

16.15 Schiffsarchäologie

Bei der Schiffs- oder Wrackarchäologie handelt es sich um ein Spezialgebiet der Maritimen Archäologie oder der Unterwasserarchäologie (siehe Abschnitt 16.14). Obwohl viele der bereits beschriebenen Methoden auch auf dieses Gebiet zutreffen, weist der Umgang mit Schiffswracks, ob an Land, in Tidengebieten oder unter der Wasseroberfläche, einige Besonderheiten auf.

Soweit nicht sekundär verwendet oder verbaut, handelt es sich bei Schiffswracks meist um geschlossene Funde. In dynamischen Gewässern mit starker Strömung oder Wellengang, ist zudem selten eine Stratigraphie vorhanden, da die Sedimente über und um das Wrack in ständiger Bewegung sind. Allerdings kann sich bei tieferen, oder geschützt liegenden Wracks eine Stratigraphie bilden, die Aufschluss über Entstehung und Veränderung des Fundplatzes geben kann. Ein Beispiel für eine solche Wrackstratigraphie ist der Fundplatz der *Mary Rose* vor der englischen Küste (Marsden et al. 2003, 76-87).

Schiffe stellten für lange Zeit eines der modernsten Transportmittel (oder im Falle von Kriegsschiffen eine der modernsten Waffen) dar. Gute Schiffbauer waren hochgeschätzt und entwickelten häufig eigene Methoden des Schiffsentwurfs oder auch der Konstruktion. Ihr Handwerk war oft geheimnisumwittert, und Methoden und Praktiken wurden nur innerhalb von Familien weitergegeben. Erst im 17. Jahrhundert finden sich vermehrt Publikationen, die Aufschluss über angewandte Praktiken geben. Obwohl ein starker Austausch durch wandernde Schiffbaumeister, Spionage oder erbeutete Fahrzeuge stattfand, entwickelten sich doch eine Anzahl regionaler Besonderheiten in der Schiffskonstruktion. Ein genaues Studium der Schiffskonstruktion kann daher nicht nur Aufschlüsse über Datierung und Art des Fahrzeuges geben, sondern auch helfen die Herkunft zu bestimmen. Die sorgfältige Dokumentation der Schiffskonstruktion ist daher sehr wichtig und sollte im Zentrum jeder Wrackuntersuchung stehen.

Fernerkundung

Den ersten Schritt zur Auffindung eines Wracks oder genauen Untersuchung eines bekannten Fundplatzes stellen häufig Methoden der Fernerkundung dar. Bei sichtigen Gewässern und geringer Wassertiefe kann hier die Luftbildarchäologie von Nutzen sein (Abb. 1). Bei größerer Wassertiefe und unsichtigen Gewässern sollte auf Methoden der maritimen Geophysik zurückgegriffen werden. Als sehr hilfreich erweist sich dabei das Sidescan Sonar. Hierbei sendet ein geschleppter „Sonarfisch“ fächerförmig akustische Signale quer zur Fahrtrichtung des Sensors aus. Vom Seegrund reflektierte Signale werden aufgefangen und nach ihrer Intensität interpretiert. Als Ergebnis erhält man ein fast fotografisches Abbild des Seegrundes, wobei aufgehende Elemente sich durch einen Sonarschatten bemerkbar machen. Weiche Sedimente und harte Objekte wie Steine oder auch Wrackteile lassen sich zudem nach der Stärke der Reflektion farblich unterscheiden (Abb. 2). Hochfrequente Sonare (500 kHz) liefern eine hohe Auflösung, haben aber weniger Reichweite als niederfrequente Sonare (100 kHz). Sidescan Sonardaten werden heutzutage meist digital aufgezeichnet und am Rechner interpretiert. Bei der Prospektion eines großen Areals ist zu beachten, dass gefahrene Prospektionslinien genügend Überschneidung aufweisen um eine volle Erfassung des Seegrundes zu garantieren. Bei der Aufnahme eines einzelnen Schiffswracks sollte darauf geachtet werden, das Wrack von allen Seiten zu erfassen, und mindestens eine Prospektionsfahrt entlang der Längsachse des Wracks durchzuführen, da sich die Sonaransicht eines Wracks aus verschiedenen Perspektiven erheblich unterscheiden kann.

Eine weitere Sonarmethode die häufig zur Aufnahme von Schiffswracks verwendet wird ist das Multibeam Sonar. Dieses wird vom Trägerfahrzeug aus eingesetzt und sendet, ähnlich wie ein konventionelles Echolot, akustische Signale aus. Allerdings werden statt einem

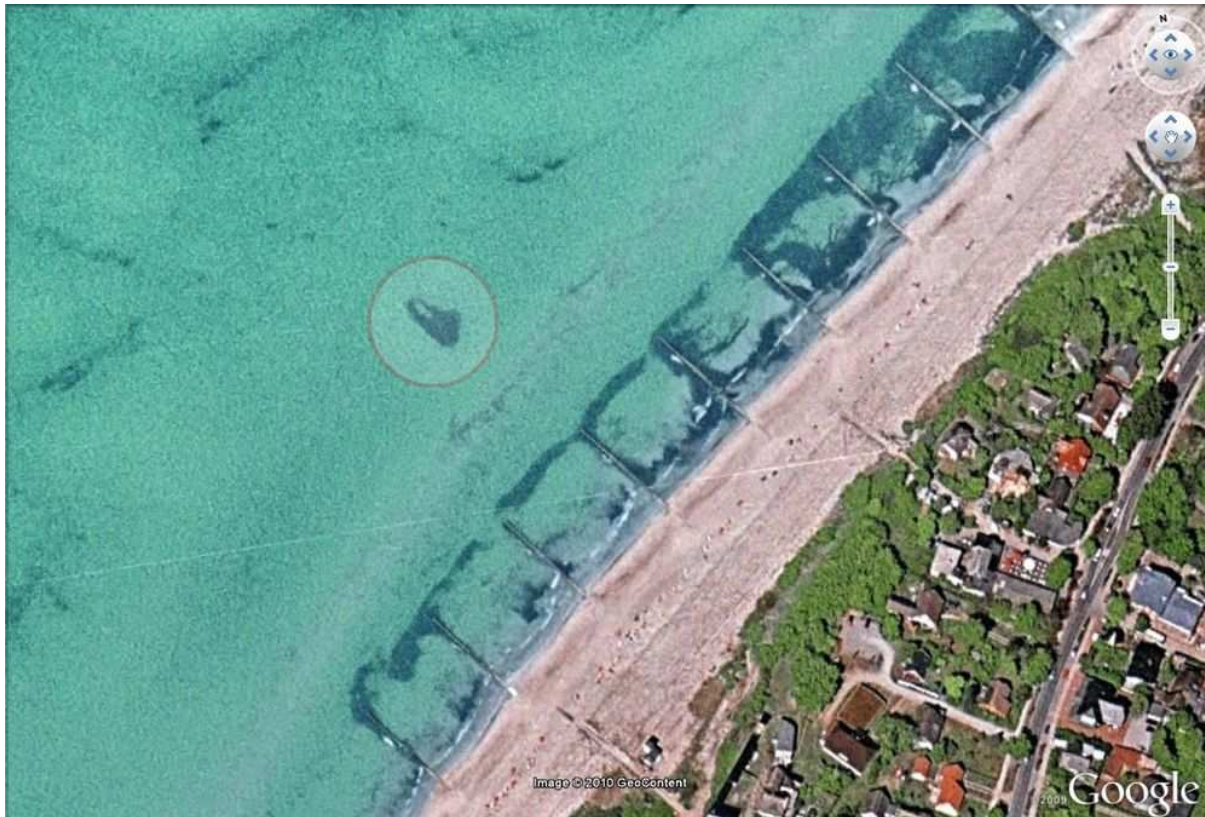


Abb. 1. Luftbild des Wracks der Water Nymph vor Ahrenshoop. Selbst in Google Earth ist das Wrack deutlich zu erkennen. Google Earth 2010.

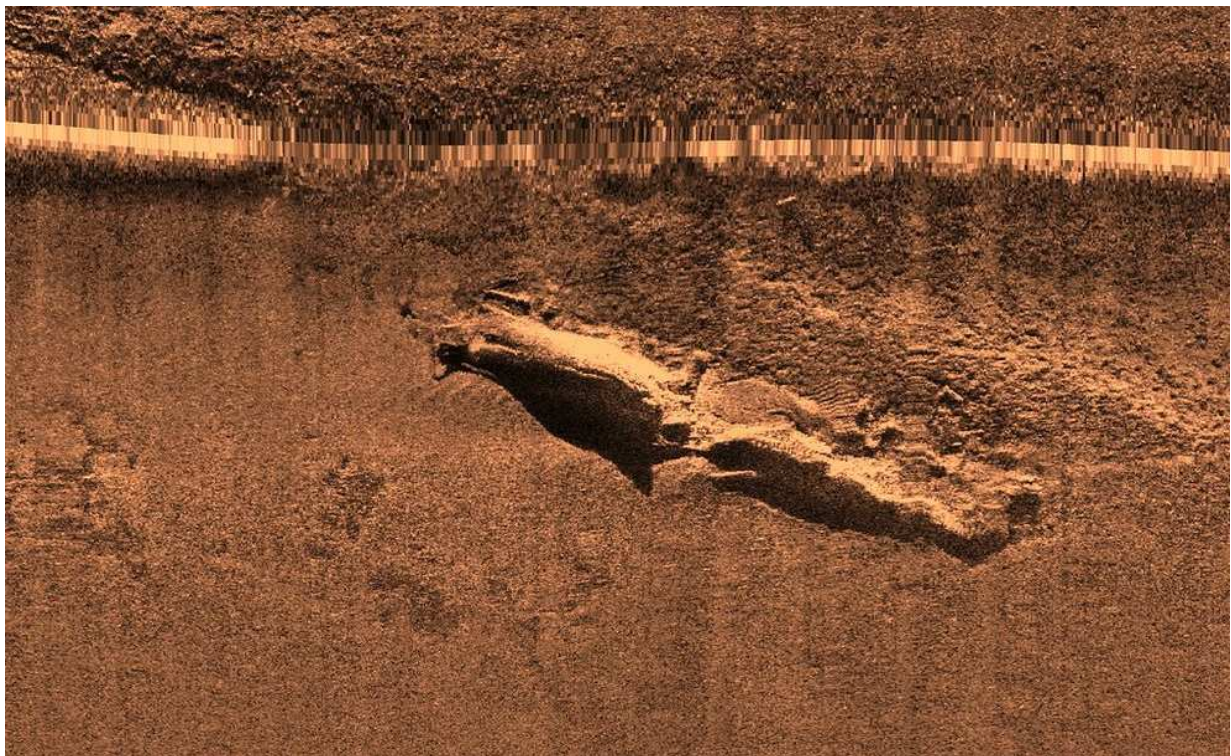


Abb. 2. Sidescan Sonardaten für ein unbekanntes Wrack vor der Englischen Küste. Deutlich sichtbar sind der Sonarschatten des aufgehenden Wracks und die Harte Reflektion von der Seite des Schiffswracks. Wessex Archaeology 2008.

akustischem Sender bis zu 120 eingesetzt, die mit einem Fächer aus akustischen Signalen einen Streifen unter und bis zu einem bestimmten Winkel seitlich des Schiffes den Seegrund erfassen. Als Ergebnis einer Multibeam Sonar Vermessung erhält man eine große Menge von Messpunkten mit X, Y und Z Koordinaten, die zusammen ein dreidimensionales Modell des Seegrundes abbilden (Abb. 3). Multibeam Sonar eignet sich hervorragend zur Vermessung von einzelnen Wracks in flachem- und mäßig tiefem Wasser. Es ist weniger geeignet zur archäologischen Flächenprospektion, da ein sehr dichtes Prospektionsnetz notwendig ist um die nötige Auflösung zu erhalten. Zudem nimmt die Auflösung des Multibeam Sonars mit zunehmender Tiefe ab.

Während Sidescan Sonar und Multibeam Sonar ein Abbild des Seegrundes liefern, können so genannte „Sub bottom profiler“ dazu verwendet werden Wracks unter Sediment aufzufinden. Vor allem hochfrequente „Pinger“, oder auch parametrische Sonare, sind bereits erfolgreich zur Wrackuntersuchung aber auch Suche verwendet worden (Mindell et al. 2001; Wunderlich et al. 2004)

Eine weitere Möglichkeit der Fernerkundung bieten Magnetometer. Diese helfen Variationen im Magnetfeld der Erde aufzuspüren und erlauben damit das Kartieren von eisenhaltigem Material auf- und im Seegrund. Magnetometer werden häufig in Kombination mit dem Sidescan Sonar eingesetzt um Informationen über die Beschaffenheit von sichtbaren Anomalien zu erhalten.

Eine Übersicht über den Einsatz von verschiedenen Fernerkundungsmethoden in der maritimen Archäologie ist hier zu finden (Englisch): http://www.wessexarch.co.uk/projects/marine/alsf/wrecks_seabed/round2year2geo/index.html.

Methoden der Wrackuntersuchung

In der Unterwasserarchäologie kommen zwei verschiedene Methoden der Wrackuntersuchung zum Einsatz, die allerdings auch kombiniert werden können: die tauchergestützte Untersuchung und die Untersuchung durch Tauchroboter (sog. ROV's –Remotely Operated Vehicles). Eine Untersuchung durch ROV's ist auf sichtige Gewässer beschränkt (Abb. 4).

ROV Untersuchungen bieten sich vor allem bei tiefen Wracks (ab 30m), oder aber bei sehr großen Fundplätzen an. Da ROV's keinen Dekompressionstabellen unterliegen sind sie in ihrer Tauchzeit unbeschränkt. Sie sind zudem schneller als Taucher und können systematisch über Wracks gesteuert werden. Selbst kleine, relativ kostengünstig einsetzbare

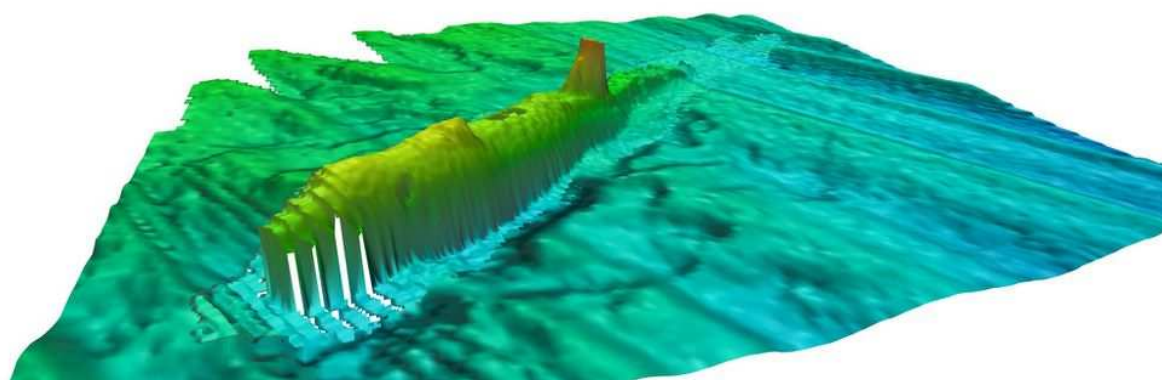


Abb.3. Multibeam Sonardaten für das Britische Unterseeboot HMS A1. Das Bild wurde aus einer Vielzahl von X, Y und Z Punkten errechnet.

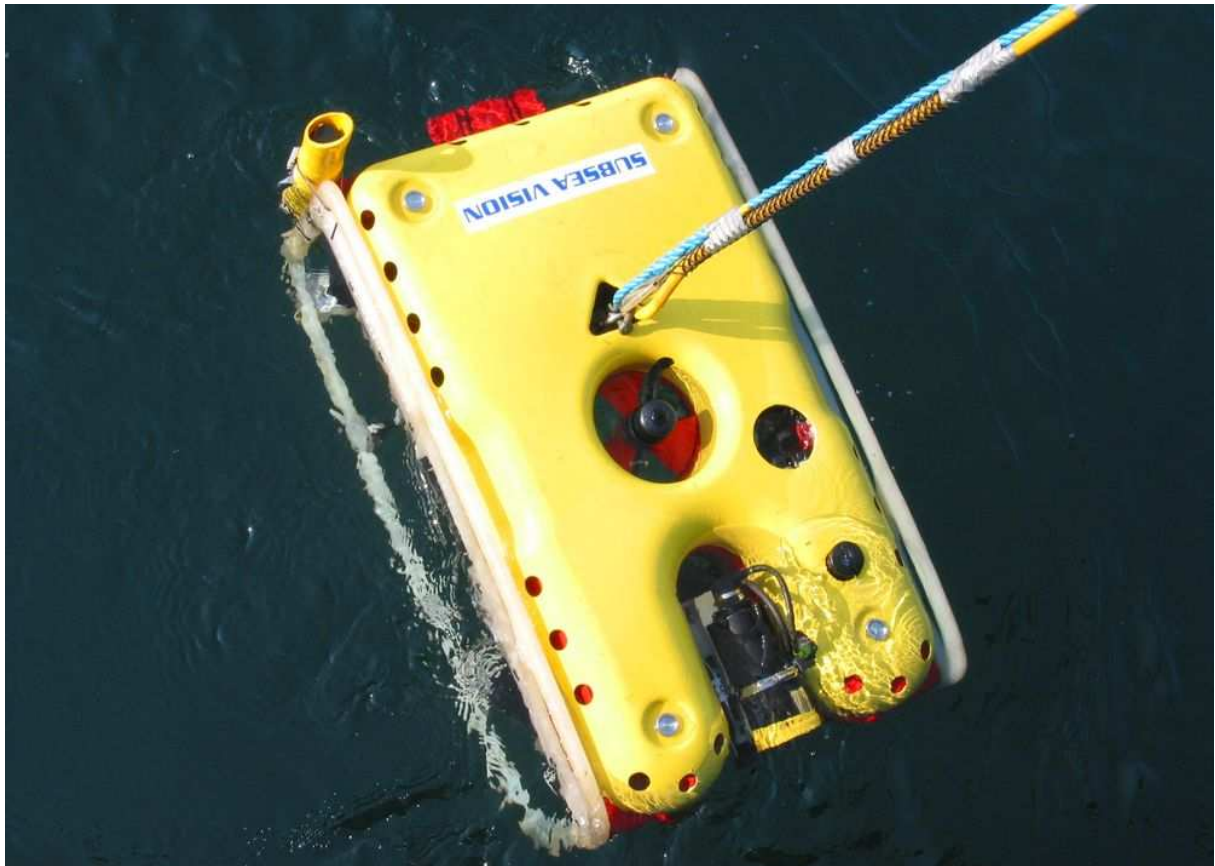


Abb. 4. Einsatz eines kleinen ROV's zur Wrackprospektion. Dies Modell ist mit zwei verschiedenen Kameras, Sonar und einem akustischen Positionierungssystem ausgestattet. Auer 2006.

ROV's sind mit verschiedenen Video- und Fotokameras und Greifarmen ausrüstbar. Mit Lasern versehene Messkameras lassen die Vermessung von Objekten am Seegrund zu. Am effektivsten lassen sich ROV's auf der Grundlage von bereits erfassten geophysikalischen Daten einsetzen, da so gezielt interessante Bereiche eines Wracks angesteuert und begutachtet werden können.

Der größte Nachteil von ROV's sind die fehlenden „Sinne“. Es ist häufig schwierig, Elemente anhand von Videobildern zu identifizieren und interpretieren. Während ein Taucher fühlen und denken kann, ist man beim ROV meist auf Beobachtung beschränkt.

Eine tauchergestützte Untersuchung kann sowohl mit Hilfe der in der Forschungstaucherei üblichen Leichttauchgeräte (Abb. 5), als auch mit den in der Berufstaucherei üblichen schlauchversorgten Tauchgeräten durchgeführt werden (Abb. 6). Letztere sind vor allem bei Arbeiten in schwierigen, unsichtigen oder stark strömenden Gewässern vorzuziehen, da sie deutlich höhere Sicherheitsreserven bieten. In vielen Ländern Europas hat sich das schlauchversorgte Tauchen bereits als Standard in der Archäologie durchgesetzt. Allerdings ist schlauchversorgtes Tauchen mit höheren Kosten verbunden als der Einsatz von Leichttauchgeräten.

Aus Sicherheitsgründen sollten geplante Dekompressionstauchgänge bei der archäologischen Arbeit vermieden werden. Ab Wassertiefen von 30 m wird ein sicherer und kosteneffektiver Einsatz von Tauchern mit Atemluft schwierig, ab 40 m sogar fast unmöglich. In



Abb. 5. Leichttaucher mit Vollmaske, Sicherheitsleine und Tauchertelefon. Auer 2009.

diesen Wassertiefen sollten entweder mischgasversorgte Taucher zum Einsatz kommen, oder aber Tauchroboter verwendet werden.

Sowohl bei tauchergestützten-, als auch bei ROV Untersuchungen sollten geeignete Arbeitsplattformen eingesetzt werden. Es ist wichtig, dass die Plattform sicher verankert werden kann, in Tidengewässern mit mindestens zwei Ankern, und genügend Platz für die Ausrüs



Abb. 6. Schlauchversorgter Arbeitstaucher bei einer Ausgrabung in der Themse. Mallon 2004.

tung bietet. Auch ein sicherer Einstieg für die Taucher muss vorhanden sein. Als ideale Arbeitsplattformen für schwierige Gewässer haben sich so genannte Stelzenpontons erwiesen, die mit Haltepfählen versehen sind, und soweit angehoben werden können, dass sie nicht mehr vom Wellengang beeinflusst werden.

Positionsbestimmung

Ein besonderes Problem der Unterwasserarchäologie stellt die Positionierung von Gegenständen auf dem Seegrund dar. Bei Arbeiten in flachen Gewässern und Ufernähe lässt sich dieses Problem umgehen, da eine Totalstation eingesetzt werden kann. Ein verlängerter Reflektor kann dabei von einem Taucher unter der Wasseroberfläche und einem Taucher an der Oberfläche positioniert werden. Bei tiefergelegenen Wracks ist diese Methode nicht einsetzbar. Hier muss auf GPS zurückgegriffen werden. Bei der Vermessung sollten möglichst hochauflösende GPS Systeme eingesetzt werden, vorzugsweise ein Echtzeitkinematik (Englisch: Real-time kinematic oder RTK) Gerät, bei dem die Basisstation über einem Geodätischen Messpunkt an Land steht. Da bei diesen Geräten ein Signal von der Basisstation zum mobilen GPS Empfänger vor Ort übertragen werden muss, ist der Einsatz allerdings auf den küstennahen Bereich beschränkt. Bei Arbeiten auf See sollte ein Differential GPS zum Einsatz kommen.

Um Elemente unter Wasser zu positionieren, können diese zum Beispiel mit Bojen markiert werden, die dann an der Oberfläche mit einem GPS eingemessen werden. Da diese Methode jedoch relativ ungenau ist, empfiehlt es sich bei größeren Ausgrabungen nur wenige GPS Punkte zu nehmen und unter Wasser mit einem lokalen Messnetz zu arbeiten.

Ein weitere Möglichkeit der Unterwasserpositionierung stellen akustische Positionierungssysteme dar. Diese wurden ursprünglich für den Offshore Bereich entwickelt und erlauben die Positionierung von Tauchern, ROV's aber auch Gegenständen unter Wasser mittels akustischer Signale. Solche Systeme erlauben bis jetzt eine Genauigkeit von bis zu einem Meter, sind aber noch relativ kostenintensiv (Beispiele für den archäologischen Einsatz solcher Systeme sind hier zu finden: (Leino 2003) und http://www.wessexarch.co.uk/projects/marine/alsf/wrecks_seabed/round2/acoustic-positioning.html).

Dokumentation

Der erste Schritt zur Dokumentation von Schiffswracks sollte immer eine bemaßte Skizze sein. Dabei ist es wichtig die Größe des Fundplatzes zu erfassen, sowie erste Details zur Art, Beschaffenheit und Erhaltung aufzunehmen. Beim Erstbetauchen von Anomalien kann eine solche Skizze den Hauptteil der Dokumentation ausmachen, während sie bei Ausgrabungen oder Dokumentationsprojekten dazu dienen kann das weitere Vorgehen zu planen.

Vor einer weiteren Dokumentation sollten zuerst alle sichtbaren Elemente des Wracks markiert und mit wasserfesten Labeln versehen werden (Besonders bewährt haben sich hier Ohrmarker für Rinder). Dabei können sowohl interpretative Bezeichnungen (SP-B1 – Spant Backbord 1), als auch fortlaufende Nummern verwendet werden. Aufgrund von der häufig relativ komplizierten Konstruktion von hölzernen Wracks sind fortlaufende Nummern allerdings vorzuziehen, da sie mehr Flexibilität erlauben.

Generell steht zur Vermessung und Dokumentation von Schiffswracks eine Fülle verschiedener Methoden zur Verfügung, die beliebig kombiniert und je nach Gegebenheiten eingesetzt werden können. Selbst unter schwierigen Bedingungen wie starker Strömung und wenig Sicht ist so eine Dokumentation möglich. Die wichtigsten Methoden sollen hier exemplarisch vorgestellt werden.

Zuerst ist zwischen zeichnerischer Dokumentation und Foto/Videodokumentation zu unterscheiden. Während die zeichnerische Dokumentation eine Interpretation durch den Taucher

zulässt, ist die fotografische Dokumentation rein subjektiv. Sie sollte daher immer nur ergänzend und niemals allein stehend eingesetzt werden. Auch von einem festen Messrahmen aus aufgenommene Fotomosaik sollten nicht die alleinige Dokumentation eines Wracks bilden, da es schwierig ist das Gesehene richtig zu interpretieren, und Details leicht übersehen werden können.

Die photogrammetrische Vermessung stellt eine besondere Art der fotografischen Dokumentation dar. Hierbei wird die dreidimensionale Form eines Objektes aus einer Reihe sich überlagernder Fotografien aus verschiedenen Aufnahmewinkeln berechnet. Diese Technik wurde zwar schon erfolgreich an Wracks eingesetzt, erfordert aber gute Sichtverhältnisse unter Wasser und ist mit einer sehr zeitaufwendigen Datenaufbereitung am Rechner verbunden (Brozio et al. 2003; Korduan et al. 2003).

Die zeichnerische Dokumentation setzt ein Messsystem am Wrack voraus. Grundsätzlich kommen hier zwei verschiedene Methoden zum Einsatz: Die Offset Vermessung und die Trilateration.

Bei der Offset Vermessung werden genau wie bei der Planumszeichnung auf einer Landgrabung Gegenstände im rechten Winkel zu einer Basislinie eingemessen. Eine solche Basislinie kann Teil eines größeren Messgitters sein, oder aber eine einzelne Linie zwischen zwei Fixpunkten, z.B. durch die Längsachse eines kleineren Wracks. Da die Genauigkeit der Methode vom exakt rechten Winkel zur Basislinie abhängt, ist Offsetvermessung nur über kurze Distanzen (bis 2m) praktikabel. Fixpunkte sollten stabil sein und klar markiert werden, so dass sie auch für längere Projekte benutzt werden können. Es ist ratsam straff gespannte feste Schnur, oder ein dünnes Stahlseil als Basislinie einzusetzen, und ein Maßband erst zu Beginn eines Tauchganges zu verwenden, da Maßbänder leicht beschädigt werden und durch ihren Wasserwiderstand größeren Zug auf die Fixpunkte ausüben (Abb. 7).



Abb. 7. Taucher bei der Offsetvermessung und Zeichnung eines Spantes vor Gotland. Auer 2008.

Statt eines flexiblen Messnetzes aus Drahtseilen oder Schnüren kann auch ein fester Rahmen, z.B. aus Gerüstbaumaterialien über dem Wrack errichtet werden. Ein Rahmen bietet vor allem den Vorteil dass es einfacher wird Aufsichten von aufgehenden gut erhaltenen Wracks zu zeichnen. Zudem kann er Tauchern als Halt und Arbeitsplattform über sehr fragilen Wrackresten dienen. Allerdings kann die Errichtung und Ausrichtung eines solchen Rahmens ein zeitaufwendiges Unterfangen sein. In stark strömenden Gewässern oder flachen Tiefen mit Beeinflussung durch Wellengang ist vom Einsatz eines Rahmens abzuraten. Eine Kompromisslösung kann ein kleinerer, mobiler Rahmen sein, der nur einen Teil des Wracks abdeckt und flexibel positioniert werden kann.

Im Gegensatz zur Offsetvermessung stellt die Trilateration einen eher „mathematischen“ Ansatz zur Wrackvermessung dar. Bei dieser Methode wird eine Anzahl von Fixpunkten (mindestens vier), um das zu vermessende Wrack positioniert, und zwar so, dass mit einem Maßband von Fixpunkt zu Fixpunkt, und von mindestens drei Fixpunkten zu jedem Punkt am Wrack gemessen werden kann. Nachdem alle Fixpunkte eingerichtet und beschriftet sind, wird zunächst das Messnetz durch Messungen von Fixpunkt zu Fixpunkt etabliert. Es bietet sich dabei an, an jedem Fixpunkt ein Maßband zu befestigen. Die gemessenen Werte können entweder maßstäblich auf Zeichenpapier geplottet, oder aber mit Hilfe eines Computers verarbeitet werden. Hierzu kann z.B. das frei erhältliche Softwarepaket Site Recorder SE <http://www.3hconsulting.com/> verwendet werden. Trilateration kann entweder zweidimensional durchgeführt werden (wenn es sich um ein Wrack ohne Erhöhungen handelt), oder aber dreidimensional. In diesem Fall muss zusätzlich noch die Höhe eines jeden Messpunktes genommen werden. Nachdem das Messnetz fixiert und kontrolliert wurde können Wrackteile innerhalb der Fixpunkte eingemessen werden. Ein jeder Punkt am Wrack muss dabei von mindestens drei Fixpunkten aus eingemessen werden. Bei der dreidimensionalen Trilateration ist zusätzlich noch die Höhe des Punktes zu nehmen (z.B. mit dem Tiefenmesser). Da der Taucher bei der Trilateration lediglich Punktkoordinaten ermittelt, die dann an der Oberfläche verarbeitet werden, ist es sehr wichtig die Messdaten mit Skizzen und Details zu ergänzen, um später eine vollständige Zeichnung zu erhalten. Mehr Informationen zur Trilateration und der Software Site Recorder SE finden sich hier: <http://www.3hconsulting.com/>.

Für mehr Flexibilität können Trilateration und Offsetvermessung kombiniert werden. So können z.B. Basislinien für die Offsetvermessung an einer beliebigen Stelle des Wracks positioniert und von einem Trilaterationsmeßnetz aus eingemessen werden.

Für die Zeichnung von Details können flexible Zeichenrahmen mit einer Gitterunterteilung verwendet werden. Allerdings besteht beim Gebrauch solcher Rahmen die Gefahr „im Rahmen zu Denken“, und die Kontinuität von Elementen wie Planken oder Spanten zu vernachlässigen. Dies kann im Nachhinein zu Problemen beim Zusammensetzen der einzelnen Zeichnungen führen.

Gezeichnet wird meist mit weichen Bleistiften auf wasserfester Folie oder Film. Solche Folie ist entweder mit Millimeterdruck oder als Klarsichtfolie erhältlich. Zeichenbretter können aus weißem Kunststoff zugeschnitten und mit Blei beschwert werden.

Eine besondere Problematik stellen gut erhaltene und stark aufgehende Wracks dar. Schiffswracks, die sich nur leicht über den Seegrund erheben, können mit Hilfe von Loten von Rahmen aus eingemessen werden. Neben einer Aufsichtszeichnung sollten dann auch eine Reihe von Profilen erstellt werden um die Schiffsform zu dokumentieren. Bei sehr gut oder vollständig erhaltenen Wracks ist es häufig notwendig auf Aufsichtzeichnungen und bemaßte Skizzen zurückzugreifen. Die Form eines Schiffes kann von seitlich aufgestellten vertikalen Messapparaturen (Abb. 8), oder aber mit Hilfe von Goniometern (Wessman 2003).

Neben der Lage unter Wasser können Schiffswracks natürlich auch auf dem Trockenen auftreten, z.B. in Tidengewässern oder bei Baumassnahmen in verfüllten ehemaligen Hafenbecken. Zudem kann es zur Bergung von Wracks am Stück, oder in Teilen kommen. Bei der Aufmessung von gut erhaltenen Wrackteilen oder Wracks auf dem Trockenen hat sich eine Kombination aus Totalstation und Zeichnung von Hand bewährt (Lemée 2006). Bei dieser Methode werden dreidimensionale Form und Umrisse von Hölzern mit Hilfe der Totalstation vermessen und Details auf maßstäblichen Ausdrucken von Hand ergänzt. Die traditionelle Zeichnung von Hand und der Laserscan sind weitere Optionen (Abb. 9).

Um die Schiffskonstruktion zu verstehen und vollständig aufzunehmen, ist es fast immer notwendig das Wrack in seine Einzelteile zu zerlegen und diese zu dokumentieren. Hierzu gibt es eine Reihe verschiedener Methoden. Die einfachste ist sicherlich das maßstäblich reduzierte Zeichnen von Hand. 1:1 Zeichnungen bei denen die zu dokumentierenden Hölzer unter Glass- oder Acrylplatten positioniert werden sind eine weitere Möglichkeit. Inzwischen setzt sich die digitale Dokumentation mittels eines Messarmes wie z.B. dem Faro Arm als Standard durch. Hierzu wird der Messarm zusammen mit einer 3D Modellierungssoftware namens Rhinoceros3D verwendet. Hölzer können präzise vermessen werden, und Detailinformationen in verschiedenen Ebenen der 3D Datei abgelegt werden. Das Ergebnis der Vermessung lässt sich in jedem Maßstab ausdrucken. Nach einer Softwarebearbeitung können die Dateien auch als Vorlage für das selektive Lasersintern dienen, so dass maßstabsgetreue dreidimensionale Modelle der dokumentierten Hölzer erstellt werden können. Damit entsteht ein vollständig digitaler Arbeitsablauf, der trotz der hohen Erstanschaffungskosten eines Messarms kosteneffektiv sein kann. Die Dokumentation mit Messarm wird zurzeit von

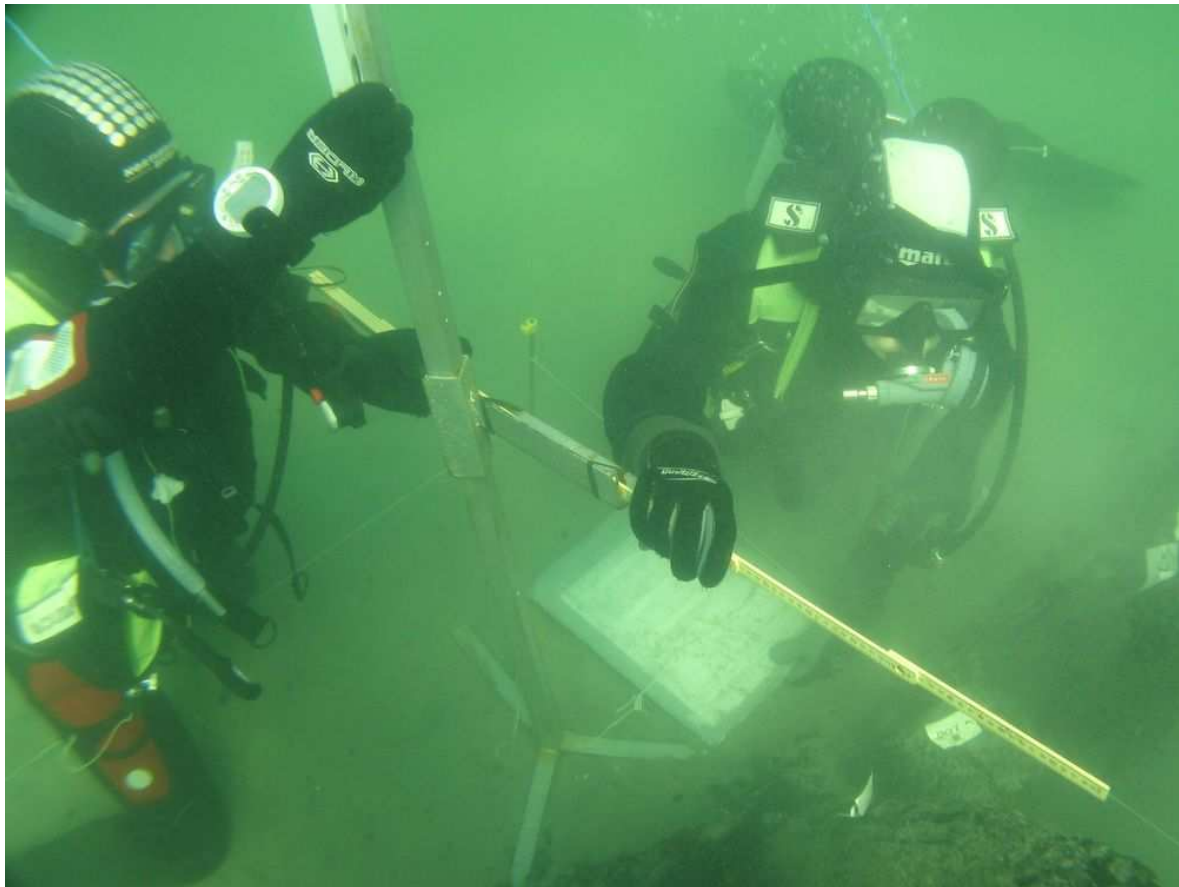


Abb. 8. Einsatz eines vertikalen Messrahmens zur Messung von Spantprofilen an einem Wrack vor Prerow. Fawsitt 2009.



Abb. 9. Einsatz einer Totalstation zur Vermessung von gehobenen Wrackteilen. Auer 2004.

einer Reihe Institutionen verwendet, darunter das Vasamuseum in Schweden, das Vikingschiffsmuseum in Dänemark und das Newport Ship Project in England. Zusätzlich zur Zeichnung ist es sinnvoll, für jedes Schiffsholz ein eigenes speziell konzipiertes Fundformular anzulegen um sichtbare Details festzuhalten. Die vorgedruckten Felder auf dem Formular sollten dabei, wenn notwendig, für jedes Projekt angepasst werden. Solche Formulare sollten sowohl für einzelne als auch im Verbund befindliche Hölzer ausgefüllt werden (Abb. 10).

Ausgrabung

Im Zuge der Dokumentation kann es nötig werden, Teile eines Schiffswracks oder aber das ganze Wrack freizulegen. Wenn eine in-situ Erhaltung geplant ist, sollten in diesem Fall auch Maßnahmen zur Abdeckung des Wracks und Verfüllung der Schnitte getroffen werden um eine Beschädigung oder einen Befall durch den Schiffsbohrwurm zu verhindern. Dies kann z.B. mit Sandsäcken oder Geotextilmatten geschehen. In den Niederlanden hat sich eine Abdeckung mit Polypropylenenetzen bewährt. Diese dienen als Sedimentfalle und beschleunigen den Sedimentierungsprozess am Wrack. Diese Methode wurde inzwischen auch erfolgreich in der Ostsee angewandt (Jöns 2004).

Eine Ausgrabung kann entweder mit Hilfe von so genannten Saugern oder aber mit Airlifts erfolgen. Beide Geräte lassen sich in verschiedenen Durchmessern relativ einfach selbst herstellen. Sauger arbeiten mit durch Wasserdruck erzeugtem Sog und brauchen eine Feuerlöschpumpe zum Betrieb. Bei dem Airlift wird der Sog durch einen Arbeitsluftkompressor erzeugt. Während der Sauger beim Betrieb auf dem Grund liegt, steht ein Airlift aufrecht im Wasser. Bei größeren Wassertiefen und strömenden Gewässern haben sich die relativ

leichten und mobilen Airlifts bewährt, während Sauger in flacherem Wasser auch mit relativ kleinen Pumpen einen hohen Wirkungsgrad entwickeln.

Bei der Arbeit mit mobilen Sedimenten ist es wichtig die Schnittgrenzen ausreichend zu befestigen, z.B. mit Sandsäcken. Wenn viele Kleinfunde zu erwarten sind, kann das entfernte Material entweder in ein Sieb an die Oberfläche geleitet, oder aber je nach Schicht in Netzsäcken unter Wasser aufgefangen werden.

Bergung

Ob – und wie ein Wrack geborgen wird sollte in einem frühen Stadium des Projektes entschieden werden, da jedwede Art von Bergung mit einem hohen Kosten- und Logistikaufwand verbunden ist. Generell gibt es zwei verschiedene Möglichkeiten ein Wrack zu bergen: die Bergung am Stück und die Bergung in Einzelteilen. Welche von beiden praktikabler ist hängt stark von der Art des Fundplatzes, dem vorhandenen Budget und den technischen Möglichkeiten ab. Je nach Größe des Schiffswracks erfordern Bergungen am Stück schweres Hebegerät und häufig die Konstruktion von speziellen Hebevorrichtungen oder Rahmen. Bei der Planung von solchen Wrackbergungen sollten Ingenieure zu Rat gezogen werden.

Eine Bergung in Teilen ist zwar meist mit viel Tauchzeit verbunden, kann aber logistisch einfacher zu organisieren sein. Hier ist es wichtig das Wrack vollständig zu dokumentieren und jedes einzelne Schiffsteil zu markieren bevor mit der Zerlegung begonnen wird. Zum Zerlegen eines Wracks können Keile und Handsägen ausreichend sein, bei massiven Schiffsteilen kann aber auch der Einsatz von schwerem Werkzeug notwendig werden.

Bei einer Bergung in Teilen sollten Lagermöglichkeiten vorhanden sein, um geborgene Hölzer feucht zu halten. Dies können z.B. einfache aus Holz gezimmerte und mit Teichfolie ausgekleidete Behälter sein. Es empfiehlt sich auch schon während der Bergungsarbeiten mit einer ersten Dokumentation der Hölzer zu beginnen.

WA ID	1509	Site code	PC57330	Site name	PROXESS CRANIAL	Site sub-div.	PIECE 30A	Context	1509	
Type	PLANK	Subtype	OUTER	Component						
Joined to no.	2012									
Remarks	1509 JOINED WITH VERTICAL SCAP TO FORMIVE # 2012.									
1512	1509 JOINED WITH VERTICAL SCAP TO OUTER PLANK 1512 + REMOTE BY SCAP (3000)									
1509 APPLICATED TO SURFACE OF FORMING ELEMENTS #3: 3000, 2000, 1000 ETC.										
Length	5.27m	Moulded head		Joint type		Joint description		Joint length		
Width A	42cm	Moulded intermediate		End Ahead						
Width B	44cm	Moulded heel		End Aft						
Thickness	B 2cm A 6.5cm	Sided head								
Angle		Sided intermediate								
Width C	45cm	Sided heel								
Bevel		Rabbit		Sheathing						
Bevel type		Rabbit angle								
Chamfer		Caulking	YES - VISIBLE BETWEEN 1509 & 1162	Tool marks	SAP MARKS VISIBLE ALSO EXTENT OF BIRD MARK					
How prepared		Impressions	INTERMEDIATE MARKS VISIBLE AND OVER PLANK FROM FORMING ELEMENTS	Repair-use	RECONSTRUCTIVE REPAIR PATCH WITH THINER DOUGH / GEL					
Marks	INCISED LINES RELATIVE TO FRAME POSITIONS		Surface coverings		8cm x 6cm + 2.5cm x 2cm SITE CODE					
Fastenings no.	7	Type	TIGRINS	Diameter head	2-3cm	Description	FASTENERS VISIBLE UNDER FRAME ELEMENT REMOVED.			
Material	WOOD		Wood species	OAK		Bark	Condition of timber			
Recorded by	R. B.		Sample no.			Photo no.	Drawing no.			
Date	06.10.04									Wessex Archaeology

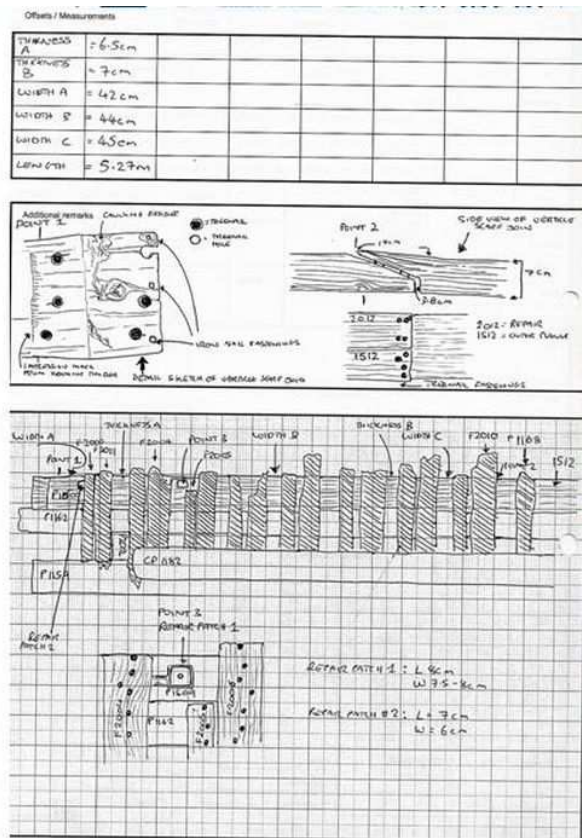


Abb. 10. Beispiel für ein Fundformular für Schiffshölzer. Auer 2009.

Leseempfehlungen

Bowens, A. 2009. *Underwater archaeology*. Malden, MA, Oxford: Blackwell Pub.

Eine gute Einführung in die Methoden der Unterwasserarchäologie. Allerdings sind einige Kapitel relativ veraltet.

Steffy, J.R. 1999. *Wooden ship building and the interpretation of shipwrecks*. London: Chat-ham.

Das Standardwerk zur Analyse und Rekonstruktion von Wracks. Enthält neben einem kurzen Abriss über die Geschichte der Schiffskonstruktion praktische Tipps zur Dokumentation von Hölzern sowie Informationen zur Interpretation und Rekonstruktion von Wracks. Verfügt über ein umfangreiches bebildertes Glossar.

Literatur

Brozio, S., Kresse, W., Buettner, L., & Wehden, F. 2003. Photogrammetric survey - principles, data processing and future plans. *MOSS Newsletter* (2).

Jöns, H. 2004. Safeguarding the Darsser Cog. *MOSS Newsletter* (3): 8-11.

Korduan, P., & Obst, R. 2003. Photogrammetric measurements. *MOSS Newsletter* (2). Available at: http://www.nba.fi/INTERNAT/MoSS/download/moss_newsletter3.pdf

Leino, M. 2003. Experiences of the Underwater Positioning System AQUA-METRE D100. *MOSS Newsletter* (1): 8-13.

Lemée, C.P.P. 2006. *The renaissance shipwrecks from Christianshavn*. Roskilde: National Museum of Denmark [u.a.].

Marsden, P., & Mary Rose Trust. 2003. *Sealed by time : the loss and recovery of the Mary Rose*. Portsmouth: Mary Rose Trust.

Mindell, D., & Bingham, B. 2001. A high-frequency, narrow-beam sub bottom profiler for archaeological applications. In *OCEANS, 2001. MTS/IEEE Conference and Exhibition, 2115-2123* vol.4. Available at:

<http://eb.mit.edu/deeparch/www/publications/papers/MindellBingham2001a.pdf>

Wessman, S. 2003. The Documentation and Reconstruction of the Wreck of Vrouw Maria. *MOSS Newsletter* (1): 14-18.

Wunderlich, J., Wendt, G., & Müller, S. 2004. Detection of embedded archaeological objects using non-linear Sub-bottom profilers. In Delft Available at:

http://www.innomar.com/downloads/ecua_2004.pdf

Autor

Dr. Jens Auer

Maritime Archaeology Programme

University of Southern Denmark

Niels Bohrs Vej 9

DK-6700 Esbjerg