

- Grenzgänger der Tiefe: 2009 untersuchte der unbemannte Tiefseeroboter Nereus des WHOI hydrothermale Quellen an dem bis zu 7.680 Meter tiefen Kaimangraben im karibischen Meer. Im gleichen Jahr erreichte das einzigartige Tauchgerät das Challengertief im Marianengraben, den mit 10.902 Metern tiefsten Punkt der Erde. Auf einer weiteren Mission im Mai 2014 zum nordöstlich von Neuseeland gelegenen Kermadecgraben implodierte Nereus bei einer Tauchtiefe von 9.990 Metern, weil das Material dem enormen Druck nicht mehr standhielt. Foto: Advanced Imaging and Visualization Laboratory, © Woods Hole Oceanographic Institution

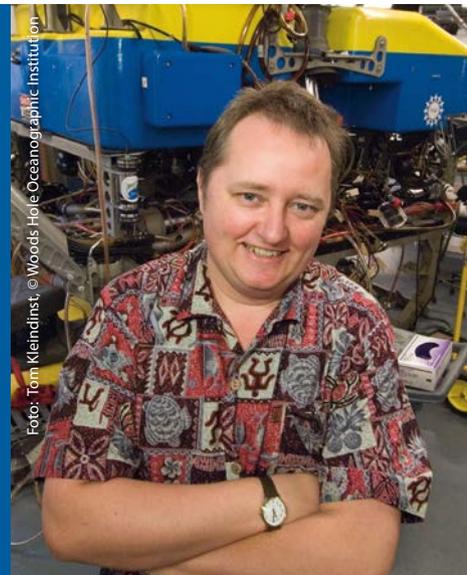
REISEN ZUM URSPRUNG DES LEBENS

Auf den Spuren Jules Vernes

PROF. DR. CHRISTOPHER R. GERMAN

Position: Senior Scientist an der Woods Hole Oceanographic Institution (WHOI), USA

Spezialgebiet: Entwicklung von Technologien zur Erforschung von Hydrothermalquellen und deren Ökosystemen in der Tiefsee



04

„20.000 Meilen unter dem Meer“ ist der Titel eines Romans des französischen Schriftstellers Jules Verne. Vor mehr als 140 Jahren hat Verne nicht nur die technische Entwicklung des Unterseebootes vorweg genommen, sondern auch über Leben in der Tiefsee spekuliert. Vieles aus seinem Buch ist heute Realität, manches musste als unrealisierbar verworfen werden. Doch die Tiefsee ist auch heute noch in weiten Teilen völlig unerforscht und bietet Raum für Spekulationen.

Einer der Pioniere, der in den vergangenen Jahrzehnten mehr Licht in das Dunkel der Tiefsee gebracht hat, ist Prof. Dr. Chris German. Der frühere Leiter der Gruppe für Tiefseeergeräte des renommierten Meeresforschungsinstituts Woods Hole Oceanographic

Institution (WHOI) an der amerikanischen Ostküste ist mit vielen bemannten Tauchbooten selbst in die Tiefsee abgetaucht und hat dort heiße Quellen entdeckt oder ist ihnen mittels autonomer Unterwasserfahrzeuge auf die Spur gekommen.



■ Nereus mit Polarstern auf der Suche nach heißen Quellen unter dem Eis der Arktis. Illustration: E. Paul Oberlander, © Woods Hole Oceanographic Institution

Das WHOI kann auf eine langjährige Erfahrung bei Entwicklung und Betrieb von bemannten und unbemannten Forschungsgeräten für die Tiefsee zurückblicken. Es betreibt das nationale Zentrum für tieftauchende Unterwasserfahrzeuge für die USA. Das bekannteste und berühmteste Gerät ist sicherlich das bemannte Forschungstauchboot Alvin, mit dem auch Chris German mehrfach getaucht ist. 1964 in Dienst gestellt, hat es seitdem mehr als 4.600 Tauchgänge auf bis zu 4.500 Meter absolviert. Ferner sind in Woods Hole auch mehrere ferngesteuerte und autonome Unterwasserfahrzeuge beheimatet, mit denen Chris German auf seinen Expeditionen in



■ Illustration von Alphonse de Neuville aus der 1870 erschienenen Originalfassung „Vingt mille lieues sous les mers“ von Jules Verne.

23

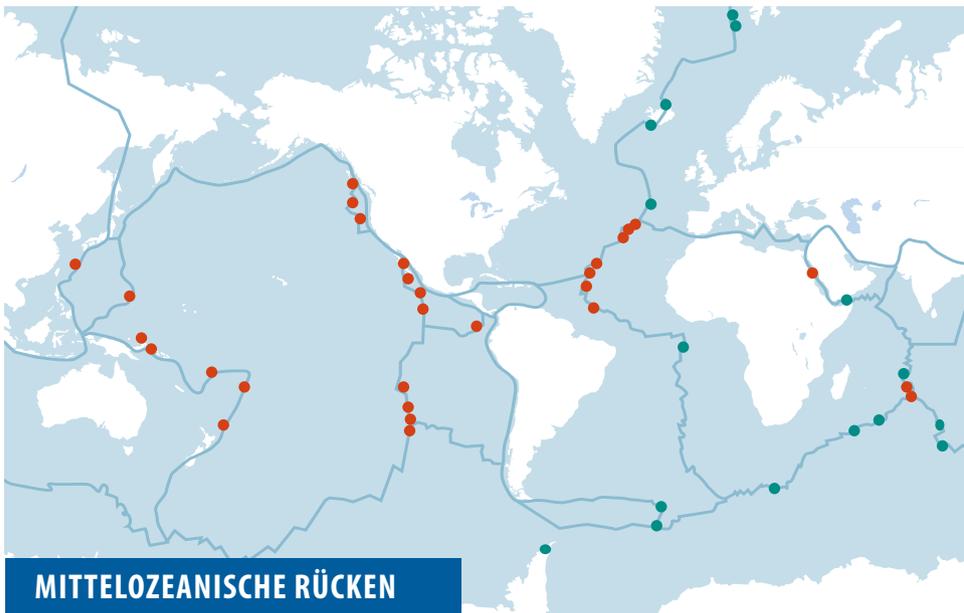
die Tiefsee unterwegs war. Dazu zählen das ferngesteuerte ROV Jason mit einer Tauchtiefe bis 6.500 Metern, das autonome AUV Sentry (Tauchtiefe bis 6.000 Meter) und das bemannte Tauchboot DEEP SEA CHALLENGER (Tauchtiefe bis 11.000 Meter). Chris German war auch mit den heute nicht mehr im Einsatz befindlichen AUVs ABE und Nereus mehrfach unterwegs zu Hydrothermalquellen und Ökosystemen in der Tiefsee.

VITA

Chris German studierte zunächst Chemie und Geologie an der University of Cambridge, Großbritannien. Nach seiner Doktorarbeit im Bereich Marine Geochemie, die er 1988 ebenfalls in Cambridge abschloss, verbrachte er seine Postdoczeit zunächst am renommierten Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA, ehe er wieder nach Großbritannien zurückkehrte. Von 1990 bis 2005 arbeitete Chris German am Institute of Oceanographic Sciences, Wormley und dem Southampton Oceanography Centre, den Vorläuferinstituten des heutigen National Oceanography Centre in Southampton. Seit 2006 ist er der leitende Wissenschaftler für Tiefseeforschung an der Woods Hole Oceanographic Institution, USA.

Chris German gehört zu den Pionieren der Erforschung von Hydrothermalen Systemen. Er verbrachte auf mehr als 50 Expeditionen insgesamt mehr als drei Jahre auf See und tauchte dabei mit verschiedenen bemannten Tauchbooten in die Tiefsee.

Für seine Forschung wurde er vielfach ausgezeichnet, unter anderem mit dem Edward A. Flinn Award (2000), dem Order of the British Empire for Services to Marine Science (2002) und einem Alexander von Humboldt Preis im Jahr 2014. ■



MITTELOZEANISCHE RÜCKEN

■ Schwarze Raucher befinden sich an den Rändern der Erdplatten entlang der mittelozeanischen Rücken. Hier entfernen sich die Platten voneinander und lassen so neuen Meeresboden entstehen.

● Bereits bekannte Standorte

● Standorte, die anhand von chemischen Anomalien im Wasser aufgespürt wurden

24

Schwarze Raucher: Hotspots des Lebens in der Tiefsee

Das erste Leben auf der Erde könnte auf dem Grund der Ozeane entstanden sein. An den am Meeresboden gelegenen aktiven Grenzen der Erdplatten entsteht durch das Zusammenspiel von vulkanischer Aktivität und Wasser ein intensiver Wärme- und Stoffaustausch zwischen den Gesteinen und dem Meerwasser. Dort wo Erdplatten auseinanderdriften bilden sich an besonders aktiven Stellen die sogenannten Hydrothermalquellen. Hier dringen bis zu 400 Grad heiße, metallhaltige Fluide aus dem Boden, in Kontakt mit dem kalten Umgebungswasser fällen die Mineralien aus und formen meterhohe Schlote, die Schwarzen Raucher. Trotz der extremen Umweltbedingungen – vulkanische Aktivität mit hohen Temperaturen, absolute Dunkelheit, extremer Wasserdruck sowie hohe Mineralkonzentrationen – finden sich dort einzigartige Lebensgemeinschaften. Basis dieses Ökosystems bilden urtümliche Mikroorganismen, die, unabhängig vom Licht, ihre Energie aus der Umwandlung von Schwefelwasserstoff

beziehen. Man vermutet, dass sich auch die Urformen des Lebens auf unserem Planeten unter solchen Bedingungen entwickelt haben.

Die ersten Schwarzen Raucher wurden Ende der 1970er Jahre im Pazifischen Ozean am Galapagos-Rift und am Ostpazifischen Rücken entdeckt. Zunächst bezweifelten viele Wissenschaftler, dass es Hydrothermalquellen auch im Atlantik und im Indischen Ozean geben könnte, da sich dort die Erdplatten langsamer voneinander wegbewegten und dadurch die vulkanische Aktivität geringer ist. Chris German war da anderer Meinung: Er hatte sich das Ziel gesetzt, weltweit nach Schwarzen Rauchern zu suchen, weil er glaubte, dass diese überall an der 60.000 Kilometer im Zickzack durch alle Ozeane verlaufenden Kette der mittelozeanischen Rücken entstehen können. So wirkte er 1997 bei der Entdeckung des Rainbow-Feldes im Atlantik südwestlich der Azoren mit. Dort strömten heiße Fluide aus Rissen tief aus dem Inneren der Erde, was sich aber nicht mit aktuellen Vulkanausbrüchen erklären ließ. Diese Entdeckung war so bemerkenswert,

■ Eine Ikone der Meeresforschung: Das Tauchboot Alvin ist bereits seit 50 Jahren im Einsatz. Auf seinen Tauchgängen hat es unzählige Einblicke in die Tiefsee ermöglicht, so gelang mit ihm Ende der 1970er Jahre die Entdeckung der Schwarzen Raucher. Obwohl Alvin das älteste Forschungstauchboot der Welt ist, wird es durch zahlreiche Überarbeitungen immer wieder auf den neuesten Stand der Technik gebracht. Die letzte umfangreiche Modernisierung durch das WHOI fand im Jahr 2013 unter Aufsicht von Chris German statt. Foto: Chris Linder, © Woods Hole Oceanographic Institution

TAUCHBOOT ALVIN

dass sogar eine ungewöhnliche gemeinsame Mission mit den beiden Forschungstauchbooten Alvin aus Amerika und Nautile aus Frankreich durchgeführt wurde, um das Gebiet weiter zu erkunden. Zehn Jahre später wurden die Rainbow-Raucher im Zusammenhang mit Theorien zur Entstehung des Lebens erneut untersucht. Die Arbeiten von Chris German erzielten internationale Aufmerksamkeit, weil er nachwies, dass Schwarze Raucher in allen Ozeanen entstehen können, sogar an den langsamsten und damit vulkanisch am wenigsten aktiven Spreizungszonen wie dem Südwestindischen Rücken. Aktuelle Expeditionen führten ihn bis zu den isoliertesten Hydrothermalfeldern der Erde, in die Polargebiete der East Scotia Ridge in der Antarktis und zum Gakkelerücken im Nordpolarmeer. Bei letzterem befinden sich die heißen Quellen sogar unterhalb des mit Meereis bedeckten Arktischen Ozeans. Ermöglicht wurden die Entdeckungen vieler weiterer heißer Quellen vor allem durch eines der ersten autonomen Unterwasserfahrzeuge. Mit dem Autonomous Benthic Explorer



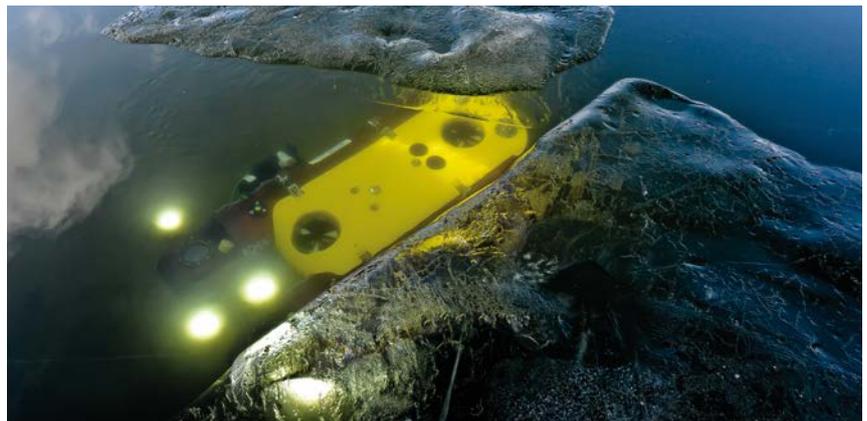
TAUCHROBOTER ABE

■ Das ABE war einer der ersten autonomen Unterwasserroboter, die bis in die Tiefsee vordringen konnten. Durch seine auffällige Form mit den am Rumpf angebrachten Gondeln hatte ABE eine große Ähnlichkeit mit dem Raumschiff Enterprise aus der gleichnamigen Science-Fiction-Serie. Gewissermaßen als Auszeichnung für seine Verdienste bekam ABE die gleiche Registrierungsnummer wie sein berühmtes Vorbild – NCC 1701. Foto: Eben Franks, © Woods Hole Oceanographic Institution

(ABE), der am WHOI entwickelt und 1996 erstmals eingesetzt wurde, gelang es erstmals, Schwarze Raucher am Meeresboden großräumig aufzuspüren, um an den entsprechenden Stellen weitere Untersuchungen und Probenahmen zielgerichtet durchzuführen. An der Entwicklung und Programmierung des Unterwasserfahrzeugs war Chris German federführend beteiligt. Seine jahrelangen Erfahrungen flossen in die Computerprogramme ein, die das ABE dann steuerten.

Ein Ausflug in die Zukunft der Meeresforschung

Die Möglichkeit, dass irdisches Leben unter den extremen Bedingungen der Tiefsee entstanden sein könnte, ließ Chris German und Kollegen vermuten, dass dies auch auf anderen geologisch aktiven Himmelskörpern mit Wasservorkommen möglich wäre. Der Mond Europa, der um den Planeten Jupiter kreist, bietet dafür gute Voraussetzungen: Bei Aufnahmen der Weltraumsonde Galileo wurden Risse und Verwerfungen an der Oberfläche des Mondes entdeckt, die stark den polaren Eisfeldern der Erde ähneln.



■ Ein Projekt der ROBEX-Allianz ist AUV DAGON, ein wissenschaftliches AUV für Kartenerstellung und Lokalisierung. Es kombiniert das Beste an Sensorik und Instrumenten, das momentan technologisch möglich ist. Foto: DFKI GmbH, Jan Albiez

Untereinerkilometerdicken Eisschicht könnte sich auf Europa ein hundert Kilometer tiefer Ozean befinden, der doppelt soviel Wasser wie alle Ozeane der Erde enthalten würde. Auch Vulkanismus und heiße Quellen am Meeresboden von Europa wären durchaus denkbar. Allerdings ist eine Mission zu diesem Jupitermond mit autonomen Eis- und Tauchrobotern technisch zur Zeit (noch) nicht machbar. Die Helmholtz-Allianz ROBEX (Robotische Exploration unter Extrembedingungen) bringt jetzt weltweit erstmalig Raumfahrt- und Tiefseeforschung zusam-

men. Vielleicht rückt mit diesen gemeinsam entwickelten Technologien die Erforschung schwer erreichbarer Gebiete mit extremen Umweltbedingungen auf unserer Erde wie auch auf anderen Himmelskörpern in Zukunft in Reichweite. Chris German würde es freuen. ■

■ Der Jupitermond Europa mit deutlichen Kerben auf seiner vereisten Oberfläche. Foto: NASA/JPL/DLR