

# Wissenschaft unter Wasser – Forschungstaucher im Einsatz

Text: Florian Huber M.A. Bilder: Florian Huber, Uli Kunz

Seit 1968 bildet das Forschungstauchzentrum am Institut für Geowissenschaften der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel jährlich 12 Studierende unterschiedlicher Fachrichtungen sowie technisches Personal und Wissenschaftler zum geprüften Forschungstaucher aus. Sie alle gehören anschließend der wissenschaftlichen Tauchergruppe der CAU Kiel an und nehmen weltweit an interdisziplinären Forschungsprojekten teil. Eine besondere Rolle spielen dabei biologische, archäologische und geologische Vorhaben, aber auch bei physikalischen, ozeanographischen oder hydrologischen Fragestellungen kommen die Taucher zum Einsatz.

Forschungstauchen als wissenschaftlich anerkannte, multidisziplinäre Methode hat in Deutschland eine lange Tradition. Dabei haben tauchergestützte Arbeiten zur Beantwortung wichtiger Forschungsfragen in den verschiedenen aquatisch ausgerichteten Fachdisziplinen nach wie vor einen hohen Stellenwert. Und dies trotz heutigem Einsatz von modernsten Fernerkundungstechniken wie Side-Scan-Sonaren, ROV's (Remotely Operated Vehicle) oder Forschungstauchbooten wie *Jago* oder *Geo*. Insbesondere vor dem Hintergrund sich weltweit immer schneller wandelnder Umweltsysteme wird der Bedarf an tauchergestützten Arbeiten in Zukunft sogar noch steigen. Dabei wird die interdisziplinäre und internationale Zusammenarbeit sowie die gemeinsame Erarbeitung neuer Untersuchungsstrategien und Einsatzmöglichkeiten eine zentrale Rolle spielen. Die gesetzliche Grundlage des Forschungstauchens begründet sich dabei auf die Unfallverhütungsvorschriften „Taucherarbeiten“ (BGV C23) für Berufstaucher. Diese Vorschrift wurde den spezifischen Zwecken des Forschungstauchens angepasst und ist heute als „Regeln für den

Einsatz von Forschungstauchern“ (GUV-R 2112) gültig. Diese Regel bestimmt die Ausbildung und Ausübung des Tauchens im wissenschaftlichen Umfeld. Im Unterschied zu Berufstauchern dürfen Forschungstaucher jedoch keine gewerbliche Zielsetzung verfolgen. Die Ausbildung muss der beruflichen Fort- und Weiterbildung dienen. Die Einführung des Begriffes „Forschungstaucher“ in die Unfallverhütungsvorschriften des Fachausschusses Tiefbau war die Folge eines Tauchunfalls zweier Wissenschaftler vor Helgoland in den späten 1960er Jahren. Um unter Wasser arbeitenden Forschern eine gesetzliche Unfallversicherung zu gewährleisten, definierte die Berufsgenossenschaft den Begriff und die Ausbildung „geprüfter Forschungstaucher“ durch ein festgelegtes Programm mit bestimmten Inhalten. Diese Ausbildung erfolgt in so genannten Vollausbildungsbetrieben in Kiel, Rostock, Oldenburg, Konstanz, München und auf Helgoland, in Hamburg nur als Vorausbildung. Der wissenschaftlichen Ausrichtung der einzelnen Betriebe entsprechend können neben dem vorgeschriebenen Ausbildungsprogramm individuelle Schwerpunkte gelegt werden.

## AUSBILDUNG

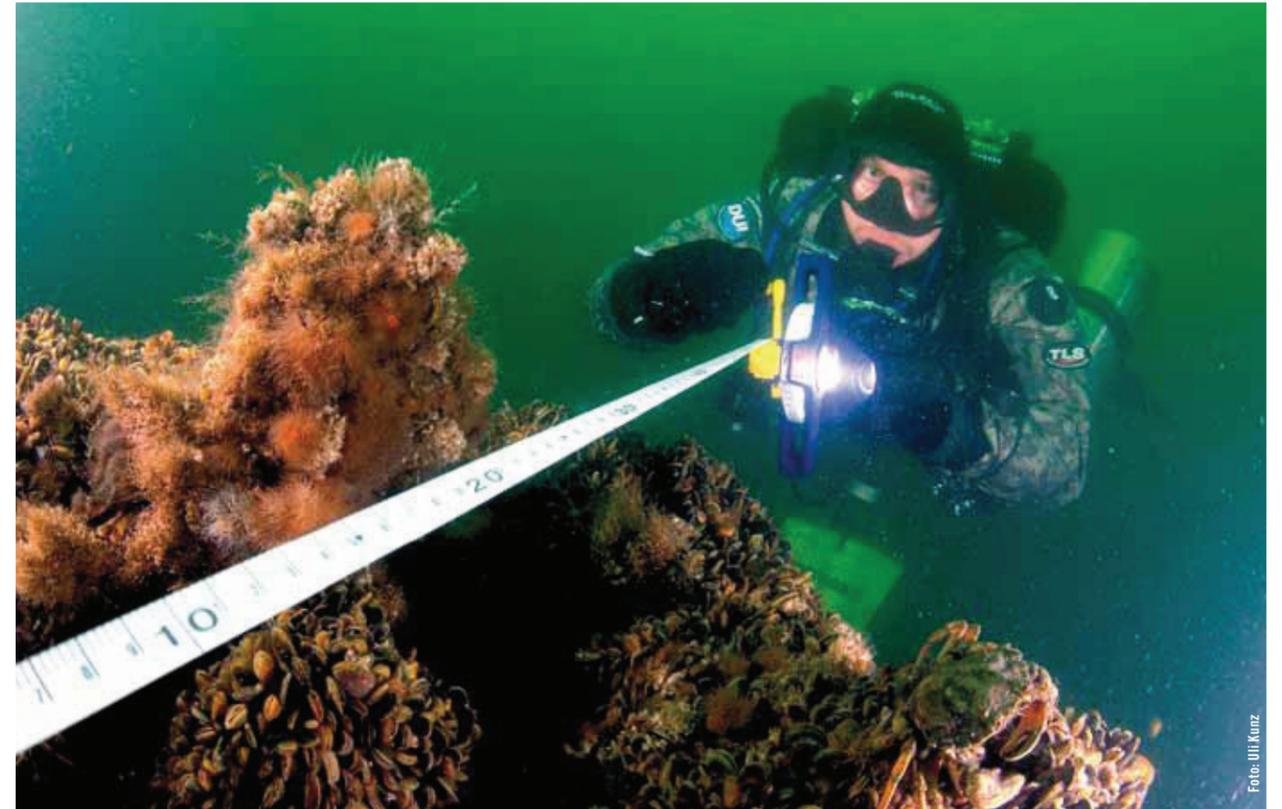
Die Ausbildung in Kiel setzt sich aus einer Schwimmbadphase im März/April und einer Freiwasserphase im August/September von rund 390 Stunden zusammen. Nach einem sportlichen Eingangstest und einer medizinischen Untersuchung werden in dem ersten vierwöchigen Block die Grundlagen des Tauchens erlernt und durch verschiedene Übungen vertieft. Dabei spielen tägliches Konditionstraining, Streckentauchen, die sichere Handhabung des

Tauchgeräts und das Tauchen mit und ohne Gerät eine grundlegende Rolle. Großer Wert wird auf Wechselatmung mit Halbgesichtsmaske und mit der später im Forschungstaucher-Alltag benutzten Vollgesichtsmaske gelegt. Vervollständigt wird der praktische Ausbildungsteil durch umfangreiche Tarierübungen, das Erlernen spezieller Flossenschlagtechniken, verschiedener Seemannsknoten und Vermessungstechniken sowie durch eine Einführung in die digitale Unterwasserfotografie.

In einer abschließenden internen Prüfung müssen die Teilnehmer einerseits die sichere Beherrschung der erlernten Praxis belegen, andererseits werden theoretische Kenntnisse in den Bereichen Tauchmedizin, Gerätekunde und Sicherheitsbestimmungen abgeprüft. Hierbei besteht seit vielen Jahren eine enge Zusammenarbeit zwischen dem Forschungstauchzentrum der CAU Kiel und dem Schiffahrtsmedizinischen Institut der Marine (SchiffMedInstM) in Kiel-Kronshagen. Neben der Vermittlung der relevanten Tauchmedizin werden dort die von jedem Forschungstaucher jährlich zu absolvierenden Tauchtauglichkeitsuntersuchungen (G 31) einschließlich der Druckkammerfahrten vorgenommen.

Während der fünfwöchigen Freiwasserphase wird das Tauchen bei unterschiedlichen Bedingungen erlernt. Da es sich bei Forschungstauchereinsätzen in der Regel um leinengeführte Tauchgänge handelt, wird in der ersten Woche im Kieler Hafenbecken vermittelt, nach vorgegebenen Signalen zu tauchen und den Taucher durch entsprechende Signale sicher zu führen.

In der zweiten Ausbildungswoche werden vom dänischen Gamle Ålbo aus Strömungstauchgänge und tägliches Konditionstraining durchgeführt und die



Die Ostsee ist eines der wrackreichsten Gewässer der Welt; Archäologen schätzen die Zahl auf mehr als 10.000. Derzeit kartieren Forschungstaucher der AMLA Schiffswracks in der Kieler Förde.

während der Grundausbildung erworbenen Kenntnisse der Unterwasserfotografie in Theorie und Praxis erweitert. Ein besonderes Augenmerk gilt zudem dem sicheren Tauchen vom Schlauchboot aus mit Signalboje („Blubb“), welche die Position der Taucher an der Wasseroberfläche kenntlich macht. Um die speziellen Tauchfertigkeiten zur Durchführung wissenschaftlicher Aufgaben zu schulen, wird in dieser Woche eine kleine, selbstgebaute Wrack-Attrappe samt künstlicher Ladung sowie Eisenanker versenkt. Die Teilnehmer werden an diesem Objekt im Dokumentieren mittels Zeichenrahmen, Zollstock und Kamera sowie in unterschiedlichen Vermessungstechniken wie „Offset“ und „Trilateration“ geschult. Darüber hinaus werden geologische Kartierungsarbeiten an Sandrippeln durchgeführt und biologische Proben in unterschiedlichen Tiefen entnommen. Konditionelles Highlight bildet nach dieser Woche das abschließende Seeschwimmen; dabei müssen alle Teilnehmer 5 km von der Badeanstalt Kolding zurück zum Campingplatz Gamle Ålbo schwimmen – eine psychologische und physiologische

Herausforderung – die letztendlich auch dazu dient, die Grenzen der eigenen Leistungsfähigkeit kennenzulernen.

In der dritten und vierten Woche steht das Forschungsschiff „Littorina“ des Leibniz-Instituts für Meereswissenschaften Kiel (IFM-GEOMAR) für Tagesausfahrten in die Kieler und Eckernförder Bucht zur Durchführung von Wrack- und Tieftauchgängen zur Verfügung. Durch einen an Bord verfügbaren Kompressor, je ein Nass- und Trockenlabor sowie ein Arbeitsschlauchboot sind optimale Ausbildungsbedingungen gegeben. Während der Zeit an Bord stehen sowohl wissenschaftliche Arbeits- und Prospektionstechniken als auch simulierte Unfallszenarien auf dem Programm. Tarier- und Sicherheitsübungen werden weiterhin vertieft.

Am Ende der Ausbildung zum Forschungstaucher sollte jeder Teilnehmer in der Lage sein, nicht nur den taucherischen Bereich des wissenschaftlichen Arbeitens unter Wasser durchzuführen. Er muss zudem fähig sein, derartige Kampagnen zu planen und gegebenenfalls auch als Einsatzleiter durchzuführen. Hierfür spielen die jeweiligen

Gegebenheiten eines Einsatzortes eine wichtige Rolle, welche in Deutschland vom Salzwasser der Nordsee über das Brackwasser der Ostsee bis hin zu Seen und Flüssen reichen. Auch über diese Grenzen hinaus sind Forschungstaucher weltweit von den Polargebieten bis in tropische Breiten tätig.

## PRÜFUNG

Die zweitägige Abschlussprüfung, bestehend aus Praxis (Fitness, Tauchfertigkeiten, Wasserrettung und Leinentauchen) und Theorie (Recht und Vorschriftenkunde, Tauchtechnik und Physik, Tauchmedizin und Sicherheit), erfolgt durch ein dreiköpfiges Prüfer-team, bestehend aus dem Vorsitzenden des Fachausschusses Tiefbau, einem Tauchmediziner sowie einem Technischen Aufsichtsbeamten des Unfallversicherungsträgers. Die Zertifizierung zum „geprüften Forschungstaucher“ erfolgt nach bestandener Prüfung in deutscher und englischer Sprache und wird durch eine jährliche Mindesttauchgangszahl und die jährliche Tauchtauglichkeitsuntersuchung (G 31) in ihrer

Gültigkeit bestätigt. Auf der Ebene der Europäischen Union ist das wissenschaftliche Tauchen bisher noch nicht einheitlich geregelt. Eine EU-Kommission bemüht sich jedoch, verbindliche Regeln für sämtliche Mitgliedsstaaten im Rahmen der wissenschaftlichen Tätigkeit unter Wasser aufzustellen. EU-Standards für die gegenseitige Anerkennung im Bereich des wissenschaftlichen Tauchens konnten jedoch bereits definiert und verabschiedet werden.

**EINSATZBEREICHE  
LEIBNIZ-INSTITUT FÜR  
MEERESWISSENSCHAFTEN  
IFM-GEOMAR**

Die von Menschen verursachten Kohlendioxidemissionen führen zu einer

lich früher und stärker zum Tragen als in anderen Teilen der Erde. Um die Auswirkungen der Ozeanversauerung unter realen Bedingungen zu untersuchen, haben Mitarbeiter des IFM-GEOMAR sogenannte Mesokosmen (zu Deutsch: mittelgroße Welten) entwickelt und im Nordwesten Spitzbergens, bei Danzig in der Ostsee sowie vor Bergen in Norwegen verankert. Sie funktionieren wie 20 Meter lange Reagenzgläser, in denen unter naturnahen Bedingungen der Ozean der Zukunft simuliert werden kann. Die eingesetzten Forschungstaucher betreuen die Mesokosmen, helfen beim Ein- und Aussetzen und erstellen Foto- und Videoaufnahmen, um das Verhalten der Riesen-Reagenzgläser unter Wasser zu dokumentieren und gegebenenfalls korrigieren zu können. Während ihrer täglichen Messungen und

Probennahmen beobachteten die Wissenschaftler aus Kiel die drastischen Veränderungen des Meerwassers und der eingeschlossenen Lebensgemeinschaft. Die simulierte Ozeanversauerung führte z. B. zu unerwartet starken Änderungen der Entwicklung und Produktivität der Planktongemeinschaft.

**EXPEDITION AUF DIE SCHOT-  
TISCHEN ORKNEY-INSELN UND  
DIE ÄUSSEREN HEBRIDEN**

Die Forschungsfahrten der FS Heincke des Alfred-Wegener-Instituts (AWI) Bremerhaven dienten der Probengewinnung von Quallen (die im Gebiet hauptsächlich vorkommenden Feuerquallenarten *Cyanea capillata* und *Cyanea lamarckii* sowie die Ohrenqualle *Aurelia aurita* gelten als gefährliche Fischräuber), Seeanemonen und anderen festsitzenden Nesseltieren in den wenig belasteten Gebieten der Orkney-Inseln und der Äußeren Hebriden. Über den Ursprung und die Wirkmechanismen der Nesseltiergifte ist wenig bekannt. Mikrobiologen untersuchen die komplizierten Wechselbeziehungen zwischen verschiedenen Bakterienarten und Nesseltieren, während Biopharmakologen vom GKSS Forschungszentrum die chemische Struktur und die Wirkmechanismen der Gifte analysieren. Mit dem Forschungsschiff konnten auch bei widrigen Bedingungen Tauchplätze angefahren werden, an die sich normalerweise kaum ein Mensch verirrt. Aufgabe der Kieler und Helgoländer Forschungstaucher war es, bei



Foto: Florian Huber

Theorie am Schiffahrtsmedizinischen Institut der Marine (SchiffMedInstM) in Kiel-Kronshagen.

Erwärmung des globalen Klimas und sorgen außerdem dafür, dass der pH-Wert des Meerwassers sinkt und die Ozeane versauern. Seit Beginn der Industrialisierung haben sie bereits so viel Kohlendioxid aufgenommen, dass der Säuregrad des Wassers um 30 Prozent angestiegen ist. Bis 2100 wird er voraussichtlich um weitere 100 Prozent wachsen, falls der CO<sub>2</sub>-Ausstoß in seiner derzeitigen Höhe fortgesetzt wird. Organismen wie Muscheln, Schnecken, Seeigel, aber auch das mikroskopisch kleine Plankton reagieren sehr empfindlich auf diese Ozeanversauerung. Da kaltes Wasser mehr Kohlendioxid aufnehmen kann, kommt die Ozeanversauerung in den Polargebieten offensicht-



Foto: Florian Huber

Kameramann und Forschungstaucher Uli Baron stellt den Kursteilnehmern die umfangreiche Ausrüstung des NDR Taucherteams vor.



Foto: Florian Huber

Archäologische Vermessung- und Dokumentationsübungen in der Schwimmhalle.

starkem Schwell und starker Strömung inmitten von Rot- und Braunalgen winzige und oft unscheinbare Tiere zu erspähen und sicher nach oben zu bringen.

**SCHIFFSBOHRMUSCHEL  
„TEREDO NAVALIS“**

Die Schiffsbohrmuschel ernährt sich von Holz, indem sie die Zellulosebestandteile des abgeraspelten Holzes mit körpereigenen Enzymen in Zucker umwandelt. Sie zerstört weltweit hölzerne Boote, Brücken oder Steganlagen. Schädigungen durch Schiffsbohrmuscheln waren bereits der antiken Welt bekannt. Schon die Ägypter hatten ihre Schiffe mit einem schützenden Anstrich versehen, die Römer versuchten, den Unterwasserbereich ihrer Galeeren mit Metallblechen zu schützen. Auch der Entdecker Christoph Kolumbus beschreibt in seinen Logbüchern, dass seine Schiffe aus damals noch unbekanntem Gründen mehr oder weniger unter den Füßen der Mannschaft auseinanderbrachen. Auf seinen vier Reisen zwischen 1492 und 1504 verlor Kolumbus insgesamt neun Schiffe. Daraufhin wurde festgelegt, dass nur noch Schiffe

die Route in die neue Welt befahren durften, deren Schiffsrümpfe mit Metallplatten aus Blei oder Kupfer verstärkt worden waren. Heute im Übrigen eine wichtige Datierungshilfe für Unterwasserarchäologen!

Kieler Meeresbiologen untersuchten unter anderem den Zusammenhang zwischen bakteriellen Biofilmen auf Holzoberflächen sowie die Auswirkungen von *Teredo navalis* auf bestimmte Holzarten. Dazu wurden im Bereich der Kieler Förde unter anderem hölzerne Schiffswracks von Forschungstauchern beprobt. Diese Proben wurden anschließend in einer Aquarium-Kreislaufanlage gehältert und auf Befehl mit der Schiffsbohrmuschel geprüft. Die Holzarten wurden bestimmt und die Inhaltstoffe chemisch analysiert. Die Zellzahl des bakteriellen Biofilms auf den Hölzern wurde ausgezählt und die Bakteriengemeinschaft untersucht. Diese Vorarbeiten dienten als Einstieg in ein Projekt des Landesamts für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR). Dabei ging es um die Erforschung von Holzschutzmethoden, die das Anheften der Larven der Schiffsbohrmuschel auf Holzoberflächen verhindern sollen.

**UNTERWASSERARCHÄOLOGIE  
AM INSTITUT FÜR UR- UND  
FRÜHGESCHICHTE**

Unterwasserarchäologie spielt in Schleswig-Holstein, einer Region, die über mehr als 360 Seen verfügt, mit 1190 km Küstenlänge einen Anteil von 3,2 % an der gesamten europäischen Küstenlinie hat und durch 21.700 km lange Fließgewässer geprägt ist, eine wichtige Rolle. Diese Gewässer grenzen ab und beziehen mit ein, sie dienen der Nahrungsmittelgewinnung, sind Kommunikations- und Verkehrswege, Kultplätze und gleichzeitig Gefahrenquellen für die Bevölkerung. Gewässer – Meere, Seen, Flüsse – sind Leitlinien kultureller Entwicklung. Das Institut für Ur- und Frühgeschichte und die dort angesiedelte Arbeitsgruppe für maritime und limnische Archäologie (AMLA) beschäftigen sich sowohl in Forschung als auch in der Lehre mit Unterwasser- und Feuchtbodenarchäologie. So widmete sich ein von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördertes Projekt des Instituts in den letzten drei Jahren den „Funktionen von Inseln in den Binnengewässern der holozänen Siedlungslandschaft Schleswig-Holsteins“ (FIBSS).



Forschungsschiffe wie die FB Polarfuchs bringen die Taucher an ihren Arbeitsplatz.

Mehr als 2.700 Funde der Archäologischen Landesaufnahme im Ufer- und Flachwasserbereich sowie auf Inseln der Plöner Seenplatte weisen auf eine intensive Nutzung der Gewässer zu verschiedenen Zeiten hin. Neben Siedlungsspuren in Form von steinzeitlichen Abschlügen bis hin zur mittelalterlichen Keramik sind hier auch aufwändige Brückenkonstruktionen oder dem Standort speziell angepasste Bauwerke wie die so genannten Motten (hölzerne Burganlagen) zu finden.

Im Laufe des Projekts konnten Forschungstaucher der AMLA 22 Inseln untersuchen. Dazu wurden diese in Wassertiefen zwischen 2 m und 20 m systematisch betaut, Funde und Befunde mittels Bojen markiert und mit GPS eingemessen sowie foto- und videografiert. Prospektiert wurde in der Regel mit zwei Tauchern im Wasser, die parallel in unterschiedlichen Wassertiefen die Insel umrundeten. Wassertemperaturen von lediglich 3-4 °C sowie die teilweise extrem schlechte Sicht von weniger als

1 m erschwerten die Arbeiten. Da der überwiegende Teil der Seen im Arbeitsgebiet eutroph ist, mussten die Taucher bei ihrer Prospektionsmethodik nicht nur visuell sondern auch haptisch vorgehen, um Funde und Befunde zu lokalisieren. Durch Seespiegelschwankungen in den vergangenen Jahrhunderten sind viele Bereiche von Inseln mit menschlichen Aktivitäten heute überflutet und somit nur mit unterwasserarchäologischen Prospektions- und Dokumentationsmethoden fassbar zu machen. Dabei spielen



Schlauchversorgtes Tauchen mit Vollgesichtsmaske und Kommunikationseinheit an der Forschungsplattform FINO 1 in der Nordsee.



Holzprobennahme im Bugbereich eines Wracks; über die gelbe Signalleine ist der Taucher mit der Oberflächenmannschaft verbunden.



Ausbringen der Mesokosmen auf Spitzbergen.



Slawisches Keramikgefäß aus dem großen Eutiner See; anhaftende Speisereste im Inneren können im Labor analysiert werden und geben Aufschluss über die damaligen Essgewohnheiten.



Ein massiver Eichenpfahl der Burganlage im Stolper See wird ausgegraben; die Jahrringanalyse (Dendrochronologie) wird ihn später exakt auf das Jahr 1182 n. Chr. datieren.

die Erhaltungsbedingungen unter Wasser eine große Rolle. Organische Materialien wie z. B. Holz haben sich im kalten Wasser und unter Abschluss von Luftsauerstoff im Seesediment außerordentlich gut erhalten und liefern hinsichtlich genauer Datierungsmethoden (Dendrochronologie) und Konstruktionsmerkmalen unverzichtbare Hinweise zu Funktionen von Inseln. Letztendlich konnte auf 97% aller Inseln menschliche Aktivität nachgewiesen werden. Die unterwasserarchäologischen Untersuchungen durch die Forschungstaucher trugen einen unverzichtbaren Teil dazu bei.

### ZUSAMMENFASSUNG

Mit ihren Prospektions- Kartierungs- und Ausgrabungsarbeiten sowie der Betreuung wissenschaftlicher Experimente leistet die wissenschaftliche Tauchgruppe der Universität Kiel seit nunmehr über 40 Jahren einen wichtigen Beitrag zum

erfolgreichen Abschluss zahlreicher unterwasserarchäologischer, geowissenschaftlicher, meereskundlicher und interdisziplinärer Forschungsprojekte. Die in diesem Artikel vorgestellten Projekte stellen dabei nur einen sehr kleinen Einblick in die vielfältige Arbeit der Forschungstaucher dar.



Weitere Informationen über die Zulassungsvoraussetzungen sowie die einzelnen Ausbildungsbetriebe in Deutschland finden sie unter: Kommission Forschungstauchen Deutschland (KFT): [www.forschungstauchen-deutschland.de](http://www.forschungstauchen-deutschland.de)