

am Nankai-Trog, denn wir waren uns sicher, dass diese Region der nächste Ort für ein großes Subduktionserdbeben werden würde“, so Moore weiter. In Vorbereitung für Tiefbohrungen wurden dafür die ersten 3D-seismischen Untersuchungen mit kommerzieller Technologie durchgeführt. Mithilfe der dadurch gewonnenen Daten mussten die regionalen geologischen Strukturen neu interpretiert werden und es konnten Ziele für Bohrungen im Rahmen des Integrated Ocean Drilling Programs definiert werden. Moore nahm dann an den ersten Nankai-Bohrungen (Expedition 314) im Jahr 2007 teil. Bevor die Bohrungen am Nankai-Trog abgeschlossen werden konnten, geschah im Jahr 2011 das starke Erdbeben und der dadurch ausgelöste Tsunami vor der Küste Japans, bei dem das Atomkraftwerk Fukushima zerstört wurde. Aus dem Beben konnte die Wissenschaft viel lernen und die Bohrungs-bemühungen in Nankai wurden fortgesetzt. Seit 2014 wurden zehn Flach- und zwei Tiefbohrungen durchgeführt. Professor Moore war Co-Fahrtleiter auf der Expedition 338 in 2012/13, wo die bisher tiefste Bohrung im Nankai Gebiet mit einer Tiefe von 3.500 Metern erreicht werden konnte. Bis zum Jahr 2017/18 soll sie weiter auf 5.000 Meter vertieft werden. Bis jetzt zeigen die Bohrungen im Rahmen des NanTroSEIZE-Projektes, dass die Abrutschung während des Erdbebens, welches entlang der basalen Abgleitung auftrat, sich auf dem ganzen Weg zum Graben fortpflanzt, aber auch aufwärts zur Oberfläche entlang einer verzweigten Verwerfung (Splay Fault). Diese Abrutschung hat eine enorme Gesteinsmasse mehrere Meter seewärts gedrückt.



■ Schlammvulkan an der Westküste Myanmars. Foto: Gregory Moore

Subduktion und Schlammvulkane

Ein bisher weniger gut verstandenes Phänomen in der Subduktionszone ist das Aufsteigen von Schlamm im Akkretionskeil bedingt durch starke geodynamische Drücke. Wenn der unter Druck gesetzte Schlamm die Oberfläche erreicht, bricht er als Schlammvulkan aus. Professor Moore begann 2013 seine Untersuchungen an Schlammvulkanen entlang der Westküste von Myanmar, wobei in drei Forschungskampagnen Schlammproben gesammelt und die kleinräumige geologische Struktur von Schlammvulkanen analysiert wurde. Mithilfe von Isotopenchemieanalysen der Schlämme, die Professor Achim Kopf vom MARUM durchführte, zeigten sich

Hinweise, dass die Schlammvulkane in Tiefen von mehr als ein bis zwei Kilometern entstehen und mit stark gescherten Flyschsedimenten (Mélanges) eng verbunden sind. Zusätzliche Feldarbeit und Analysen werden notwendig sein, um zu erfahren, ob der Schlamm-Diapirismus die Mélanges verursacht oder ob der Schlamm passiv entlang von Scherzonen aufsteigt.

Im Rahmen dieses Forschungsgebietes nahm Moore im vergangenen Jahr an einer Ausfahrt mit seinen japanischen Kollegen teil, um Schlammvulkane am Meeresboden in der Nankai-Region mit einem autonomen Unterwasserfahrzeug (AUV) zu untersuchen. Das AUV ist in der Lage, die Topografie des Meeresbodens zu kartieren und mithilfe des Seitensichtsonars die Oberflächenstrukturen aufzunehmen. Diese Karten werden im Laufe dieses Jahres auf einer Expedition mit dem deutschen Forschungsschiff SONNE genutzt, um aktive Strukturen zu beproben. Professor Moore wird an dieser Ausfahrt teilnehmen, um die Beziehungen zwischen den Schlammvulkanen und tieferen Strukturen, welche auf seismischen Profilen erkennbar sind, zu entschlüsseln.

„Wir sind guter Hoffnung, dass unsere langjährigen Untersuchungen von Subduktionszonen zu einem besseren Verständnis der Bedingungen führen, welche starke Erdbeben und resultierende Megatsunamis hervorrufen. Damit verbunden ist das Ziel, zukünftige Gefahren zu quantifizieren – nicht nur in der Nankai-Region, sondern an allen aktiven Subduktionszonen der Welt“, so Professor Moore. Während seines Aufenthaltes in Kiel arbeitet er daher an einem weiteren Fahrtvorschlag, um mit FS Sonne die Subduktionszonen vor Myanmar weiter zu untersuchen. ■

Mehr zu diesem Thema: www.geomar.de/fileadmin/content/service/presse/public-pubs/petersen-essays/moore_essay.pdf



15

ZUM VERSTÄNDNIS VON SUBDUKTIONSZONEN
durch marine geophysikalische Messungen, Landkartierungen
und marine Bohrungen

DIE EXZELLENZ-INITIATIVE DER PROF. DR. WERNER PETERSEN-STIFTUNG

15. PETERSEN EXZELLENZ-PROFESSUR | MAI 2016

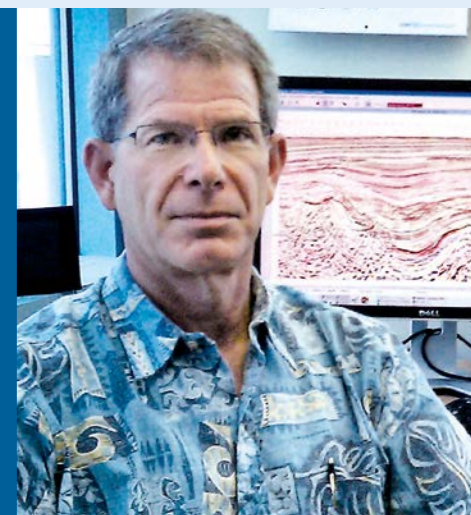
Gregory Moore studierte Geologie an der University of California in Santa Barbara, USA (B. A. 1973) und der Cornell University, USA (Ph.D. in 1977). Nach mehreren Jahren als Postdoc am Scripps Institution of Oceanography, wechselte er zu Cities Service Oil Co. Research Lab, bevor er 1984-1988 als Associate Professor an die University of Tulsa wechselte. 1989 wurde er zum Professor an der School of

Ocean and Earth Science and Technology an der University of Hawaii ernannt und nahm an 14 Forschungsreisen und fünf ODP / IODP Expeditionen teil, davon 11 als leitender oder stellvertretender leitender Wissenschaftler. Ferner unternahm Gregory Moore drei geologische Kartierungsexpeditionen in Myanmar. Er ist Autor von mehr als 150 begutachteten wissenschaftlichen Artikeln.

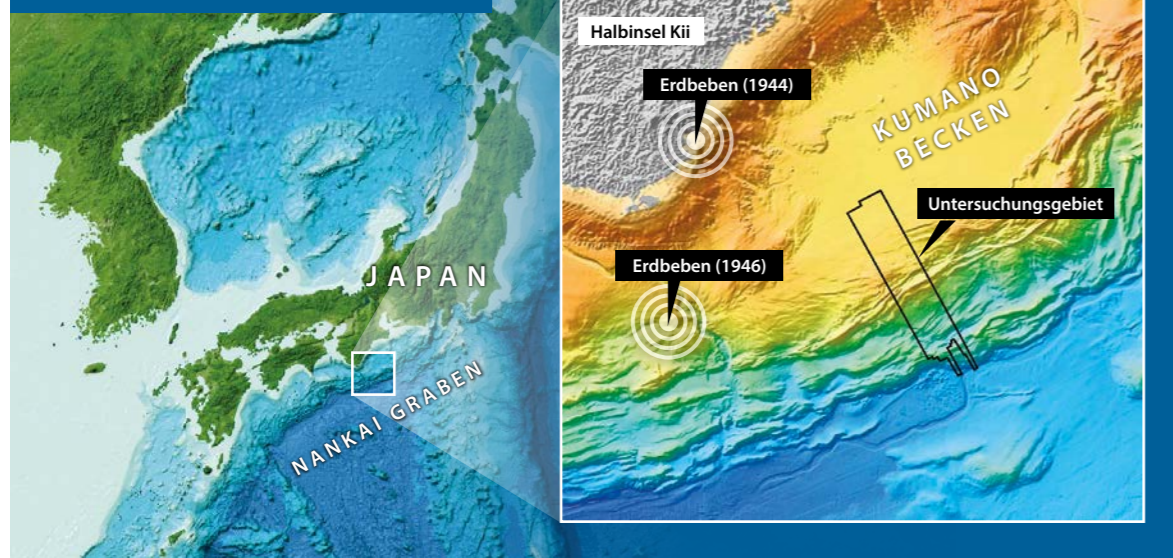
PROF. DR. GREGORY MOORE

Position: Professor für Marine Geophysik, Department of Geology and Geophysics, University of Hawaii, U.S.A.

Spezialgebiet: Untersuchung von konvergenten Plattengrenzen

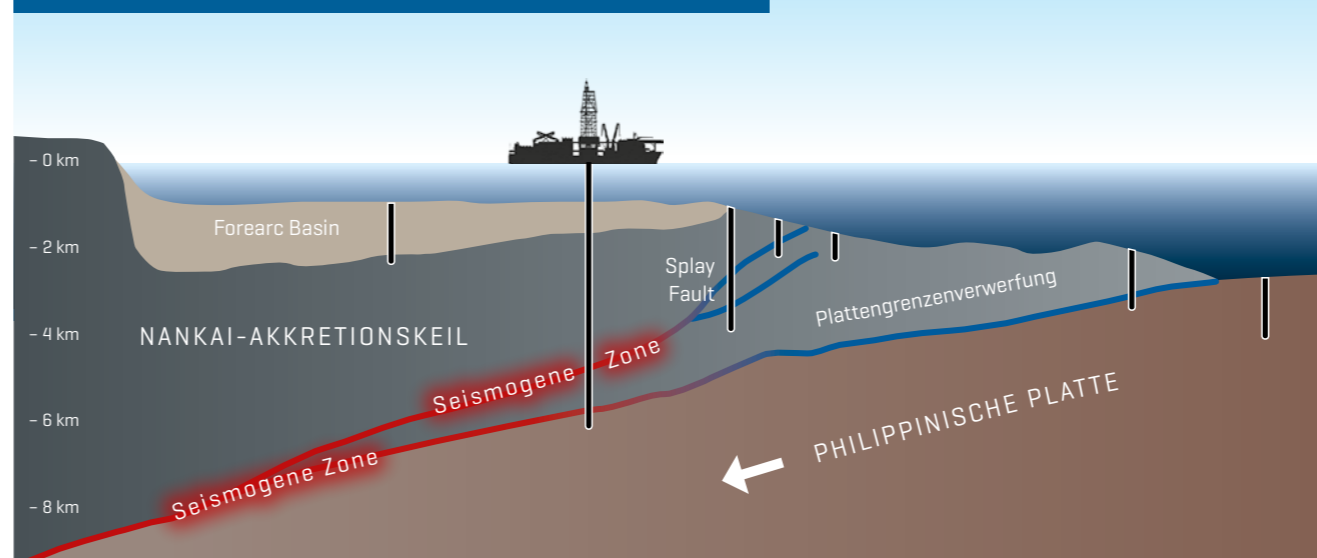


STRUKTUR DES MEERESBODENS



Die Philippinische Platte taucht im Nankai-Graben mit einer Geschwindigkeit von 4-6 cm pro Jahr unter den aktiven Kontinentalrand vor Südwest-Japan ab. Dabei werden von der abtauchenden Platte bis zu mehrere hundert Meter dicke Sedimentlagen abgerissen und im Akkretionskeil der Eurasischen Oberplatte angelagert.

DIREKTE ÜBERPRÜFUNG DURCH MARINE BOHRUNGEN



Das Projekt NanTroSEIZE des IODP stellt das bisher ambitionierteste Vorhaben geowissenschaftlicher Grundlagenforschung dar. Mit dem Bohrschiff Chikyu werden in mehr als einem Dutzend Expeditionen Bohrungen in verschiedene Teile der abtauchenden Philippinische Platte als auch in den Nankai-Akkretionskeil vorgenommen, deren tiefste die seismogene Zone in ca. 5,5 bis 6 km Tiefe unterhalb des Meeresbodens erreichen wird. Quelle: IODP

Die stärksten und zerstörerischsten Erdbeben auf der Erde treten entlang von konvergenten Plattengrenzen auf. An diesen Stellen wird eine Erdplatte unter eine andere geschoben, ein Vorgang, der als Subduktion bezeichnet wird. Hierbei werden Sedimente von der abtauchenden ozeanischen Platte abgetragen und in Form eines sogenannten Akkretionskeils zur kontinentalen Platte hin aufgeschoben. Durch Subduktion erzeugte schwere Erdbeben, die ihren Ursprung unter dem Meeresboden haben, erzeugen oft auch verheerende Tsunamis, denen tausende Menschen zum Opfer fallen, wie im Jahr 2004 in den Gebieten um den Indischen Ozean oder im Jahr 2011 entlang der Ostküste Japans. Um die Folgen solcher Naturkatastrophen zukünftig zu begrenzen, ist es für Wissenschaftler entscheidend, ein besseres Verständnis über das Entstehen solcher Erdbeben zu erlangen.

Subduktion, Erdbeben und Tsunamis

In seiner wissenschaftlichen Karriere widmete sich Professor Moore der Untersuchung von konvergenten Plattengrenzen auf der ganzen Welt. Seine Arbeit konzentrierte sich auf die Entwicklung von Akkretionskeilen mithilfe von Daten sowohl von Land aus als auch durch marine Expeditionen. So entdeckte er während geologischer Feldarbeiten an einem herausgehobenen Terrain auf einer Insel westlich von Sumatra, dass sich hier die tiefen Stockwerke der Erde an der Oberfläche anstehen. Anschließend untersuchte er dann den tieferen, unter Wasser gelegenen Teil der Region, indem er die inneren Strukturen des Rückens mit seismischen Reflektionstechniken abbildete. Aufgrund der Tatsache, dass die Sumatra Region langsam absinkt, hielten die Experten die Wahrscheinlichkeit für große Erdbeben in dieser Region

für eher gering. Deshalb wandten sich Professor Moore und seine Kollegen der Erforschung der aktiven Subduktionszonen von Kaskadien (Westküste der USA und Kanada), Mittelamerika, Barbados und Japan zu. Alle seine wissenschaftlichen Arbeiten beinhalteten eine Kombination aus seismischen Bildgebungsverfahren und direkten Überprüfungen durch Tiefseebohrungen.

Nach Expertenmeinung galt der Nankai-Trog vor der Ostküste Japans als der geeignetste Ort, um Subduktionsprozesse zu studieren, da hier über die letzten 2.000 Jahre eine Reihe von schweren Erdbeben und daraus resultierenden Tsunamis dokumentiert sind. Die letzten großen Beben ereigneten sich 1944 und 1946. Daher schlossen sich japanische und amerikanische Forschergruppen



Mehr als eine Milliarde Menschen leben in tiefliegenden Küstenregionen, die von Tsunamis betroffen sein können, selbst wenn diese Regionen keine Erdbebengebiete sind. Denn Tsunamiwellen können sich über ganze Meere ausbreiten. Der Tsunami nach dem Sumatra-Beben 2004 erreichte die Küste Nord-Sumatras nach etwa 30 Minuten. Nach einer Stunde erreichte die Welle Thailand, nach zwei Stunden Sri Lanka, nach drei Stunden Indien und die Malediven und nach etwa sieben Stunden die ostafrikanische Küste. Grafik: GEOMAR

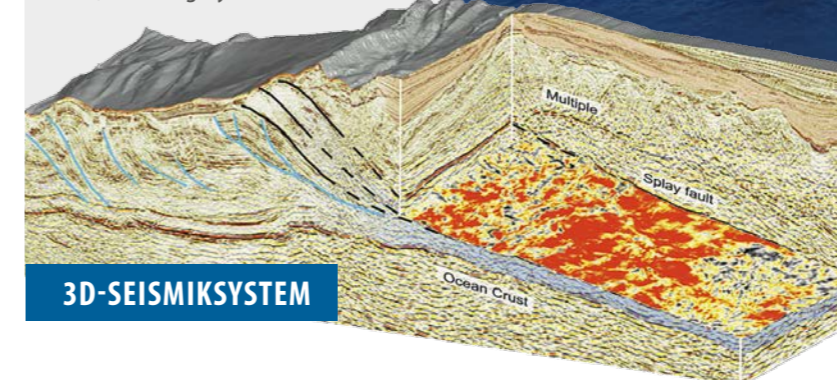
zusammen, um den Nankai-Trog näher zu untersuchen. Ergebnisse seismischer Verfahren zeigten die Komplexität der Akkretionszone und wiesen auf die Notwendigkeit von dreidimensionalen seismischen Untersuchungen hin. Eine erste 3D-Seismik Aufnahme, welche von dem US-akademischen Schiff R/V Maurice Ewing ausgeführt wurde, brachte Einblicke in die horizontalen Veränderungen dieser komplexen Region und half bei der Definition von Zielen für Bohrungen für die Ausfahrten Nummer 190 und 196 im Rahmen des Ocean Drilling Programs.

Professor Moore nahm als Co-Fahrtleiter an der Ausfahrt mit der Nummer 190 teil, auf der in der vorderen Region des Akkretionskeils Bohrungen durchgeführt wurden und lernte dabei viel über die Deformation entlang der Plattengrenzenverwerfung (Décollement) und die Überschiebungsfrent.

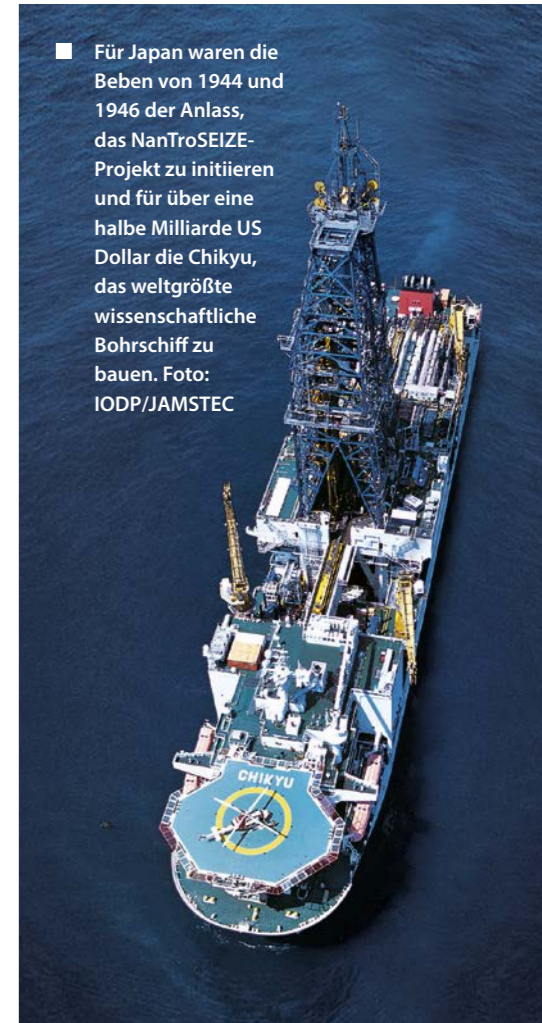
Als die japanische Regierung das Bohrschiff Chikyu baute, auf dem industrielle Riser-Technik zum Einsatz kam, war es selbstverständlich, dass der Nankai-Trog als erstes Ziel für eine Ultra-Tief-Bohrung in eine aktive Subduktionzone erwählt wurde. Pläne für das Nankai Trough

Seismogenic Zone Experiment (NanTroSEIZE) beinhalteten Bohrungen durch die Plattengrenzenverwerfung in Tiefen von fünf bis sieben Kilometern, um Proben für Laborarbeiten zu gewinnen und um das Bohrloch für Messungen von in-situ Temperatur, Druck und seismischen Variationen zu instrumentieren. Während ihrer Arbeiten am Nankai-Trog wurden die Forscher durch das schwere Sumatra-Erdbeben im Jahr 2004 überrascht. „Offensichtlich lagen wir mit der Annahme, dass die Sumatra Region keine solch große Beben verursachen könnte, falsch“, so Professor Moore. „Wir verstärkten daraufhin unsere Arbeiten

3D-Seismik zur Vorbereitung der Tiefbohrungen im Nankai-Trog: An einem von einem Schiff aus geschleppten Kabel hängen mehrere parallele Ketten von Meßgeräten, die das Echo einer zum Meeresboden ausgesandten Schallwelle aufnehmen. Aus den Signalen können anschließend hochauflösende dreidimensionale Aufnahmen der einzelnen Gesteinsschichten des Zielgebietes erstellt werden. Quelle: Gregory Moore

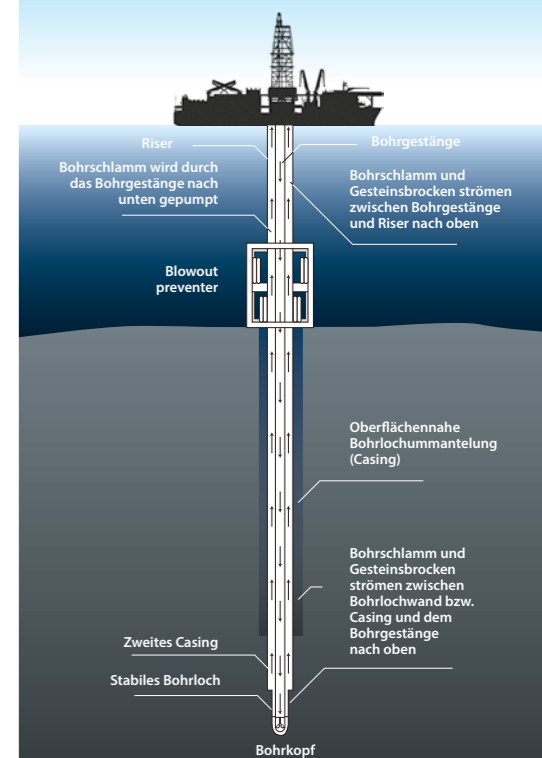


3D-SEISMIKSYSTEM



Für Japan waren die Beben von 1944 und 1946 der Anlass, das NanTroSEIZE-Projekt zu initiieren und für über eine halbe Milliarde US Dollar die Chikyu, das weltgrößte wissenschaftliche Bohrschiff zu bauen. Foto: IODP/JAMSTEC

RISER BOHRSYSTEM



Riser Bohrtechnik ist notwendig um mehrere tausend Meter tief zu bohren. Hierbei wird das Bohrgestänge von einer Ummantelung umschlossen, in dem Bohrschlamm zirkuliert. Auf diese Weise kann der Druck im Bohrloch kontrolliert werden. Ein „Blowout preventer“ genanntes Gerät schützt das Schiff vor explosivem Entweichen von Öl und Gas aus dem tiefen Untergrund. Quelle: IODP