

**Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben: 03F0464A
Durchführung abschließender technischer Untersuchungen und Aufbau
eines internationalen Konsortiums für das eisbrechende Forschungsschiff
AURORA BOREALIS**



Projektleiterin: Prof. Dr. Karin Lochte
Direktorin
Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar-
und Meeresforschung in der
Helmholtz - Gemeinschaft
Am Handelshafen 12
27570 Bremerhaven
Tel.: 0471 4831 1101
Fax.: 0471 4831 1102

Projektmitarbeiter: Dr. Nicole Biebow
Dr. Martina Kunz-Pirrung
Lester Lembke-Jene
Elena Tschertkowa-Paulenz
Prof. Dr. Jörn Thiede (durch AWI finanziert)
Eberhard Wagner (durch Aufträge an Dritte)
Kim Engelke (01.05. - 31.10.2007)
Beate Raabe (15.04. - 30.09.2007)

Projektlaufzeit: 01.02.2007 - 31.01.2009

Kurzfassung:

Im Rahmen dieses Projektes wurde das technische Design der AURORA BOREALIS, des weltweit ersten Forschungseisbrechers mit Tiefseebohrfähigkeit entwickelt. Die AURORA BOREALIS ist technisch ein einzigartiges Schiff, denn sie ist die Kombination eines schweren Eisbrechers, Bohrschiffes und Mehrzweck-Forschungsschiffes für den Einsatz in polaren Gebieten und in der offenen See zu allen Jahreszeiten. AURORA BOREALIS wird somit erstmals ganzjährige Expeditionen in die extremsten, bisher kaum erforschten Regionen unserer Erde ermöglichen und damit Erkenntnisse über die Geschichte, die klimatische Entwicklung und die heutige Umwelt der Polargebiete liefern.

AURORA BOREALIS wird eine Bohrausstattung tragen, mit der zwischen 100 m und maximal 5000 m Wassertiefe mehr als 1000 m in den Meeresgrund gebohrt werden kann. Wissenschaftliche Tiefbohrungen werden erstmals selbst im treibenden Packeis ohne Unterstützung durch andere Eisbrecher möglich sein. Um diese Tiefbohrungen durchführen zu können, muss die AURORA BOREALIS im driftenden Eis exakt auf Position gehalten werden. Dazu hat sie ein eisfähiges dynamisches Positionierungssystem, ein absolutes Novum in der Schifffahrt. Eine weitere Besonderheit der AURORA BOREALIS sind ihre zwei sieben mal sieben Meter großen Moon Pools, durch die wissenschaftliche Geräte in die See abgesenkt werden können ohne Wind und Wellen ausgesetzt zu sein. Über dem hinteren Moon Pool wird der Bohrturm stehen, der Vordere ist den anderen wissenschaftlichen Arbeiten vorbehalten und erlaubt es erstmals auch sehr empfindliche und teure Geräte, wie ROV's und AUV's, unter einer geschlossenen Eisdecke auszubringen. Rings um diesen vorderen Moon Pool werden auf mehreren Decks die Laboratorien angeordnet sein, gestaltet als wettergeschütztes Atrium mit Rundgang und Geländern. Hier sind außerdem zahlreiche Stellplätze für zusätzliche wissenschaftliche Laborcontainer vorgesehen, so dass das Schiff für jede Forschungsexpedition optimal mit Laboratorien ausgerüstet werden kann.

Für das wohl anspruchsvollste Forschungsschiff weltweit wurden Baukosten von ungefähr 790 Millionen Euro und jährliche Betriebskosten von ca. 33 Mio. Euro veranschlagt.

Durch eine umfangreiche Presse – und Gremienarbeit und durch zahlreiche bilaterale Workshops in interessierten Ländern konnten in der internationalen Implementierung dieses einzigartigen Schiffes erhebliche Fortschritte erzielt werden. Mit ERICON-AURORA BOREALIS wurde ein internationales Konsortium mit 15 Partnern aus 10 europäischen Ländern gegründet, dass die notwendigen Voraussetzungen für die Beteiligung am Bau und Betrieb dieses Schiffes erarbeiten wird. In einigen Ländern konnten bereits auf politischer Ebene Erfolge erzielt werden, so dass neben Deutschland noch zwei weitere Partner gefunden wurden, die bereit wären, sich am Bau und Betrieb von AURORA BOREALIS zu beteiligen, wenn Deutschland das Projekt weiter voran treibt.

Inhalt

I. EINLEITUNG.....	4
I.1 Aufgabenstellung.....	5
I.2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde.....	5
I.3 Planung und Ablauf des Vorhabens.....	6
I.4 Wissenschaftlich-technischer Stand zu Beginn des Projektes.....	12
I.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	13
II. WISSENSCHAFTLICHE UND TECHNISCHE ERGEBNISSE.....	15
II.1 Verwendung der Zuwendung und erzielte Ergebnisse.....	15
II.1.1 Verwendung der Zuwendung.....	15
II.1.2 Ergebnisse im Bereich Internationale Implementierung.....	15
II. 1.3 Ergebnisse im Bereich Technik.....	17
II.2 Wichtige Positionen des zahlenmäßigen Nachweises.....	28
II.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit.....	31
II.4 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse.....	32
II.5 Fortschritt im Stand der Wissenschaft während der Projektlaufzeit.....	33
II.6 Geplante und eingereichte Veröffentlichungen.....	35
II.7 Literatur.....	35
III. ERFOLGSKONTROLLBERICHT.....	37
III.1 Beitrag der Ergebnisse zu den förderpolitischen Zielen.....	37
III.2 Wissenschaftlich-technische Ergebnisse.....	37
III.3 Fortschreibung des Verwertungsplans.....	38
III.3.1 Erfindungen / Schutzrechte.....	38
III.3.2 Wirtschaftliche Erfolgsaussichten.....	39
III.3.3 Wissenschaftliche und technische Erfolgsaussichten.....	39
III.3.4 Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit.....	40
III.4 Ungelöste Fragestellungen.....	41
III.5 Präsentationsmöglichkeiten für mögliche Nutzer.....	41
III.6 Einhaltung der Kosten- und Zeitplanung.....	41
IV. VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN.....	43

Anhänge (die als vertraulich gekennzeichneten Anhänge sind nicht enthalten)

- A1: Pressespiegel mit ausgewählten Beispielen
- A2: Liste der Vorträge und Poster
- A3: Broschüre und Imageflyer AURORA BOREALIS
- A4: Projekt Abschlussbericht des Generalplaners inkl. Generalpläne (*vertraulich*)
- A5: Baukostenabschätzung (*vertraulich*)
- A6: Betriebskostenabschätzung (*vertraulich*)
- A7: Patentanmeldungen (*vertraulich*)

Anhänge auf CD / DVD

- A8: Filmdokumentation
- A9: Ausschreibungsunterlagen (*vertraulich*)
- A10: Dokumentation Transportsystem durch WSDG (*vertraulich*)
- A11: Dokumentation Risikomanagement durch Lloyds Register (*vertraulich*)

I. EINLEITUNG

Die Erforschung der Ozeane in den nördlichen und südlichen hohen Breiten ist derzeit Gegenstand intensiver wissenschaftlicher Untersuchungen und Diskussionen. Diese Gebiete sind und waren, in historischen und geologischen Zeiträumen, abrupten und dramatischen Klimaveränderungen unterworfen. Die Polargebiete reagieren sehr viel schneller und drastischer auf den globalen Klimawandel als andere Regionen der Erde. Die Abnahme der arktischen Meereisbedeckung, die möglicherweise zu einer Öffnung von Seewegen im Norden Amerikas und Eurasiens und längerfristig zu einem saisonal eisfreien arktischen Ozean führen kann, ebenso wie das Kalben riesiger Tafeleisberge von den antarktischen Eisschelfen sind Beispiele moderner Umwelt- und Klimaveränderungen. Die europäischen Nationen haben ein großes Interesse daran, insbesondere die arktische Umwelt und deren potenzielle Veränderungen zu verstehen, da ihre Territorien teilweise bis in die hohen nördlichen Breiten reichen und Europa in ständigem Austausch mit und unter dem Einfluss der arktischen Umwelt steht. Außerdem sind umfangreiche lebende und mineralische Ressourcen im Arktischen Ozean, dessen Tiefseebecken und den angrenzenden Schelfmeeren vorhanden.

Forschung in marinen polaren Regionen kann nur von technisch hoch entwickelten Forschungsschiffen durchgeführt werden. Moderne Forschungsschiffe, die in der Lage sind in den eisbedeckten, zentralen Arktischen Ozean vorzudringen, gibt es nur sehr wenige. **Ein Forschungseisbrecher auf dem neuesten Stand der Technik wird daher dringend benötigt, um die Ansprüche der Europäischen Polarforschung zu erfüllen.**



Abb. 1: AURORA BOREALIS: Kombination eines schweren Eisbrechers, Bohrschiffes und Mehrzweck-Forschungsschiffes.

AURORA BOREALIS ist als ein großes eisbrechendes Forschungsbohrschiff, das internationale und interdisziplinäre ganzjährige Expeditionen im zentralen arktischen Ozean und später im Südozean ermöglichen wird, geplant (Abb. 1). Die AURORA BOREALIS ist ein Schiffstyp, der weltweit zurzeit noch nicht gebaut worden ist. Sie wird zur Klasse der schweren Eisbrecher gehören, vergleichbar den großen russischen Eisbrechern und somit in der Lage sein fast alle mit Meereis bedeckten, polaren Seegebiete ganzjährig zu befahren. Wissen-

schaftliche Tiefbohrungen in eisbedeckten Gebieten werden erstmals ohne zusätzliche Unterstützung von weiteren Eisbrechern möglich sein.

I.1 Aufgabenstellung

Am 21. und 22. Juli 2005 hat der Wissenschaftsrat (Arbeitsgruppe: „Förderung von umfangreichen Forschungsinfrastrukturen für die Grundlagenforschung“) das Projekt AURORA BOREALIS am Alfred-Wegener-Institut begutachtet. Basierend auf dieser Begutachtung hat der Wissenschaftsrat am 22. Mai 2006 eine Empfehlung zum Bau des Forschungseisbrechers ausgesprochen.

Das Gesamtziel des Vorhabens war es daher, die vom Wissenschaftsrat in seiner Empfehlung geforderten notwendigen technischen Entwicklungsarbeiten und Modellversuche, insbesondere das dynamische Positionierungssystem, die Leistungsfähigkeit des Eisbrechers sowie die Einbindung von zwei Moon Pools in den Schiffsrumpf zu realisieren. Mit ingenieurwissenschaftlichen Untersuchungen und Modellversuchen sollte eine Optimierung der Rumpfform erzielt werden. Ferner sollten die technischen Daten für das Antriebssystem sowie die dynamische Positionierung spezifiziert werden. Eine besondere technische Herausforderung stellte das dynamische Positionierungssystem dar. Es soll gewährleisten, dass das Bohrschiff gegen die enormen Kräfte des treibenden Packeises seine Position halten kann.

Die Ergebnisse aus den oben genannten Entwicklungsarbeiten beeinflussen den gesamten Schiffsentwurf und die Systemkomponenten Bohranlage, Antrieb, Propulsion und Betriebs- und Versorgungsanlagen sowie die Einrichtung, Ausrüstung, Tankanordnung, bis hin zum Seegangsverhalten. Daher sollte im Rahmen dieses Vorhabens das bestehende Schiffskonzept zu einem kompletten Schiffsprojekt weiter entwickelt werden, so dass für den gesamten Schiffsentwurf der AURORA BOREALIS ein Entwicklungsstand erreicht wird, auf dessen Basis die technische Spezifikation für das Ausschreibungsverfahren zum Bau des Schiffes erstellt werden kann.

Zusätzlich sollte die Implementierung von AURORA BOREALIS in Europa und ausgewählten nicht-europäischen Ländern vorangetrieben und Managementstrukturen für dieses multinationale Projekt erarbeitet werden, so dass zum Ende des hier beantragten Vorhabens das europäische Konsortium für den Bau und Betrieb von AURORA BOREALIS feststeht.

I.2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Die Voraussetzung für die Formulierung dieses Projektes war eine Empfehlung des Wissenschaftsrates vom 22. Mai 2006, indem er sich für den Bau des eisbrechenden Forschungsbohrschiffes AURORA BOREALIS ausgesprochen hat. Der Wissenschaftsrat hat zudem empfohlen, auf Grundlage der begutachteten technischen Machbarkeitsstudie vor Baubeginn noch weitere Entwicklungsarbeiten und Modellversuche durchzuführen, die insbesondere die Leistungsfähigkeit des Eisbrechers, die dynamische Positionierung sowie die Realisierung von zwei Moon Pools im Schiffsrumpf betreffen.

Weiterhin ist eine europäische bzw. internationale Mitfinanzierung der Baukosten und der laufenden Kosten integraler Bestandteil der positiven Empfehlung des Wissenschaftsrates. Er empfiehlt daher, dass das BMBF in europäische und internationale Verhandlungen über eine angemessene Beteiligung anderer Länder an den Bau- und Betriebskosten eintreten soll. Der Wissenschaftsrat hat zudem empfohlen, dass sich Deutschland mit einer mindestens 30%igen Beteiligung an den Investitions- und Betriebskosten die Federführung an dem Projekt AURORA BOREALIS sichern soll.