

BERICHTE

aus dem MARUM und dem Fachbereich
Geowissenschaften der Universität Bremen

No. 308

Wefer, G.
Freudenthal, T.

**MEBo200 – ENTWICKLUNG UND BAU EINES
FERNGESTEUERTEN BOHRGERÄTES FÜR KERNBOHRUNGEN
AM MEERESBODEN BIS 200 M BOHRTEUFE**

SCHLUSSBERICHT



Berichte, MARUM – Zentrum für Marine Umweltwissenschaften, Fachbereich
Geowissenschaften, Universität Bremen, No. 308, 9 pages, Bremen 2016

ISSN 2195-9633

Berichte aus dem MARUM und dem Fachbereich Geowissenschaften der Universität Bremen

published by

MARUM – Center for Marine Environmental Sciences

Leobener Strasse, 28359 Bremen, Germany

www.marum.de

and

Fachbereich Geowissenschaften der Universität Bremen

Klagenfurter Strasse, 28359 Bremen, Germany

www.geo.uni-bremen.de

The "Berichte aus dem MARUM und dem Fachbereich Geowissenschaften der Universität Bremen" appear at irregular intervals and serve for the publication of cruise, project and technical reports arising from the scientific work by members of the publishing institutions.

Citation:

Wefer, G., Freudentahl, T.: MeBo200 – Entwicklung und Bau eines ferngesteuerten Bohrgerätes für Kernbohrungen am Meeresboden bis 200 m Bohrteufe, Schlussbericht. Berichte, MARUM – Zentrum für Marine Umweltwissenschaften, Fachbereich Geowissenschaften, Universität Bremen, No. 308, 9 pages. Bremen, 2016. ISSN 2195-9633.

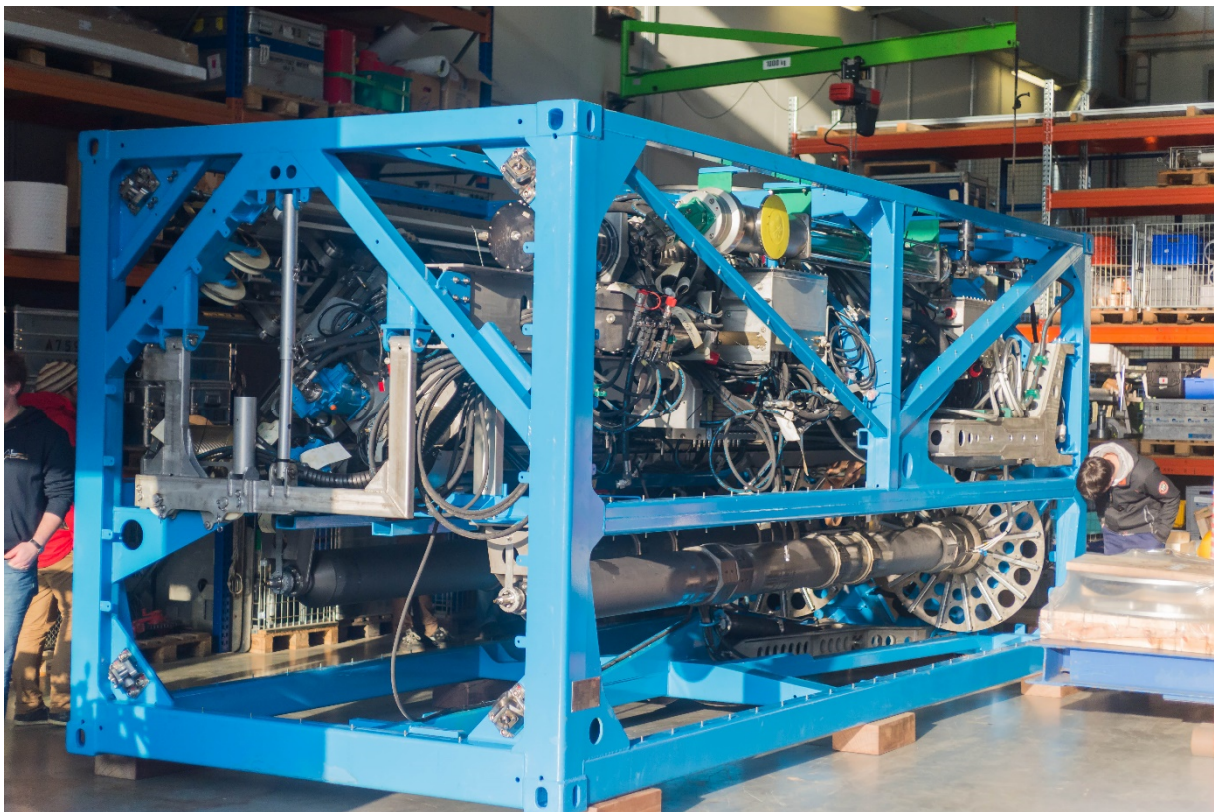
An electronic version of this report can be downloaded from:

<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:46-MARUM9>

Please place requests for printed copies as well as editorial concerns with reports@marum.de

MeBo200 – Entwicklung und Bau eines ferngesteuerten Bohrgerätes für Kernbohrungen am Meeresboden bis 200 m Bohrteufe

Schlussbericht



FKZ: 03F0647A

Laufzeit des Vorhabens: 01.12.2011 - 30.04.2015

MARUM / Universität Bremen

Prof. Dr. Gerold Wefer, Dr. Tim Freudenthal

freuden@marum.de

INHALTSANGABE

1.	Kurzdarstellung	2
2.	Entwicklungsergebnisse.....	5

1. Kurzdarstellung

Basierend auf Erfahrungen bei der Entwicklung und des Betriebes des Meeresboden-Bohrgerätes MARUM-MeBo70 (Einsatztiefe maximal 2000 m; Bohrteufe ca. 70 m) sollte ein neues ferngesteuertes Bohrgerät MARUM-MeBo200 entwickelt und gebaut werden, das für einen tieferen Einsatz bis ca. 3000 m Wassertiefe und eine größere Bohrteufe bis 200 m ausgelegt ist.

Wesentliche Designkriterien für die Entwicklung waren:

- MARUM-MeBo200 kann von den größeren deutschen Forschungsschiffen (z.B. RV METEOR, RV SONNE) eingesetzt werden. Dies erfordert eine Limitierung des Einsatzgewichtes vergleichbar zu MARUM-MeBo70 auf 9 – 10 Tonnen bei gleichzeitiger Erhöhung der Ladekapazität für Bohrgestänge und Kernrohre.
- MARUM-MeBo200 wird weltweit auf unterschiedlichen Forschungsschiffen eingesetzt. Dies erfordert den Transport der für den Betrieb benötigten Systemkomponenten in bzw. als 20' Transportcontainereinheiten mit CSC-Zulassung.
- Erprobte und bewährte Einsatzkonzepte des MARUM-MeBo70 sollen weitestgehend für MeBo200 übernommen werden, um Risiken des Fehldesigns zu minimieren.
- Die Wartungsfreundlichkeit des MARUM-MeBo200 soll gegenüber dem MARUM-MeBo70 verbessert werden.
- Um die Sicherheit beim Arbeiten mit dem MARUM-MeBo200 zu gewährleisten, soll es den Germanischer Lloyd Rules for Classification and Construction „I-Ship Technology, Part 5 – Underwater Technology, Chapter 3 – Unmanned Submersibles (ROV, AUV) and Underwater Working Machines, including the launch and recovery system (LARS), umbilical and winch“ entsprechen.

In einer primären Systemdesignphase wurden zunächst drei unterschiedliche Transport- und Einsatzvarianten entwickelt und verglichen. Der Bau des MeBo200 in einen 20' Transportrahmen, der im Einsatz vertikal auf den Meeresboden abgesetzt erhielt den Vorzug vor der ebenfalls untersuchten Langvariante (Transport als 40' Container) und dem 20' Containerrahmen, der horizontal eingesetzt wird. Die erstgenannte Design-Variante stellt die geringsten Ansprüche an das Schiff und war aufgrund der größtmöglichen Beibehaltung bewährter Technik und Nutzungskonzepte des MARUM-MeBo70 mit dem geringsten Entwicklungsrisiko verbunden. Aufgrund der Platzlimitierung ist mit diesem Konzept eine maximale Kernbohrlänge von ca. 160 m erreichbar. Durch Umwidmung von Stauposition für Kernrohre zur Beladung von zusätzlichen Bohrröhren, kann in einem zweiten Einsatz eine Bohrtiefe von ca 220 m Tiefe erreicht werden, wobei die oberen 150 m ohne Kerngewinn durchbohrt werden und die kontinuierliche Kernprobengewinnung zwischen 150 und 220 m

Bohrtiefe erfolgt. Eine Beprobung von 0 – 220 m Bohrtiefe erfordert daher zwei separate Einsätze. Wird die maximale Magazinkapazität für Bohrrohre genutzt, ist eine gezielte Probennahme sogar bis in 260 m Bohrtiefe möglich.

Ein wesentliches Ziel der Konstruktionsphase war die Gewichtsoptimierung des MeBo200. Sowohl die erhöhte Magazinkapazität für die Verdoppelung der Bohrtiefe als auch die zusätzliche Anforderung an den Rahmen des MeBo200 in Folge dessen Nutzung als Transportrahmen mit CSC-Zulassung erforderten einen erhöhten Materialeinsatz gegenüber dem MeBo70. Das Konstruktionsziel, dass das MeBo200 nicht schwerer als das MeBo70 werden sollte, wurden im Wesentlichen durch eine optimierte statische Auslegung mit Hilfe der FE-Analyse, durch den verstärkten Einsatz von Aluminium und Kunststoffen, sowie durch den erhöhten Arbeitsdruck und entsprechend kleineren Antrieben der Hydraulik erreicht. Der Einsatz von Aluminium für die Bohrrohre und Titan für die Kernrohre ist ein entscheidender Faktor, der die Verdoppelung der Bohrkapazität des MeBo200 gegenüber MeBo70 bei gleichbleibendem Einsatzgewicht ermöglicht.

Neben dem Bohrgerät sind das Aussetzsystem (Launch and Recovery System, LARS), das Einsatzkabel und Winde, das Energieversorgungssystem sowie Kontrollcontainer, Werkstattcontainer und Bohrgestängecontainer wesentliche Komponenten des MeBo200-Systems, die für den Einsatz des Gerätes von einem Forschungsschiff benötigt werden. Mit den Ergebnissen der Konstruktionsphase des Bohrgerätes konnten die Anforderungen für diese Komponenten spezifiziert werden. Eine besondere Herausforderung war hier die Optimierung der Einsatztiefe durch das zu beschaffende Umbilical und der Winde. Das nach Analyse alternativer Materialien für die Umbilicalarmierung und verschiedener Windenkonzepte im Rahmen dieses Projektes beschaffte System ermöglicht eine Einsatztiefe von 2700 m. Mit einem maximalen Einsatzgewicht (Bohrgerät, Bohrgestänge und Umbilical) in Wasser von 20 t ist neben dem neugebauten Forschungsschiff FS SONNE auch das FS METEOR geeignet, das System bis zur maximalen Einsatztiefe einzusetzen. Um ein Transportgewicht von 30,5 Tonnen pro 20'Containereinheit nicht zu überschreiten, wurden sowohl der hydraulische Antrieb der Winde als auch die Hochspannungsanlage zur Einspeisung von 3000 V in das Umbilical als eigene Anlagen umgesetzt, welche in einem Aggregatecontainer separat von der Winde transportiert werden.

Die Beschaffung bzw. Bau und Test wesentlicher Systemkomponenten des MeBo200 erfolgte in den ersten 30 Monaten der Projektlaufzeit. Insbesondere bei der Beschaffung der Winde gab es allerdings Verzögerungen und im Anschluss Nachbesserungsbedarf, welche eine Projektlaufzeitverlängerung über die ursprünglich geplanten 36 Monate hinaus erforderlich machten. Parallel zur Konstruktion und Beschaffung der Komponenten wurde eine Steuerung für das MeBo200 entwickelt. Die Systemintegration begann nach ca. 24 Monaten Projektlaufzeit. Im Oktober 2014 erfolgte ein erfolgreicher System, Einsatz und Bohrtest von

dem FS SONNE in der Nordsee. An dieser Testexpedition nahm auch Herr Dr. Zahn vom PTJ teil, der sich hier von der erfolgreichen Durchführung des Entwicklungsprojektes überzeugen konnte. Im Anschluss wurden noch Nachbesserungsarbeiten an der Winde ausgeführt. Diese waren notwendig, um das Gesamtgewicht der Winde mit Umbilical von ca. 32 t auf 30,5 Tonnen zu reduzieren. Dieses Ziel wurde mit einer Gesamtlänge von 3000 m Umbilical auf der Speichertrommel erreicht. Zum Abschluss des Projektes wurden Leistungstests des MeBo200 und eine Sicherheitsabnahme des Systems durch den Germanischen Lloyd (DNV-GL) erfolgreich durchgeführt.

2. Entwicklungsergebnisse

Das MeBo200-System besteht aus dem Bohrgerät, einem Aussetzsystem, der Energieversorgung (Aggregatecontainer), dem Kontrollstand (Kontrollcontainer), einem Werkstattcontainer, einem Bohrgestängecontainer und einem Diorama:

a) Bohrgerät: Das Bohrgerät ist in einem CSC-zertifizierten 20'Containerrahmen montiert. Für den Einsatz wird es aufgerichtet und die Abstützfüße werden ausgefahren (Abb. 1)

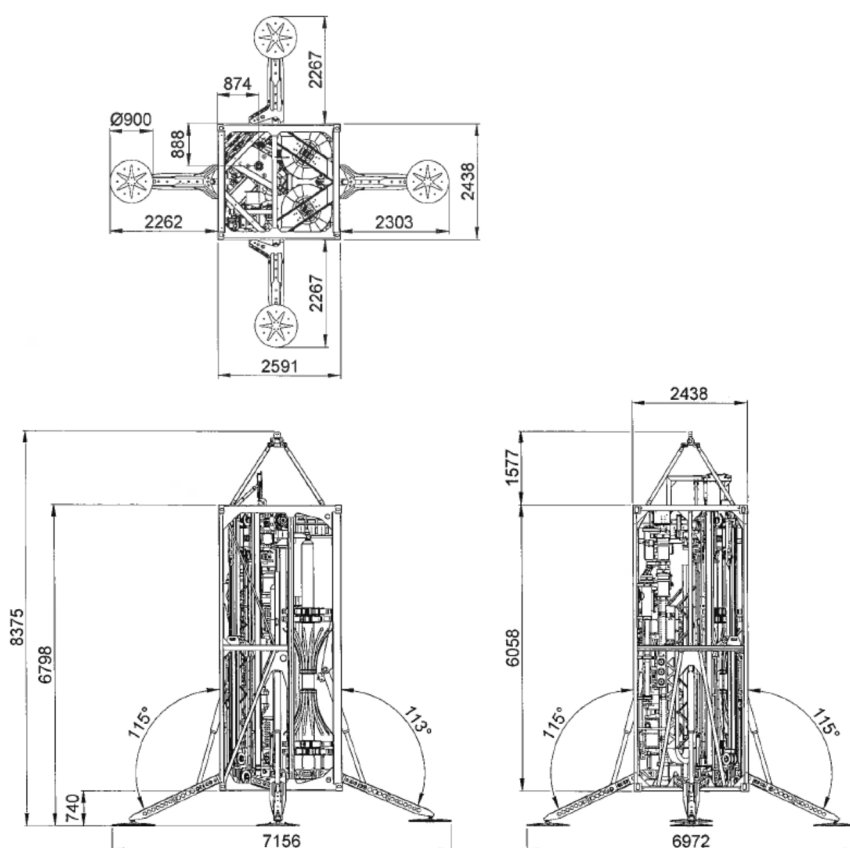


Abb. 1: MARUM-MeBo200 in der Einsatzposition

Mit komplett ausgefahrener Abstützung hat es eine Höhe von ca. 8,4 m und benötigt eine Grundfläche von ca 7,2 x 7 m. Das Transportgewicht mit Transportverkleidung beträgt 10 t.

Der elektrohydraulische 150 hp Antrieb arbeitet mit 3000V und stellt einen Arbeitsdruck von 300 bar zur Verfügung. Die Vorschub-/Zugkraft beträgt 5/10 t, Zugkraft. Der Bohrkopf erreicht eine Geschwindigkeit von 400 U/min und ein Drehmoment von 18kNm. Es wird mit Meerwasser gespült. Die Spülpumpe leistet 1,2 m³/h bei 48,2 bar. Es wird im Kernseilverfahren mit Kernrohren der Größe H (Kerndurchmesser 65 mm, Bohrdurchmesser 103 mm) gebohrt. Die Kernmarschlänge beträgt 3,5 m. Die Gestängemagazine erlauben die Aufnahme von 2x48 Kern-/Bohrrohren. Die Seilwinde zum Bergen der Innenkernrohre kann mit bis zu 5KN

Zugkraft ziehen. Die Seillänge beträgt 260 m. Analog zum MeBo70 wurde ein Telemetrie- und Druckkompensationssystem von Schilling Robotics verwendet. Die Steuerung ist eine Eigenentwicklung des MARUM.

b) Aussetzsystem: Das Aussetzsystem besteht aus einer Winde, einem Spezialkabel (Umbilical) und dem Aussetzrahmen (LARS für Launch and Recovery System). Es sind 3000 m Umbilical auf der Winde aufgetrommelt. Das Umbilical hat enthält Kupferadern und Glasfasern für die Energieversorgung des Bohrgerätes und den Datentransfer. 3 Lagen Stahlarmierung ergeben eine Bruchlast von 910 kN. Das Umbilical hat einen Durchmesser von 35,5 mm und ein Gewicht von 4,15/5 t/km in Wasser/an Luft. Bei einer maximalen Einsatztiefe von 2,7 km, Einem Gerätegewicht inklusive Magazinbeladung von 9 t und einem dynamische Lastfaktor von 1,5 ist mit einem Seilzug von bis zu 30 t zu kalkulieren. Die Winde ist in einem 20'HC Containerrahmen eingebaut. Das Gesamtgewicht inklusive Umbilical beträgt 30,4 t. Das LARS wird auseinanderggebaut in einem 20'HC Container mit einem Gesamtgewicht von 23 t transportiert. Das LARS benötigt aufgebaut eine Grundfläche auf dem Schiffdeck von 9,25 x 4,1m. Es beinhaltet als zentrales Element einen verfahrbaren Schlitten, mit dem das MeBo200 über die Achterkante des Schiffes unter dem A-Rahme gefahren und dort um 90° in die Vertikalposition gekippt wird. In dieser Position wird das Bohrgerät mit der MeBo200-Winde, dem Umbilical und dem A-Rahmen des Schiffes zu Wasser gelassen und anschließend auf dem Meeresboden abgesetzt. Erste Einsatzerfahrungen auf dem Forschungsschiff RV SONNE im Oktober 2014 zeigen, dass das Aussetzkonzept gegenüber dem MeBo70 durch den verfahrbaren Schlitten noch wesentlich verbessert werden konnte.

c) Aggregatecontainer: Die Hochspannungsversorgung des MeBo200 und das Hydraulikaggregat für die MeBo-200 Winde werde zusammen mit dem Kabelblock für den A-Rahmen in einem separaten 20'HC Container mit einem Gesamtgewicht von 15 t transportiert. Falls das limitierte Platzangebot an Bord dies erfordert, können die Aggregate im Bedarfsfall aus dem Container herausgenommen und separat in der Nähe der Winde aufgebaut werden.

d) Kontrollcontainer: Der Kontrollcontainer ist eine Weiterentwicklung basierend auf den Einsatzerfahrungen mit dem MeBo70-Kontrollcontainer. Optimierungen erfolgten im Bereich der Redundanz der benötigten Server, in der Videobilddarstellung und im Bereich der Klimatisierung. Es handelt sich um einen 20' HC Container mit einem Gewicht von 6 t.

e) Werkstattcontainer: Der Werkstattcontainer enthält Werkzeug und Ersatzteile, welche benötigt werden, um eventuell benötigte Wartungen oder Reparaturen mit Bordmitteln auf See durchführen zu können. Es handelt sich um einen 20'Container mit einem Transportgewicht von 8 t.

f) Bohrgestängecontainer: Wegen der längeren Bohrstangen gegenüber MeBo70 musste ein neues Konzept zur Lagerung und Transport des benötigten Bohrgestänges entwickelt werden. Hierfür wurde ein 20'HC Container beschafft der mit der mitgeführten Bohrausrüstung

ein Transportgewicht von ca. 13 t erreicht. Das Bohrwerkzeug (Innenkernrohre, Bohrstangen) trägt bei voller Magazinbeladung wesentlich zum Einsatzgewicht des MeBo200 bei. Um Gewicht einzusparen wurden Bohrstangen aus Aluminium und Innenkernrohre aus Titan entwickelt. Für eine höchstmögliche Arbeitssicherheit beim Be- und Entladen der Magazine des MeBo200 wurde ein Beladesystem entwickelt (Abb.2).

g) Diorama: Um die Herausforderungen der Erforschung des Meeresbodens einer breiten Öffentlichkeit zu vermitteln wurde ein interaktives Diorama erstellt, welches die modernsten Unterwassertechnologien für die Meeresforschung, zu denen das Meeresboden-Bohrgerät „MeBo200“ gehört, anschaulich präsentiert. Auf dem neuen Forschungsschiff FS SONNE wurde dieses Diorama während der Vorstellungsreise genutzt, um interessierten Besuchern, unter anderen der Bundesministerin für Bildung und Forschung Frau Prof. Dr. J. Wanka, Hintergrundwissen zu den Technologien und geologischen sowie biologischen Aspekten der Tiefsee zu vermitteln.

Die spezifizierten Leistungen der wesentlichen Baugruppen des Bohrgerätes wurden in einem Leistungstest mit der Firma Bauer Maschinen GmbH (Verantwortlich für die Mechanik und Hydraulik des Gerätes) nachgewiesen. In einem Einsatzstest von dem Forschungsschiff RV SONNE konnte im Oktober 2014 die Eignung des Gerätes unter realistischen Einsatzbedingungen nachgewiesen werden (Abb.2). Es wurden je zwei Testeinsätze in der Nordsee im Helgoländer Schlickgebiet und im Elbeurstromtal durchgeführt, in denen die Funktionalität des Bohrgerätes sowie das Aus- und Einsetzen getestet wurde. Der hohe Schwebstoffgehalt beeinträchtigte die Sichtweite und die Videoüberwachung im Gerät. Dennoch konnten bei zwei Einsätzen Probebohrungen mit Bohrtiefen von 3,5 und 12,65 m erfolgreich durchgeführt werden.

Weiterhin wurde das MeBo200-System sicherheitstechnisch vom Germanischen Lloyd (DNV-GL) geprüft und zertifiziert.

Der erste wissenschaftliche Einsatz des MeBo ist im März/April 2016 vor Neuseeland geplant (Forschungsexpedition SO247, Fahrtleitung Katrin Huhn). Weitere 8 Fahrtanträge mit MeBo70 oder MeBo200 sind derzeit bewilligt. Mit der deutlich höheren Bohrtiefenkapazität des MeBo200 gegenüber MeBo70 ist mit einer intensiven Nutzung für wissenschaftliche Forschungsexpeditionen über die nächsten Jahre hinaus zu rechnen.



Abb. 2: Beladen der Magazine während der SONNE Testexpedition mit MARUM-MeBo200 im Oktober 2014 in der Nordsee. Das Ladesystem wird in den Rahmen des MeBo eingehängt, um die Kernrohre und Bohrstangen hydraulisch in die vorgesehenen Magazinfächer einzudrücken.

From report No. 289 onwards this series is published under the new title:

Berichte aus dem MARUM und dem Fachbereich Geowissenschaften der Universität Bremen

A complete list of all publications of this series from no. 1 to 292 (1986 – 2012) was printed at last in issue no. 292.

- No. 289 – Mohtadi, M. and cruise participants (2012).** Report and preliminary results of RV SONNE Cruise SO 223T. TransGeoBioC. Pusan – Suva, 09.09.2012 – 08.10.2012. 47 pages.
- No. 290 – Hebbeln, D., Wienberg, C. and cruise participants (2012).** Report and preliminary results of R/V Maria S. Merian cruise MSM20-4. WACOM – West-Atlantic Cold-water Corals Ecosystems: The West Side Story. Bridgetown – Freeport, 14 March – 7 April 2012. 120 pages.
- No. 291 – Sahling, H. and cruise participants (2012).** R/V Heincke Cruise Report HE-387. Gas emissions at the Svalbard continental margin. Longyearbyen – Bremerhaven, 20 August – 16 September 2012. 170 pages.
- No. 292 – Pichler, T., Häusler, S. and Tsuonis, G. (2013).** Abstracts of the 3rd International Workshop "Research in Shallow Marine and Fresh Water Systems". 134 pages.
- No. 293 – Kucera, M. and cruise participants (2013).** Cruise report of RV Sonne Cruise SO-226-3. Dip-FIP - The extent and structure of cryptic diversity in morphospecies of planktonic Foraminifera of the Indopacific Warm Pool. Wellington – Kaohsiung, 04.03.2013 – 28.03.2013. 39 pages.
- No. 294 – Wienberg, C. and cruise participants (2013).** Report and preliminary results of R/V Poseidon cruise P451-2. Practical training cruise onboard R/V Poseidon - From cruise organisation to marine geological sampling: Shipboard training for PhD students on R/V Poseidon in the Gulf of Cádiz, Spain. Portimao – Lisbon, 24 April – 1 May 2013. 65 pages.
- No. 295 – Mohtadi, M. and cruise participants (2013).** Report and preliminary results of R/V SONNE cruise SO-228, Kaohsiung-Townsville, 04.05.2013-23.06.2013, EISPAC-WESTWIND-SIODP. 107 pages.
- No. 296 – Zonneveld, K. and cruise participants (2013).** Report and preliminary results of R/V POSEIDON cruise POS448. CAPRICCIO – Calabrian and Adriatic Past River Input and Carbon Conversion In the Eastern Mediterranean. Messina – Messina, 6 – 23 March 2013. 47 pages.
- No. 297 – Kopf, A. and cruise participants (2013).** Report and preliminary results of R/V SONNE cruise SO222. MEMO: MeBo drilling and in situ Long-term Monitoring in the Nankai Trough accretionary complex, Japan. Leg A: Hong Kong, PR China, 09.06.2012 – Nagoya, Japan, 30.06.2012. Leg B: Nagoya, Japan, 04.07.2012 – Pusan, Korea, 18.07.2012. 121 pages.
- No. 298 – Fischer, G. and cruise participants (2013).** Report and preliminary results of R/V POSEIDON cruise POS445. Las Palmas – Las Palmas, 19.01.2013 – 01.02.2013. 30 pages.
- No. 299 – Hanebuth, T.J.J. and cruise participants (2013).** CORIBAR – Ice dynamics and meltwater deposits: coring in the Kveithola Trough, NW Barents Sea. Cruise MSM30. 16.07. – 15.08.2013, Tromsø (Norway) – Tromsø (Norway). 74 pages.
- No. 300 – Bohrmann, G. and cruise participants (2014).** Report and Preliminary Results of R/V POSEIDON Cruise P462, Izmir – Izmir, 28 October – 21 November, 2013. Gas Hydrate Dynamics of Mud Volcanoes in the Submarine Anaximander Mountains (Eastern Mediterranean). 51 pages.
- No. 301 – Wefer, G. and cruise participants (2014).** Report and preliminary results of R/V SONNE Cruise SO219A, Tohoku-Oki Earthquake – Japan Trench, Yokohama – Yokohama, 08.03.2012 – 06.04.2012. 83 pages.
- No. 302 – Meinecke, G. (2014).** HROV: Entwicklung und Bau eines hybriden Unterwasserfahrzeugs – Schlussbericht. 10 pages.
- No. 303 – Meinecke, G. (2014).** Inverse hydroakustische USBL-Navigation mit integrierter Kommunikation – Schlussbericht. 10 pages.
- No. 304 – Fischer, G. and cruise participants (2014).** Report and preliminary results of R/V POSEIDON cruise POS464, Las Palmas (Canary Islands) – Las Palmas (Canary Islands), 03.02.2014 – 18.02.2014. 29 pages.
- No. 305 – Heuer, V.B. and cruise participants (2014).** Report and preliminary results of R/V POSEIDON cruise POS450, DARCSEAS II – Deep seafloor Archaea in the Western Mediterranean Sea: Carbon Cycle, Life Strategies, and Role in Sedimentary Ecosystems, Barcelona (Spain) – Malaga (Spain), April 2 – 13, 2013. 42 pages.
- No. 306 – Bohrmann, G. and cruise participants (2015).** Report and preliminary results of R/V METEOR cruise M112, Dynamic of Mud Volcanoes and Seeps in the Calabrian Accretionary Prism, Ionian Sea, Catania (Italy) – Catania (Italy), November 6 – December 15, 2014. 217 pages.
- No. 307 – Fischer, G. and cruise participants (2015).** Report and preliminary results of R/V POSEIDON cruise POS481, Las Palmas (Canary Islands) – Las Palmas (Canary Islands), 15.02.2015 – 03.03.2015. 33 pages.
- No. 308 – Wefer, G. and Freudenthal, T. (2016).** MeBo200 – Entwicklung und Bau eines ferngesteuerten Bohrgerätes für Kernbohrungen am Meeresboden bis 200 m Bohrteufe, Schlussbericht. 9 pages.