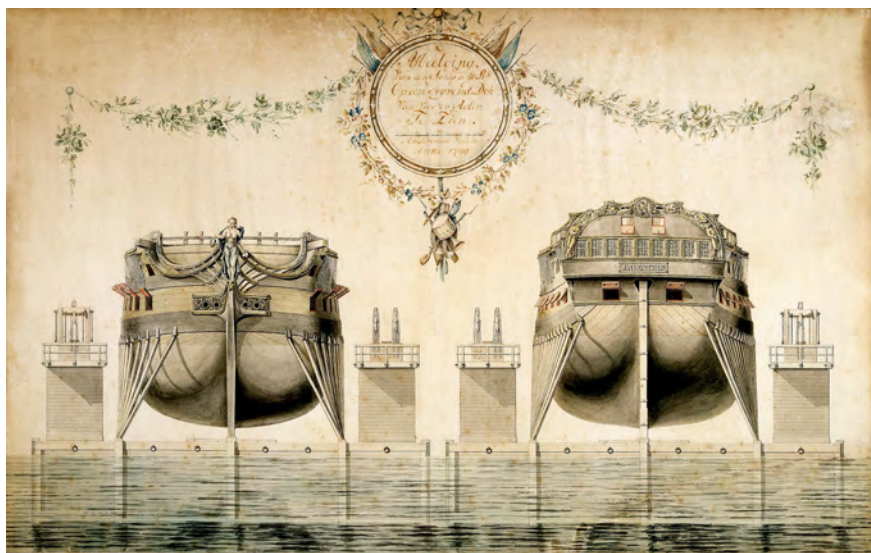


Abb. 10: Kriegsschiff im Schwimmdock, Ansichten von Bug und Heck. (Collection Maritiem Museum Rotterdam, T238)

Weithin unbekannt blieb bisher ein Konzept, das mit der Jahreszahl 1799 in zwei aufwendigen Darstellungen vorhanden ist. Es handelt sich um zwei Bilder, die mit dem Titel »Erkenntnis in een drijvend Dok« zur Sammlung des Maritiem Museum in Rotterdam gehören.⁶⁶ Die Bilder zeigen ein Kriegsschiff mit 80 Kanonen im Schwimmdock als Seitenansicht bzw. von vorn und achtern. Es ist ein Maßstab in Amsterdamer Fuß angegeben. Die Bedeutung des Docks ist nicht nur durch die Detailgenauigkeit, sondern auch durch die Darstellung im Unterwasserbereich hervorgehoben. Das Schiff trägt am Heck den Namen »Erkenntnis«.

Über den Entstehungszusammenhang der Bilder ist nichts bekannt. Der Name ist für ein Kriegsschiff nicht überliefert, wäre auch ungewöhnlich. Das Jahr 1799 verweist für die niederländische Geschichte auf die Batavische Republik, damit auf eine Zeit radikal moderner Ideen unter französischem Einfluss. Das Bild zeigt ein konventionelles Schiff, aber ein Dock, das sich von allen damals bekannten Vorgaben löst. Es handelt sich um ein U-Dock mit offenen Seitenkästen, das vieles vorwegnimmt, was bei der Entwicklung dieses Typs erst später realisiert wurde.

Den Bildern entspricht detailgenau ein Modell im Rijksmuseum Amsterdam⁶⁷, das schon 1858 in einem Katalog der Modellsammlung der Niederländischen Marine beschrieben wurde.⁶⁸ Es wird dort als Schwimmdock bezeichnet, das 1787 in Frankreich entworfen wurde. Dem entspricht auch der Hinweis, das auf den Bildern gezeigte Schiff entspreche einem französischen Schiffstyp. Auch die große Höhe des Pontons spricht

66 Maritiem Museum Rotterdam, Inv.-Nr. T237 und T238.

67 Rijksmuseum Amsterdam, Inv.-Nr. NG-MC-6.

68 Obreen 1858, S. 3, Nr. 6.

dafür, dass das Dock für einen Hafen konzipiert wurde, der eine Wassertiefe aufweist, die in Holland kaum erreicht wird. Der direkte Bezug zu Holland ist erst durch die Bilder mit Maßangaben in Amsterdamer Fuß entstanden. Das Rijksmuseum gibt heute für die Entstehung des Modells den Zeitraum von 1802 bis 1815 an. Das entspricht der Entstehung der Modellsammlung unter Pietersz Asmus (1755–1837), der Equipagemeister der Marine in Amsterdam war und für eine Sammlung der von der Marine gefertigten Modelle sorgte, die er um von Dritten erworbene Modelle erweiterte. Asmus erwähnt in einem Reisebericht, der als Manuskript im Rijksmuseum erhalten ist, er habe das Modell im Juli 1797 im Louvre in Paris gesehen, es dort skizziert und vermessen und später in Amsterdam nachbauen lassen.⁶⁹

Das Musée National de Marine in Paris verfügt noch heute über ein Modell, das wahrscheinlich das von Asmus gezeichnete Originalmodell ist.⁷⁰ Vor allem die Pumpentechnik entspricht genau der des Amsterdamer Modells. Das Museum gibt an, das Modell 1830 aus den Beständen des Atelier de modèles des arsenaux übernommen zu haben. Unter welchen Umständen Asmus das Modell hat besichtigen können, muss dahingestellt bleiben. Anlagen dieser Art wurden kaum von privaten Unternehmern gebaut. Die Herkunft aus dem Arsenal verweist auch auf eine potentielle militärische Nutzung. Der Hinweis im Amsterdamer Katalog auf eine Entstehung im Jahr 1787 könnte den Entwurf auch in einen Zusammenhang mit dem Ausbau des Hafens von Le Havre bringen, der in dem Jahr nach Plänen von Lamandé beschlossen wurde.⁷¹ Dort würde auch die Wassertiefe ausreichen. 1844 wurde in Le Havre ein einfaches Kastendock in Betrieb genommen. Für die Marine ist nur bekannt, dass 1730 in Toulon ein Schwimmdock geplant, aber nicht gebaut wurde. Das Projekt entsprach dem Trogdock und damit einem ganz anderen Prinzip als das hier diskutierte Modell. Unbekannt bleibt der Urheber. Auf welche Quelle die Jahresangabe 1787 ursprünglich zurückgeht, ist nicht bekannt, aber sie könnte zutreffend sein. Für die Entwicklungsgeschichte der Schwimmdocks ist die exakte Jahreszahl jedoch nur von geringer Bedeutung. Das Konzept hingegen war völlig neuartig.

69 Asmus 1797–1801.

70 Musée National de Marine, Paris, Inv.-Nr. 1 PA 11.

71 Le Génie Civil – revue générale des industries françaises et étrangères 2 (3), 1881, S. 49.



Abb. 11: Modell des Schwimmdocks. Die fünf Sektionen mit den getrennten Pumpen auf paarweise angeordneten turmartigen Aufbauten sind gut erkennbar. (Rijksmuseum Amsterdam, Inv.-Nr. NG-MC-6)

Das Schwimmdock ist jedenfalls kein reines Phantasiegebilde und zeugt von genauen Kenntnissen der Probleme, die sich bei Bau und Betrieb solcher Anlagen ergeben. Die Angabe eines Maßstabs in den Rotterdamer Bildern unterstreicht den Anspruch der Darstellung. Wie bei dem Amsterdamer Modell erkennbar und im Catalogus beschrieben, handelt es sich um ein Dock aus fünf Sektionen, die möglichst biegesteif verbunden sein müssen. Ob hier bereits die Möglichkeit der Selbstdocking, die später eine große Bedeutung erlangte, eröffnet werden sollte, ist nicht bekannt. Die einzelnen Pontons sind etwa 10,2 m lang, 25,5 m breit und 5,5 m hoch. Sie sind in jeweils mindestens vier Zellen unterteilt. Insgesamt ergibt sich bei fünf Pontons eine Länge des Docks von etwa 51 m. Die innere Breite beträgt etwa 15,5 m. Jeder Ponton ist mit zwei Aufbauten versehen, auf denen sich jeweils vier von Hand zu bedienende Pumpen befinden. Die Aufbauten der einzelnen Pontons sind auf jeder Seite durch eine Arbeitsbühne verbunden. Wenn der obere Teil der Aufbauten immer mit Luft gefüllt bleibt, ist das Dock auch im abgesenkten Zustand manövrierfähig. Der Verbindung der Pontons dienen die von außen erkennbaren kreuzförmigen Versteifungen, die allerdings für eine biegesteife Verbindung kaum ausreichen dürften. Auch bleibt die Arbeitsbühne für eine Verbesserung der Längsfestigkeit ungenutzt. Ein solcher Vorschlag wurde erst 1867 von Bramwell für das Dock in St. Thomas gemacht.⁷² Der Ponton hat ein Volumen von etwa 7.000 Kubikmeter. Das Dock hätte eine Nettohebefähigkeit von mindestens 3.500 t erreicht. Zur Zeit der Entstehung des Entwurfs war die 1790 vom Stapel gelaufene OCEAN mit 112 Kanonen das größte Kriegsschiff der französischen Marine. Bei einer Länge von 63,08 m und einer Breite von 16,2 m erreichte sie eine Verdrängung von 4.982 t.⁷³ Das Dock war für diese Größenordnung nicht konzipiert. Die Militärhäfen verfügten allerdings sämtlich über Trockendocks. Auffällig ist die Höhe des Pontons, für die eine entsprechende Wassertiefe erforderlich war. Demgegenüber erscheint die Höhenlage der Arbeitsbühne niedrig, was die

72 Schoof 2019, S. 67f.

73 Neuville 1854, S. 34.

Absenkung und damit die Größe der einzudockenden Schiffe beschränkt. Alle diese Details aber mindern nicht die Qualität des Entwurfs. Es gibt keinerlei Hinweis auf den Bau eines solchen Docks, aber es weist in eine Richtung, die mehr als ein halbes Jahrhundert später den Dockbau bestimmt hat. Erfolgreich verwirklichte Projekte wurden in Schifffahrtskreisen naturgemäß rasch weltweit bekannt. Der Verbreitung von Ideen standen demgegenüber größere Hindernisse entgegen. So erscheint es eher unwahrscheinlich, dass diese Pläne unter den Konstrukteuren der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts bekannt waren. Es ist vielmehr zu vermuten, dass – wie so oft in der Technikgeschichte – Erfindungen unabhängig voneinander erfolgten, wenn eine entsprechende Fragestellung auftrat. Der Erfolg hing dann von den gesellschaftlichen Voraussetzungen und der unternehmerischen Tatkraft ab.

Zur Problematik der Überlieferung

Nach allen Überlegungen bleiben die Ursprünge des Schwimmdocks im Dunkeln. Nach dem Stand der Technik dürfte während des ganzen 17. Jahrhunderts der Bau von Schwimmdocks möglich gewesen sein. Es bleibt offen, wann und wo erste Docks oder ihre Vorläufer entstanden. Es stellt sich aber die Frage, warum auch später nachweisbare Docks nicht in das historische Bewusstsein eingedrungen sind. Voraussetzungen sind Aufmerksamkeit und eine gewisse Kontinuität der Ereignisse. Schwimmdocks sind zwar groß und insofern auffällig, aber sie gehörten einer Arbeitswelt an, deren Dokumentation eine geringe Rolle spielte. Handelte es sich auch noch um private Einrichtungen, ist in öffentlichen Archiven nur wenig überliefert.

Es ist auffällig, wie häufig in der Fachliteratur des 19. Jahrhunderts zum Schwimmdockbau historische Rückblicke auftauchen. Das könnte ein Mittel gewesen sein, die Seriosität zu unterstreichen in einem Markt, in dem das neuere Schwimmdock mit dem älteren Trockendock konkurrierte. Aber über das Ende des 18. Jahrhunderts ging der Blick kaum zurück. Während die Entwicklung der Schwimmdocks in den USA seit dem frühen 19. Jahrhundert vor allem durch das Franklin Institute in Philadelphia und das von diesem seit 1826 herausgegebene »Journal of The Franklin Institute« gut dokumentiert ist, haben wir von den offenbar zahlreichen Trogdocks in Europa häufig nur Kenntnis aus Reiseberichten oder ähnlichen Unterlagen.⁷⁴ Johannes Dahlmann, der als Wasserbaudirektor in Hamburg die Entscheidung für den Ausbau als offenen Hafen durchgesetzt hatte, wies 1856 darauf hin, dass bei Schiffsreparaturen in Nordholland gewöhnlich schwimmende Docks eingesetzt werden. Er habe bei einer Fahrt von Rotterdam nach Dordrecht mehrere solcher Docks in Ufereinschnitten liegen sehen, deren Konstruktion immer gleich sei.⁷⁵ Im selben Jahr wurden in Hamburg die Bemühungen um den Bau eines Schwimmdocks intensiviert, aber erst 1859 konnte die Stülckenwerft dort das erste Trogdock in Betrieb nehmen.⁷⁶ Über den verbreiteten Gebrauch von Trogdocks am 1825 fertiggestellten Nordhollandkanal wurde 1847 vor der Institution of Civil Engineers in

74 Schoof 2019, S. 21f.

75 Dahlmann 1856, Sp. 53.

76 Schoof 2019, S. 37.

London berichtet, wobei auch die typischen Holzdocks beschrieben wurden.⁷⁷ In Amsterdam fanden sich drei dieser Docks. Eines davon, das auch Johann Klawitter aus Danzig als Vorbild für das erste Schwimmdock in Deutschland gedient hat (1852–1854)⁷⁸, wurde 1844 nach Plänen des amerikanischen Ingenieurs John Gilbert gebaut. Es handelte sich um ein Trogdock, allerdings in moderner Bauweise. Gilbert gilt als Vater des heutigen U-Docks ohne Verschlüsse an den kurzen Seiten. Erstmals wurde das Konzept 1848–1852 in der Marinestation von Portsmouth, N.H. (USA) verwirklicht.⁷⁹

1843 veröffentlichte der Holländer Pieter le Comte eine detaillierte Beschreibung der Docks für Amsterdam, das damals noch in der Planung befindlich war.⁸⁰ Einleitend bedauert er nachdrücklich, dass die Schiffbaunation der Holländer einem amerikanischen Ingenieur die Pläne für eine wasserbauliche Anlage abkaufen müsse, und verweist auf eine von Bakker begründete Tradition für solche Anlagen.⁸¹ Auf die damals aktuelle Ausstattung mit Schwimmdocks geht er nicht ein, vielmehr sei die Tradition abgerissen. Als mehr als 20 Jahre später die Planung eines Schwimmdocks für Surabaya auf Java, damals niederländische Kolonie, vorbereitet wurde, veröffentlichte J. Strootmann eine Beschreibung aller vorgelegten Pläne, denen er einen historischen Rückblick auf die Entstehung und Entwicklung der Schwimmdocks vorausschickte. Die Darstellung ist breit angelegt und zeugt von genauer Kenntnis. Auch hier wird auf die holländische Tradition mit Bakker verwiesen, während das im Lande weitverbreitete Trogdock nicht erwähnt wird.⁸²

Offenbar verschleiert die Suche nach dem Außerordentlichen und Großartigen den Blick für die einfachen, aber tragfähigen Lösungen und deren Verfeinerung über die Zeit. Gerade die Geschichte der Schwimmdocks zeigt immer wieder deutlich, dass sich am Ende Lösungen durchsetzen, die einfach zu bauen und zu handhaben sind. Im Laufe der Zeit gab es zahlreiche Vorschläge, die viel versprachen und die Gemüter bewegten, sich aber an Problemen abarbeiteten, die sich langfristig als wenig bedeutsam erwiesen. Das Trogdock hat sich mindestens 200 Jahre im Gebrauch gehalten. Es ist einfach und unauffällig und hat lange Zeit den Ansprüchen genügt. Für das U-Dock wurde manch komplizierter Entwurf vorgelegt, ehe man sich auf eine einfache Grundform beschränkte, die bis heute ihre Gültigkeit bewahrt hat.

Literatur

Asmus, Jan Pieter (1797–1801): Rapport van een reize naar de Franche zeehavens aan den Oceaan in den jaar 1797, op ordre van het Bataafsche Gouvernement-Verzameling van differente stukken gedurende de reize naar de Franche zeehavens in den Oceaan in den jaar 1797. 2 Bde. O.O. Rijksmuseum Amsterdam, HNA 2.01.29.01 Dept. Marine, Inv.-Nr. 451-18.

77 Jackson 1849, S. 5.

78 Schoof 2019, S. 52ff.

79 Fentress 1876, S. 60ff.

80 Le Comte 1843.

81 Ebd., S. 1ff.

82 Strootman 1864, S. 2f.

- Barker, Richard (1998): A Pre-History of the Dry-Dock: The Gates at Portsmouth, 1496. In: *Archaeonautica* 14, S. 317–322.
- Berk, Edward Josselyn (1907): Memorials to Serve for a History of the Parish of St. Mary, Rotherhithe in the County of Surrey and in the Administrative County of London. Cambridge.
- Berveglieri, Roberto (1995): Inventori stranieri a Venezia (1474–1788). Importazione di tecnologia ed emigrazione di tecnici artigiani inventori. Repertorio. Venezia.
- Bramwell, Frederik J. (1867): On Floating Docks and Other Arrangements for Affording Access to Ships for External Repairs. In: *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*. London, S. 80–112.
- Brun, Vincent Felix (1861): *Les guerres maritimes de la France*. Port de Toulon, Vol. 1. Paris.
- Bunson, Margaret (2002): *Encyclopedia of Ancient Egypt*. Rev. ed. New York.
- Charnock, John (1801–1802): *History of Marine Architecture*. 3 Bde. London.
- Chiolich-Löwensberg, Hermann vom (1865): *Anleitung zum Wasserbau*. Nach den vorzüglichsten und neuesten Quellen bearbeitet. Dritte Abtheilung: Entwässerungen und Bewässerungen, Kanal- und Kammerschleusenbau, Fundirungen, Seebau. Stuttgart.
- Coad, Jonathan G. (1989): *The Royal Dockyards, 1690–1850: Architecture and Engineering Works of the Sailing Navy*. Aldershot.
- Commelin, Casparus (1693): *Beschryving van Amsterdam*. Amsterdam.
- Crone, Gottfried Carel Eduard (1943): *Onze Schepen in de Gouden Eeuw*. 2. Aufl. Amsterdam.
- Dalmann, Johannes (1856): Ueber die Anstalten zum Repariren der Schiffe. In: *Zeitschrift für Bauwesen* 6, Sp. 49–59.
- Dawson, Charles (2009): A Short History of the Camel. In: *Nautical Research Journal* 54 (4), S. 219–232.
- Elmshäuser, Konrad (1997): Die Hollandreise des Deichkondukteurs Ernst August Meier 1772. Deich- und Wasserbau im Elbe-Weser-Dreieck und das Vorbild der Niederlande. In: Rudloff, Martina (Hg.): *Bremen und die Niederlande*. (Jahrbuch der Wittheit zu Bremen 1995/96). Bremen, S. 171–195.
- Fentress, Walter E.H. (1876): 1775. 1875. Centennial History of the United States Navy Yard at Portsmouth, N.H. Portsmouth.
- Gray, John Henry (1878): *China, a History of Laws, Manners and Customs of the People*. London.
- Jackson, George Briant Wheeler (1849): *Description of the Great North Holland Canal and the Works at Niewediep*. With an Account of the Mode of Gaining Land from the Sea by Polders, and of the Art of Building with Fascine Work. London.
- Jahnke, Carsten (2017): *Geschichte Dänemarks*. Ditzingen.
- Jonge, Johannes Cornelis de (1837): *Geschiedenis van het Nederlandsche zeewezen*. Eerste deel, tweede stuk. 's-Gravenhague/Amsterdam.
- Kannt, H.S. (1963): Entwicklung und Probleme des Schwimmdocks. In: *Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft* 56, S. 49–59.
- Koningsberger, J.C. & Oosting, R. (1995): Fahrten über die Zuiderzee und den Pampus. In: *Das Logbuch* 31 (4), S. 200–207.

- Krünitz, Johann Georg (1785): *Ökonomisch-technologische Encyclopädie, oder allgemeines System der Staats-, Stadt-, Haus- und Landwirthschaft wie auch der Erdbeschreibung, Kunst- und Naturgeschichte*. Bd. 33. Berlin.
- Lademacher, Horst (1983): *Geschichte der Niederlande. Politik – Verfassung – Wirtschaft*. Darmstadt.
- Lautemann, Wolfgang, Arend, Walter & Schlenke, Manfred (1975): *Altertum: Alter Orient, Hellas, Rom. (Geschichte in Quellen 1)*. 2. Aufl. München.
- Le Comte, Pieter (1843): *Beschrijving van en bedenkingen betreffende het drijvend drooge dock, te Amsterdam*. Amsterdam.
- Loades, David (1992): *The Tudor Navy. An administrative, Political, and Military History*. Aldershot.
- Lysons, Daniel & Lysons, Samuel (1810): *The Environment of London, Being a Historical Account of the Towns, Villages, and Hamlets Within Twelve Miles of the Capital*. London.
- Maxton, James (1899): *The Evolution of Floating and Other Dry Docks*. In: *Report and Proceedings of the Belfast Natural History and Philosophical Society 1898–99*, S. 62–79.
- Meijer, Cornelis (1685): *L'arte di restituire à Roma la tralasciata Nauigatione del suo Teuere*. Rom.
- Merino, José P. (1985): *Graving Docks in France and Spain Before 1800*. In: *The Mariner's Mirror* 71 (1), S. 35–58.
- Neuville, J.L. (1854): *Les ports militaires de la France: Cherbourg, Brest, Lorient, Rochefort, Toulon*. Paris.
- N.N. (1842): *Die Reichelsche Münzsammlung in St. Petersburg. Fünfter Theil*. St. Petersburg.
- N.N. (1843): *History of the Dredging Machine*. In: *Mechanics' Magazine and Journal of Science, Arts, and Manufactures* 39, S. 307–311.
- N.N. (1899): *Reports and Proceedings of the Belfast Natural History and Philosophical Society*. Belfast.
- N.N. (1909): *Schwimmdocks und Trockendocks*. In: *Nauticus. Jahrbuch für Deutschlands Seeinteressen* 11, S. 452–469.
- Nyerup, Rasmus (1815): *Vollständige Beschreibung der Stadt Kopenhagen. Neue Deutsch umgearbeitete, bis auf jetzige Zeit fortgeführte Ausgabe, von E.F. Fischer*. Kopenhagen.
- Obreen, J.M. (1858): *Catalogus der Verzameling van Modellen van het Departement van Marine*. 's-Gravenhague.
- Pemsel, Helmut (2001): *Weltgeschichte der Seefahrt. Bd. 2: Geschichte der zivilen Schifffahrt. Vom Beginn der Neuzeit bis zum Jahr 1800 mit der Frühzeit von Asien und Amerika*. Hamburg.
- Riegels, Niels Dittlev (1795): *Versuch einer Geschichte Christians des Fünften als Einleitung zu Statsrath Hoyers Geschichte Friedrichs des Vierten*. Kopenhagen.
- Ryszard, Daniel & Paulus, Tim (2019): *Lock Gates and Other Closures in Hydraulic Projects*. Kidlington/Cambridge, MA.
- Sarton, George (1946): *Floating Docks in the Sixteenth Century*. In: *Isis* 36 (3/4), S. 153–154.
- Schoof, Heinrich (2019): *Das Schwimmdock. Seine Entwicklung von den Anfängen bis in die Gegenwart*. Wiefelstede.

Strootman, J. (1864): Over de verschillende middelen om het ingedompelde deel van schepen na te zien. In: Uittreksels en vreemde tijdschriften voor de leden van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs 1863–1864. 's-Gravenhage, S. 1–13.

Uhlemann, Hans-Joachim (1999): Die Geschichte der Schiffshebewerke. Entstehung und Entwicklung der Wasserstraßen und Hebewerke. Hamburg.

Wagner (1864). Vortrag über Dockanlagen. In: Zeitschrift für Bauwesen XIV, Sp. 592–596.