

Prospektionsbericht

Unterwasserarchäologie Kurs UWA II

11.10. - 19.10.2022

Das Wrack der Molch bei Triest

und

das Wrack des römischen Handelsschiffs Letavica bei der kroatischen Insel Pag bei Šimuni

Autoren und Kursteilnehmer		Kursleiter
Björn Cersowsky	Christoph Mann	Dr. rer. nat. Florian Huber
Michael Große-Bley	Boris Plümecke	
Heiko Heese	Frank Simon	
Christopher Klose	Andreas Woll	
Siegfried Krentz	Oliver von Zwehl	
Rafael Krump		

0 Inhaltsverzeichnis

0 Inhaltsverzeichnis	2
1 Abstract	4
2 Vorwort	5
3 Vorstellung Veranstalter & Zielsetzung, Organisation der Tauchreise	7
3.1 Bildungsurlaub	9
3.2 Weitere Facetten der bestehenden Segeltaucher Aktivitäten	9
3.3 Inhalt und Kursziele VdST UWA I und II	9
3.3.1 SK (Spezialkurs) UW (Unterwasser)-Archäologie I	9
3.3.2 SK UW-Archäologie II	10
3.4 Teilnehmer	12
3.5 Die beiden Katamarane der Exkursion	14
4 Einleitung mit allgemeiner und wissenschaftlicher Zielsetzung	16
5 Der Kursablauf inkl. chronologischer Verlauf	17
6 Einordnung der Archäologietypen in die UWA	20
7 Geografische Einordnung	22
7.1 Mittelmeer	22
7.2 Adriatisches Meer	23
7.3 Obere Adria	24
8 Prospektion Molch	27
8.1 Geschichte / Einordnung innerhalb der Kriegsmarine / Dauer	27
8.2 Technische Daten und Entwicklung	31
8.3 Exkursion zum Wrack des U-Boots "Molch" bei Sistiana	36
8.3.1 Generelle Beschreibung 1. Wrack „Molch“	36
8.3.2 Ablauf der Exkursion	43
8.4 Lesson learned / Fazit	44
9 Römisches Wrack vor Šimuni, Pag	45
9.1 Der Fund – die Amphoren	45
9.2 Das Wrack	48
9.3 Das Betauchen der Fundstätte Letavica	52
9.3.1 Tauchgangsvorbereitung	53
9.3.2 Tauchgangsdurchführung	55
9.4 Lesson learned / Fazit	57
10 UWA Vermessungstechnik Offset / Orthogonale Methode	59

10.1 Theorie an Land	60
10.2 Drei Teams inkl. Ergebnisse	62
10.3 Lesson learned / Fazit	62
11 Barbir/Sukosan Ausgrabungsstelle römische Hafenanlage / römisches Wrack	63
11.1 Vorbereitung / Briefing Mladen Pešić	63
11.2 Eindrücke & Dokumentation (Drohne/UW Fotos/Jahrbuch)	67
11.3 Lesson learned / Fazit	72
12 Besuch Zadar UW Archäologisches Institut	73
12.1 Restaurations- und Konservierungsabteilungen	74
12.2 Rekonstruktion von Glas / Keramik	76
12.3 Restaurierung von Holz:	78
12.4 Restauration metallischer Gegenstände	80
12.5 Lesson learned / Fazit	80
13 Besuch Apoxyomenos Museum Mali-Losinij	82
14 Zusammenfassung der Theorie-Vorträge	84
15 Conclusio	86
17 Abbildungsverzeichnis	88
9. Römisches Wrack vor Šimuni, Pag	88
18 Danksagung	89

1 Abstract

Dieser Prospektionsbericht zeigt die Vermittlung und Umsetzung der theoretischen Inhalte des Unterwasserarchäologie Lehrmaterials in praktische Übungen. Hervorzuheben ist die Form des Kurses als Bildungsurlaub, mit Unterbringung und Unterricht der Kursteilnehmer auf zwei Katamaranen. Im ersten Teil beschäftigt sich der Bericht mit dem geographischen und historischen Zusammenhang des Tauchgebietes. Der erste praktische Teil betrifft dann die Suche nach dem Klein-U-Boot-Wrack aus dem Zweiten Weltkrieg und anschließend die Dokumentation des Wracks mit Vermessung und Photogrammetrie. Der zweite praktische Teil des Berichtes: Ein Tauchgang zu einem erst 2019 bei Šimuni entdeckten Amphorenfeld in 32 - 37 m Wassertiefe. Die noch vollkommen intakten Amphoren stammen aus dem Untergang eines römischen Handelsschiffes aus dem 1. Jhdt. v. Christus. Weitere Teile des Berichtes dokumentieren den Besuch und die Führung durch die Restaurations-Laboratorien des International Centre for Underwater Archaeology (ICUA) Zadar. Weitergehend gibt es Einblicke in die UW-Archäologische Arbeit an einer aktiven archäologischen Stätte, die wir im Rahmen eines Besuches in Sukosan beobachten konnten. Den Abschluss bildet der Bericht über unseren Besuch in einem der modernsten Museen Kroatiens, das einem UW-Archäologischen Fund gewidmet ist.

2 Vorwort

Die noch recht junge Disziplin der Unterwasserarchäologie hat in den vergangenen Jahren einen beachtlichen Aufschwung erfahren. Dies liegt zum einen natürlich an spektakulären Entdeckungen wie den Schiffswracks der Titanic im Atlantik, der Mars in der Ostsee, der Endurance des Polarforschers Ernest Shackleton in der Antarktis oder dem Antikythera-Wrack im Mittelmeer. Auch prähistorische Funde in den Höhlensystemen Mexikos, der Bahamas oder Madagaskars sowie versunkene steinzeitliche Siedlungen und römische Villen haben dazu beigetragen, dass Unterwasserarchäologie immer populärer wird. Beinahe täglich sind mittlerweile Dokumentationen über Expeditionen in unbekannte Tiefen im Fernsehen zu sehen oder in Magazinen und Zeitschriften zu lesen. Mit Sicherheit sind es zum anderen auch die Faszination des Unbekannten und die Frage danach, was in unseren Weltmeeren, Flüssen, Seen, Brunnen, Mooren und Höhlen wohl noch alles im Verborgenen schlummert.

Rund drei Millionen Schiffswracks gibt es laut UNESCO allein in den Ozeanen dieser Erde. Und letztendlich weiß die Menschheit mehr über die Rückseite des Mondes als über die Tiefen des Meeresgrundes. All das macht die Unterwasserarchäologie zu einer spannenden und nachgefragten wissenschaftlichen Disziplin, die viel über die Geschichte des Menschen und seine Beziehungen zum Wasser zu erzählen weiß.

Neben professionellen Unterwasserarchäologen sind es in erster Linie Sporttaucher, die mit oftmals extrem gut erhaltenen Unterwasser-Fundstellen in Berührung kommen. Vielfach sind sie es auch, die neue und wichtige Entdeckungen machen, da sie weltweit abtauchen und mittlerweile auch in Tiefen knapp jenseits der 100-Meter-Marke vordringen können - einer immer besser werdenden Technik wie Kreislaufgeräten sei Dank. Genau aus diesem Grund ist es so wichtig, Sporttaucher für unser kulturelles Erbe unter Wasser zu sensibilisieren. Sie müssen wissen, wie sie mit Funden umzugehen haben und wie die Gesetzeslage ist. Denn nur allzu oft werden Wracks geplündert sowie absichtlich oder unabsichtlich zerstört. Bei entsprechender Schulung können Sporttaucher jedoch eine wertvolle Unterstützung bei der Archäologischen Denkmalpflege unter Wasser sein.

Nur was man erkennt, kann man auch verstehen und schützen!

Unter diesem Motto hat der Verband Deutscher Sporttaucher (VDST) e. V. mittlerweile drei Spezialkurse ins Leben gerufen (Denkmalgerechtes Tauchen sowie Unterwasserarchäologie I und II). Ich selbst gebe diese Kurse seit mehr als zehn Jahren und bin davon überzeugt, dass sie die Teilnehmer nicht nur auf die sensible Thematik hinweisen, sondern auch die Faszination und Akzeptanz für Wissenschaft, Archäologie und Geschichte fördern. Jeder einzelne Teilnehmer wird sowohl die Arbeit der (Unterwasser-) Archäologen, den Denkmalschutzgedanken als auch ein altes Schiffswrack bei seinen nächsten Tauchgängen mit völlig anderen Augen sehen.

Im Oktober 2022 machte ich mich mit den Teilnehmern der Segeltaucher zu einer ganz besonderen Reise auf. Dabei haben die Kursteilnehmer nicht nur das Wrack eines Kleinst-U-Boots vom Typ Molch aus dem Zweiten Weltkrieg dokumentiert. Wir hatten zudem die Möglichkeit, ein spektakuläres römisches Schiffswrack vor der Insel Pag sowie eine aktuelle Unterwasser-Grabung bei Sukosan zu betauen. Ein spannender Besuch im International Centre for Underwater Archaeology (ICUA) in Zadar rundete den Kurs schließlich ab.

Nun legen die Kursteilnehmer mit den folgenden Seiten ihren umfangreichen Prospektionsbericht vor und leisten damit einen wichtigen Beitrag zur Citizen Science (Bürgerwissenschaft), zum Verständnis von deutschen Kleinst-U-Booten und deren Einsatz während des Zweiten Weltkriegs in der Adria und letztendlich auch zur Faszination Unterwasserarchäologie. An dieser Stelle möchte ich allen ganz herzlich für Ihr Engagement danken und zu diesem gelungenen Bericht gratulieren.

Kiel, im Januar 2023

Dr. rer. nat. Florian Huber

3 Vorstellung Veranstalter & Zielsetzung, Organisation der Tauchreise

Wer sind die Segeltaucher und warum haben wir uns für dieses Projekt entschieden? Die Antworten hierzu findet ihr im nachfolgenden Abschnitt.

Die Segeltaucher wurden von Siegfried Krentz 2005 gegründet mit der Idee, zwei phantastische Hobbies zu kombinieren: Tauchen und Segeln. Der Fokus liegt dabei auf der Tauchausbildung, hinzukommt aber auch die Segel- und Motorbootausbildung. Die Highlights stellen dabei immer organisierte Touren mit einem gecharterten Katamaran dar, der mit einem Kompressor und Tauchausrüstung bestückt wird und mit dem wir auf eigene Faust segeln und tauchen gehen. Der Focus ist immer auf Abenteuer ausgerichtet. Mal findet man einen Top-Tauchspot - manchmal aber eben auch nur Seegras. Aber immer abseits der Massen. Wracks stellen seit jeher einen Anziehungspunkt dar, nicht nur wegen der Geschichte, sondern auch wegen der Fischvielfalt, die sich in der Regel aufgrund des Schutzes sehen und erleben lässt.

Damit schließt sich hier in gewisser Hinsicht der Kreis. Frank Simon, ein Vereinsmitglied von uns, kam vor ca. zwei Jahren mit der Idee auf mich zu - Unterwasser (UW)-Archäologie anzubieten. Dies haben wir bislang noch nicht gemacht und daher habe ich mich an einen ausgewiesenen Experten, Dr. Florian Huber gewandt. Normalerweise bietet er seine Kurse nur an der Ostsee oder am Walchensee an. Tolle Gegenden - aber leider zu kalt. Unsere Idee war: wie wäre es, wenn wir Florian eine komplette Kursgröße von 10-12 Teilnehmern garantieren und dafür das Ganze an Bord von 1-2 Katamaranen durchführen würden? Gesagt - getan: Florian angerufen und in einer 3er Konferenz unsere Idee erläutert - er war nicht abgeneigt, um nicht zu sagen, sogar begeistert, da er etwas derartiges noch nicht gemacht hatte.

Jetzt ging es um die Grobplanung des Gebiets - Mittelmeer war gesetzt wegen der Nähe und diverser Möglichkeiten der Anreise (Flug, Auto, Bahn). Aber nur wo? In der Diskussion waren Elba / Italien, Südfrankreich oder am Ende Kroatien. Hier gab es zum einen die nötigen Wracks - aber auch Verbindungen von Florian u.a. zum Unterwasser Archäologischen Institut in Zadar - und zu einem antiken römischen Wrack auf Pag. Kombiniert wurde dies dann noch mit einem deutschen U-Boot aus dem 2. Weltkrieg in der Nähe von Triest in Sistiana. Damit war der grobe Rahmen gesetzt und es mussten nur noch zwei ungefähr baugleiche Kats besorgt werden und der Starthafen bestimmt werden — der letztendlich auf Pomer in der Nähe von Pula gefallen ist. Dieser lag genau zwischen der Molch in Sistiana und dem UW-Institut

in Zadar und ist sehr gut per Auto und Flug erreichbar. Der Termin wurde auf Mitte Oktober 2022 fixiert. Als i-Tüpfelchen wurde die Tour noch als Bildungsurlaub eingereicht und letztendlich sechs Wochen vor dem Start auch vom hessischen Sozialministerium genehmigt. Damit konnten sechs Teilnehmer ihren Bildungsurlaub nutzen, um an der Tour teilzunehmen.

Doch was war das genaue Ziel?

Alle Teilnehmer - mich eingeschlossen - wollten uns auf dem Gebiet der UW-Archäologie weiterbilden - damit man genau weiss, wie man mit einem Wrack umgeht: Zum einen mit Wracks, die bereits bekannt sind, aber zum anderen gewappnet sein für den Fall, dass man mal selbst mal ein Wrack entdecken sollte. Vieles kann man sich natürlich über Bücher und Filme aneignen. Es ersetzt aber nicht die Kenntnis und das Wissen, das ein Vollprofi - wie Dr. Florian Huber - in kurzer Zeit - direkt am Objekt vermittelt. Durch seine Buchveröffentlichungen und Dokumentationen u.a. beim ZDF (Terra X) erschien uns Florian am besten geeignet und ich kann es vorwegnehmen - wir wurden nicht enttäuscht.

Wie geht es jetzt weiter?

Das werden wir mit den Kursteilnehmern im Nachgang besprechen und auch mit den weiteren Vereinsmitgliedern. Denkbar wäre eine Wiederholung dieser Tour in ähnlicher Form (die Genehmigung des Bildungsurlaubs gilt bis August 2024). Möglich wäre auch eine Vertiefung des Wissens für die Kursteilnehmer - zum einen im wöchentlichen Training - oder auch an diversen Objekten. Wer möchte, kann dies gerne unter www.segeltaucher.de weiterverfolgen.

Mein persönlicher Dank geht an Florian für die professionelle Durchführung, an Stefan für die wunderbare filmische Dokumentation und an Anke von der Bildungsakademie für ihren Einsatz zur Genehmigung.

Rüsselsheim, im Dezember 2022

Siegfried Krentz

Gründer der Segeltaucher und Organisator der Tour

3.1 Bildungsurlaub

Wie bereits erwähnt, muss ein Kurs mit dem entsprechenden Curriculum beim Hessischen Sozialministerium eingereicht und anerkannt werden, damit dieser als Bildungsurlaub genutzt werden kann. Wir haben unseren Kurs über die Bildungsakademie in Frankfurt eingereicht, da diese täglich mit solchen Anträgen befasst ist und entsprechend alle benötigten Unterlagen direkt zur Beantragung vorliegen. Dennoch hat es ca. 9 Monate gedauert, die Genehmigung zu erhalten. Dafür haben wir jetzt eine Genehmigung für insgesamt 2 Jahre vorliegen, sodass wir theoretisch jede Woche für die nächsten zwei Jahre dieses Seminar anbieten könnten. Ob und wann wir noch weitere Kurse anbieten werden, hängt letztendlich auch von der Nachfrage ab.

3.2 Weitere Facetten der bestehenden Segeltaucher Aktivitäten

Die Segeltaucher sind in verschiedenen Bereichen des Tauch- und Segelsports aktiv und erweitern ihre Angebote ständig. Insofern lohnt es sich, immer mal wieder vorbeizuschauen.

Neben Freediving (Apnoe-Tauchen) gibt es auch seit einigen Jahren eine Fraktion rund um SUPs (Stand Up Paddling Boards). Im Tauchen selbst bieten wir vom Kindertauchen bis hin zum Tauchlehrer Kurs alle erdenklichen Kurse an. Allerdings kein technisches Tauchen. Diese wurde bislang extra so gewählt, was aber nicht heißt, dass es in der Zukunft keine weiteren Anpassungen geben wird.

Mit 10-12 Tauchausflügen pro Jahr sind wir sehr aktiv und bieten vom Tagesausflug bis zu Expeditionen alle erdenklichen Ziele auf diesem Planeten an.

3.3 Inhalt und Kursziele VdST UWA I und II

3.3.1 SK (Spezialkurs) UW (Unterwasser)-Archäologie I

Der Teilnehmer soll in Theorie und Praxis mit dem Erhalt des Kulturerbes unter Wasser und der Unterwasserarchäologie vertraut gemacht werden. Nach Abschluss des Kurses soll er

- sich der besonderen Bedeutung und Problematik des Denkmalschutzes unter Wasser bewusst sein
- durch sein größeres Verständnis der archäologischen Zusammenhänge im Meer und in den Seen bewusster mit Fundstellen unter Wasser umgehen
- mit der Problematik der Unterwasserarchäologie vertraut sein

- einfache Vermessungstechniken kennen.
Im Vordergrund sollte das Interesse an der Materie stehen. Wichtig ist, dass der Teilnehmer ein Bewusstsein für das kulturelle Erbe unter Wasser entwickelt und als Vermittler des neu erworbenen Wissens bei anderen Tauchern dient.

Der Schwerpunkt liegt auf der Arbeitsweise der Archäologen. Hier werden Methoden und Techniken zur berührungslosen Dokumentation und technischen Hilfsmittel vorgestellt und angewendet.

Teilnehmen können Taucher ab 14 Jahren, die über CMAS* oder ein gleichwertiges Brevet verfügen. Sie sollten mindestens 50 Tauchgänge absolviert haben und sicher mit ihrer Ausrüstung umgehen können.

Der Kurs besteht aus zwei Tagen Theorie mit Übungen im Schwimmbad. Themen sind unter anderem:

- Grundlagen in der UW- Archäologie
- Geschichte
- Fundplatz Kategorien
- Positionsbestimmung
- Suchmethoden
- berührungslose Dokumentation: Foto, Video, Zeichen- und Vermessungsmethoden
- Datierung
- Konservierung
- Tauchsicherheit bei UW- Arbeiten
- Recht und Denkmalpflege
- Verhaltenstipps, Fundmeldung
- Beispiele in der UWA

Der Abschluss des SK UWA 1 beinhaltet noch keine Qualifikation. Der Kurs gibt einen Überblick über das breite Spektrum in der Unterwasserarchäologie. Die Teilnahme berechtigt nicht zu irgendwelchen Aktivitäten an Denkmälern unter Wasser.

3.3.2 SK UW-Archäologie II

Der Teilnehmer soll die Kenntnisse aus dem SK UW-Archäologie I vertiefen. Schwerpunkt ist die berührungslose Dokumentation eines Objekts mit Hilfe von einfachen

Vermessungstechniken, Zeichentechniken und Photo- und Videodokumentation sowie das Verfassen eines Berichts.

Im Vordergrund sollte das Interesse an der UW-Archäologie stehen. Wichtig ist, dass die Teilnehmer ein Bewusstsein für das kulturelle Erbe unter Wasser haben. Zum Abschluss des UWA II muss er mindestens zwei Weiterbildungsveranstaltungen zu Themen der UW-Archäologie besucht haben.

Der Kurs geht über mindestens fünf Tage. Der Schwerpunkt liegt in der berührungslosen Dokumentation eines Objekts. Parallel dazu finden Theorieeinheiten mit dem entsprechenden Bezug zur Örtlichkeit und zum Objekt statt.

Teilnehmen können Taucher ab 16 Jahren, die über CMAS** oder ein gleichwertiges Brevet verfügen. Sie sollten mindestens 50 Tauchgänge absolviert haben.

Bei der Dokumentationsübung werden neben der Positionsbestimmung, Zeichnungs-, Vermessungs-, Foto- und Videotechniken geübt. Die Teilnehmer schreiben zum Abschluss des UWA 2 einen Prospektionsbericht. Sie können damit den Status eines Helfers in der UW-Archäologie erlangen und eventuell bei Projekten mitarbeiten.¹

Theoretischer Teil:

9-12 Unterrichtsstunden (die Anzahl richtet sich nach der Konzeption des Kurses)

Nach Möglichkeit sollen praktische Lerneinheiten einbezogen werden, z.B. geführte Tauchgänge an UW-Grabungen oder Museumsbesuche.

Praktischer Teil:

20 Unterrichtsstunden

Durch praktische Vermessungsübungen und Zeichenübungen mit Zeichenrahmen und Fotografie sollen archäologische Dokumentationsmethoden an einem Objekt im Freiwasser geübt werden.

Auswertung und zeichnerische Darstellung der gemessenen Werte. Erstellen eines Berichts.

¹ <https://www.vdst.de/erleben/mitmach-projekte/archaeologie/>

Erfolgskontrolle:

Der Ausbilder stellt fest, ob der Bewerber das jeweilige Kursziel erreicht hat. Dies geschieht in Form eines Berichts, den der Kursteilnehmer selbstständig verfasst.

Inhalt und Gliederung zur Erstellung dieses Berichts sind Bestandteil des Kurses.

(Quellen: Webseite des VDST <https://www.vdst.de/portfolio/spezialkurs-uw-archaeologie/> und VDST - Spezialkurs-Ordnung vom 01.01.2013.

3.4 Teilnehmer

Im weiteren Verlauf erfolgt eine kurze Vorstellung der Teilnehmer, sortiert nach der Anzahl an brevetierten Tauchgängen.



(v.l.n.r. Boris Plümecke, Siegfried Krentz, Christoph Mann, Heiko Heese, Oliver von Zwehl, Christopher Klose, Stefan Karolus, Frank Simon; Dr. Florian Huber, Rafael Krump, Björn Cersowsky, Michael Große-Bley, Andreas Woll)

Siegfried Krentz (Gründer der Segeltaucher und Abteilungsleiter)

CMAS TL ***; IAC Instructor Trainer; PADI Master Scuba Diver Trainer

2200 Tauchgänge

Sporthochseeschiffer (SHS); Long Range Certificate; UBI

13.000 gesegelte Meilen

Michael Große-Bley (stellvertretender Abteilungsleiter)

CMAS TL**; IAC Master Instructor

1000 Tauchgänge

Sportseeschiffer (SSS); Short Range Certificate (SRC); UBI,

10.000 gesegelte Meilen

Boris Plümecke

Rescue Diver

400 Tauchgänge

Sportbootführerschein See (SBF-See); SBF-Binnen; Short Range Certificate (SRC)

3300 gesegelte Meilen

Andreas Woll

Rescue Diver

200 Tauchgänge

4500 gesegelte Meilen

Frank Simon

OWD

132 Tauchgänge

Christoph Mann

AOWD

75 Tauchgänge

Sportbootführerschein (SBF) See / Binnen, Short Range Certificate (SRC), UBI

Oliver von Zwehl

AOWD

65 Tauchgänge

Heiko Heese

AOWD

59 Tauchgänge

Sportküstenschifferschein (SKS), Long Range Certificate (LRC), Organisator der
Hessenregatta für Fahrtensegler

20.000 gesegelte Seemeilen

Christopher Klose

AOWD

25 Tauchgänge

Björn Cersowsky

Rafael Krump

3.5 Die beiden Katamarane der Exkursion

Bei der Exkursion kamen Katamarane zum Einsatz, da sich diese bei unseren letzten organisierten Ausflügen bewährt haben. Katamarane bieten den Vorteil, dass sie über sehr viel Platz verfügen und zudem sehr stabil im Wasser liegen und praktisch keine Krängung aufweisen. Darüber hinaus sind sie mit ihren zwei Motoren einfach zu manövrieren und verfügen über eine Redundanz.

Die Boote waren gut für autarken Einsatz ausgestattet, d.h. sie verfügten über Solar-Paneele, Generator, Watermaker und weitere Annehmlichkeiten, wie z.B. elektrische Toiletten.

Zum Einsatz bei dieser Tour kamen eine Helia 44 von Fountaine-Pajot und eine Lagoon 42, jeweils in einer 4 Kabinen Version. Beide Boote verfügten natürlich über jeweils ein Beiboot (Dinghi) mit 10 bzw. 6 PS Außenborder.

Beide Boote verfügten über die üblichen Sicherheitsausstattungen, die da waren:

- Feuerlöscher
- Löschdecke
- Rettungsinsel
- Rettungsring
- Sicherheitswesten
- 1. Hilfe Kasten
- Funkgerät (Kanal 16) mit automatischer GPS Kopplung
- Bootsmannstuhl
- Bilgepumpe
- Rettungsluke in den einzelnen Rümpfen.

Von uns wurden - wie immer - mitgebracht:

- 1. Hilfe Kasten
 - mit Sauerstoff für gleichzeitige Beatmung von bis zu vier Personen
 - Defibrillator
 - großes, umfangreiches 1. Hilfe Sortiment
- Tauch Ersatzteile für Atemregler und Flossen
- Bauer Junior 2 Kompressor - Benzinantrieb - mit 2 Abgängen 225 Bar, in einer eigens selbstgebauten Kompressorkiste aus Holz, welche gleichzeitig als Sitzbank für bis zu zwei Personen diene.



4 Einleitung mit allgemeiner und wissenschaftlicher Zielsetzung

Die Segeltour war mit einigen wissenschaftlichen Feldversuchen verbunden und der Zielsetzung, Objekte unter Wasser in ihrer Position zu bestimmen und zu vermessen.

Die Herangehensweise und die angewendeten Vermessungsmethoden berücksichtigen die begrenzten Möglichkeiten und die zur Verfügung stehende Ausrüstung bei einem Einsatz von Sporttauchern. Die Limitierung bezieht sich dabei im Wesentlichen auf den zur Verfügung stehenden Platz auf einem Boot. Obwohl Katamarane im Vergleich zu normalen Monohulls viel mehr Platz haben, ist bei einer Belegung mit 7-8 Personen trotzdem eine Limitierung gegeben. Des Weiteren besteht auch eine gewisse Gewichtslimitierung, sodass auch nur mobile Kompressoren zur Anwendung kommen können, die maximal einen Tauchgang pro Tag zulassen. Bei 8 Tauchflaschen beträgt die Füllzeit pro Boot mit einem Kompressor zwischen 3-4h. Wir hatten insgesamt zwei Kompressoren der Marke Bauer an Bord – Junior 2 – mit einer Luftlieferleistung von 100 l/h.

Die angewendeten und vermittelten Methoden können bei Ausfahrten von Tauchern mit gängiger Tauchausrüstung angewendet werden. Entsprechend war der Kursaufbau in Bezug auf Wissensvermittlung und Exkursionen unter Wasser gestaltet. Die in diesem Kurs mittels der angewendeten orthogonalen Vermessung gewonnenen Messdaten können auch in wissenschaftlichen Arbeiten verwendet und integriert werden. Gleiches gilt für Drohnenaufnahmen, mit denen u.a. ein antikes Wrack in der Nähe von Sukosan von oben aufgenommen werden konnte, da es nur in einer Wassertiefe von 2-3 Metern liegt und bei dem klaren Wasser genau zu erkennen ist.

Auf der anderen Seite sind wir durch den Einsatz von Booten räumlich sehr flexibel. In 10 Tagen des Seminars konnten insgesamt drei Wracks an unterschiedlichen Orten untersucht werden: Das antike Wrack vor Sukosan, das antike Wrack in der Nähe von Šimuni und die Molch in der Nähe von Triest (Italien).

5 Der Kursablauf inkl. chronologischer Verlauf

SA., 08.10.2022:

Boarding in POMER und Fahrt nach UVALA SOLINE

Übernahme der beiden Katamarane in der ACI Marina Pomer. Verproviantierung. Verlegen der beiden Katamarane noch am gleichen Abend in die Uvala (= Bucht) Soline.

SO., 09.10.2022:

Von UVALA SOLINE nach UMAG

Segel gesetzt in Richtung Norden nach Umag, dem letzten Hafen mit Zollstation in Kroatien, von der aus wir ausklarieren konnten.

MO., 10.10.2022:

Von UMAG nach PIRAN, Slowenien

In Umag ausklariert und weiter nach Piran, dem ersten Hafen auf slowenischer Seite, in den wir einklarieren konnten.

DI., 11.10.2022:

Von PIRAN, Slowenien nach SISTIANA, Italien

Weiterfahrt von Piran nach Sistiana. Im Sportboothafen von Sistiana konnten wir an einem der Piere anlegen.

Theorieeinheit

- Einführung in die Thematik und Vorstellung der Kursstruktur
- Geschichte der Molch und Bedeutung der im Golf von Triest stationierten deutschen Einheit im 2. Weltkrieg

Praxiseinheit

- Suchen nach dem Molch und Markieren der Fundstelle mit Boje

MI., 12.10.2022:

SISTIANA

Mit beiden Katamaranen in der Nähe des Molchs geankert und getaucht.

Theorieeinheit

- Archäologie als wissenschaftliche Disziplin im Allgemeinen und die Unterwasserarchäologie im Speziellen
- Fototechnik in der Unterwasserarchäologie

Praxiseinheit

- Betauchen, Fotografieren und Vermessen der Molch

DO., 13.10.2022:

SISTIANA und Rückfahrt nach PIRAN, Slowenien

Praxiseinheit

- Besichtigung des Schlosses DUINO und der Bunkeranlagen

Theorieeinheit

- Besprechen von Gliederungsmöglichkeiten des Abschluss Reports

Auf der Rückfahrt nach Piran Suche und Lokalisierung des Wracks KEC vor Piran.

FR., 14.10.2022:

Von PIRAN, Slowenien über UMAG, Kroatien nach PULA

Vor der Abfahrt wieder beim Zoll ausklariert und zum Wrack KEC gefahren. Ein Teil der Crew betauchte das Wrack. Danach ging es weiter in Richtung Süden. In der ACI Marina von Pula legten wir an.

SA., 15.10.2022:

Von PULA nach UVALA SIP, Insel MAU

Frühe Abreise für die Weiterfahrt nach Šimuni, Insel Pag. Auf der vorgelagerten Insel Maun gingen wir in der Uvala Sip vor Anker.

Theorieeinheit

- Tauchplanung in der Unterwasserarchäologie
- Techniken zum Auffinden von Unterwasserwracks

SO., 16.10.2022:

Von UVALA SIP, Insel MAUN nach Šimuni CAMPING SITE, Insel PAG

Zeitige Überfahrt zur Foka-Tauchbasis auf dem Šimuni Camping Platz. Ausreichend Platz für beide Katamarane an den dortigen Schwimmstegen.

Praxiseinheit

- Vorstellung der Schiffswrackstätte LETAVICA
- Besprechung des Tauchgangs am Schiffswrack
- Betauchen des Amphoren Feldes am Kap LETAVICA

Theorieeinheit

- Orthogonal Vermessung / Off-Set Vermessung

MO., 17.10.2022:

Von Šimuni CAMPING SITE, Insel PAG nach ZADAR

Im Anschluss an die Praxiseinheit Weiterfahrt in Richtung Süden nach Zadar, wo wir im Hafbereich vor Anker gingen.

Praxiseinheit

- Unterwasser Übung in Gruppen: Orthogonal Vermessung

Theorieeinheit

- Plastikverschmutzung der Meere
- Bestimmung von Artefakten und deren Konservierung

DI., 18.10.2022:

Von ZADAR nach SUKOSAN und zurück nach ZADAR

Mit den Booten ging es ein paar Meilen weiter südlich nach Sukosan.

Praxiseinheit

- Besichtigung der Unterwasser-Ausgrabungsstätte vor SUKOSAN (ca 2.000 Jahre alte Hafenanlage und Überreste eines Holzbootes)

Theorieeinheit

- Denkmalschutz und Ethik
- S.M.S. Seeadler

MI., 19.10.2022:

Von ZADAR nach UVALA KABLIN, Insel SESTRUNJ

Praxiseinheit

- Besuch des Internationalen Instituts für Unterwasserarchäologie in ZADAR
- Abschlussbesprechung mit Dr. Florian Huber

Nach Verabschiedung von Dr. Florian Huber traten wir die Rückreise an. Die Nacht verbrachten wir vor Anker und Landfeste in der Uvala Kablin auf der Insel Sestrunj.

DO., 20.10.2022:

Von UVALA KABLIN, Insel SESTRUNJ nach MALI LOSINJ, Insel LOSINJ

Frühzeitiger Aufbruch und Weiterfahrt in Richtung Pomer. In einer Bucht auf der Westseite der Insel Losinj bei der Stadt Mali Losinj angelegt.

FR., 21.10.2022:

Von MALI LOSINJ, Insel LOSINJ nach POMER

Eine steife Brise aus Südost brachte uns den Rest der Strecke unter Segel wieder zurück zur ACI Marina in Pomer.

6 Einordnung der Archäologietypen in die UWA

Die **Archäologie** (altgriechisch ἀρχαῖος *archaios*, deutsch ‚alt‘ und λόγος *lógos* ‚Lehre‘; wörtlich also „Lehre von den Altertümern“) ist eine Wissenschaft, die mit naturwissenschaftlichen und geisteswissenschaftlichen Methoden die kulturelle Entwicklung der Menschheit erforscht. Sie hat sich weltweit zu einem Verbund unterschiedlichster theoretischer und praktischer Fachrichtungen entwickelt.

Die Archäologie befasst sich mit den materiellen Hinterlassenschaften des Menschen, wie etwa Gebäuden, Werkzeugen und Kunstwerken. Sie umfasst einen Zeitraum von den ersten Steinwerkzeugen vor etwa 2,5 Millionen Jahren bis in die nähere Gegenwart. Aufgrund neuer Funde in Afrika, die etwa 3,3 Millionen Jahre alt sind, wird auch ein deutlich früherer Beginn der Werkzeugherstellung in Betracht gezogen.^[1] Materielle Hinterlassenschaften der jüngsten Geschichte (beispielsweise Konzentrationslager und Bunkeranlagen aus dem Zweiten Weltkrieg) werden heute ebenfalls mit archäologischen Methoden ausgewertet, auch wenn dieser Ansatz einer „zeitgeschichtlichen“ Archäologie fachintern umstritten ist.

Obwohl die Archäologie eine verhältnismäßig junge Wissenschaft ist, ist es kaum möglich, alle Zeiträume zu überblicken, sodass sich verschiedene Fachrichtungen heraus bildeten. Dabei können die Epochen regional unterschiedlich datiert sein, teilweise sind sie nicht überall dokumentierbar.^[2] Neben der Orientierung an Epochen (z. B. Mittelalterarchäologie) oder Regionen (z. B. Vorderasiatische Archäologie) gibt es auch die Spezialisierung auf bestimmte Themengebiete (z. B. Christliche Archäologie, Rechtsarchäologie, Industriearchäologie) oder eben auch die Unterwasser-Archäologie.

Die Archäologie untersucht Quellen unterschiedlicher Art. In der Vor- und Frühgeschichte hat man es hauptsächlich mit materieller Kultur zu tun, in der Frühgeschichte wird auch auf Schriftquellen zurückgegriffen. Diese stehen für Archäologen im Gegensatz zu Wissenschaftlern anderer Teildisziplinen der Geschichtswissenschaft aber nicht im Mittelpunkt.

Auch Erkenntnisse zur Klima- und Umweltgeschichte, zur Ernährung oder zur Datierung von Funden tragen zur Rekonstruktion vergangener Kulturen bei.²

Die **Unterwasserarchäologie** beschäftigt sich mit allen archäologischen Quellen, die unter Wasserbedeckung erhalten geblieben sind. Sie ist ein großer Vorwärtsschritt der archäologischen Forschung, weil sie Fundquellen auf dem Grund von Meeren, Seen und Flüssen, Brunnen, Höhlen und Cenoten erschließt, aber auch in Mooren, wobei hier meist der

² Quellen: <https://de.wikipedia.org/wiki/Arch%C3%A4ologie>

Begriff *Feuchtbodenarchäologie* verwendet wird. Die Unterwasserarchäologie ist eng mit der [Unterwasserfotografie](#)³ verknüpft.

³ <https://de.wikipedia.org/wiki/Unterwasserarch%C3%A4ologie>

7 Geografische Einordnung

Im Folgenden erfolgt eine geografische Einordnung der Lage der Molch.

7.1 Mittelmeer

Das Mittelmeer (lateinisch Mare Mediterraneum,[1], deshalb deutsch auch Mittelländisches Meer, depräzisierend Europäisches Mittelmeer, im Römischen Reich Mare Nostrum) ist ein Mittelmeer zwischen Europa, Afrika und Asien, ein Nebenmeer des Atlantischen Ozeans und da es mit der Straße von Gibraltar nur eine sehr schmale Verbindung zum Atlantik besitzt, auch ein Binnenmeer.

Die Fläche des Mittelmeers beträgt etwa 2,5 Millionen km² und sein Volumen 4,3 Millionen km³. Im Calypsotief (westlich des Peloponnes) erreicht es eine maximale Tiefe von 5109 Metern.[2] Die durchschnittliche Wassertiefe liegt bei rund 1430 Metern.

Das Europäische Mittelmeer liegt als am stärksten vom Festland umgebenes bzw. vom Ozean getrenntes Mittelmeer zwischen den drei Kontinenten Afrika, Europa und Asien. Es wird zu den Nebenmeeren des Atlantischen Ozeans gezählt.

Im Westen ist es durch die Straße von Gibraltar mit dem Atlantischen Ozean verbunden, im Nordosten über die Dardanellen, das Marmarameer und den Bosphorus mit dem Schwarzen Meer und im Südosten über den Suezkanal (seit 1869) mit dem Roten Meer, einem Nebenmeer des Indischen Ozeans.

Das Mittelmeer ist vor allem im Osten und Norden durch eigene Nebenmeere und Buchten stark untergliedert.

In der Tiefe gliedert sich das Meer in zwei charakteristische Becken, ein westliches und ein östliches, die durch die seismisch hochaktive Schwelle Tunesien–Italien getrennt sind. Hier zeichnet sich mit dem Tyrrhenischen Becken noch ein drittes, eigenständiges Becken ab.

7.2 Adriatisches Meer

Das Adriatische Meer, kurz auch Adria, ist das lang gestreckte nördliche Seitenbecken des Mittelmeeres zwischen der Apenninhalbinsel und der Balkanhalbinsel. Das Adriatische Meer erstreckt sich Richtung Süden über 800 km bis zur Straße von Otranto.

Die Adria ist nach der italienischen Stadt Adria in der Provinz Rovigo benannt. Ihr historischer Name und der der heutigen Anrainersprachen lautet lateinisch Mare Adriaticum; italienisch Mare Adriatico; bosnisch kroatischserbisch Jadransko more oder kurz Jadran; slowenisch Jadransko morje; albanisch Deti Adriatik oder kurz Adriatiku; griechisch στη Θάλασσα του Αδριανού/ romanisiert sti Thálassa tou Adrianoú.

Das Adriatische Meer ist von Nordwest bis Südost 820 km lang und durchschnittlich 160 km breit. Die größte Breite beträgt etwa 220 km. Es bedeckt eine Fläche von 138.000 km²[1] und ist im Nordbecken (nördlich des Vorgebirges Monte Gargano) zwischen 40 und 200 m tief. Der südliche Teil ist bedeutend tiefer und erreicht zwischen Durrës und Bari mit 1260 m seine größte Tiefe. Den südlichen Abschluss des Meeres bildet die Straße von Otranto, wo der Abstand zwischen Italien und Albanien nur 71 km beträgt.

Anrainerstaaten sind Italien, Slowenien, Kroatien, Bosnien und Herzegowina, Montenegro und Albanien.

Die Meeresströmung verläuft entlang der Ostküste in nördlicher und entlang der Westküste in südlicher Richtung. Auch sind im oberen, mittleren und unteren Drittel des Beckens oft drei etwa gleich große, ausgeprägte Wirbel gegen den Uhrzeigersinn zu beobachten, die jeweils die gesamte Breite der Adria ausfüllen.

Die Adria ist ein lang gestrecktes Becken mit einer etwa 70 Kilometer schmalen Öffnung am südlichen Ende. Deshalb findet relativ wenig Wasseraustausch mit dem Rest des Mittelmeeres statt.

Der Salzgehalt beträgt im Mündungsgebiet der großen Flüsse je nach Jahreszeit und Niederschlag etwa 2,5 % bis 3 % an der Oberfläche. Abseits von Flussmündungen beträgt der Salzgehalt im Norden um die 3,4 % und nimmt nach Süden hin bis auf 3,9 % zu. In zehn Metern Tiefe hat das Wasser nahezu den gleichen Salzgehalt wie das jeweilige Oberflächenwasser abseits von Flussmündungen.

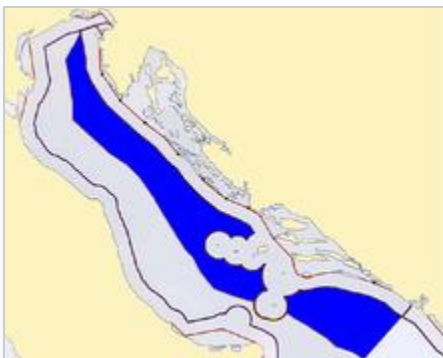
Die Wasserqualität war im Jahr 2004 bei einem vom ADAC beauftragten Test abseits der Po-Mündung an der italienischen und an der kroatischen Küste weitestgehend gut bis sehr gut.[3] Die Adria ist durch verschiedene Abfälle der Anrainerstaaten belastet.[4]

Zunehmend gerät die Adria in den Blickpunkt des Umweltschutzes und des Klimawandels. Sichtbarste Zeichen sind die Zunahme an tropischem Fischbestand sowie zunehmende Algen- und Quallenplagen. Im Jahr 2007 warnte der damalige italienische Umweltminister Alfonso Pecoraro Scanio, dass Klimaerwärmung und Umweltverschmutzung „die Adria zu einem geschlossenen Becken machen, in dem es bereits in 150 m Tiefe kein Leben mehr gibt“. Im September 2007 war die Adria ein Thema der ersten nationalen italienischen Konferenz zur Klimaerwärmung in Rom.[5]

7.3 Obere Adria

Obere Adria nennt man den Raum am Nordende der Adria, das Meeresgebiet selbst ebenso wie die umgebende Landregion.

Die Adria bildet eine langgestreckte, fjordartige Bucht (beziehungsweise ein Nebenmeer), die sich aus dem zentralen Mittelmeer nordwestwärts zieht und dabei die Apenninische Halbinsel Europas von der Balkanhalbinsel trennt. Die Bezeichnung „oben“ für das Ende des Meeresarms ergibt sich aus der Landesgeographie Italiens, wo man ebenfalls von Oberitalien für Norditalien spricht.



Politische Gliederung der oberen Adria (blau: kroatischer Anspruch einer *Ausschließlichen Wirtschaftszone* (*Zaštićeni ekološko-ribolovni pojas*, ZERP)); Anlass des *Grenzstreits mit Slowenien*

Die Umgrenzung des Raumes sind die Südalpen im Norden und die Dinariden im Osten. Im Westen verläuft keine Grenze, man könnte unspezifisch von Monti Volsini und Monti Euganei,

die charakteristisch aus dem Alpenraum auskragen, südwärts gehen. Für die südliche Abgrenzung bieten sich zwei Varianten an, zum Einen von der Stelle, von der das Apennin an die Adria stößt, bei Rimini oder dem Capo di Ancona ostwärts gegen Zadar hin, wenn man eine „Mittlere Adria“ annimmt,[1] oder zum Anderen weiter gefasst am Gargano bei Manfredonia (Ostspitze Capo Vieste) über die Palagruža-Inseln zu den Inseln vor Dubrovnik.[2] Diese beiden Varianten ergeben sich aus der Meeresgeographie, bis zur ersteren Linie ist die Adria eher Flachwasser, mit Tiefen um unter 100 Meter, vor Pescara und Split liegt ein erstes Becken, eine lange, enge Senke, das Becken von Jabuka (Jabucka kotlina, um 240 m), südlich der zweiten Linie, der Schwelle von Palagruza (Palagruski prag, tiefster Punkt 130 m) fällt die Adria dann jäh auf Tiefen unter 1.200 m ab (Untere Adria/Südadria bis zur Straße von Otranto).[3]

Die Gliederungsvarianten sind von Italien her deutlich, während die Kroatische Adria weniger Anhaltspunkt bietet: Ab der Halbinsel bei Trogir (Kanal von Trogir) südwärts spricht man von Mitteldalmatien, ab Blato von Süddalmatien – und Norddalmatien umfasst die Küste nordwärts bis zur Insel Pag. Die Küstenabschnitte Italiens, Triest–Po-Mündung, Po–Rimini und Rimini–Gargano, haben keine ausdrücklichen Namen.

Zentralort der oberen Adria ist die am Golf von Venedig gelegene Stadt Venedig, daneben Triest als Handelshafen, weitere wichtige Städte sind Ancona, Rimini, Ravenna, Koper (als Adria Zugang Sloweniens), Rijeka und – bei weiterem Begriff – Pescara und Split, sowie Faenza, Ferrara, Padua und Vicenza im italienischen Hinterland.

Dieser Raum des italienischen Küsten- und Hinterlands umfasst neben der unteren Po-Ebene, der Emilia, auch das untere Veneto (die Küstenebene um Venedig), und östlich davon das untere Friaul.

Bis auf diese padanisch-venezianische Ebene sind die Küsten durchwegs Steilküsten mit nur mäßig oder gar nicht ausgeprägtem Küstenvorland. Während aber am Westufer Inseln fast völlig fehlen, und die Strände über weite Strecken gerade laufen, ist die Ostküste mit den Dalmatinischen Inseln und tiefen Buchten (Golf von Triest, Kvarner) reichhaltig gegliedert. Für die nordwestlichen Ebenen sind die Lagunen und vorgelagerten Lidos charakteristisch.[4]

Die Ostküste benennt sich Triestiner Riviera, Slowenische Riviera und Dalmatinische Küste (mit Istrischer Riviera, Crikvenička Riviera und Makarska Riviera im Süden, zusammengefasst auch zu Kroatische Riviera).

Umgrenzt wird der Raum vom Mittel Apennin (Molise, Abruzzen, Marken, im weiteren Sinne des Begriffs) oder eben nur der Romagna an der Grenze zwischen Mittel- und Nordapennin (Linie San Marino–Perugia) im Südwesten, den vinzentinischen, venezianischen und julischen Alpen (Untergruppen der Südalpen) im Norden, sowie Karst, Kapela und Dinara (Teile der Dinariden) im Osten.

Klimatisch ist die Region ein Übergangsgebiet zwischen mediterranem Klima, Alpenklima und Illyrischen Klima. Charakteristisch sind die Mittelmeertiefs, besonders die Vb-Subtypen, die vom Golf von Genua genau über diese Region ziehen (Adriatief) und zu allen Jahreszeiten, vornehmlich aber im Frühling und im Herbst, vorkommen und im Nordstau Starkregen mit sich führen. Ferner die Bora, ein Ausgleichswind aus dem Pannonischen Raum in das Mittelmeer, der insbesondere im Winter für kontinental-kalte Einbrüche sorgt und bis Venedig vordringen kann. Die Kombination aus allgemeiner Trockenheit und subtropisch-ozeanischen Regenmengen bildet die charakteristischen Torrentes aus, die periodischen Trockentäler auch der großen Flüsse (Piave, Tagliamento).

8 Prospektion Molch

Ausgangspunkt des Kursteils UWA I war die nahe Triest gelegene Stadt Sistiana.

Der Jachthafen Sistiana (slowenisch Sesljan, deutsch Seestein) ist eine Ortschaft in der norditalienischen Region Friaul-Julisch Venetien. Der 77 m über dem Meeresspiegel liegende Ort auf dem Triester Karst gehört zur Streu Gemeinde Duino-Aurisina.⁴

Neben Durchführung theoretischer Kurseinheiten sollten hier erste praktische Erfahrungen in Vermessung und Photogrammetrie am Beispiel eines U- Boot Wracks vom Typ "Molch" aus der Epoche des Zweiten Weltkriegs gesammelt werden.

Die Operationsbasis des "Molch" in Sistiana war eines von wenigen Beispielen für Küsten-Verteidigungsanlagen mit dem Einsatz von einsitzigen U-Booten in Europa - das einzige in Italien. Der Stützpunkt Sistiana für einsitzige U-Boote vom Typ "Molch" (aber auch vom Typ "Neger" und "Marder") wurde nach September 1943 vom Deutschen Kommando in Triest in Erwartung einer potentiellen alliierten Landung zur Befestigung der der Italienischen Küsten erbaut.⁵

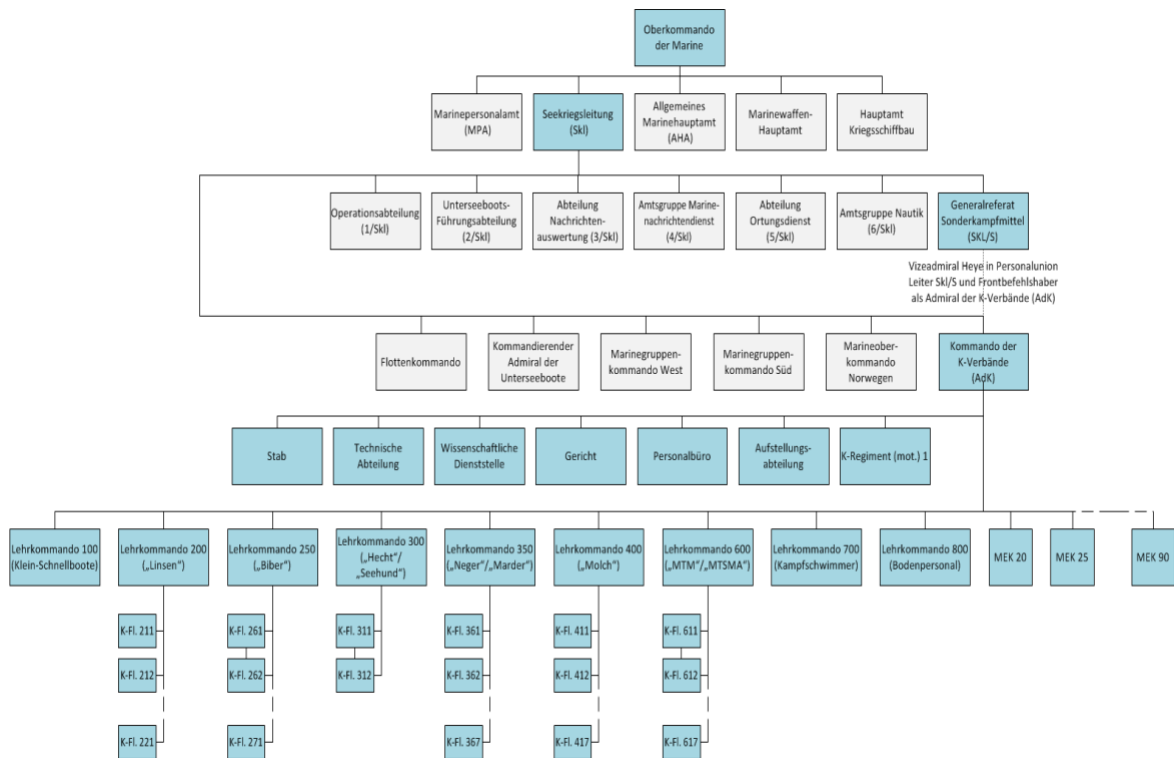
8.1 Geschichte / Einordnung innerhalb der Kriegsmarine / Dauer

Der „Molch“ gehörte als Teil der Kleinkampfmittel zur Klasse der Miniatur-U-Boote. Diese Art von Kleinkampfmitteln wurde für die Kleinkampfverbände der deutschen Kriegsmarine während des Zweiten Weltkrieges konzipiert und wurde dem Kommando der Kleinkampfverbände (KdK) unterstellt. Kennzeichen war ein stilisierter Sägefisch.



⁴ [Sistiana – Wikipedia](#)

⁵ [Mappa interattiva | Baia di Sistiana](#)



Das Untersuchungsobjekt gehörte seinerzeit der sog. K-Flottille 411 an. Von fünf hier eingesetzten Booten wurden drei geborgen, eines ist verschollen und ein weiteres ist das Untersuchungsobjekt.

Die Produktion im Überblick ⁸

Kleinst-Unterseeboote dieses Typs kamen erst spät im Verlauf des 2. Weltkriegs zum Einsatz. Die ersten Einheiten wurden im Juni 1944 in Dienst gestellt. Bis Januar 1945 wurden insgesamt 363 U-Boote dieses Typs produziert und in Dienst gestellt. Die Fertigung wurde jedoch aufgrund seines unbefriedigenden Seeverhaltens und auch wegen der hohen Verluste frühzeitig eingestellt.⁶

Ablieferungen Deutscher Kleinst-U-Boote vom Typ Molch

Gesamt	1944								1945
	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	
363	3	8	125	110	57	-	28	32	

⁶ [Kleinkampfverbände der Kriegsmarine – Wikipedia](#)

Historische Einordnung zum Einsatz Erfolg der Molch

Im realen Kampfeinsatz erwies sich der Molch als nicht erfolgreich: Die Steuerung zeigte sich als unzureichend, da die überproportional großen Tiefenruder die Manövrierfähigkeit stark einschränkten. Zudem verlangsamten Manöver die Fahrt erheblich und machten das Boot so zu einer leichten Beute für gegnerisches Feuer.

Nach anfänglichen Erfolgen der K-Flottille 361 bei einem Angriff auf alliierte Landungskräfte am 20./21. April 1944, die auf diese Kleinkampfmittel unvorbereitete Abwehr zurückzuführen waren, stellte sich schnell Ernüchterung in Bezug auf den Erfolg der Kleinkampfverbände: Die Einsätze der „Molch-Flottillen“ endeten von Anfang an im Fiasko. Die K-Flottille 411 kam im September 1944 gegen die alliierten Landungskräfte in Südfrankreich zum Einsatz. Schon der erste Angriffsversuch endete mit dem Verlust von zehn der zwölf ausgelaufenen „Molche“. Ab November 1944 wurde der Verband in Sistiana bei Triest untergebracht⁷. Weitere Einsätze unterblieben auf diesem Kriegsschauplatz. Die K-Flottille 412 führte ab Januar 1945 einen aussichtslosen Kampf gegen den alliierten Nachschubverkehr im Schelderaum, der in der Regel zum Verlust der eingesetzten Fahrzeuge ohne jeden Erfolg mit sich brachte.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass die Verlustrate der Molche erschreckend hoch war: etwa 70% der Klein-U Boote vom Typ Molch & Biber wurden zerstört - ohne nennenswerte Erfolge an versenkter Tonnage oder besondere strategischen Zielen vorweisen zu können.

Einsatzanzahl und Einsatzverluste der K-Verbände					
(Januar bis Mai 1945)^{[7]:273}					
Waffengattung	Feindfahrten	Verluste	Verlustrate	Versenkungen	Beschädigungen
Seehund	142	35	≈ 25 %	8 (17.301 BRT)	3 (18.384 BRT)
Biber und Molch	102	70	≈ 69 %	7 (491 BRT)	2 (15.516 BRT)
Linsen	171	54	≈ 32 %	–	–
Gesamtsumme	415	159	≈ 42 %	15 (17.792 BRT)	5 (33.900 BRT)

Schloss Exkursion Bunkeranlage Duino

Im September 1943 wurden die italienischen Provinzen Triest, Udine und Trento von den Nazis besetzt. In der zur Region Triest gehörenden Stadt Sistiana wurde in einer Bucht auch

⁷ <https://www.tc-seeteufel.at/wracktauchen/wrackbeschreibungen/molch-triest/?L=296>

die Leitung des Kleinkampfverbandes 411 der deutschen Kriegsmarine stationiert. Diese Bucht war ab November 1944 neben anderen Marineeinheiten auch Stützpunkt für 30 U-Boote der Klasse Molch.

Zur Verteidigung dieses Stützpunktes gegen die Alliierten ließ die deutsche Kriegsmarine einen Bunker in dem Karstfelsen, auf dem das Schloss Castello di Duino steht, erbauen. Der Bunker hat eine Fläche von 400 Quadratmetern und ist in über 18 Metern Tiefe des Felsmassives hinein gebaut. Er bot zeitweise auch der umliegenden Bevölkerung Schutz vor zahlreichen Bombenangriffen. Im Mai 1945 ergaben sich die hier stationierten Deutschen den Alliierten.

Das Schloss Duino sowie die Bunkeranlage sind heute im Besitz des tschechischen Zweiges des Hauses Thurn und Taxis und gehören zu den Besitztümern der Herzoge von Castel Duino, sowie dem Prinzen Carlo Alessandro della Torre e Tasso. Beide Einrichtungen werden als Museum der Öffentlichkeit zugänglich gemacht.



Schloss Duino



Bunkeranlage im Schloss Duino

8.2 Technische Daten und Entwicklung ⁸

Entwicklungsgeschichte der Molch

Die Entwicklung und der Antrieb des Molch erfolgten in Anlehnung an den Standard Torpedo G 7 im Frühjahr 1944. Hauptforderung des Oberkommandos der Marine war hierbei die Nutzung der ausreichend zur Verfügung stehenden Elektroantriebe vom Typ SSW-Eto mit einer Drehzahl von 596/min. Der erste Prototyp des Molch wurde in der Torpedoversuchsanstalt Eckernförde entwickelt und am 12. Juni 1944 vorgestellt. Dessen primäre Bewaffnung bestand aus zwei 53,3 cm durchmessenden Gefechts-Etos, die in Leitschienen beidseitig des Rumpfes angebracht waren. Die Aussenhautstärke des Molch betrug 3 mm, was ihm eine theoretische Tauchtiefe von 40 m gestattete. Während der See-Erprobungen wurde erkannt, dass der Molch auch 60 bis 70 Meter tief tauchen konnte.

Die äußere Form glich einem zylindrischen Bootskörper mit sich verjüngendem Heckteil. Im Heckteil befanden sich die gesamte Antriebsanlage sowie die Steuerzentrale mit einem

⁸ [Molch \(U-Boot\) – Wikipedia](#)

kurzen Aufsatzurm und Plexiglaskuppel. Das Sehrohr war 1,5 m lang, starr und konnte in einem Winkel von 30 Grad zu jeder Seite geschwenkt werden. An dessen Ende war ein Lichtbildkompass untergebracht, der mittels Spiegel in der Zentrale ablesbar war. Zusätzlich beherbergte die Zentrale den Ein- und Ausschalter des Antriebs, ein Rad für die Seitensteuerung, einem Flugzeugknüppel für die Tiefensteuerung sowie Flutventile für die Tauch-, Trimm- und Regelzellen. Die Torpedos wurden mittels Fußraste ausgelöst. Der Fahrstufenregler des Molch besaß keine Rückfahrfunktion und zwei Funktionen mit der Bezeichnung Kleine Fahrt voraus und Alle Kraft voraus.

Die Taucheinrichtungen bestanden aus einer großen Tauchzelle im Bug und Zellen an beiden Seiten der Zentrale. Im Bugbereich war an der Unterseite des Bootes auch der Trimmtank untergebracht. Um ein Gleichgewicht zwischen dem schwereren Heck des Schiffes und dem leichten Bug zu gewährleisten, war der Bugbereich im Einsatz ständig geflutet. Hinter der Tauchzelle des Buges, die zurück bis zur Zentrale reichte, befand sich der Raum für die Batterien und Pressluftflaschen.

Der Vorteil der "Molche" bestand in der verhältnismäßig guten Verfügbarkeit von benötigten Baumaterialien, da u.a. auf viele Standardbauteile aus der Torpedo Produktion (G7-Torpedo) zurückgegriffen werden konnte. Die geringen Dimensionen samt Gewicht ermöglichten zudem eine unkomplizierte Verbringung - z.B. auf einem 3-achsigen Anhänger.



9

⁹ [Link Imperial War Museums 2022](#)

Übersicht technische Daten der Molch⁸

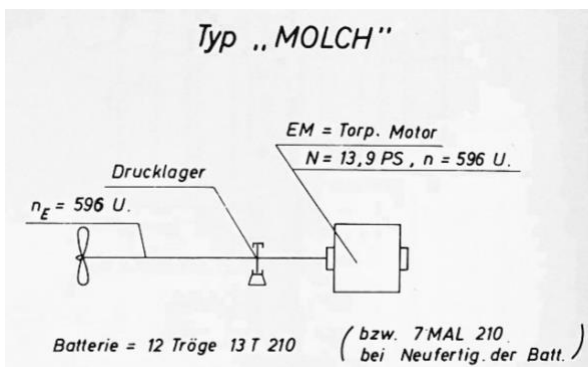
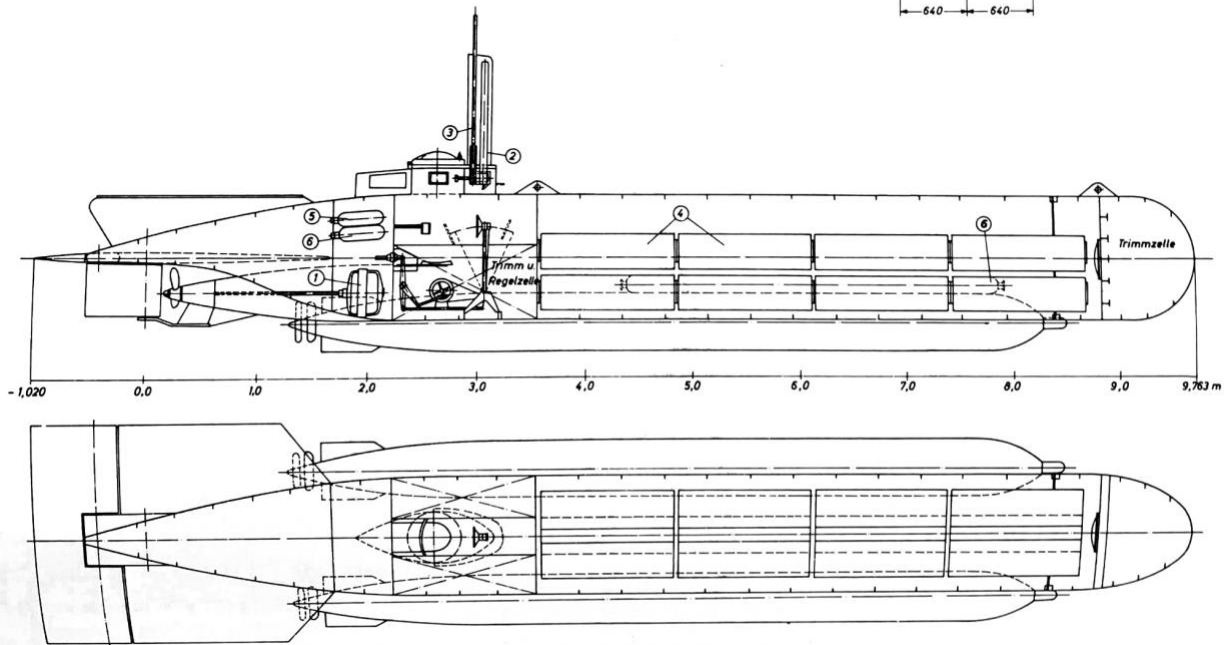
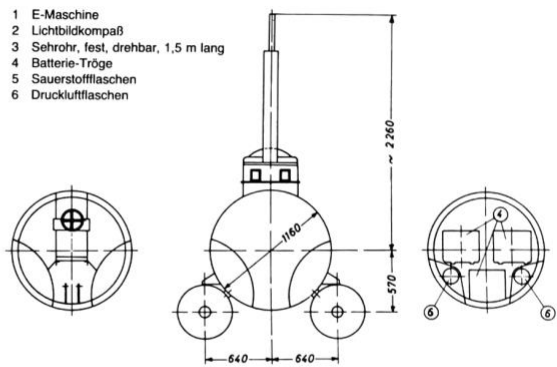
Technische Kleinst-U-Boot	Daten	Typ "Molch"
Verdrängung	mit Bewaffnung	11,01 m ³
	ohne Bewaffnung	8,40 m ³
Länge über Alles		10,783 m
Größte Breite über Torpedos		1,817 m
Tauchtiefe		40 m (Werksangabe) bis zu 60 m im Einsatz
E-Maschine		GL 235 / 7,5
Firma		SSW
Dauerleistung		13 - 13,9 PS
Drehzahl		551 - 596 U/Min.
Propellerdurchmesser		500 mm
Wellendrehzahl	über Wasser	551 U/Min.
	unter Wasser	596 U/Min.
Batterie	Stück	12 Tröge
	Type	13 T 210
Sehrohr		SRC/15
Kompaß		Lichtbildkompaß

Bewaffnung		2 Torpedos
Höchste Dauergeschwindigkeit	über Wasser	4,3 Kn
Höchste Dauergeschwindigkeit	unter Wasser	5,0 Kn
Fahrbereich sm/Kn	über Wasser	50/2,9 + 50/4,3
Fahrbereich sm/Kn	unter Wasser	50/3,3 + 50/5,0

Baupläne¹⁰

Anlage 3

Kleinst-U-Boot Typ »Molch«



¹⁰ Harald Fock: *Marine-Kleinkampfmittel. Bemannte Torpedos, Klein-U-Boote, Kleine Schnellboote, Sprengboote gestern – heute – morgen.* Nikol, Hamburg 1996, ISBN 3-930656-34-5, S.186. S.200

8.3 Exkursion zum Wrack des U-Boots “Molch” bei Sistiana

Zielsetzung der Exkursion zum Wrack der Molch war das Erlernen von Methoden zur Datenerhebung und Dokumentation in der Praxis im Rahmen des ersten Kursteils Unterwasserarchäologie I (UWA I). Vertiefend hierzu sollte mit Hilfe des Verfahrens der Photogrammetrie ebenfalls ein dreidimensionales Abbild des Wracks in seinem aktuellen Erhaltungszustand angefertigt werden.

8.3.1 Generelle Beschreibung 1. Wrack „Molch“

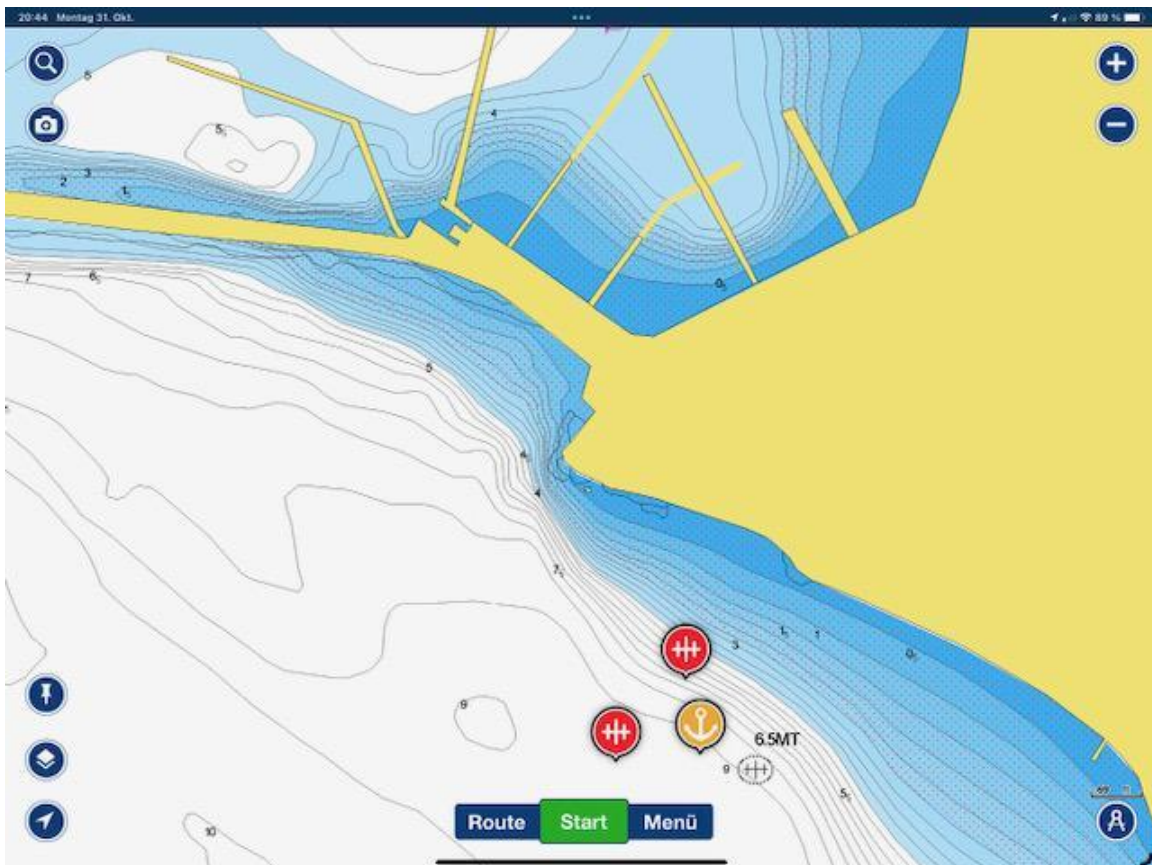
Lage & Position

Das im ersten Kursteil untersuchte Wrack des Klein-U-Boots “Molch” befindet sich in unmittelbarer Ufernähe des Badestrandes Castelreggio von Sistiana in etwa 10 Metern Tiefe. Es wurde bei Kriegsende 1945 vom Kapitän mutmaßlich selbst versenkt oder ist durch einen technischen Defekt havariert und wurde seitdem nicht geborgen.

Die Stelle ist vom Strand aus schwimmend sowie vom Wasser aus per Boot erreichbar.

Die genaue Lagebestimmung gestaltete sich schwierig: Mutmaßliche Positionen aus der Literatur sowie dem nautischen Verzeichnis stimmten nicht überein und markierten nicht die vorgefundene Fundstelle. Im Rahmen der Exkursion konnte das Wrack nach mehrfacher Suche an einer weiteren Position lokalisiert werden - eine besondere Herausforderung stellten hier die schlechten Sichtverhältnisse dar (wie folgend beschrieben):

3 Positionen der Molch und der tatsächliche Fundort (gelber Anker).



Luftaufnahme der ungefähren Position



Beschreibung der Fundstelle

Da sich die Fundstelle in unmittelbarer Küstennähe (Sichtweite Badestrand Castelreggio) und in mittelbarer Nähe zu den Mündungen des Flusses Isonzo, des Kanals Timavo in der Bucht von Triest befindet, war mit leicht beeinträchtigter Sicht zu rechnen. Das gebotene Bild enttäuschte jedoch sämtliche Erwartungen:

Bedingt durch die starken Regenfälle in den Wochen vor der Exkursion und dem damit verbundenen Eintrag von Nährstoffen (Düngemitteln etc.) über Zuflüsse in die nördliche Adria Region herrschte ein Nährstoffüberangebot. Das führte zu einem erhöhten Wachstum von Algen und Phytoplankton. Eine Folge davon bestand in einer äußerst starken Beeinträchtigung der durchschnittlichen Sichtweite an der Fundstelle. Die Sicht betrug teilweise weniger als 0,5 Meter. Diese Sichtverhältnisse erschwerten die Lokalisierung des Wracks erheblich. Eine am Grund befestigte Leine führte hin zum leicht zur Backbordseite geneigten Wrack. Dieses war bereits zu einem Viertel im Sediment versunken - der Turm war ebenfalls mit Sediment gefüllt.

Das Wrack in Bildern

3D Modell (Photogrammetrie)

Aufgrund der außergewöhnlich schlechten Sichtverhältnisse war eine vollständige Photogrammetrie des Wracks unmöglich. Mit viel Einsatz unter Verwendung von Nahaufnahmen gelang es dennoch, eine Teil- Photogrammetrie der Überreste des Turms anzufertigen.



Zum Vergleich: ein Referenzbild eines Molch Boots



Vorgefundene Situation bei trüber Sicht





Beschreibung des vorgefundenen Ist-Zustands

Soweit es unter diesen Bedingungen festzustellen war, befand sich das Wrack selbst im fortgeschrittenen Zustand des Zerfalls: Der Turm war weitgehend abgetragen, die Schiffsschraube fehlte, die Tiefenruder waren weitgehend bis auf das tragende Skelett korrodiert und ein ca 40 x 30 cm großes Lock klappte achterlich an der Backbordseite im Rumpf.

Referenz-Aufnahmen der Stelle bei guter Sicht ¹¹



12

¹¹ <https://www.tc-seeteufel.at/wracktauchen/wrackbeschreibungen/molch-triest/?L=296>

¹² Quelle: Buch Der Schatz der Adria Herausgeber : Adamic d.o.o., Rijeka, Zvonimirova 20a; First Edition (1. Januar 2013) ISBN-13 : 978-9532194784



8.3.2 Ablauf der Exkursion

Tag 1 – Lokalisation und Markierung der Fundstelle

Entgegen der ursprünglichen Planung konnten am Tag 1 der Exkursion noch Daten zur "Molch" erhoben werden, der Fokus lag auf der Bestimmung der eigentlichen Position .

In der Vorbereitungsphase konnten zwei unterschiedliche mutmaßliche Positionen des Wracks aus den nautischen Karten sowie der Literatur ausfindig gemacht werden. Zunächst wurde eine Position mit zwei Katamaranen angefahren. Die Sichtverhältnisse unter Wasser vor Ort waren mit Sichtweiten von unter 0,5 Metern als extrem schlecht zu bezeichnen - an eine Ausmachtung des Wracks von der Wasseroberfläche bzw. per Schnorchel war nicht zu denken. Des Weiteren wurde insbesondere am ersten Tag ein sehr hohes Vorkommen an Lungen-Quallen an der Fundstelle gesichtet.

Ein durchgeführter Tauchgang zur Lokalisierung blieb erfolglos. Auch bei der zweiten bekannten mutmaßlichen Position brachte ein Ortungstauchgang keine neuen Erkenntnisse. Daraufhin beschloss das Team zwei Tauchmarker an den vermeintlichen Positionen zu setzen und die Strecke zwischen den gesetzten Markierungen - soweit dies die schlechten Bedingungen zuließen - entlang des gesetzten Korridors systematisch abzusuchen.

Als auch dieses Vorgehen nicht von Erfolg gekrönt war, konnte mit telefonischer Hilfe eines Tauchers mit Ortskenntnissen die Position des Wracks anhand einer Landmarkierung (Umkleidekabinen vom Badestrand) in einem letzten Versuch ausfindig gemacht werden:

Mit Hilfe dieser Beschreibung konnte der Skipper der Mare Fiero am Boden befestigte Seile ausmachen, welche zum Wrack führten. Der Fund löste über beide Boote eine große Welle der Erleichterung aus und ermöglichte die Fortführung des praktischen Lehrgang-Teils am geplanten Zielobjekt.

Die so gefundene Position wurde mit Hilfe einer Behelfs Boje markiert und von den diversen Tauch-Teams des Lehrgangs in einem ersten Erkundungstauchgang in Augenschein genommen. Die Datenaufnahme wurde für Tag 2 festgelegt.

Tag 2 – Datenerhebung mittels o. g. Methoden

Folgende Daten konnten mit Hilfe eines Maßbandes, sowie dem Tauchcomputer an Tag 2 erhoben werden:

Daten Tauchgang	Gruppe 1
Länge	ca. 10,8 m
Tiefe Bug	ca. 6,9m
Tiefe Heck	ca. 7,2m
Höchste Stelle Turm	ca. 5,8m
Durchmesser Turm	ca. 0.8m
Korrosionsloch (Größe) Backbord Achtern	30 x 40 cm
Lage	Rumpflage, leicht geneigt nach Backbord
Geographische Ausrichtung	Süd-West nach Nord-Ost

8.4 Lesson learned / Fazit

Einfluss von Umweltfaktoren auf das Arbeitsergebnis: Bedingt durch die starken Regenfälle in den Wochen vor der Exkursion und dem damit verbundenen Eintrag von Nährstoffen (Düngemitteln etc.) der Italienischen Zuflüsse in die nördliche Adria Region herrschte ein Nährstoff Überangebot. Das führte zu einem erhöhten Wachstum von Algen und Phytoplankton. Die Folge davon ist eine starke Verringerung der durchschnittlichen Sichtweite in nördlichen Teilen der Adria. Dies wird ebenfalls durch das vorgefundene signifikante Vorkommen von Lungen-Quallen im Untersuchungszeitraum unterstützt.

9 Römisches Wrack vor Šimuni, Pag

Im Jahre 2019 wurde ein 2.000 Jahre altes Amphorenfeld in Ufernähe vor der Hafeneinfahrt des Städtchens Šimuni auf der Insel Pag gefunden. Die hervorragend erhaltenen Amphoren liegen ca. 200m vom Ufer entfernt in einer Tiefe von 32 – 37m. Der Name des Kaps LETAVICA gab dieser Fundstätte ihre Bezeichnung.¹³

Das Amphorenfeld wurde von einer Tauchergruppe des örtlichen Foka-Tauchzentrums unter der Leitung von Vedran Dorusic eher zufällig gefunden. Für Vedran Dorusic, selbst Unterwasserarchäologe und seit vielen Jahren in diesem Beruf tätig, war dies ein wahrer Glücksfall. Es gibt in kroatischen Gewässern nur sehr wenige intakte Schiffswrackstätten – bis dahin insgesamt sieben. Nunmehr eine weitere in unmittelbarer Nähe seiner Tauchbasis.

Er konnte die zuständigen nationalen Behörden davon überzeugen, diesen Fund der breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Statt, wie oftmals üblich, die Fundstelle mit einem metallenen Käfig einzuhausen, um so zu versuchen, diese vor Diebstahl zu schützen, setzt Vedran Dorusic auf ein auf Sonartechnik beruhendes Verfahren.

Im Rahmen unseres UWA-Kurses bildete der Tauchgang an diesem Amphorenfeld ein weiteres Highlight. Vedran Dorusic hatte sich die Zeit genommen, uns ausführlich die bisherigen archäologischen Erkenntnisse vorzustellen und uns als Tauchgruppe dorthin zu führen.

9.1 Der Fund – die Amphoren

Schätzungen zufolge handelt es sich um mehr als 400 (ggf. sogar bis zu 800) noch zum Teil verschlossene Amphoren des Typs



*Abbildung 1: Anfora
(Lamboglia, forma2) San
Benedetto Del Tronto, 199
aC - 10aC*

¹³ Broschüre 'Foka – Meeresarchäologie' des Tourismusministeriums der Republik Kroatien, 2020

Lamboglia 2¹⁴ aus dem 1. Jh. v.Chr.¹⁵ Sie liegen dicht an dicht auf dem Meeresgrund. Durch Verkalkung im Laufe der Zeit verbanden sie sich zu einer kompakten Einheit und bildeten so die Form des Schiffs nach, mit dem sie damals transportiert wurden. Das Schiff muss eine Länge von 25 bis 30 m gehabt haben.

Amphoren waren das übliche Transportgefäß für Wein und Olivenöl in der Antike und in den Zeiten davor und danach. Über die Jahrhunderte hinweg unterlagen sie einem steten Wandel in Form, Größe und Aussehen. So lassen sich die einzelnen Amphorentypen bestimmten zeitlichen Perioden und Gebieten zuordnen. Der Begriff Amphore kommt aus dem Griechischen, wobei 'amphi – auf beiden Seiten' und 'phoreus – Träger' bedeutet. Neben den beiden Griffen am schlanken Hals und der bauchigen Form hatten alle Amphorentypen auch den spitzen Fuß gemein.¹⁶ Die Amphoren wurden während ihres Transports mit diesem spitzen Fuß in der Regel in Sand gesteckt. Dieser Fuß hat sich als zweckdienlich erwiesen, da bei einer Beschädigung beim Aufstellen der Amphore in diesem Fall nur Teile des Fußes wegbrechen würden, wohingegen ein flacher Boden das Zerbrechen der Amphore begünstigen würde.

Verschlossen wurden Amphoren mit Keramik oder Teilen alter Amphoren und versiegelt mit Harz oder Kalk. Der Amphorentyp Lamboglia 2, der am Kap LETAVICA, Pag gefunden wurde, hat ein Fassungsvermögen von ca. 92 Liter.

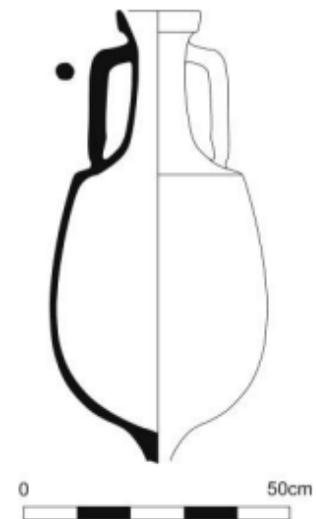


Abbildung 2: Zeichnung Lamboglia 2, <https://archaeologydataservice.ac.uk/archives>

¹⁴ <https://catalogo.beniculturali.it/detail/ArchaeologicalProperty/1100076361>

¹⁵ Broschüre 'Foka – Meeresarchäologie' des Tourismusministeriums der Republik Kroatien, 2020

¹⁶ Broschüre 'Foka – Meeresarchäologie' des Tourismusministeriums der Republik Kroatien, 2020, 'Amphoren'



Abbildung 3: 'Römische Amphoren – Lamboglia 2', www.antike-tischkultur.de/amphoreroemischlamboglia2.html

Der Amphorentyp Lamboglia 2 war im Mittelmeerraum in der Periode von 110 v.Chr. bis 50 n.Chr. weit verbreitet.¹⁷ Sie wurden von Spanien bis Ägypten gefunden.¹⁸ Durch Stempelungen konnten Produktionsstätten an der Adria, Brindisi bestimmt werden. Lamboglia 2 kommt in vielen Varianten vor. Im 1.Jh. n. Chr. wurde sie durch den sehr ähnlich aussehenden Amphorentyp Dressel 6A ersetzt.

¹⁷ 'Römische Amphoren – Lamboglia 2', www.antike-tischkultur.de/amphoreroemischlamboglia2.html

¹⁸ 'The transport amphoras Lamboglia 2 and Dressel 6A: a central Dalmatian origin?', <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-roman-archaeology/article/abs/transport-amphoras-lamboglia-2-and-dressel-6a-a-central-dalmatian-origin/0924D53AB7273F6C07A2B47594A5C4B1>

9.2 Das Wrack

Viel ist über das Schiff nicht bekannt. Innerhalb weniger Jahre nach seinem Sinken fielen die Holzplanken bereits dem Schiffsbohrwurm (Teredo navalis, auch Schiffsbohrmuschel)¹⁹ anheim. Allein Teilstücke der Bleianker blieben übrig. Auf einem dieser Anker lässt sich noch heute die Inschrift STRATON entziffern, von der man denkt, dass dies der Name des Schiffseigners gewesen sein könnte.²⁰

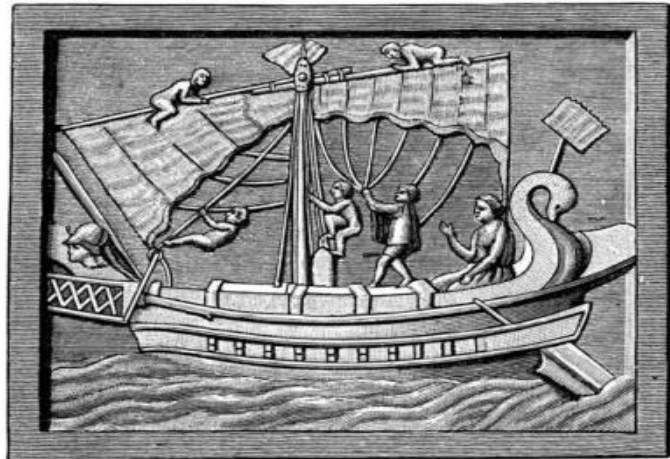


Abbildung 4: Darstellung eines Römischen Handelsschiffs in Pompeii. (Foto: mauritius images / Quagga Media) (<https://www.sueddeutsche.de/wissen/antike-roemer-schiffe-sicherheit-1.4459781>)

Zu jener Zeit wurden in der römischen Handelsschifffahrt vor allem Segelschiffe eingesetzt, im Gegensatz zur kriegführenden Seeschifffahrt, bei der Galeeren bevorzugt wurden. Diese waren neben der Takelage auch mit Ruderern besetzt.²¹ Die Handelsschiffe waren in der Lage, weite Strecken über die offenen See zurückzulegen. Ihre Rümpfe waren eher bauchiger Natur. Die Schiffe variieren nach Größe und Kapazität.²²

¹⁹ <https://de.wikipedia.org/wiki/Schiffsbohrwurm>

²⁰ Broschüre 'Foka – Meeresarchäologie' des Tourismusministeriums der Republik Kroatien, 2020

²¹ https://de.wikipedia.org/wiki/Schiffe_der_Antike

²² <https://Imperium-romanum.info/wiki/index.php/Schiffstypen>



Abbildung 5: Computerbild des römischen Handelsschiffs 'Laurons 2' durch die Hochschule Trier, https://www.volksfreund.de/region/trier-trierer-land/uni-trier-neues-schiff-auf-den-spuren-der-antike_aid-33445989

Der originalgetreue Nachbau des römischen Handelsschiffs Laurons 2 auf dem Unicampus in Trier in 2017/2018 gibt Rückschlüsse auf die Seetüchtigkeit der Schiffe in der Antike. Nur mit Nut und Federn gehalten, bringt diese Bauweise eine hohe Stabilität in die Planken des Holzschiffs.²³ Der Schiffsrumpf dieses Nachbaus ist 16 m lang, 5 m breit und 4 m hoch. Die Vorlage hierzu war ein Wrack, das bei Marseille, Südfrankreich gefunden wurde. Seitlich im Meeresboden liegend überdauerte es die Zeit.

Über das Woher und Wohin des vor Pag gesunkenen Schiffs kann heute nur spekuliert werden. Beladen mit Olivenöl und/oder Wein war das römische Schiff vielleicht von Norden kommend in Richtung Alexandria im heutigen Ägypten unterwegs, dem bedeutendsten Umschlagplatz von Waren in der Antike. Kein anderer Hafen der Antike hatte nach Volumen und Wert mehr umgeschlagen als Alexandria. Alle Wege führten zwar nach Rom, aber alle

²³ https://www.volksfreund.de/region/trier-trierer-land/uni-trier-neues-schiff-auf-den-spuren-der-antike_aid-33445989

Seewege nach Alexandria. Die vorherrschenden Winde ermöglichten eine rasche Fahrt dorthin aus allen Teilen des Mittelmeers.²⁴

Warenflüsse gingen auch in die andere Richtung, nämlich in Richtung Rom. Rom als Zentrum der Macht des Römischen Reiches hatte einen großen Bedarf an Waren des täglichen Lebens

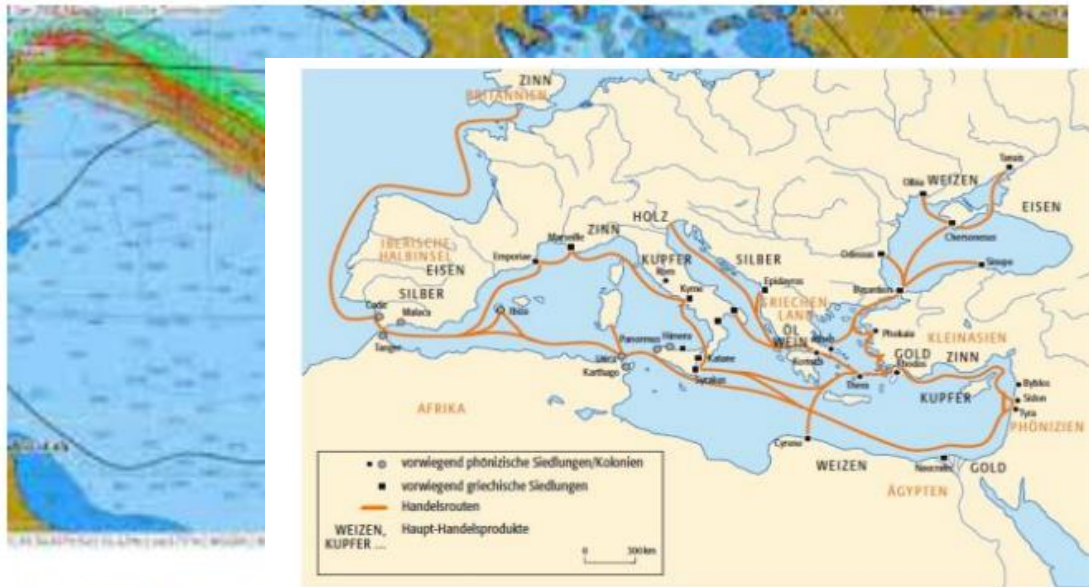


Abbildung 6: Routen-!

Abbildung 7: Handelsrouten der Phöniker und Griechen ('Die griechisch-römische Antike', https://studlib.de/9015/erziehung_sprachen/griechisch-romische_antike)

aus allen Teilen des Imperiums.²⁵ Die Römer lebten schon damals in einer globalisierten Welt und ließen sich die Waren auf den Land- und Seeweg bringen. Schon Jahrhunderte vor der Entstehung des Römischen Reiches trieben die Phönizier bereits im gesamten Mittelmeerraum Handel. Ihre wirtschaftliche Blütezeit ging von ca. 1.000 bis 600 Jahre vor Christus.²⁶

Aus welcher Richtung das römische Schiff auch damals kam, der Naturhafen Šimuni auf der Insel Pag bot ihm auf dieser Strecke guten Schutz vor den meisten Wetterunbilden.²⁷ Allerdings konnte gerade bei einem stürmischen Jugo (Starkwind aus Südost) und bei einer Bora (Starkwind aus Nordost) die Einfahrt in die Hafengebucht unpassierbar sein.²⁸ Hätte es das Segelboot noch geschafft, in die Hafengebucht einzufahren, lag es bei Bora allerdings auch nur

²⁴ 'Routen-Software offenbart Geheimnisse antiker Seefahrt', Pascal Warnking, https://www.uni-trier.de/fileadmin/fb3/GES/Routensoftware_Unijournal_1_neu3-2016_Final_Juni.pdf

²⁵ 'Die Römer lebten bereits in einer globalisierten Welt', Süddeutsche Zeitung, 02.07.2021 (<https://www.sueddeutsche.de/wissen/roemer-schiffe-seewege-handel-maerkte-rom-antike-1.5339087>)

²⁶ <https://de.wikipedia.org/wiki/Phönizier>

²⁷ https://marinas.com/view/marina/rnc14yy_ACI_Simuni_Marina_Kolan_Croatia

²⁸ S. 32, 888 Häfen & Buchten Kroatien, Slowenien & Montenegro – Hafen- und Ankerplatz-Atlas, Ausgabe 2022/2023, 35. Auflage, Karl-H.Beständig

an der östlichen Seite des schlauchförmigen Nebenarms dieses Naturhafens (Ort der heutigen Marina) gut.²⁹

Gerade die in dieser Region häufig auftretende Bora setzt plötzlich ein und kann vor allem im Herbst zu schweren Sturmböen und sogar Orkanböen führen. Auslöser hierfür sind Fallwinde (Kaltluft), die aus nordöstlicher Richtung vom Dinarischen Gebirgszug in die warme Adria-Luft der Reviere der Adriaküste hineinsacken.³⁰ Die Bora ist auch heute noch bei Seglern ein gefürchtetes Wetterbild.

Der Jugo (die kroatische Bezeichnung für Schirokko) baut sich hingegen langsam auf (in der Regel über drei Tage) und erreicht erst am Ende sein zum Teil ´furioses´ Final mit heftigen Gewittern und schweren Sturmböen. Bei entsprechender Konstellation von Kaltfront und Tiefdruckkern folgt auf vorgenannten fulminanten gewittrigen Jugo nicht selten eine kräftige Bora.³¹



Abbildung 8: Naturhafen Simonj mit der Schiffswrackstätte LETAVICA
(<https://marinas.com/view/marina/rnc14vy> ACI Simuni Marina Kolan Croatia)

²⁹ S. 80, Hafenfürer ADRIA NORD, Axel Kramer, 10. Auflage, 2022, SEE-VERLAG

³⁰ S. 77, Segelwetter östliches Mittelmeer – Wolken, Wind und Wellen richtig deuten, Michael Sachweh, 1. Aufl. 2013, Delius Klasing Verlag

³¹ S. 83, ebenda

Dieses Bild im Kopf können wir uns vorstellen, dass das Schiff die Einfahrt des Naturhafens von Šimuni fast erreicht hatte und von den Böen der Fallwinde einer Bora überrascht wurde. Vergeblich hatte man wohl noch mehrere Anker geworfen, um sich in Ufernähe mit ihnen zu halten. Gegen die Naturgewalten und die hohen Wellen war das Schiff jedoch nicht gefeit. Es bekam Schlagseite, lief voll Wasser und ging ohne auseinanderzubrechen unter. So kamen die Amphoren dicht an dicht zu liegen. In 35 m Tiefe blieben sie dann auch unbehelligt von Stürmen aller Art in den nachfolgenden 2.000 Jahren.

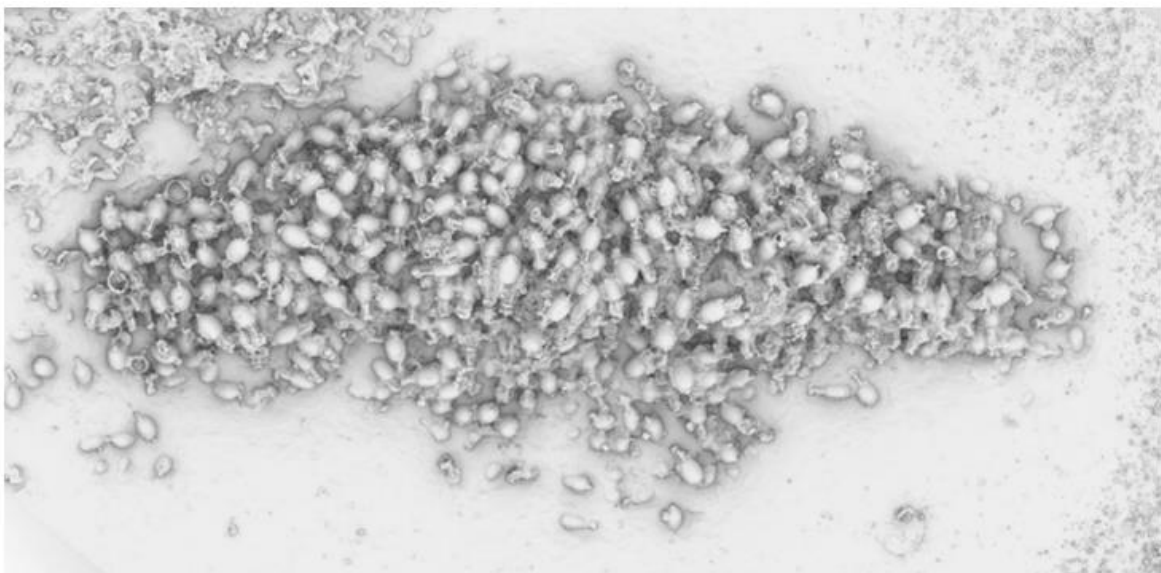


Abbildung 9: Die Fundstätte, 3D Modell Letavica, <https://www.discover-pag.com/de/uber-die-fundstatte.html>

9.3 Das Betauchen der Fundstätte Letavica

Die Nacht verbrachten wir in der Bucht Sip an der Nordspitze der Insel Maun, die keine 2 km vis-à-vis der Insel Pag liegt. Wir hatten es am Abend vorher zeitlich nicht mehr bis zur Tauchbasis Simonij geschafft. Der Anker fiel gerade noch rechtzeitig in die nach Westen offene Bucht, um einen weiteren der zahlreichen farbenprächtigen, blutroten Sonnenuntergänge zu genießen. Wir nutzten den Abend noch für ein paar Theorieeinheiten zu den Themen ´Tauchplanung in der Unterwasserarchäologie´ und ´Techniken zum Auffinden von Unterwasserwracks´ als Einstimmung und Vorbereitung auf den Tauchgang am Amphorenfeld Lastavica am nächsten Morgen.

9.3.1 Tauchgangsvorbereitung

Am nächsten Morgen erwartete uns Vedran Dorusic bereits am Schwimmsteg vor seiner Tauchbasis. Wir konnten uns mit beiden Katamaranen längsseits anlegen und begaben uns direkt zur Vorbesprechung, dem Briefing, zu ihm in die Tauchbasis. Ehe der eigentliche Tauchgang besprochen wurde, erzählte uns Vedran noch ausführlich, wie er das Wrack zufällig im Jahre 2019 entdeckt hatte und welche Hürden er bei den kroatischen Behörden nehmen musste, um das Amphorenfeld der Öffentlichkeit frei zugänglich halten zu können. Außerdem teilte er uns seine bisherigen Erkenntnisse über die Geschichte dieses Wracks mit.



v.l.n.r.: Vedran Dorusic, Frank Simon, Oliver von Zwehl
Foto 1: Michael Große-Bley

Der bevorstehende Tauchgang war in zweierlei Hinsicht besonders und bedurfte einer klaren Ansprache. Zum einen handelte es sich um einen Tieftauchgang, da das Amphorenfeld in einer Tiefe von 35 – 37 m liegt, und zum anderen ging es um das richtige Verhalten als Taucher am Fundort mit seinen 2.000 Jahre alten Amphoren selbst.

Wie bei jedem Tauchgang taucht niemand allein sondern nur zusammen mit einem Tauchpartner, seinem 'Buddy'. Sollte sich ein Problem unter Wasser bei dem einen einstellen, kann der andere beim Lösen des Problems zur Seite stehen. Beide tauchen gemeinsam ab, bleiben den gesamten Tauchgang über in Sichtweite beieinander und beenden den Tauchgang auch gemeinsam. Vor dem Abtauchen checken sie sich gegenseitig auf Vollständigkeit und Einsatzbereitschaft der Ausrüstung und stimmen sich unter anderem hinsichtlich des Tauchprofils, Tauchzeiten und Unterwasserzeichen ab. Gerade bei Tauchgängen in Tiefen ab

30 m kann der in die Blutbahn aufgenommene Stickstoff narkotisch wirken. Es kommt dann zum sogenannten 'Tiefenrausch'. Die Sinne werden benebelt, das Urteilsvermögen schwindet, die Wahrnehmungsfähigkeit wird eingeschränkt und man handelt nicht mehr rational. Ähnlich wie beim Alkoholrausch kann dieser Zustand zu einem falschen Reaktionsverhalten führen. Aus diesem Grunde ist es wichtig, dass der Tauchpartner bei Verhaltensauffälligkeiten seinen Buddy in geringere Tiefen bringt, wo die Symptome sofort wieder nachlassen und verschwinden. Die Auftauchphase zur Wasseroberfläche hin ist gemeinsam so zu gestalten, dass die geforderten langsamen Aufstiegsgeschwindigkeiten eingehalten werden und dem Körper so die Zeit gegeben wird, den vermehrt aufgenommenen Stickstoff über die Lunge wieder abzuatmen. Erfolgt dies nicht, kann dies den Taucher in ernsthafte gesundheitliche Gefahr bringen. Man spricht hier von der Dekompressionskrankheit.

Tieftauchgänge erfordern somit ein gewisses Maß an Taucherfahrung, so dass die Tauchbasis nur Tauchern mit entsprechender Zertifizierung (dem 'Tieftauchbrevet') und einer Mindestanzahl von Tauchgängen erlaubt, das Amphorenfeld zu betauen. Erfahrene Taucher sollten darüber hinaus in der Lage sein, perfekt tarieren zu können, d.h. die gleiche Tiefe allein durch das Ein- und Ausatmen zu halten und sich mit entsprechender Flossenschlag-Technik so achtsam in der Unterwasserwelt fortzubewegen, dass kein Sediment aufgewirbelt und nichts durch eventuelle unkontrollierte Flossenschläge beschädigt wird. Ungeachtet dessen war jeder Taucher aufgefordert, ausreichend Abstand zu den

Amphoren zu halten und diese nicht zu berühren. Um eventuelles Gedränge unter Wasser und damit einhergehende Unachtsamkeit zu vermeiden, wurden wir Taucher aufgefordert, im Buddy-System (also jeweils zu zweit) das Amphorenfeld im gebührenden Abstand zweimal zu umkreisen, und dann den Platz den nachkommenden Tauchern zu überlassen.

9.3.2 Tauchgangsdurchführung

Im Anschluss an dieses ausführliche Briefing machten wir uns für den Tauchgang startklar. Auf dem Steg vor den beiden Katamaranen wurde die Ausrüstung zusammengebaut und auf

korrekte Funktion hin überprüft, Unterwasserlampen und

Tauchcomputer wurden bereitgelegt und der Neoprenanzug angezogen.

Das Equipment und sonstige Ausrüstungsgegenstände wurden

auf dem Zodiak verstaut, mit dem wir

dann schließlich zusammen zur Festmacherboje über dem

Amphorenfeld fuhren. Das Boot

wurde an der Boje fixiert und wir

Taucher legten die Tauchausrüstung

an. Um das Boot stabil zu halten,

ließen sich die Buddy Teams je einer zur Steuerbord- und Backbord-Seite rückwärts aus dem

Zodiak gleiten.



Foto 2: Michael Große-Bley

An der Kette, von der die Festmacherboje gehalten wird, ließen wir uns langsam in die Tiefe sinken. Am Ende der Kette, die in ca. 10 m Tiefe an einem Betonblock befestigt war, wurde ein letzter gegenseitiger Check gemacht. Dann ging es der ausgelegten Leine folgend in Richtung Amphorenfeld immer tiefer. Die Sicht war mit Sichtweiten von 15 - 20 m sehr gut. Es gab keine merkliche Strömung. Die Wassertemperatur betrug 20° C.



Foto 3: Dr. Florian Huber

Wir glitten langsam in den vorher besprochenen Kreisen durch das Wasser und konnten nunmehr die zahlreichen Amphoren bestaunen. Wir waren erstaunt, wie gut sich die Amphoren 2.000 Jahre lang gehalten haben. Sie sind eins geworden mit der Unterwasserlandschaft und bieten für Unterwasserpflanzen und -tiere einen Lebens- und Rückzugsraum.



Foto 4: Dr. Florian Huber

Den Tauchcomputer und den Finimeter (Anzeige, wie viel Luft noch in der Tauchflasche ist) im Blick ging es wieder auf den Rückweg. Der 4 ½ fache Luftverbrauch in diesen Tiefen und die Maßgabe, einen Dekompressionstauchgang mit zusätzlichen Sicherheitsstopps bzw. Dekompressionsstopps unter Wasser zu vermeiden, erlaubte nur einen Aufenthalt bei den Amphoren von 10 – 15 Minuten. An den ausgelegten Leinen ging es von dort wieder langsam zurück zum Betonblock in 10 m Tiefe. Der Aufstieg zur Wasseroberfläche erfolgte entlang der Kette mit dem obligatorischen Sicherheitsstopp von 3 Minuten auf 5 m. Dort angekommen, wurde zuerst das Tauchequipment an Bord gehoben. Die Taucher bugsierten sich mit einem kräftigen Flossenschlag an Bord. Als alle an Bord waren, brachte uns das Schlauchboot zurück zum Steg.

9.4 Lesson learned / Fazit

Es war ein beeindruckender Tauchgang. Tauchen bei diesen Sichtverhältnissen und Temperaturen ist stets ein Genuss. In Kombination mit derart alten Zeugen der Vergangenheit macht es so einen Tauchgang zu etwas ganz Besonderem. Der Tag war gefüllt mit außergewöhnlichen Eindrücken und neuem Wissen. In Zukunft werden wir wohl unser Augenmerk nicht nur auf die Fauna und Flora der Unterwasserwelt lenken, sondern auch die

Stein- und Felsformationen im Blick haben. Wer weiß, vielleicht verbirgt sich ja hinter ihnen der nächste Zeitzuge. Wir können der Foka-Tauchbasis und all den Tauchern, die nach uns kommen, nur wünschen, dass dieser Zustand der Amphoren so bleibt und diese nicht Plünderungen zum Opfer fallen.

10 UWA Vermessungstechnik Offset / Orthogonale Methode

Anwendung der Vermessungstechnik im Rahmen der Unterwasserarchäologie:

In der Unterwasserarchäologie werden verschiedene Fernerkundungsmethoden zum Auffinden und Vermessen angewendet, beispielsweise durch den Einsatz von Sonartechniken (Schallwellen³²) oder hydrografischer Vermessungen und Analyse mittels Sonobot für Binnengewässer und Häfen, um Daten für die Erfassung von Rohstoffvorkommen, Wassertiefen, Höhen- und Steigungskante oder Volumenberechnungen zu gewinnen³³.

Die von Tauchern gestützten Methoden umfassen dabei z.B. das kreisförmige Absuchen des Meeresbodens oder vom Boot aus unter Wasser an einer Stange geschleppte Taucher.

Es gibt verschiedene Ortungsmethoden:

Das Orthogonalverfahren beruht auf der rechtwinkligen Einmessung interessierender Objektpunkte auf einer geradlinigen Standlinie. Die Seitenlängen auf den rechten Winkeln sollten eine Länge von 30 m nicht überschreiten, um Lagegenauigkeiten möglichst auf wenige Zentimeter zu reduzieren. Das Orthogonalverfahren eignet sich für eine erste Erfassung von Objekten oder bei relativ vielen Einzelpunkten in einem kleinen Bereich.³⁴

Bei der lokalen Anwendung der orthogonalen Methode kann ein Tauchspot lokal durch Taucher mittels Maßbändern vermessen werden. Die orthogonale Vermessung ist keine GPS gestützte Vermessung, sondern dient dazu, die Objekte untereinander in Relation zu bringen.

Da die orthogonale Vermessung mit vergleichsweise geringem technischen Gerät auskommt, kann sie z.B. von Tauchern bei einer ersten Vermessung vorgenommen werden.

Unter Offset versteht man in diesem Zusammenhang ganz allgemein eine Distanzangabe relativ zu einem fest definierten Punkt.³⁵

³² Diplomarbeit „Einsatz von Ultraschall bei hydrostatischen Messverfahren“ Petra Helmholz [diplom.pdf \(stanford.edu\)](#)

³³ Angebot professioneller großflächiger Vermessung: [Vermessung \(Unterwasser\) - G-TEC Positioning \(g-tec-positioning.de\)](#)

³⁴ [Orthogonalverfahren - Geoinformatik Lexikon \(uni-rostock.de\)](#)

³⁵ [Offset - Geoinformatik Lexikon \(uni-rostock.de\)](#)

10.1 Theorie an Land

Um das Vermessen unter Wasser mit der orthogonalen Methode zu üben, haben die Teilnehmer des Kurses zunächst das Vorgehen an Land durchgesprochen. Der Kursleiter erläuterte hierbei die einzelnen Schritte und gab Tipps, wie die Methode unter Wasser richtig umgesetzt werden kann.



Zunächst wurden die zu erfassenden Objekte mit einzelnen Nummern markiert. Danach wurde mit einem Maßband die sogenannte Basislinie verlegt. Diese ist idealerweise nach Norden ausgerichtet. Andere Umstände wie beispielsweise Unebenheiten unter Wasser oder auch die Lage der Objekte im Wasser können aber dazu führen, dass die Basislinie in eine andere Richtung verlegt wird.



Wichtig ist daher, an der Basislinie einen Nordpfeil auszulegen, welcher die möglichst genaue Richtung Norden ausweist.



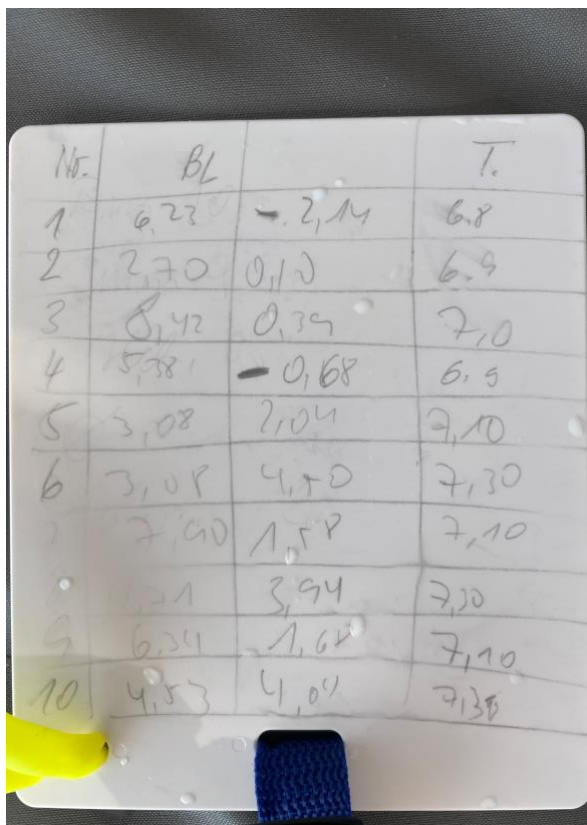
Entlang der Basislinie wird nun ein Maßband im rechten Winkel hin zu dem jeweils zu erfassenden Objekt angelegt. Als Messpunkte wird der Wert des Maßbandes an der Basislinie, sowie der Wert hin zu dem jeweiligen Objekt in Zentimeter notiert. Fotos der vermessenen Objekte sowie einzelne Referenzmaßstäbe können bei der Vermessung

ebenfalls neben das jeweilige Objekt gelegt werden, um eine genauere Größenzuordnung vornehmen zu können.

10.2 Drei Teams inkl. Ergebnisse

Nachdem der theoretische Ablauf einer orthogonalen Vermessung an Land geprobt war, wurden drei Teams zu je drei Personen gebildet, die die Vorgehensweise unter Wasser in der Bucht von Pag/ Suhi (Nähe Simunij Hafen) üben und die Testergebnisse, aber auch Probleme beim Vorgehen vergleichen sollten.

Die Messergebnisse der mit der orthogonalen Methode erfassten Werte wurden auf einer Tafel notiert.



Nr.	BL		T.
1	6,23	-2,14	6,8
2	2,70	0,10	6,9
3	8,42	0,39	7,0
4	5,38	-0,68	6,9
5	3,08	2,04	7,10
6	3,08	4,50	7,30
7	2,90	1,58	7,10
8	2,21	3,94	7,30
9	6,34	-1,62	7,10
10	4,53	4,04	7,30

Auf der Tafel ist die jeweilige Nummer des Objektes erfasst.

BL gibt die Position auf der Basislinie an sowie im darauf folgenden Feld die Entfernung von der Basislinie,

T gibt die Tiefe anhand des am Tauchcomputer abgelesenen Wertes an.

Hierbei wurde mit je drei Tauchern pro Team getaucht, um exaktere Messergebnisse zu erhalten. Diese teilen sich die Aufgabe, indem zwei Taucher das Maßband am vermessenden Objekt halten (erster Taucher hält Maßband mit Nullpunkt) sowie an der Basisline (zweiter Taucher hält den zu vermessenden Wert am Objekt), dritter Taucher notiert die Werte.

10.3 Lesson learned / Fazit

Bei dieser Übung zeigte sich, dass es vorteilhaft ist, mit drei Tauchern die Objekte zu erfassen, da jeder die Position unter Wasser besser halten kann und somit die Messwerte exakter erfasst werden.

Ebenso ist es wichtig, vor dem Tauchgang wichtige Zeichen abzustimmen, um sich gegenseitig zu signalisieren, dass die Werte erfasst sind (z.B. kurz 3 * ziehen am Maßband als Zeichen dafür, dass Wert erfasst ist).

Anhand der gemachten Erfahrungen im jeweiligen Gebiet sollte (z.B. abhängig von der Sicht unter Wasser) die Kommunikation unter Wasser weiter verbessert werden.

11 Barbir/Sukosan Ausgrabungsstelle römische Hafenanlage / römisches Wrack

Am 18.10.2022 lichteten wir die Anker der beiden Katamarane in Zadar und fuhren - mangels Wind unter Maschine - nach Süden Richtung Sukosan. Dort hatten wir die Erlaubnis, die aktuell laufenden Unterwasser-Grabungsarbeiten einer römischen Hafenanlage aus dem 1. - 4. Jahrhundert n. Chr. des Internationalen Zentrums für Unterwasserarchäologie Zadar (ICUA) zu besuchen. Wir ankerten mit ausreichendem Abstand zur Ausgrabungsstätte, machten die Beiboote klar und fuhren die Teilnehmer zu einem Bootssteg. Von dort konnten wir die restlichen 400 m zur Basis der UW-Archäologen laufen. Die Ausgrabungsstätte befindet sich im Flachwasserbereich in 1- 3 m Wassertiefe, das Wrack in 2 m Wassertiefe, somit war für uns kein Tauchgang nötig. Wir konnten die UW-Archäologen hautnah beim Schnorcheln beobachten. Die geringe Tiefe erlaubt es den Tauchern, mehr als 1,5 Stunden unter Wasser zu arbeiten, somit können schnell Fortschritte bei der Erkundung erreicht werden.

Nach unserem Besuch ging es zurück nach Zadar, diesmal mit ausreichend Wind zum Segeln. Nach dem Ankern ging es auf die "No Shoes" für die nächste UW- Archäologie Theorie-Einheit und die Nachbesprechung mit Dr. Florian Huber.

11.1 Vorbereitung / Briefing Mladen Pešić

Bevor es ins Wasser ging, wurden wir vom Ausgrabungsleiter Mladen Pešić über die Hintergründe des Projektes informiert.

Die Hafenanlage von Barbir ist seit 1973 bekannt. Sie wurde im Zuge von Grabungsarbeiten an einem römischen Landgut (Villa) entdeckt. Auf der Landseite gab es seitdem einige Forschungsarbeiten unter Leitung von Boris Ilakovec. 2016/2017 wurden die Arbeiten

intensiviert, da durch Bauprojekte an der Küste mit der Zerstörung der Fundstätten gerechnet wurde. Durch Luftaufnahmen war eine mögliche Hafenanlage bekannt, diese sollte jetzt erkundet und dokumentiert werden.



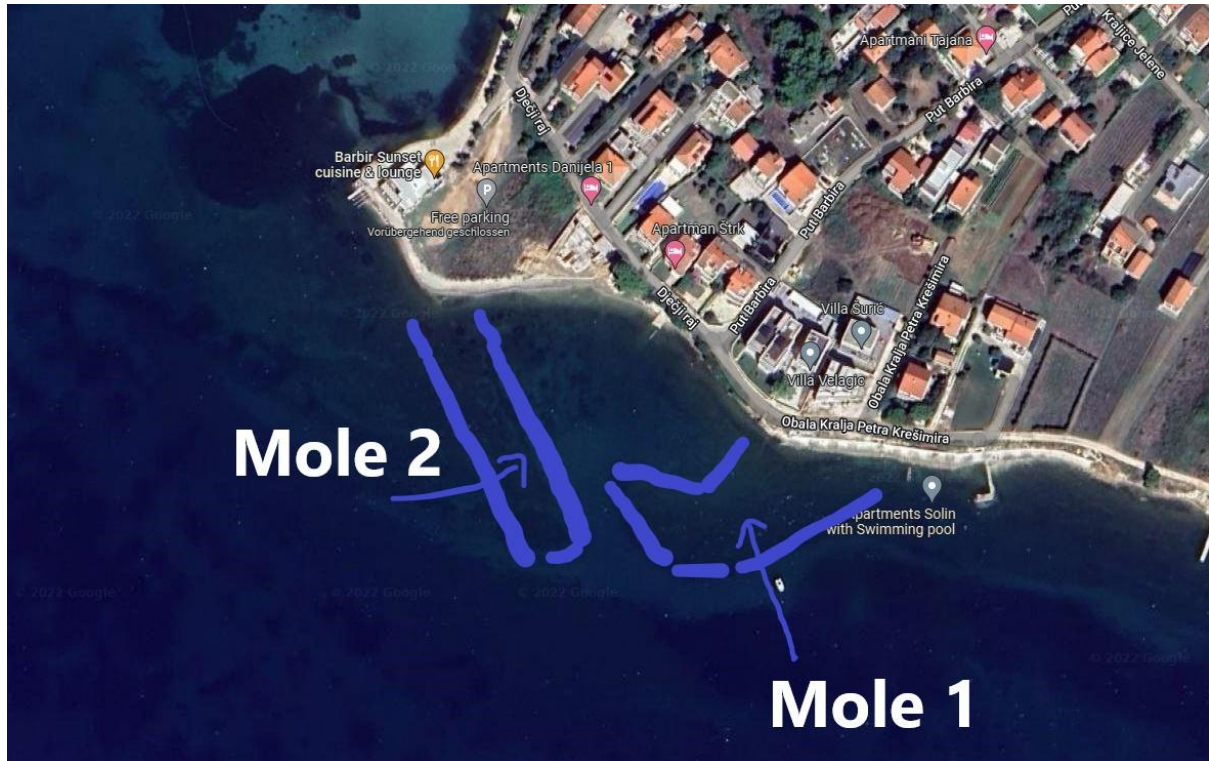
v.l.n.r. Dr. Florian Huber, Luka Bekić, Mladen Pešić (Foto: Heiko Heese)

Dabei wurden im Hafenbecken Scherben von Keramikgefäßen, Amphorenteiile, Fragmente von Öllampen und Glasteile gefunden. Die Funde konnten durch Radiocarbon-Datierung auf das 1. - 2. Jahrhundert nach Christus und die heutigen Regionen Griechenland, Italien, Türkei und Mittlerer Osten datiert und lokalisiert werden. Damit war klar, dass es sich hier um einen wichtigen Handelsplatz im römischen Reich gehandelt hat. Die Funde von Keramik-Gewichten, wie sie beim Fischfang zum Beschweren der Netze verwendet werden, legten die Vermutung nahe, dass von Barbir aus auch Fischfang betrieben wurde.

2019 wurden mehrere Gräben (A bis D) durch die vermutete Struktur von Mole 1 gegraben, um den Aufbau zu untersuchen. Mole 1 bezeichnet die Unterwasserstruktur, die von der Küste aus in SW-licher Richtung hakenförmig nach W auslaufend in ca 1 m Wassertiefe liegt. Mole

2, westlich von Mole 1, verläuft in SE-licher Richtung von der Küste ausgehend, ebenfalls unter Wasser. Beide Molen dienen dem Schutz des Hafenbeckens vor Wellen.

Die Innenseite von Mole 1 war zugleich auch die Kaimauer zum Festmachen und Be- und Entladen von Schiffen.



Skizze Hafenanlage Barbir mit Mole 1 und Mole 2, Quelle : Google Maps Satellitenbild



Virtualisierte Hafenanlage Barbir, Quelle Unger, J. et al. 2020 VirtualArch: Making Archaeological Heritage Visible, Internet Archaeology 54. <https://doi.org/10.11141/ia.54.2>

Beim Ausheben der Sondierungsgräben wurden Hinweise auf die Art der Konstruktion durch geflochtene Holz-Kassetten mit Stein/Schotter-Füllung zum Bau der Hafenanlage gefunden. Insgesamt wurden bis jetzt 26 dieser "Koffer" gefunden, typisch für den Hafenbau im römischen Reich zu dieser Zeitperiode. Radiocarbon-Datierung von Proben der Holzelemente ergeben Werte zwischen der 2. Hälfte des 2. Jhdt. v. Chr. bis Mitte des 1. Jhdt. v. Chr. und sind somit die ältesten Elemente der Molenkonstruktion.

Bei weiteren Ausgrabungsarbeiten wurden auch 30 Bronzemünzen aus der Zeit der Kaiser Constantinus II, Constantius II und Constans I gefunden. Alle drei sind die Söhne Kaisers Constantinus I (Regierungszeit 306-337 n. Chr. , auch bekannt als Konstantin der Große) die nach dessen Tod das Römische Reich erst aufteilten und später um den alleinigen Herrschaftsanspruch kämpften. Andere Fundstücke können bis ins 5. Jahrhundert n. Chr. datiert werden. Danach wurde der Hafen scheinbar aufgegeben.

2020 wurde bei Arbeiten an einem weiteren Suchgraben ein Holzbrett mit einem Eisennagel gefunden. Der Nagel ist typisch für den Schiffbau, somit wuchs die Hoffnung auf ein Schiffswrack zu stoßen. Dazu wurden vier Suchgrabungen neben dem Fundort des Holzbretts ausgehoben. Jede 2 x 2 m groß und tatsächlich wurde eine sehr gut erhaltene Holzplanke

gefunden. Im weiteren Verlauf der Grabung zeigte sich, dass man auf ein fast vollständig erhaltenes Schiffswrack gestoßen war. Der Erhaltungszustand ist bemerkenswert gut, normalerweise zersetzen Schiffsbohrwürmer und andere Mollusken im Mittelmeerraum Holz-Wracks innerhalb weniger Jahrzehnte vollständig. Dieses Wrack muss also im Hafenbecken relativ schnell nach dem Sinken von Sedimenten bedeckt worden sein. Das Fehlen von Ballaststeinen im Wrack, die normalerweise zum absichtlichen Versenken eines Schiffes in den Laderaum gepackt wurden, legt die Vermutung nahe, dass das Boot nicht vorsätzlich versenkt wurde. In Zusammenarbeit mit dem Deutschen Archäologischen Institut, der Universität Oxford, der Universität Zadar und dem Kroatischen Archäologischen Institut Zagreb wurden die Ausgrabungsarbeiten intensiviert. Mittlerweile sind circa 50 % des 9 m langen und 3 m breiten Schiffswracks freigelegt. Holzproben wurden mit Radiocarbon Datierung auf das 1. Jahrhundert n. Chr. bestimmt. Diese Datierung wird bestätigt durch den Fund einer Bronzemünze aus der Zeit Kaiser Trajans (Regierungszeit 98-117 n. Chr.) im Sediment über dem Wrack. Stand Ende 2022 sind circa 50 % des Rumpfes freigelegt und dokumentiert, in der Grabungssaison 2023 ist der Plan, den Rest des Rumpfes freizulegen.

Während der Pausen zwischen den Grabungssaisons wird der Rumpf mit Geotextilien abgedeckt, zusätzlich mit Steinen und Sand, um zu verhindern, dass das Holz durch den Schiffsbohrwurm angegriffen und zerstört wird.

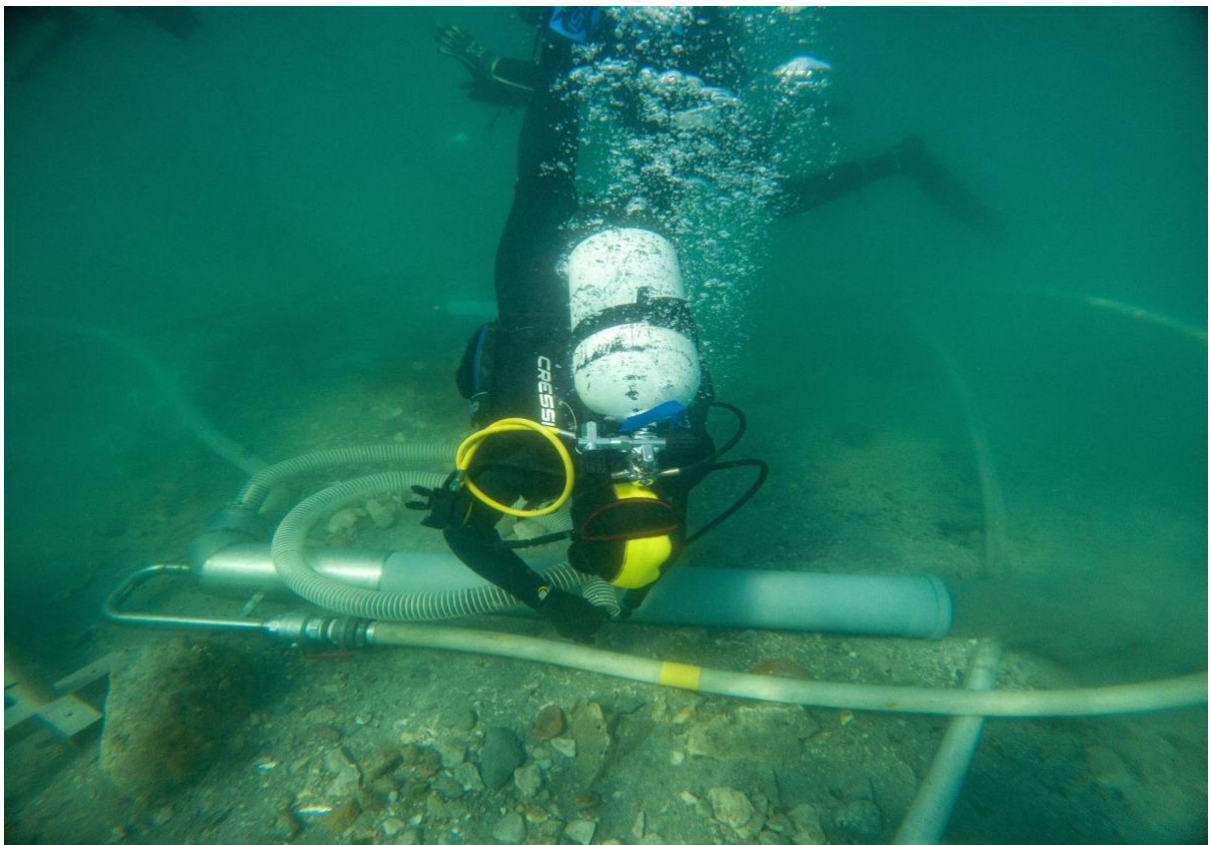
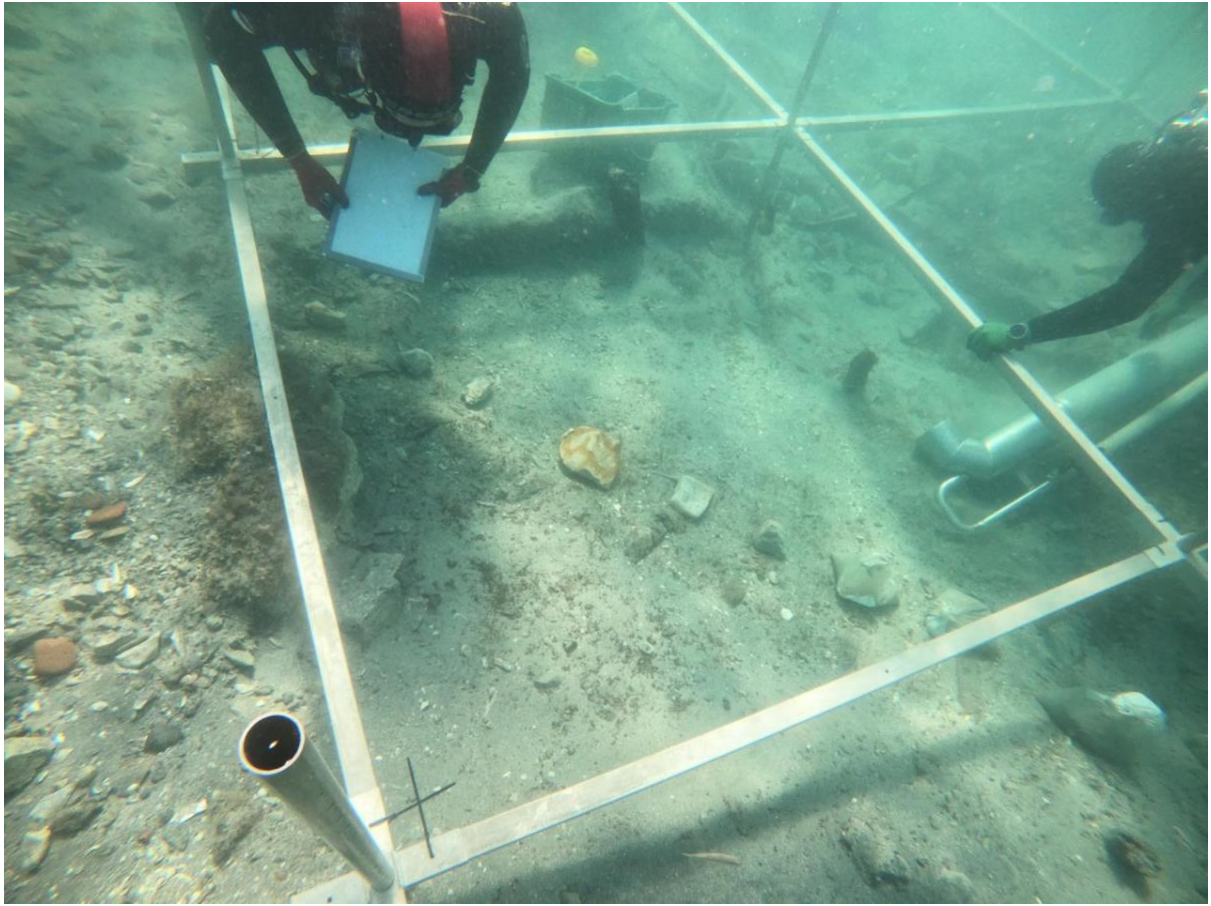
Weitere Holzproben wurden mittlerweile an ein Forschungsinstitut nach Frankreich geschickt, um zu bestimmen, woher das Holz stammt, mit dem das Schiff gebaut wurde: lokal oder irgendwo aus dem Mittelmeerraum ,diese Untersuchungen laufen noch.

11.2 Eindrücke & Dokumentation (Drohne/UW Fotos/Jahrbuch)

Interessant war die simple Methode, mit der das Sediment vom Schiffsrumpf abgesaugt wird, ohne dabei interessante Fundstücke mit zu entfernen. Dazu wird eine Feuerwehr-Löschwasserpumpe eingesetzt, die an Land steht. Über einen Schlauch mit Schutzkorb am Ende, um grobe Partikel abzuhalten, wird Meerwasser eingesaugt und mit Druck durch Schläuche zu einem mehrere Meter langen Metallrohr gepumpt. Dort wird im Inneren des Rohres der Wasserstrahl vom Ansaug-Ende des Rohres weg, hin zum anderen Ende des Rohres geleitet. Dadurch entsteht ein Sog am Ansaugende und eine Strömung, die ein Meerwasser/Sediment-Gemisch einsaugt und zum anderen Ende des Rohres befördert. Dort wird das Sediment ausgestoßen und sinkt wieder zum Meeresgrund ab. Das Material türmt sich dann nach und nach zu einem Hügel auf, der regelmäßig von einem der Unterwasser-Archäologen verteilt werden muss, damit das Ausstoßende des Rohres nicht blockiert wird.

Am Ansaugende ist ein flexibler Schlauch befestigt, mit dem der Taucher sehr präzise bestimmte Bereiche des Wracks von Sediment befreien kann. Dabei hat er immer im Blick, ob beim Absaugen Objekte freigelegt werden. Die Objekte werden dann vermessen, fotografiert und dokumentiert. Anschließend werden sie zur weiteren Begutachtung in Kisten gelegt und ans Ufer transportiert. Über der Ausgrabungsstätte ist ein Metallgestell zur orthogonalen Vermessung des Wracks und der Funde aufgebaut. Freigelegte Teile des Rumpfes werden mit Sandsäcken beschwert, um den Rumpf zu fixieren, da jetzt das Gewicht des Sedimentes fehlt.







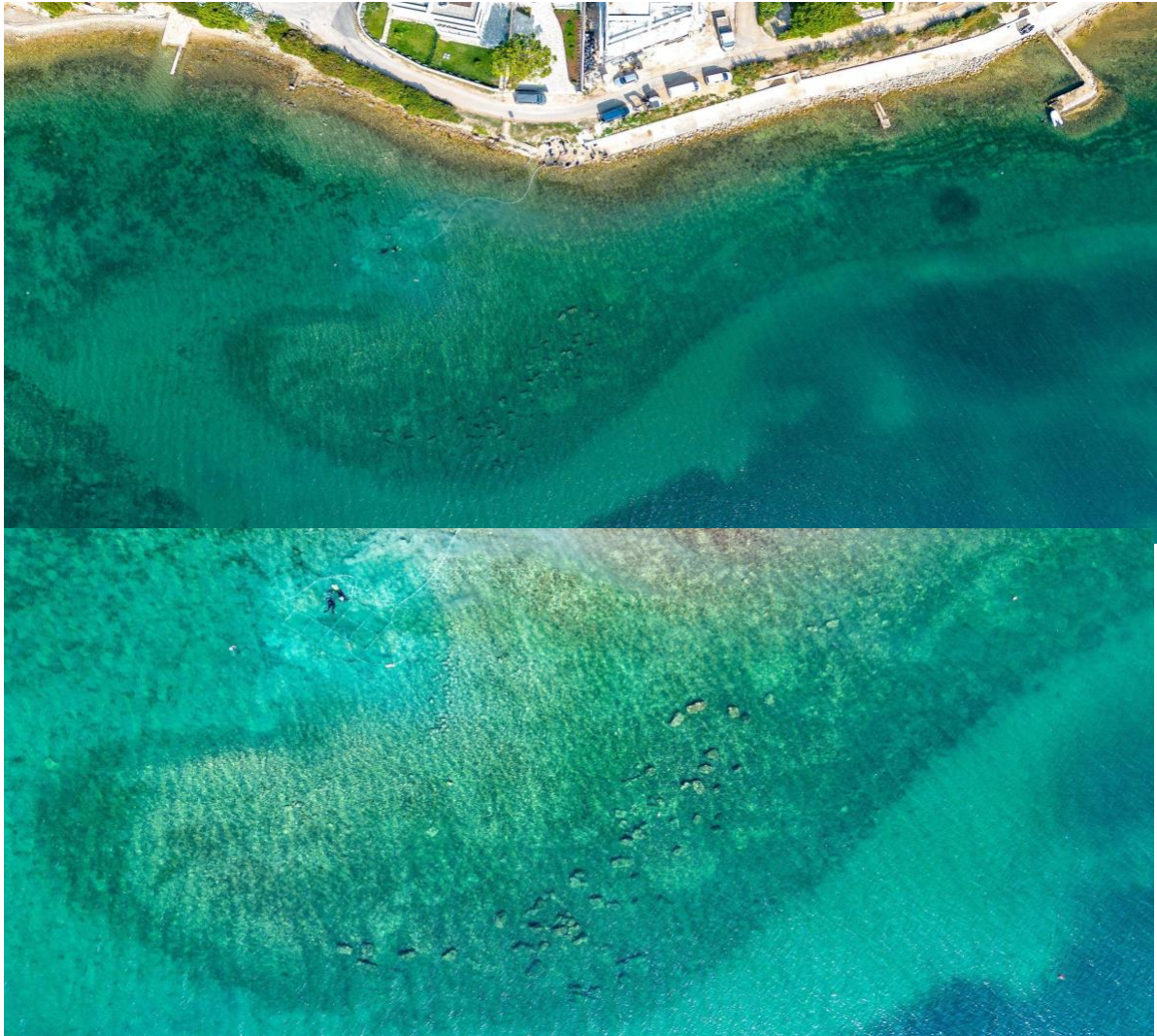
Orthogonale Vermessung, Saugvorrichtung (Fotos: ICUA), Löschwasserpumpe (Foto: Heiko Heese)

Beim Briefing mit Mladen Pešić haben wir gesehen, dass der Einsatz von Drohnen mittlerweile ein vollwertiger Ersatz für Luftaufnahmen aus Flugzeugen ist. Das vereinfacht die Lagebeurteilung von Fundstätten und reduziert Kosten für diesen Teil der Forschungsarbeit deutlich. Wir haben mit unserer Drohne auch bei unserem Besuch die Ausgrabungsstätte gut

dokumentieren können. Kombiniert mit den Aufnahmen der Unterwasser-Kameras erhält man beeindruckende Einblicke in die UW-Archäologiearbeit.

Bei unserem Besuch konnten wir am nächsten Tag in den Jahrbüchern “Submerged Heritage” des ICUA Zadar (Ausgabe 9, 10 und 11 - jeweils Dezember der Jahre 2019, 2020 und 2021, alle ISSN 1848-2442) weitere Informationen zur Hafenanlage und dem Wrack erhalten, die in diesen Bericht eingeflossen sind.





Drohnenbilder:: Florian Huber

11.3 Lesson learned / Fazit

Es war ein glücklicher Zufall, dass wir durch die Kontakte von Dr. Florian Huber zu Mladen Pešić und dem IUAC Zadar während unseres UW Archäologie Kurses eine aktuell laufende UW-Ausgrabung besuchen konnten. Live aus der Nähe zu sehen, wie unser theoretisches Wissen in der Praxis eingesetzt wird und ein 2000 Jahre altes römisches Schiffswrack wieder sichtbar und zugänglich gemacht wird, war ein beeindruckendes Erlebnis. Der Erhaltungsgrad von 2000 Jahre altem Holz ist erstaunlich und es ist ein wissenschaftlicher Glücksfall, dass der Schiffsbohrwurm keine Chance hatte, die üblichen Zerstörungen an der Holzkonstruktion des römischen Schiffes anzurichten.



Rumpf des Wracks (Fotos: ICUA)

12 Besuch Zadar UW Archäologisches Institut

Organisiert durch Dr. Florian Huber, konnten wir einen Besuch im International Center for Underwater Archaeology in Zadar <http://www.icua.hr> vornehmen. Das Institut ist UNESCO Category 2 Center und wird dementsprechend von dieser Organisation finanziell unterstützt.

Das Institut ist unter anderem spezialisiert auf die Ausbildung von Archäologischen Forschungstauchern, die aus der ganzen Welt kommend, dort das Archäologische Forschungstauchen lernen. Mehr als 100 Taucher aus 17 Ländern von fünf Kontinenten wurden so bereits ausgebildet. Hierfür stellt das Institut auch die Unterbringung zur Verfügung.

Wir wurden bei unserem Besuch herzlich von Frau Doris Kurtov (Head of the international cooperation and funding department) empfangen und durften anschließend bei einem Rundgang einen Einblick in die Arbeit des Institutes und seiner Teams gewinnen.

12.1 Restaurations- und Konservierungsabteilungen

Wenn neue Funde geborgen werden, müssen sie bis zur Beginn der Restauration in entmineralisiertem Wasser gelagert werden. Dieses Verfahren entzieht den Objekten das Meersalz, das sich im Lauf der Jahrhunderte in Metall, Glas, Ton oder Stein eingelagert hat. Würde dies nicht gemacht, zerstört das an der Luft langsam auskristallisierende Salz die Objekte mit der Zeit. Das Salz dehnt sich aus und sprengt das Material auseinander.

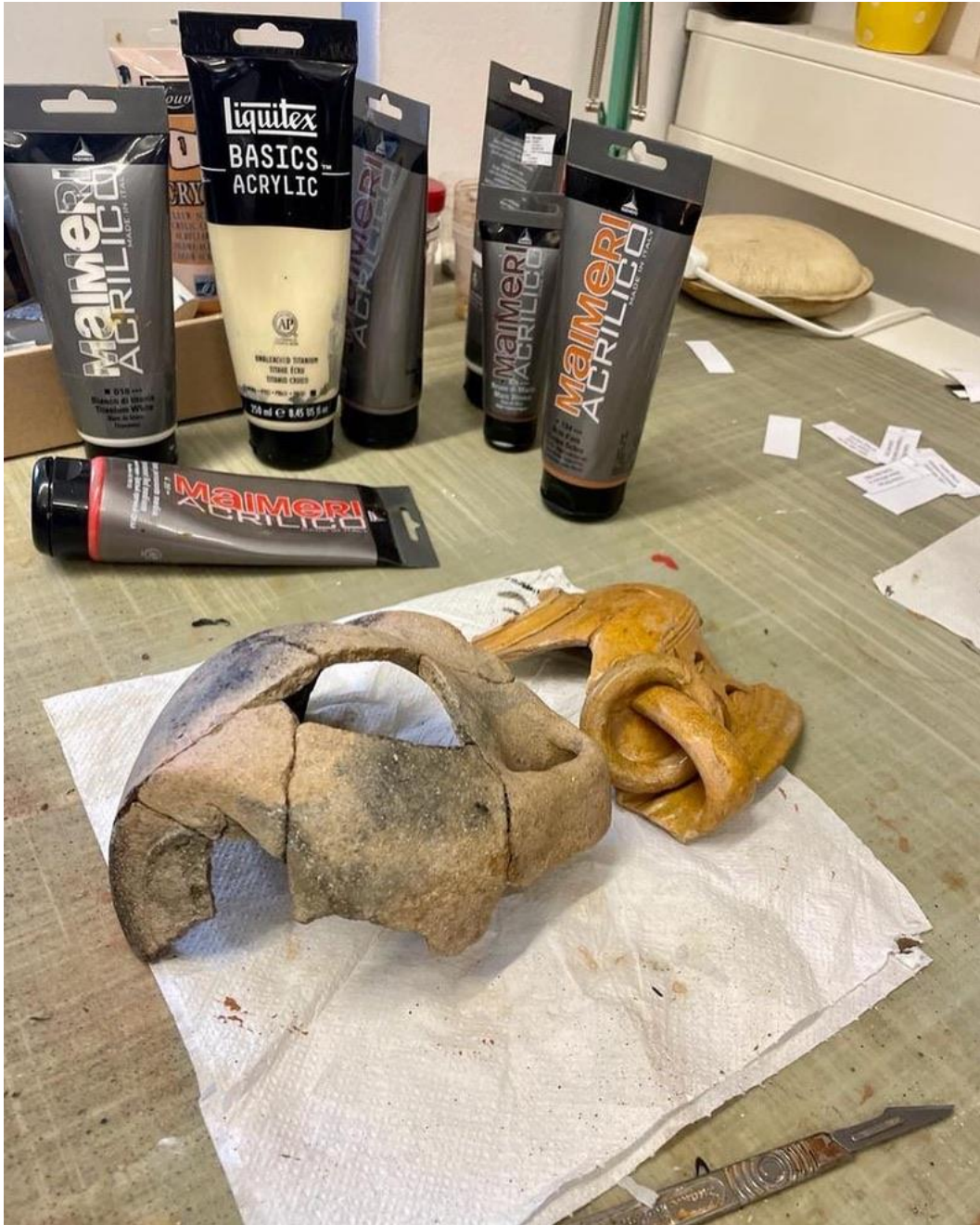
Die Fundobjekte aus dem Meer sind typischerweise durch starke Ablagerungen der Meeresfauna mit dicken Kalkschichten verkrustet. Um den späteren Restaurationsaufwand einschätzen zu können werden im Institut Röntgenaufnahmen gemacht.



Restaurationslabor für Metallobjekte, Leuchtkasten für Röntgenaufnahmen (Foto: Siegfried Krentz)



Lagerung der Fundobjekte in Behältern mit entmineralisiertem Wasser (Foto: Siegfried Krentz)



getrocknete, entsalzte Fundstücke aus Keramik (Foto: Siegfried Krentz)

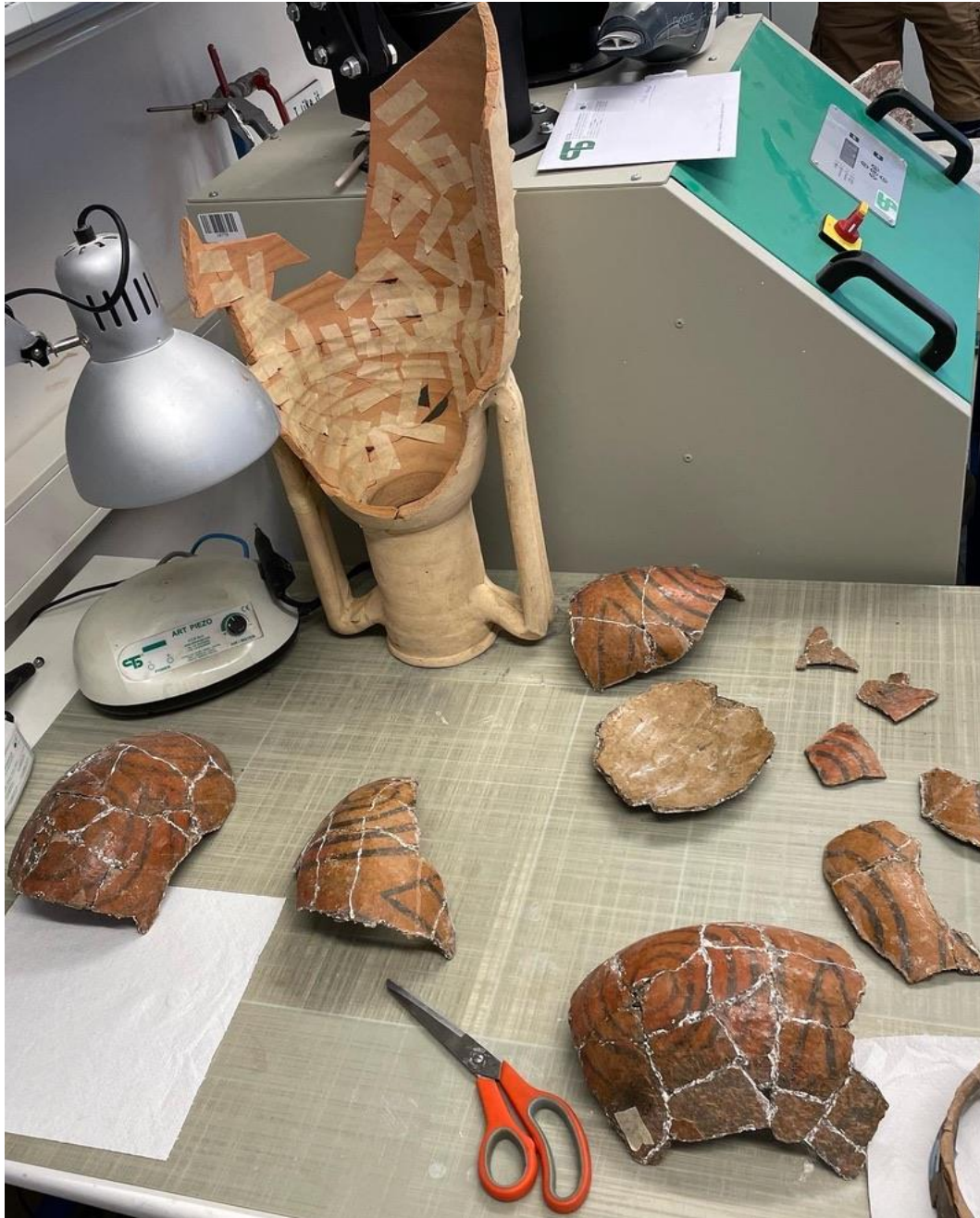
12.2 Rekonstruktion von Glas / Keramik

Nach der Entsalzung und Trocknung werden die Fundstücke gereinigt. Im Fall von zerstörten Objekten müssen die Fragmente in mühevoller Kleinarbeit rekonstruiert werden.

Dazu müssen die Mitarbeiter des Institutes wie beim Puzzle die Einzelstücke immer wieder zusammenfügen und herausfinden, wie die Teile am besten zusammenpassen. Um das wiederholte Zerlegen und Zusammenfügen zu vereinfachen, werden die Teile

zwischenzeitlich mit Klebestreifen fixiert. Wenn alles passt, wird mit einem Kleber alles zusammengefügt.

In den letzten Jahren werden Bruchstücke auch eingescannt und durch KI-Algorithmen das Objekt rekonstruiert. Das beschleunigt den Zeitaufwand für eine Restaurierung deutlich, wird zurzeit aber noch nicht vom ICUA eingesetzt.



Aufnahmen aus dem Restaurationslabor für Keramik und Glas (Foto: Siegfried Krentz)

12.3 Restaurierung von Holz:

Bei Holzfundstücken besteht das Problem darin, das Salz komplett zu entziehen, ohne dass die innere Zellstruktur des Holzes im Fundstück dabei zu Schaden kommt. Dies geht durch langsames Ersetzen des Wassers in den Zellstrukturen durch PEG (Polyethylenglykol) oder hochkonzentrierte Zuckerlösung. Diese verfestigen sich beim anschließenden Trocknungsprozess und stabilisieren dadurch die Zellwände der Holzstruktur. Ohne diese Stabilisierung würde das Holz beim Trocknen schrumpfen, reißen oder auseinanderbrechen. Der Prozess ist sehr zeitaufwendig und kann mehrere Jahre dauern. Bis zu 18 Jahre, wie bei der Rekonstruktion des bei seiner Jungfernfahrt 1628 im Hafen von Stockholm gesunkenen schwedischen Kriegsschiffes "Wasa". Polyethylenglykol gibt einen breiten Bereich von chemischen Molekülen mit Molekulargewichten von 200 bis zu 3000 Dalton an.

Die Wahl des richtigen Molekulargewichts richtet sich nach dem Zustand des geborgenen Holzfundstücks. Niedermolekulare PEGs für besser erhaltene Objekte, hochmolekulare PEGs für stark verwitterte Objekte, die mehr innere Unterstützung der Zellstruktur benötigen. Niedermolekulare PEGs sind dabei einfacher zu verwenden, da sie bei Raumtemperatur flüssig sind und die Zellmembran der Holzstrukturen besser durchdringen, um das Wasser zu ersetzen. Die hochmolekularen PEGs wie zB PEG 3000 müssen erwärmt werden, um sie flüssig zu halten. Dies erfordert einen kosten- und energieintensiven Aufwand, um das zu konservierende Objekt in einem Wasserbad kontinuierlich auf + 40 ° C zu halten. Sinkt die Temperatur unter + 40 ° C wird PEG 3000 wachsartig und kann nicht in die Holzzellen eindringen, um das Wasser zu ersetzen.

Auch hier muss dann nach der Konservierung und Trocknung aus einer großen Menge an Fundstücken, wie sie bei einem Wrackfund üblich sind, das Gesamtobjekt rekonstruiert werden. Grundlage dafür ist die akribische Vermessung der Einzelstücke unter Wasser, bevor sie geborgen werden. Nur dann kann nach der Konservierung das Schiff wieder originalgetreu rekonstruiert werden.



Fotos aus dem Holzrestaurationslabor, mit PEG konserviertes Holzstück (Fotos: Heiko Heese)

12.4 Restauration metallischer Gegenstände

Auch bei Metallobjekten lagert sich durch die lange Zeit im Meerwasser Salz in die Metallstruktur ein. Deshalb werden Metallobjekte auch über mehrere Monate in entmineralisiertem Wasser gelagert. Dabei wird das Salz herausgelöst, um den Zerstörungsprozess beim Austrocknen zu verhindern. Interessant bei unserem Besuch war es, ein komplettes Flugzeugtriebwerk von Rolls Royce in solch einem Wasserbad zu besichtigen. Das Triebwerk gehört zu einem britischen Jagdflugzeug, das geborgen wurde um dieses nach der Konservierung möglichst originalgetreu wieder herzustellen.



Flugzeugmotor im Entsalzungsbecken (Foto: Siegfried Krentz)

12.5 Lesson learned / Fazit

Genauere Informationen über die eingesetzten Techniken und die Arbeit des Instituts sind auf der Homepage verfügbar.

Der Besuch war sehr informativ und lehrreich und wir dürfen gerne wieder vorbeikommen, wenn wir in der Gegend sind.

Momentan verfügt das Institut noch nicht über öffentlich zugängliche Ausstellungsräume, diese sind aber für die Zukunft geplant und sind mit Sicherheit einen Besuch in Zadar wert.

13 Besuch Apoxyomenos Museum Mali-Losinj

Das Museum des Apoxyomenos in Losinj ist ein kleines, aber umso interessanteres Museum, das sich der Geschichte und dem Schicksal einer einzigartigen antiken Skulptur widmet: dem Apoxyomenos.

Der Apoxyomenos, auch bekannt als "der Schabende", war eine Skulptur aus dem 4. Jahrhundert v. Chr., die im Jahr 1997 im Meer vor der kroatischen Insel Losinj entdeckt wurde. Die Bronzestatue war in einer Tiefe von circa 50 Metern unter dem Meeresspiegel in einem sehr guten Zustand erhalten geblieben. Die Skulptur zeigt einen athletischen Mann, der sich nach einem Wettkampf mit einem Schaber den Schweiß von der Haut wischt. Die Skulptur ist ein Meisterwerk der antiken Kunst und gilt als eine der wichtigsten Entdeckungen der kroatischen Archäologie.

Die Bergung der Skulptur erfolgte durch ein Team von Archäologen und Tauchern, die sorgfältig die ursprüngliche Position der Statue und ihre Umgebung untersuchten. Die Skulptur wurde dann vorsichtig freigelegt und an die Oberfläche gebracht, wo sie von Archäologen genauer untersucht werden konnte.

Das Museum des Apoxyomenos in Losinj wurde im Jahr 2006 eröffnet und zeigt die Original-Skulptur des Apoxyomenos sowie zahlreiche Repliken und Informationen zu ihrer Geschichte und Bedeutung. Besucher des Museums haben die Möglichkeit, sich über die Entstehungsgeschichte der Skulptur und ihre Bedeutung in der antiken Welt zu informieren, sowie die faszinierenden Details der Skulptur aus nächster Nähe zu betrachten.

Das Museum des Apoxyomenos in Losinj ist ein Muss für alle Kunst- und Geschichtsinteressierten, die die Insel Losinj besuchen. Es bietet einen einzigartigen Einblick in die antike Welt und die Kunst des alten Griechenlands. Ein Besuch lohnt sich auf jeden Fall.



Fotos: Christopher Klose

14 Zusammenfassung der Theorie-Vorträge

Folgende Theorie-Vorträge zu den nachfolgenden Themen wurden im Rahmen des UWA I und UWA II von Dr. Florian Huber gehalten.

Am 12.10.2022 ging es im ersten Vortrag um das Thema: "Was ist Archäologie bzw. Unterwasser-Archäologie"

Dabei wurden Klischees beseitigt; des Weiteren wurde über die verschiedenen Epochen gesprochen, wie z.B. Ur- und Frühgeschichte.

Es wurden Spezialgebiete erläutert, wie z.B.: Siedlungsarchäologie, Experimentelle Archäologie, Archäologie Informatik, Zoologie etc.

Es wurde auf den Schiffsbohrwurm, lat. "Teredo navalis" eingegangen, der eigentlich eine Muschelart ist und der alles organische Material, das freiliegt, wegfrisst. Ee verdaut u.a. Holzschiffe und Holzwracks.

Ferner wurde noch auf Daten 3D-Modelle eingegangen, wie sie u.a. mit Metashape erzeugt und berechnet werden können.

Am 12.10.2022 fand noch eine zweite Unterrichtseinheit statt - diesmal zum Thema Einsatz von UW-Kameras: Die Kameras gelten als die wichtigste "Waffe" des Archäologen. Die Fotos werden für Beauty Shots, Dokumentation, Fotogrammetrie, Orthomosaik und Backups benötigt.

Der Einsatz kann dabei sowohl mit einem Taucher als auch mit AUVs und ROVs erfolgen.

Am 13.10.2022 wurde im Theorieunterricht gelehrt, wie man einen Prospektionsbericht am Besten gliedert.

Weiter ging es am 15.10.2022 mit den Infos zum Wrack um das antike römische Schiffswrack vor Pag. Dabei ging es u.a. um Tauchsicherheit und eine Gefährdungsanalyse. Es wurde erläutert, was den Unterschied zwischen einem Holz- und einem Metallschiff ausmacht (siehe u.a. Schiffsbohrwurm). Es wurde auf die Gefahren an einem Wrack eingegangen, wie z.B. Geisternetze. Ferner, wie kann man Schiffswracks überhaupt erst aufspüren? Hierzu gibt es Techniken wie z.B. das Sidescan Sonar (Towfish) oder aber Echolotaufnahmen im Rahmen des Multibeam. Auch hier kommen AUV (Autonomous Underwater Vehicles) und ROV (Remote Operated Vehicles) zum Einsatz.

Zum Abschluss wurde noch auf die orthogonale Vermessung eingegangen, die dann am darauffolgenden Tag zum einen an Land und dann auch unter Wasser eingesetzt wurde.

Am 16.10.2022 gab es nochmal eine Theorieeinheit zum Thema Stahlwracks suchen, dokumentieren und identifizieren. Hier wurde auch auf Gefahren durch leckere Öltanks sowie auf Gefahren durch Munitionsreste eingegangen.

Am 17.10.2022 standen die Umweltaspekte im Focus des nächsten Theorievortrags. Microplastic ist eines der beherrschenden Themen u.a. auch wegen der Menge und dass dieses bereits in der Tiefsee angekommen ist. Geisternetze verursachen zum einen Müll. Auf der anderen Seite sind sie aber immer noch aktiv und töten unzählige Fische.

Durch Beifang werden jedes Jahr ca. 30 Mio Tonnen Fisch vernichtet.

In einem weiteren Vortrag am gleichen Tag ging es um die Datierung und Konservierung. Damit wird unterschieden zwischen der relativen Datierung und der absoluten Datierung.

Eine Möglichkeit ist die dendrologische Untersuchung, z.B. Holzringe an Bäumen (Winter vs. Sommer). Eine andere Möglichkeit ist die C14 - Radiokarbonmethode, bei der die Halbwertszeit von kohlenstoffhaltigen, insbesondere organischen Materialien bestimmt werden kann.

Bei der Konservierung ist es essentiell, dass organische Materialien nicht austrocknen dürfen. Des Weiteren erfolgt eine Ersetzung des Wassers durch PEG (Polyethylen) oder eine Zuckerlösung.

Die Theorie wäre nicht vollständig, wenn es keinen Vortrag zum Thema Recht & Ethik gäbe, den wir uns am 18.10.2022 angehört haben. Was regelt das Denkmalschutzgesetz in Deutschland und wo gilt es? In Deutschland ist Denkmalschutz Ländersache. Auch ist zu klären, wem die Fundsache eigentlich gehört.

Den Abschluss der Theorie-Vorträge machte dann die Expedition zur SMS Seeadler in der Südsee / Tahiti rund um den Kapitän Graf Luckner.

15 Conclusio

Was bleibt nach neun Tagen Unterwasserarchäologie I & II?

Zunächst bleibt festzuhalten, dass die Durchführung der Kurse Unterwasserarchäologie I und II von einer mobilen Einsatzbasis auf Katamaranen, die gleichzeitig als Unterrichtsort fungierten ein absolutes Novum in Organisation und Ablauf bedeutete und somit sämtliche Beteiligte vor ungeahnte Herausforderungen stellte. So mussten Unterrichtsmaterialien (u.a. Vermessungstechnik), IT-Ausstattung und Tauch-Equipment zunächst auf die Boote verbracht und mit den örtlichen Gegebenheiten (z.B. 230 V Technik nur mit Landstrom) betriebsbereit gemacht werden.

Die Durchführung der Theorieeinheiten gestaltete sich dank der Flexibilität des Dozenten und der Lernenden sehr abwechslungsreich (→ Achterdeck als Hörsaal) und wurde nur leicht durch äußere Faktoren (blendende Sonne, kleiner Monitor, Geräuschpegel im Hafen und Wellenbewegungen des Boots) beeinflusst. Gleichwohl mussten Theorieeinheiten auch spontan an den jeweiligen Tagesablauf und das Vorankommen im Reiseverlauf (Unterricht erst nach Anker / Festmachen möglich) angepasst werden.

Die absolute Stärke des Vor-Ort Kurses lag in der engen Verzahnung von Unterrichtsinhalten in der Theorie auf der einen sowie dem direkten Nachvollziehen und Vertiefen des Gelernten in der Praxis auf der anderen Seite; so z.B. er Anwendung der Methode der Offset Vermessung oder aber das bei dem hautnahen Erleben von Techniken zur Ausgrabung von Historischen Wracks am Beispiel der Freilegung eines Römischen Wracks Nahe Zadar sowie bei der Veranschaulichung von Konservierungsmethoden und Exponaten im Meeresbiologischen Institut von Zadar.

Das Erleben der Praxis vor Ort konfrontierte die Teilnehmer ungewollt auch mit den damit einhergehenden Einschränkungen. So führte das "wahre Leben" in einigen Fällen auch die Limitierungen / Rahmenbedingungen des wissenschaftlichen Schaffens vor Augen: So konnte das Wrack der Molch erst am 2. Exkursionstag untersucht werden, da vorhandene Positionsangaben sich widersprachen und letztendlich neu ermittelt werden mussten. Auch die dort geplante Praxis der Photogrammetrie erwies sich aufgrund der ungemein schlechten Sichtverhältnisse als nicht wie geplant durchführbar. Das an Land so simpel wirkende

Verfahren der "Offset-Vermessung" bekommt unter Wasser plötzlich eine völlig neue Komplexität (Abstimmung in der Gruppe, Tarierung bei Arbeit etc...). Hinzu kommen noch plötzliche medizinische Belange, die für einen Teilnehmer zum Kursabbruch führten.

Rückblickend ist jedoch festzustellen, dass die Kurse Unterwasserarchäologie I & II für die Teilnehmer eine einzigartig lehrreiche, spannende und einprägsame Erfahrung darstellen. Insbesondere die Möglichkeit, die Anwendung der Theorie unter realistischen Bedingungen vor Ort in der Praxis erleben zu können (so wie sie auch in der professionellen Wissenschaft vorgefunden wird), gepaart mit vielfältigen lokalen Gestaltungsmöglichkeiten (→ u.a. Live Eindrücke der Freilegung eines römischen Wracks und Besuch des Instituts in Zadar), stellte einen besonderen Mehrwert gegenüber einer konventionellen Weiterbildung in einem "üblichen Unterrichtssaal" in Deutschland dar. Die lebendige Verknüpfung von gelerntem Wissen und eigenen praktischen Umsetzungserfahrungen machte das theoretisch erworbene Wissen direkt "plastisch erlebbar" und führte zu einer nachhaltigen Identifizierung der Teilnehmer mit dem Gelernten, das sie noch lange weiter begleiten wird. Ein Modell, das aus Sicht der Autoren sehr zur Nachahmung einlädt, sofern der Dozent dies - wie im vorliegenden Fall Dr. Florian Huber - so bravourös unterstützt.

17 Abbildungsverzeichnis

9. Römisches Wrack vor Šimuni, Pag

Abbildung 1: Anfora (Lamboglia, forma2) San Benedetto Del Tronto, 199 aC - 10aC

Abbildung 2: Zeichnung Lamboglia 2, [https:// archaeologydataservice.ac.uk/archives](https://archaeologydataservice.ac.uk/archives)

Abbildung 3: ´ Römische Amphoren – Lamboglia 2´, www.antike-tischkultur.de/amphoreroemischlamboglia2.html

Abbildung 4: Darstellung eines Römischen Handelsschiffs in Pompeii. (Foto: mauritius images / Quagga Media) (<https://www.sueddeutsche.de/wissen/antike-roemer-schiffe-sicherheit-1.4459781>)

Abbildung 5: Computerbild des römischen Handelsschiffs ´Laurons 2´ durch die Hochschule Trier, https://www.volksfreund.de/region/trier-trierer-land/uni-trier-neues-schiff-auf-den-spuren-der-antike_aid-33445989

Abbildung 6: Routen-Software offenbart Geheimnisse antiker Seefahrt, Pascal Warnking

Abbildung 7: Handelsrouten der Phöniker und Griechen (´Die griechisch-römische Antike´, https://studlib.de/9015/erziehung_sprachen/griechisch-romische_antike)

Abbildung 8: Naturhafen Šimuni mit der Schiffswrackstätte LETAVICA (https://marinas.com/view/marina/rnc14yy_ACI_Simuni_Marina_Kolan_Croatia)

Abbildung 9: Die Fundstätte, 3D Modell Letavica, <https://www.discover-pag.com/de/uber-die-fundstatter.html>

18 Danksagung

- Ralf Deichelmann und Vitali Franz (Bauer Comp Holding GmbH) für die Bereitstellung eines Bauer Junior Leihkompressors
- Dr. Florian Huber von Submaris für die Lehrinhalte und die Verbindungen zum UW Archäologischen Institut in Zadar, als auch nach Sukosan und Šimuni.
- Vedran Dorusic (Diving Center Foka, Šimuni) für die Erklärungen rund um den Fund des Amphorenfeldes und seine Bemühungen zur Konservierung der Fundstelle.
- Luka Bekić, Mladen Pešić für die Erklärungen zur römischen Hafenanlage Barbir/Sukosan, zur historischen Einordnung und den Ausgrabungsarbeiten an der Hafenanlage und dem römischen Schiffswrack.
- Anke Metz von der Bildungsakademie Frankfurt für den unermüdlichen Einsatz beim Sozialministerium in Hessen zur Erlangung der Genehmigung als Bildungsurlaub.
- Stefan Karolus von skfilms.de für die beeindruckende filmische Zusammenfassung.
- Doris Kurtov, (Head of the international cooperation and funding department) und das gesamte Team des International Centre for Underwater Archeology (ICUA) in Zadar <http://www.icua.hr/en/contacts>