

**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.

I.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Das Projekt bestand aus zwei großen Arbeitsbereichen, dem Bereich der technischen Entwicklungsarbeiten und Modellversuche sowie dem Bereich der Implementierung von AURORA BOREALIS als europäisch-internationalen Forschungseisbrecher. Die anfallenden Arbeiten sollten ursprünglich gemeinsam vom AWI und der Hochschule Bremen, Fachbereich Schiffbau und Meerestechnik durchgeführt werden.

Tab. 1: Nationale und internationale Workshops zur Implementierung von AURORA BOREALIS

Datum	Ort	Kommentare
30. Januar 2009	Utrecht, Niederlande	24 Teilnehmer verschiedener niederländischer Meeres- und Polarforschungsinstitute
15.-19. Dezember 2008	San Francisco, USA	Workshop zum Thema: Antarctic Drilling Challenge, ca. 200 Teilnehmer und Präsentation des Modells von AURORA BOREALIS (Stand #2261)
03. Dezember 2008	Berlin, Deutschland	AURORA BOREALIS Festveranstaltung, 240 Teilnehmer und ERICON Council Meeting, 26 Teilnehmer
14. November 2008	Universität Bergen, Norwegen	28 Teilnehmer verschiedener norwegischer Meeres- und Polarforschungsinstitute
11.-12. November 2008	Dansk Polar Center, Kopenhagen, Dänemark	17 Teilnehmer verschiedener dänischer Meeres- und Polarforschungsinstitute
02. Oktober 2008	Irish Geological Survey, Dublin, Irland	44 Teilnehmer verschiedener irischer und britischer Meeres- und Polarforschungsinstitute
06.-07. Mai 2008	Strasbourg, Frankreich	23 Teilnehmer (Förderorganisationen, wissenschaftliche Institute, Industrie) aus den europäischen Partnerländern
13.-18. April 2008	Wien, Österreich	Splinter Meeting auf der EGU, 30 internationale und deutsche wissenschaftliche Entscheidungsträger, Informationsmultiplikatoren und Experten
09.-11. April 2008	Hamburg, Deutschland	Nationaler Workshop zur Generalplanung mit 32 Experten verschiedener Wissenschaftsbereiche und Industrie
20.-21. Dezember 2007	Hamburg, Deutschland	Nationaler Workshop im Rahmen der Generalplanung
10.-14. Dezember 2007	San Francisco, USA	Ocean Sciences Session "Advances in Tools, Techniques, and Methods for Scientific Drilling, ca. 50 internationale Teilnehmer, Vertreter von IODP und ECORD
04.-05. Dezember 2007	Institut für Arktis- und Antarktisforschung (AARI) St. Petersburg, Russland	28 Teilnehmer verschiedener russischer Meeres- und Polarforschungsinstitute
16.-17. November 2007	Romanian Polar Research Institute, Bukarest, Rumänien	22 Teilnehmer aus verschiedenen osteuropäischen Meeres- und Polarforschungsinstituten (Rumänien, Bulgarien, Griechenland, Estland und Russland)
05.-06. November 2007	Istituto de Scienze Marine CNR-ISMAR, Venedig, Italien	28 Teilnehmer verschiedener italienischer Meeres- und Polarforschungsinstitute
04. April 2007	Brüssel, Belgien	16 Wissenschaftler und Vertreter von Förderorganisationen aus 7 europäischen Ländern

Für den *Bereich der internationalen Implementierung* wurde am AWI ein Koordinationsbüro eingerichtet, um das Projekt in Europa und ausgewählten nicht-europäischen Ländern voranzutreiben und die nötigen Managementstrukturen für dieses multinationale Projekt zu erarbeiten. Dazu wurden insgesamt 15 Workshops in Europa, Russland und den USA durchgeführt (Tab. 1). Zwei der in Tab. 1 aufgeführten Veranstaltungen haben ein besonderes Interesse in der Öffentlichkeit, sowie bei Wissenschaftlern und Multiplikatoren hervorgehoben und damit die internationale Implementierung von AURORA BOREALIS entscheidend voran gebracht. Sie werden deshalb im Folgenden etwas genauer beschrieben:

a) Festveranstaltung in Berlin

Am 3. Dezember 2008 haben das AWI und Wärtsilä Ship Design Germany (vormals SCHIFFKO GmbH - Forschung und Entwicklung maritimer Systeme aus Hamburg) das technische Design der AURORA BOREALIS, des weltweit ersten Forschungseisbrechers mit Tiefseebohrfähigkeit, auf einer Festveranstaltung in Berlin vorgestellt. Ziel dieser Veranstaltung war es, der Öffentlichkeit (u.a. Politik, Wissenschaft, Wirtschaft) und der Presse den Entwurf dieses einzigartigen Schiffes mit seinen technischen Neuheiten zu präsentieren. Damit sollte die technische Leistung des deutschen Schiffbaus gewürdigt und die Bedeutung der deutschen Polarforschung im ausklingenden Internationalen Polarjahr unterstrichen werden. Diese Veranstaltung sollte weiterhin den potentiellen internationalen Partnern zeigen, dass die Idee des Bohrens im Eis und der ganzjährigen Arbeiten in den Polargebieten technisch umsetzbar ist. Die Veranstaltung fand in Berlin im Langenbeck-Virchow-Haus von 18.30 bis 20.00 Uhr statt. Es haben ca. 240 Personen (35 aus dem europäischen Ausland) aus Politik, Wissenschaft, Wirtschaft, Öffentlichkeit und Presse daran teilgenommen. Am Nachmittag vor der Veranstaltung wurde zudem eine Pressekonferenz abgehalten. Das Interesse der Presse und anderer Medienvertreter aus Funk und Fernsehen war sehr groß (Anhang 1).



Abb. 2: Modell von AURORA BOREALIS im Maßstab 1:150.

Im Foyer des Langenbeck-Virchow-Hauses wurde das Projekt mit Hilfe von zwei großen Messeaufstellern, vier Rollups, Infobroschüren und dem Schiffsmodell im Maßstab 1:150 anschaulich präsentiert (Abb. 2). Weiterhin wurde vor der Festveranstaltung der 25 Minuten dauernde AURORA BOREALIS Dokumentarfilm gezeigt (Anhang 8).

b) *Präsentation des AURORA BOREALIS Projektes während des AGU Fall Meetings 2008*
Vom 15.-19. Dezember 2008 fand in San Francisco das American Geophysical Union (AGU) Fall Meeting 2008, die größte erdwissenschaftliche Konferenz weltweit, statt. Das AURORA BOREALIS Projekt wurde mit Hilfe eines Informationsstandes während der angegliederten viertägigen Industrieausstellung dem Fachpublikum vorgestellt (Abb. 3). Das Highlight des Standes war das Modell des Schiffes. Der Stand wurde von den Mitgliedern des AURORA BOREALIS Projektes betreut, die über das Projekt informierten, Infomaterial verteilten und mit dem internationalen Fachpublikum diskutierten. Die täglichen Besucherzahlen am Stand schwankten zwischen 40 und mehr als 120 Personen.



Abb. 3: *AURORA BOREALIS Ausstellung mit Modell, Messeaufstellern und Rollups auf der AGU in San Francisco 2008.*

Während des AGU Fall Meetings wurde ebenfalls gemeinsam mit zwei bedeutenden internationalen antarktischen Forschungs- und Infrastrukturprogrammen (ANDRILL und SCAR-ACE) ein gemeinsames Townhall-Meeting für interessierte Wissenschaftler, Vertreter von Förderorganisationen und Repräsentanten anderer Programme abgehalten. Thema der Veranstaltung war die Vorbereitung langfristiger strategischer Planungen zum wissenschaftlichen Bohren in und um die Antarktis. Während dieses Treffens wurden jüngste Erfolge und zukünftige Pläne der geowissenschaftlichen Antarktisforschung vorgestellt sowie ein Forum geboten, um weitere Schritte zu diskutieren und gemeinsam zu koordinieren. Ziel ist letztendlich die Erstellung ganzheitlicher, abgestimmter Pläne zum geowissenschaftlichen Bohren in der polaren Südhemisphäre, die strategische Gesamtkoordination der verschiedenen Programme und die Erstellung von Dokumenten, die das Interesse und die zukünftigen Schwerpunkte der wissenschaftlichen Gemeinschaft gegenüber Förderorganisationen, Ministerien, Regierungen, und anderen Interessengruppen darstellen. AURORA BOREALIS wurde in einem der drei Haupt-Vorträge ausführlich dargestellt und anschließend in einer Frage- und Antwortrunde für alle Teilnehmer diskutiert. Hierbei wurden vor allem technische Alleinstellungskriterien des Entwurfs sowie die zukünftigen Integrationsmöglichkeiten in internationale Programme diskutiert. Ein weiterer Interessenschwerpunkt lag in der Erweiterung bestehender Forschungskapazitäten in beiden polaren Hemisphären. Die Besucherzahl betrug ca. 200 Personen, hierbei handelte es sich um eine Mischung aus Vertretern europäi-

scher und amerikanischer Förderorganisationen, Delegierten der wesentlichen internationalen Polarforschungsprogramme sowie Repräsentanten verschiedener wissenschaftlicher Schlüsseldisziplinen.

Tab. 2: Technische Workshops zur Generalplanung und zu weiteren Aufträgen AURORA BOREALIS

Datum	Ort	Thema
Generalplanung		
09.-11. April 2008	Hamburg, Deutschland	Nationaler Workshop zur Generalplanung mit 32 Experten verschiedener Wissenschaftsgebiete und Industrie
20.-21. Dezember 2007	Hamburg, Deutschland	Nationaler Workshop im Rahmen der Generalplanung
Auftrag Wissenschaftliches Bohren		
22.-24. Januar 2008	Jurong Shipyard, Singapur	Definition IODP Bohrschiffkomponenten für GAP, Änderungen JR // Sondierungstreffen, technische Grundlagenanalyse
23.-27. Juli 2008	Texas A&M University, College Station, TX, USA	„Kick-Off“ Arbeitstreffen Prioritäten u. Ablauf, Vorstellung Erstversion GAP und kritische Durchsicht
03.-07. September 2008	Jurong Shipyard, Singapur	Technisches Design Review für Rigfloor, Laborräume und Hilfs- und Lagerräume // Analyse bestehender Systeme auf JR, Übertragung Anforderungen in Generalplan und Entwurfsspirale.
17.-18. Dezember 2008	AGU Fall Meeting, San Francisco.	Arbeitstreffen: Erfolgskontrolle Generalplanung Bohrturm und Hilfsräume Durchsicht, Analyse und Korrektur des GAP für Laborräume und -systeme. Vergleich IT Anforderungen, Erstdurchsicht Entwurf technische Dokumentation Teil 6
26.-28. März 2009	WSDG, Hamburg	Abschluss Technische Dokumentation Bohreinrichtung und aller Systeme // Techn. Dokumentation und Erarbeitung Detailkonzepte, Spezifikation Anforderungen Bohrschlamm-Systeme und Bohreinrichtung
Auftrag Risikomanagement		
18. November 2008	AWI, Bremerhaven	LR-AWI Kick-Off Meeting: Festlegung Arbeitsplan und Termine, Basis-Datenerhebung
07.-08. Januar 2009	LLoyds Register, Hamburg	Erfassen gegenwärtiger und möglicher zukünftiger Methoden und Risiken „Oil Spill“
17.-19. Februar 2009	Lloyd's Register, Bremerhaven	Winterisation Rules, Icing, Einführung Mariner Software: Erarbeiten relevanter Daten, Prüfung technischer Dokumentation zur Überprüfung der Klassenanforderungen Winterisation
19. März 2009	WSDG, Hamburg	Arbeitstreffen Struktur-Ingenieure und LR: Überprüfung und Optimierung der Klassenanforderungen Hüllenstruktur und
Auftrag Transportsystem		
22. September 2008	WSDG Hamburg	Transportsysteme Kick-Off: Ermittlung Grundlagen und Basisanforderungen
14. Oktober 2009	AWI Bremerhaven	Anforderungen Transportsysteme
26. Januar 2009	Kloska, Baste & Lange, Hamburg	Schwerpunkt: Verpflegungs- und Proviantssysteme

Um die interessierte Öffentlichkeit umfassend über das Projekt AURORA BOREALIS zu informieren, wurde die Webpage www.eri-aurora-borealis.eu aufgebaut, inhaltlich konzipiert und gestaltet. Sie ist in Deutsch und in Englisch im Netz verfügbar und wird auf Englisch

kontinuierlich weiter gepflegt und aktualisiert. Zudem wurde eine umfangreiche Presse- und Öffentlichkeitsarbeit durchgeführt, um das Projekt national und international bekannt zu machen (Anhang 1). Dafür wurde Material wie z.B. ein Schiffsmodell, Messeaufsteller und Broschüren (Anhang 3) angefertigt sowie eine Film- und Fotodokumentation (Anhang 8) in Auftrag gegeben. (siehe Kap. II.2).

Im Projektzeitraum wurden drei Pressemitteilungen, die Erste nach der Projektbewilligung, die Zweite nach der Vergabe der Generalplanung an Wärtsilä Ship Design Germany (damals SCHIFFKO GmbH) und die Dritte zur Vorstellung des technischen Designs des Schiffes am 3. Dezember 2008 herausgegeben. Das Interesse der Presse und anderer Medienvertreter aus Funk und Fernsehen war bei der dritten Pressemitteilung besonders groß (Anhang 1) und spiegelte sich in einer sehr hohen Zahl von Berichten in Druck-, Rundfunk-, Fernseh- und Online-Medien wider.

Die Hochschule Bremen sollte im **Bereich Technik** die Arbeiten des Arbeitspaketes „Strukturfestigkeit und Konstruktion“, die Ausschreibung verschiedener Arbeitspakete an Drittfirmen und die technische Koordination des Gesamtprojektes übernehmen. Allerdings schied die Hochschule Bremen am 01.11.2007 aus Kapazitätsgründen aus dem Projekt aus. Deshalb wurden die gesamten technischen Entwicklungsarbeiten an einen Generalplaner zu vergeben.

Zunächst wurde vom AWI eine europaweite Ausschreibung zur Vergabe der Generalplanung AURORA BOREALIS durchgeführt. Hierzu wurden detaillierte Randbedingungen für die technische Ausstattung und den Einsatz von AURORA BOREALIS sowie eine ausführliche Leistungsbeschreibung, ein Leistungsverzeichnis und die Vergabekriterien für die Ausschreibung der Generalplanung erstellt.

Das Angebot mit dem besten Preis-Leistungsverhältnis gab die Firma SCHIFFKO aus Hamburg ab, seit dem 1. Juni 2008 Wärtsilä Ship Design Germany (WSDG). Das AWI erteilte daraufhin SCHIFFKO am 3. Dezember 2007 den Auftrag zur Generalplanung.

Während der gesamten Generalplanung haben die Entwurfsingenieure und Senior-Experten von WSDG, insbesondere für die Bereiche Entwurf der Schiffslinien, Maschinenkonzept, dynamisches Positionieren und Eisbrechen, mit der Projektgruppe des AWI als AURORA BOREALIS – Team intensiv zusammengearbeitet. In regelmäßigen (14-tägigen) Abständen wurden ganztägige Projektsitzungen zum Informationsaustausch und für die erforderliche Feinabstimmung durchgeführt. Zur detaillierten Erarbeitung von Anforderungsprofilen an das Schiff seitens der sehr diversen wissenschaftlichen Disziplinen wurden mehrere Arbeitstreffen mit entsprechenden wissenschaftlichen Experten durchgeführt (Tab. 2). Von allen Gemeinschaftssitzungen liegen Ergebnisprotokolle vor.

Die Generalplanung wurde in mehreren Entwurfsschleifen durchgeführt (Abb. 4). Während der ersten Entwurfsschleifen wurden die Hauptabmessungen des Schiffes definiert und den Anforderungen gemäß der maximale Tiefgang für die Abreise des Schiffes mit vollen Bunkern auf 11,00 m berücksichtigt. Für das Eisbrechen wurde ein Tiefgang von 13,00 m gewählt, um mit so genannten „Tauchzellen“ die schrägen Seitenwände des Schiffes im Eisgürtel wirkungsvoll einsetzen zu können. Die maximale Schiffsbreite wurde aufgrund der benötigten Querstabilität sowie der zulässigen Breite zur Durchfahrt des neuen Panama-Kanals auf 49,00 m festgelegt und dazu die Rumpfform für das Eisbrechen optimiert. Die resultierende Schiffslänge über Alles betrug zu diesem Zeitpunkt 224,00 m und die Länge zwischen den Loten 195,50 m.

Als ein wichtiger Meilenstein in der Generalplanung folgten nun die Schleppversuche eines maßstabsgetreuen Modells dieses Entwurfes im Eis und offenen Wasser, die zeitgleich in den Versuchsanlagen der Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt (HSVA) und bei Aker Arctic (AARC) in Helsinki durchgeführt wurden (Abb. 5). Während bei der HSVA die

Versuche zur Dynamischen Positionierung mit einem ferngesteuerten, frei fahrenden Modell ausgeführt wurden, erfolgten diese Versuche bei AARC mit einem am Messwagen eingespannten Modell. Diese unterschiedlichen Simulationen und Methoden der Messtechnik ergänzten einander vortrefflich.

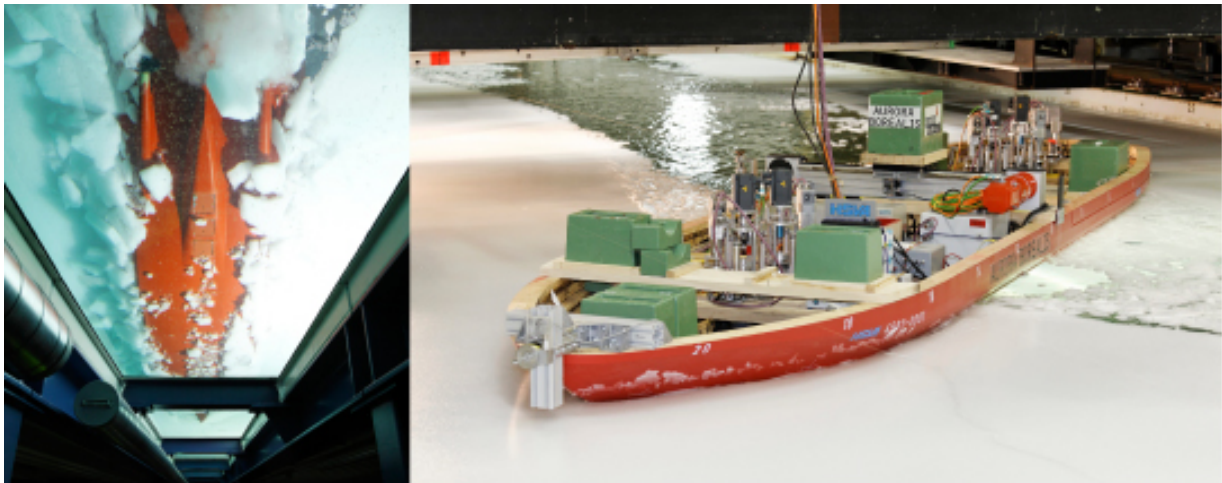


Abb. 5: Schleppversuche mit dem AURORA BOREALIS - Modell in den Eistanks von AARC (links) und der HSVA (rechts).

Ein Hauptziel der Schleppversuche war es, einen qualifizierten Nachweis zu erbringen, dass mit dem vorliegenden Schiffskonzept im driftenden Level-Eis dynamisch positioniert werden kann. Außerdem sollte die Transit-Eisbrechleistung verifiziert und in begleitenden Schleppversuchen im offenen Wasser die Leistungsdaten zum Manövrier- und Seegangverhalten versuchstechnisch ermittelt werden.

Die Modellversuche ergaben, dass der Entwurf von AURORA BOREALIS eine optimale Lösung für einen Forschungsseisbrecher mit Bohreinrichtung darstellt. Verbesserungsmöglichkeiten an den Schiffslinien wurden lediglich in wenigen lokalen Bereichen identifiziert und bezogen sich in erster Linie auf eine Optimierung des Manövrierverhaltens ohne Unterstützung von Hilfsmitteln wie der Rollanlage. Zur weiteren technischen und finanziellen Optimierung dieses Entwurfes von AURORA BOREALIS wurden die Entwurfsingenieure aufgefordert, zeitgleich das Schiff kompakter zu gestalten und auf eine Gesamtlänge von max. 200 m zu reduzieren. Diese Längenreduzierung mit zusätzlicher Entwurfsoptimierung erforderte eine grundlegende und umfassende Projektüberarbeitung und einen damit verbundenen verlängerten Bearbeitungszeitraum von zusätzlich drei Monaten.

Die Anforderungen, wie in der Leistungsbeschreibung definiert, wurden in einer Entwicklungszeit von 16 Monaten vollständig mit einer ungewöhnlich hohen Zahl von Entwurfsschleifen umgesetzt. Die Entwicklung dieses technologisch in vielen Punkten neuartigen Schiffes mit seinen komplexen wissenschaftlichen und schiffstechnischen Einrichtungen konnte fristgerecht Anfang Dezember 2008 abgeschlossen werden. Die Schiffspreisermittlung, die technische Dokumentation und die Erstellung der Ausschreibungsunterlagen wurden im Wesentlichen bis zum 31. März 2009 abgeschlossen.

I.4 Wissenschaftlich-technischer Stand zu Beginn des Projektes

Während die wissenschaftlichen Fragestellungen für den Einsatz von AURORA BOREALIS in den polaren Ozeanen in zahlreichen wissenschaftlichen und forschungspolitischen Publikationen seit Jahren in der Diskussion sind (z. B. Thiede & Egerton, 2004, ICARP II - Boden et al., 2005, Kristoffersen & Mikkelsen, 2003), war über die technische Machbarkeit dieses völlig neuartigen Schiffes wenig bekannt.

AURORA BOREALIS vereint drei Schiffe in einem Schiffstyp und ist als ein schwerer Eisbrecher (vergleichbar mit den stärksten Eisbrechern der Welt), als ein multi-funktionales Forschungsschiff für alle marinen Forschungsdisziplinen und als ein wissenschaftliches Bohrschiff zu bezeichnen. Das Schiff sollte für den Forschungseinsatz im gesamten Arktischen Ozean sowie für die Gewässer rund um die Antarktis und für die dazwischen liegenden eisfreien Meere inklusive der warmen tropischen Gewässer konzipiert und entwickelt werden. Ein multifunktionales, eisbrechendes Forschungsbohrschiff, wie AURORA BOREALIS, existiert bisher nicht und die technische Machbarkeit konnte deshalb nicht auf Grundlage von Vergleichsschiffen bewertet werden. **AURORA BOREALIS ist daher eine technische Neuentwicklung und das einzige seiner Art.**

Vor der zweiten Begutachtung durch den Wissenschaftsrat wurde vom AWI eine technische Machbarkeitsstudie in Auftrag gegeben, die im Jahr 2004 in Kooperation mit der Hochschule Bremen und der HSVA durchgeführt wurde. Mit Hilfe dieser Studie konnte nachgewiesen werden, dass ein Schiff wie AURORA BOREALIS im Rahmen der normalen Risiken, die mit der Entwicklung innovativer Technologien verbunden sind, technisch realisierbar ist. Die technische Machbarkeitsstudie wurde in der Stellungnahme des Wissenschaftsrates vom 22.6.2006 anerkannt.

I.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Der wichtigste Partner beim Aufbau des European Research Icebreaker Consortium (ERICON) - AURORA BOREALIS (siehe Kap. III.1.2) war Dr. Paul Egerton vom European Polar Board (EPB) der European Science Foundation (ESF). ERICON - AURORA BOREALIS besteht aus den in Abb. 6 dargestellten Organisationen. Mit den ERICON Partnern (Abb. 6) wurde im Bereich der internationalen Implementierung kooperiert.



Abb. 6: Partner in ERICON - AURORA BOREALIS.

Für die Einbindung von AURORA BOREALIS in das zukünftige Integrated Ocean Drilling Programm (IODP) wurde eng mit ECORD, ESO und ESSAC zusammengearbeitet. Ein erstes Konzept für das wissenschaftliche Bohren in antarktischen Gewässern wurde gemeinsam mit ANDRILL und SCAR ACE erstellt.

Für die weitere Einbindung von Russland in das Projekt AURORA BOREALIS wurde eng mit dem Otto-Schmidt-Labor für Meeres- und Polarforschung (OSL) und dem AARI in St. Petersburg, dem Helmholtz-Büro in Moskau und dem P.P. Shirshov Institute of Oceanology in Moskau zusammengearbeitet.

Neben WSDG waren die beiden Schiffbauversuchsanstalten HSVA und AARC bei der Generalplanung von AURORA BOREALIS die wesentlichen Partner. Außerdem wurden verschiedene Experten und Firmen konsultiert, die in Tab. 3 aufgeführt sind.

Tab. 3: An der Generalplanung beteiligte Firmen und Experten.

Beteiligte Firmen	Erläuterung
Quitte & Pruin Architekten Hamburg	Raumkonzepte, Visualisierungen.
Hatlapa Uetersener Maschinenf.	Winden, Rudermaschine, Kompress.
Atlas Hydrographic GmbH	Fächerecholot / Sedimentecholot
Heli Service international GmbH	Helikopter/ Bremerhaven
Lloyd's Register	Winterization/ Risk Management
Germanischer Lloyd	Klassevorschriften für Neubau
Det Norske Veritas/ Germany	Klassevorschriften für Neubau
IXSEA/ Germany	Unterwasser Navigation f. ROV
Kongsberg Maritime AS	Fächerlot/ Sedimentlot/ DP
National Oilwell Varco	Bohranlage
IODP-USIO	Bohranlage, wiss. Bohren
MAN	Hauptmotoren f. dieselelekt. Antrieb
Wärtsilä Deutschland/ Ship Power	Hauptmotoren f. dieselelekt. Antrieb
Porsche Engineering Group	Transportsystem
Nautex Inc. / Dietmar DeterHouston	Auslegung Dynamische Positionierung
INEC GmbH	Subkontraktor für Maschinenanlage
Verband Deutscher Reeder	Für Bedingungen "Blauer Engel"
BIAS	Lasereinsatz f. Eisbrechen/ Bremen
Sky Sails	Zugdrachen Einsatz/ Hamburg
Rochem UF Systeme	Vollständige Abwasseraufbereitung
ABB Helsinki	Für Einsatz eisfester Podantriebe
Beteiligte Experten	Erläuterung
Kapitän Klaus Bergmann / „Merian“	Briese Schifffahrts GmbH & Co KG
Kapitäne Uwe Pahl & P. Greve "Polarstern"	Hapag Lloyd / Reederei F. Laeisz
Volker Brenk / UBA	"Blauer Engel"
Karl Harenbrock	Filmaufnahmen
Dr. Martin Boche	Leiter Reederei F. Laeisz (BHV)
Andreas Pluder	Techn. Inspektor "Polarstern" RFL
Christine Schmidt / Kloska Group	Proviandversorgung
Detl. Hammerschmidt/TECHNISELL	Transportsystem

II. WISSENSCHAFTLICHE UND TECHNISCHE ERGEBNISSE

II.1 Verwendung der Zuwendung und erzielte Ergebnisse

II.1.1 Verwendung der Zuwendung

Die finanzielle Zuwendung wurde dem Antrag entsprechend für die Bereiche internationale Implementierung und Technik verwendet, wobei 90 % der verwendeten Sachmittel für die technischen Entwicklungsarbeiten benötigt wurden. Im Gegensatz zum ursprünglichen Antrag wurden die verschiedenen Arbeitspakete im Bereich Technik nicht einzeln ausgeschrieben und an verschiedene Firmen vergeben, sondern als Gesamtpaket an einen Generalplaner. Der Grund für diese Änderung gegenüber dem Antrag war das vorzeitige Ausscheiden der Hochschule Bremen aus dem Projekt. Eine detaillierte Aufstellung der einzelnen Ausgaben in den verschiedenen Positionen des Verwendungsnachweises ist in Kap. II.2 aufgeführt.

II.1.2 Ergebnisse im Bereich Internationale Implementierung

Im Bereich der Implementierung von AURORA BOREALIS als europäische Großinfrastruktur wurden zahlreiche bilaterale Arbeitstreffen mit internationalen Wissenschaftlern, Förderorganisationen und Vertretern der Industrie durchgeführt (Tab. 1) und eine umfangreiche Öffentlichkeitsarbeit auf nationaler und internationaler Ebene betrieben (Anhang 1). Das Projekt AURORA BOREALIS konnte so in der internationalen wissenschaftlichen Gemeinschaft und in der breiten Öffentlichkeit bekannt gemacht werden.

Auf allen internationalen Workshops wurden das Konzept von AURORA BOREALIS, die technischen und wissenschaftlichen Möglichkeiten des Schiffes sowie die geplante internationale Implementierung vorgestellt und diskutiert. Die internationalen Experten haben ihre wissenschaftlichen und technischen Anforderungen an das Schiff vorgetragen. In Diskussionsrunden wurden spezielle technische Anforderungen an das Schiff erarbeitet und in einem Projektkatalog zusammengefasst. Diese sind dann direkt in die Generalplanung eingeflossen. Zudem wurden die wichtigsten wissenschaftlichen Fragestellungen, die mit AURORA BOREALIS untersucht werden sollen, zusammengefasst sowie zukünftige Arbeitsgebiete definiert. Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Diskussionen wurden vom Projektteam am AWI gesammelt und aufgearbeitet, so dass gemeinsam übergreifende Forschungsthemen die das ganze Spektrum der modernen Polarforschung abdecken, definiert werden können. Diese Forschungsthemen bilden die Grundlage für die Erstellung eines Wissenschaftsplanes für AURORA BOREALIS mit einer Perspektive von 15 Jahren. Der Wissenschaftsplan wird im Workpackage 2 des ERICON - AURORA BOREALIS Projektes ausgearbeitet, von unabhängigen internationalen Experten begutachtet und soll in zwei Jahren veröffentlicht werden.

AURORA BOREALIS wurde im Jahr 2006 als eines von nur sieben Großforschungsprojekten der Sektion „Environmental Sciences“ in die ESFRI-Liste der Europäischen Kommission aufgenommen. Mit der sogenannten „ESFRI Preparatory Phase“ fördert die Europäische Kommission im 7. Rahmenprogramm die Entwicklung von Managementstrukturen und die Erarbeitung der rechtlichen und finanziellen Voraussetzungen zur endgültigen Implementierung der ESFRI Infrastrukturen. Das ERICON – AURORA BOREALIS Projekt ist eines der geförderten Projekte. In ERICON haben sich 15 Organisationen (wissenschaftlichen Instituten, Firmen und Förderorganisationen) aus 10 europäischen Ländern, einschließlich der Russischen Föderation, zusammengeschlossen (Abb. 6), um neben den rechtlichen und finanziellen Voraussetzungen für den Bau und Betrieb des Schiffes auch die strategische Bedeutung dieser Infrastruktur für Europa zu entwickeln und Managementstrukturen zu erarbeiten. Auf dem ersten Workshop in Brüssel wurde ERICON – AURORA BOREALIS zusammengestellt (Tab. 1).

Es wurden intensive Gespräche mit Vertretern der ECORD Management Agency, des ESO und des ESSAC über die zukünftige Einbindung von AURORA BOREALIS in die strategische Planung für ein IODP-Nachfolgeprogramm geführt. Hierbei wurde gewünscht, dem Projekt entsprechende Präsentations- und Darstellungsmöglichkeiten im Rahmen der 2009 statt-

findenden maßgeblichen IODP-INVEST Konferenz (Bremen) zur Planung der Aktivitäten nach Auslauf des gegenwärtigen IODP in 2013 zu geben. Mit AURORA BOREALIS als europäischer Forschungsplattform könnte ECORD einen "lead agency" Status in IODP erreichen. Die Unterzeichnung eines Memorandum of Understanding zwischen ERICON – AB und ECORD ist zurzeit in der Planung.

Die internationalen Workshops, die Präsentation des Projektes auf einschlägigen Konferenzen und in verschiedenen Gremien, wie z.B. ECORD Council, European Polar Board, European Polar Consortium zeigte auch, dass das Interesse der internationalen Wissenschaftler an AURORA BOREALIS sehr groß ist. Dies wurde u.a. durch eine hohe Teilnehmerzahl und eine hochkarätige Besetzung der verschiedenen Arbeitstreffen deutlich. Die Resonanz der Kolleginnen und Kollegen war zahlreich und positiv, der dringende Bedarf der Wissenschaft für eine neue eisbrechende Forschungsplattform insbesondere für die Klimaforschung wurde in den Gesprächen von verschiedenen Teilnehmern hervorgehoben und es wurden zahlreiche Fragen zur weiteren Planung und zu den Modalitäten einer Beteiligung an AURORA BOREALIS gestellt.

Durch die Workshops und die umfangreiche Gremienarbeit wurde erreicht, dass Dänemark und Irland im Jahr 2009 darum ersucht haben, offizielle Partner in ERICON zu werden. Außerdem haben Spanien und Kanada großes Interesse bekundet, in naher Zukunft ebenfalls an dem Konsortium teilzunehmen.

Wissenschaftler und offizielle Vertreter aus Ländern, die zurzeit noch nicht direkt in das Projekt involviert sind, wie z.B. aus Polen, den baltischen Staaten, Griechenland, UK, Schweden und Portugal bekunden starkes Interesse und werden über die weitere Entwicklung des Projekts fortlaufend informiert.

In Norwegen, den Niederlanden, Italien, Irland und Rumänien sind als Ergebnis der Veranstaltungen nationale Koordinationspartner oder -gruppen benannt worden, die für die weitere Implementierung auf nationaler Ebene Strategiedokumente erarbeiten, die Aufnahme von AURORA BOREALIS in die nationalen ESFRI-Prioritätenlisten vorantreiben, oder das Projekt gegenüber der internationalen Wissenschaftsgemeinschaft auf Fachtagungen vertreten.

Die größten Erfolge in der internationalen Implementierung konnten in Norwegen, Russland und auf europäischer Ebene erzielt werden.

Die Europäische Kommission schlägt in Ihrer Arktis Strategie "Die Europäische Union und die Arktis" vom 20.11.2008 als eine der Maßnahmen zur Unterstützung der Arktis Forschung vor, dass neue Forschungsinfrastrukturen für die Polargebiete geschaffen werden müssen und bezieht sich dabei explizit auf die AURORA BOREALIS.

In Norwegen ist AURORA BOREALIS eines der Projekte auf der nationalen ESFRI Roadmap. Dies bedeutet, dass Norwegen bereit wäre, sich finanziell am Bau und Betrieb des Schiffes zu beteiligen, wenn insbesondere Deutschland das Projekt weiter vorantreibt.

Russland hat bereits im Jahre 2006 sein Interesse an einer Beteiligung an dem Projekt AURORA BOREALIS bekundet. Bei Gesprächen zwischen Vertretern des ERICON - Projektes und russischen Offiziellen im Mai 2009 haben Dr. Chilingarov, der Berater des Präsidenten für die internationale Zusammenarbeit in der Arktis und Antarktis sowie Akademician Laverov, Vize-Präsident der Russischen Akademie der Wissenschaften, erneut das große Interesse Russlands an einer Beteiligung an diesem Projekt unterstrichen. Beide erwähnten, dass der russische Premierminister Vladimir Putin bereits über das Projekt AURORA BOREALIS informiert ist. Aus russischer Sicht fehle nun nur noch ein offizielles Treffen zwischen Deutschland und Russland auf Regierungsebene, um die genaueren Beteiligungsmodalitäten zu besprechen.

Diese Fortschritte in der internationalen Implementierung von AURORA BOREALIS als Europäische Großinfrastruktur sind im wesentlichen auf die zahlreichen Workshops, die ausgedehnte Gremienarbeit und die umfangreiche Presse- und Öffentlichkeitsarbeit zurück zu führen.

II.1.3 Ergebnisse im Bereich Technik:

Im Folgenden wird nur eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten technischen Ergebnisse gegeben. Eine umfangreiche Darstellung des technischen Designs inkl. der Generalpläne findet sich im Anhang 4 und Anhang 9.

Die besonderen Neuheiten des Entwurfes von AURORA BOREALIS liegen in der ***diesel-elektrischen Antriebskonzeption mit drei Festpropellern sowie sechs ausfahrbaren Querstrahlrudern für das dynamische Positionieren im Eis, einer speziellen Rumpfform kombiniert mit einer Krängungsanlage zum optimierten Eisbrechen, der Verwirklichung von zwei Moon Pools im Schiffsrumpf und den optimal integrierten multifunktionalen Forschungseinrichtungen in Verbindung mit einem Atrium-Konzept.***

Antriebskonzept

Die unterschiedlichen Einsatzbedingungen und Aufgaben von AURORA BOREALIS ergeben ein sehr großes Spektrum an erforderlichem Leistungsbedarf für den Schiffsantrieb, das Manövrieren und Positionieren, den nautisch-technischen Schiffsbetrieb, das Bohren, den Betrieb von Hebezeugen, von Druckluftkompressoren für die Seismik und von weiterem wissenschaftlichen Gerät. Zur wirtschaftlichen und flexiblen Energiebereitstellung erhält AURORA BOREALIS eine diesel-elektrische Energieerzeugung mit insgesamt 94 MW Generatoren-Leistung. Die Abgaswärme der Motoren wird im Seebetrieb ausgenutzt, um in den Abgaskesseln Thermalöl zu erwärmen und Dampf zu erzeugen, der für sämtliche Beheizungsaufgaben im Schiff, wie z.B. die Beheizung fast aller Tanks, aller Schiffsräume, einschließlich aller Kabinen (die über die Klimaanlage erfolgt), der Beheizung von Arbeitsdeckflächen, aller Vorwärmer im technischen Schiffsbetrieb usw. verwendet wird. Grundsätzlich erfolgt eine Energie-Rückgewinnung auch aus der verbrauchten Luft bevor die entsprechenden Restmengen gesäubert und herunter gekühlt zurück in die Umwelt geleitet werden. Um die Betriebskosten des Schiffes in Bezug auf die hohen Brennstoffkosten so gering wie möglich zu halten, können in den unterschiedlichen Fahrtbereichen wahlweise Schweröle (Heavy Fuel Oil) oder Marine Diesel Oil (MDO) gefahren werden, so z.B. im Gebiet des Antarktis-Schutzvertrages ausschließlich MDO. Alle einschlägigen Vorschriften für Seeschiffe zur Reinhaltung der Luft, so auch die Grenzwerte für NO_x in Tier III der IMO, die erst ab 2016 gelten, werden vom Schiff erfüllt. Die diesel-elektrische Energieerzeugung bietet auch den Vorteil eines deutlich leiseren Schiffes, was insbesondere für wissenschaftliche Messungen von großer Bedeutung ist.

Für den Vortrieb von AURORA BOREALIS wurde eine Drei-Propeller-Anlage mit eisverstärkten feststehenden Propellerflügeln in Verbindung mit einem Mittelruder gewählt. Insbesondere bei sehr festem Mehrjahreseis kann so die gesamte Antriebsleistung über robuste Propeller und geschützte Propellerwellensysteme in der Transit- und in der Forschungsfahrt sowie in der Vorwärts- und Rückwärtsfahrt beim Rammen wirkungsvoll und ohne großes Beschädigungsrisiko eingesetzt werden. Alle drei Propelleranlagen können jeweils eine Leistung von je 27.000 KW aufnehmen. Im offenen Wasser wird in der Forschungsfahrt oder auf Transitstrecken nur ein Bruchteil dieser Leistung benötigt, sodass dann beispielsweise nur die Mittelpropelleranlage kraftstoffsparend eingesetzt werden kann.

Rumpfform und Eisbrechfähigkeit

Für AURORA BOREALIS wurde eine ganz spezielle Rumpfform entwickelt (Abb. 7), die es erlaubt, 2,5 m dickes und auch sehr festes mehrjähriges Eis in kontinuierlicher Fahrt mit etwa 3 kn zu brechen sowie Presseisrücken von bis zu 15 m Gesamthöhe durch Rammen zu überwinden. AURORA BOREALIS kann also auch solche extremen Hindernisse bewältigen, wenn ein Umfahren dieser Eisbereiche nicht möglich ist. Bei Vorwärts- und Rückwärtsfahrt darf das gebrochene Eis weder die Vortriebs- und Manöviereinrichtungen blockieren, noch

die Moon Pool - Verschlüsse beschädigen oder die großen Tiefseefächerlote im Boden abdecken oder gar beschädigen. Die spezielle Schiffsförm, die besonders gut im Querschnitt des Hauptspantes sichtbar ist, bewirkt, dass die gebrochenen Eisschollen weggespült werden und sich nicht als zusätzlicher Widerstand am Schiffsrumpf aufbauen können.



Abb. 7: Spezielle Rumpfform mit Vortriebs- und Querstrahleinheiten sowie den beiden Moon Pools.

Um den besten, schnellsten und kostengünstigsten Weg durch das Eis finden zu können, besitzt AURORA BOREALIS zudem vielfältige Möglichkeiten der Eisbeobachtung, angefangen mit den sehr hoch gelegenen Eisbeobachtungspositionen auf der Brücke, im Krähenneist und dem Beobachtungsraum hoch oben im Bohrturm, in Kombination mit einer ausreichenden Anzahl von leistungsstarken Eis - Scheinwerfern. Weitere Möglichkeiten bestehen durch Eisaufklärung mit eigenen Hubschraubern, schiffseigenen Eis-Radarsystemen und nicht zuletzt über die Bordwetterwarte mit den Satellitenbeobachtungen zur Erstellung von aktuellen Eiskarten.

Die spezielle Rumpfform von AURORA BOREALIS bewirkt auch ein möglichst ungestörtes Arbeiten im offenen Wasser. Zur Reduzierung der Rollbewegungen wird neben einer Krängungsanlage eine zusätzliche Flossenstabilisierungsanlage eingesetzt. Das gute Seegangsverhalten wurde im Versuchstank mit einem formgenauen Modell nachgewiesen. Die Freibordkontur im Bereich des Arbeitsdecks wurde dabei exakt modelliert. In den Seegangsversuchen konnte so die volle Arbeitsfähigkeit auf dem Arbeitsdeck (d.h. ohne Wasser an Deck) bis Windstärke 8, Seegang 7 nachgewiesen werden.

Moon Pools

Für die beiden 7 m x 7 m großen Moon Pools (Abb. 7) im Schiffskörper wurde ein technisch neuer Entwurf erarbeitet, da sich bereits aus der kommerziellen Offshore-Industrie bekannte Konzepte für AURORA BOREALIS nur bedingt übernehmen ließen. Die Gründe hierfür sind vielfältig, so muss z.B. die große Eisfestigkeit der Außenstruktur auch in den Moon Pool - Bereichen gewährleistet sein. Die Moon Pools mussten mit neuartigen Verschlusssystemen ausgestattet werden, um eine sichere Eisfahrt und gleichzeitig geringe Betriebskosten zu

gewährleisten. Es wurden wie gefordert zwei Moon Pools im Generalplan vorgesehen, die durch ihre erheblichen Abmessungen zu einem Raumverlust unterhalb des Hauptdecks führten und die Ausgestaltung der Maschinenräume erschwerten. Ferner musste die Anordnung der Moon Pools eine geringstmögliche Eis-Akkumulation unter dem Rumpf in diesen Bereichen sicherstellen. Schließlich musste erreicht werden, dass in der Gesamtkonstruktion genügend Raum im Rumpf für die mittige Anordnung der vorderen und achteren Seitenstrahler sowie den Einbau von wissenschaftlichen Echolotsystemen im Bugbereich verbleibt. Insgesamt erforderten diese Anforderungen ein erhebliches Maß an planerischer Arbeit, wurden aber im Rahmen der Entwurfspirale mit vollem Erfolg abgeschlossen.

Der achtere Moon Pool wurde in enger Zusammenarbeit mit den Experten für wissenschaftliches Bohren von IODP – USIO gestaltet. Er ist im zentralen Schwerpunkt schiffsmittig mit dem darüber befindlichen voll wettergeschützten Bohrturm angeordnet. Die obere Abdeckung des Moon Pools zum Hauptdeck hin wurde auf Einsatzkriterien beim Bohrbetrieb neu entwickelt. Der Moon Pool ist in der technischen Auslegung darauf vorbereitet worden, einen zum riserlosen Bohren zwingend benötigten Führungskonus innerhalb des unteren Schachtbereiches aufzunehmen, um ein Abscheren des Bohrstrangs bei seitlichen Belastungen zu verhindern.

Der vordere Moon Pool (Abb. 8) wurde nach ausführlichen Planungsgesprächen mit Wissenschaftlern und Betreibern in den zentralen Wissenschafts- und Laborbereich an Bord, ebenfalls unter Vollwetterschutz, eingebunden. Dabei wurde ein neuartiges Arbeits- und Zugangskonzept zu diesem hochfrequentierten Arbeitsbereich von Grund auf neu entwickelt, das sog. Atrium-Konzept, welches durch den Generalplaner zwischenzeitlich zum Patent angemeldet wurde (Anhang 7 und Abschnitt „Wissenschaftliche Infrastruktur“).

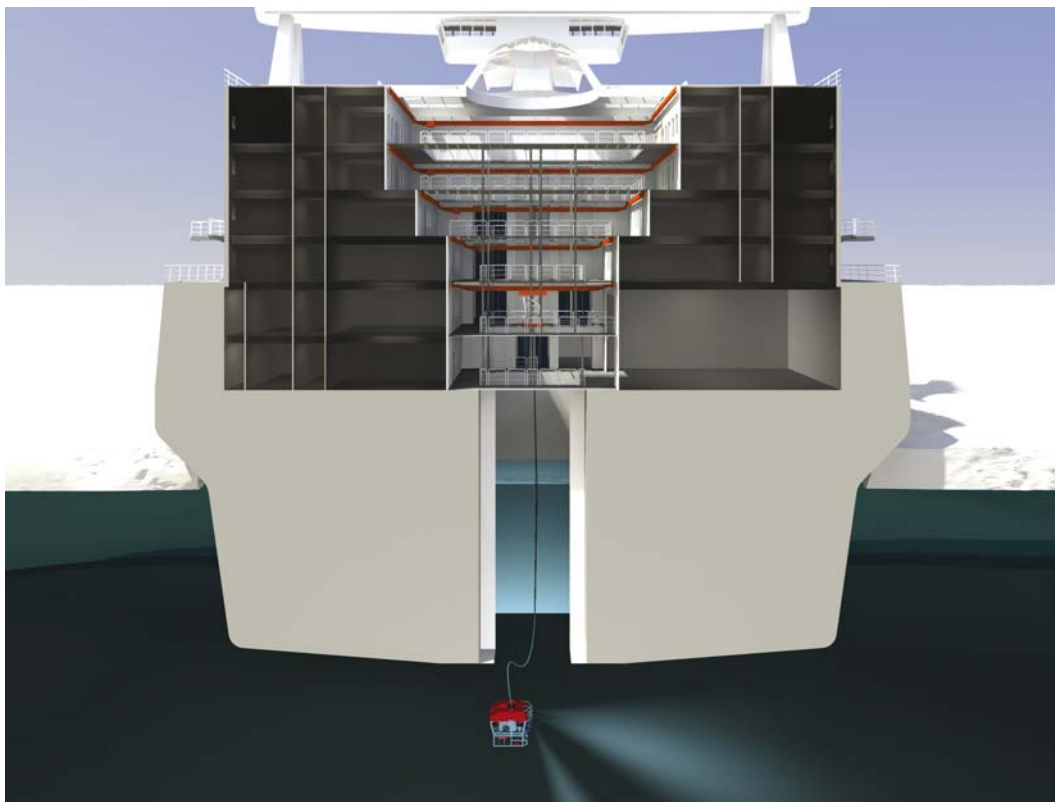


Abb. 8: Vorderer Moon Pool mit Atrium und Lichtkuppel sowie den seitlichen Eisbrechbalkonen.

Beide Moon Pools werden bei Bedarf (z. B. auf Transitfahrten oder Nichtbenutzung) durch speziell entwickelte hydraulische Klappenverschlüsse nach unten bündig mit dem Schiffsrumpf verschlossen. Diese Klappenverschlüsse können auch wasserdicht gefahren und die

Moon Pools daher leergepumpt werden, z. B. zur Erhöhung des Auftriebs bzw. Verminderung des Tiefgangs auf längeren Reisen, Wartung und Reparatur der Moon Pool Schächte oder zur Reinigung.

Dynamische Positionierung

Die größte Besonderheit von AURORA BOREALIS stellt ihre Fähigkeit dar, sich autark während aller Jahreszeiten in den Polargebieten zu bewegen und zudem in den Sommermonaten unter Eisbedeckung wissenschaftliche Tiefseebohrungen durchzuführen, für die eine dynamische Positionierung zwingend notwendig ist. Dynamisches Positionieren im offenen Wasser mit Gegenschub zu Wind, Wellen und Strömung mittels drehbarer Antriebe, so genannter Azimuthing Thrusters, wird bei Bohr- und Hilfsschiffen der Öl- und Gasindustrie seit vielen Jahren erfolgreich betrieben. Die auftretenden Reaktionskräfte lassen sich hier relativ leicht berechnen und durch entsprechende Schubimpulse kompensieren. Ganz andere Herausforderungen bestehen beim Halten der Position in einer durch Wind, Strömung und Gezeiten verursachten großflächigen Eisdrift. Dieses wird noch dadurch erschwert, dass sich die Drift des Eises in der Richtung häufig und schnell verändern kann und das Eis unterschiedliche Dicken, Festigkeiten oder Presseisformen besitzt. Für die Ermittlung der daraus resultierenden Belastungen und notwendigen Reaktionskräfte gibt es heutzutage noch keinerlei brauchbare Erkenntnisse und auch keine Methoden, um diese unmittelbar für den Gebrauch im Voraus zu bestimmen. Es benötigt auch Zeit den bis zu 6000 m langen Bohrstrang zu montieren, zu bohren, die Bohrkern zu bergen, und das Gestänge wieder aufzunehmen.

Um das Bohren im Eis durch einen Moon Pool zu gewährleisten, wurde als Weltneuheit das dynamische Positionieren in Drifteis d.h. aus einer Position ohne jeglichen Vortrieb durch das Halten der Position unter Einsatz von leistungsstarken und robusten Manöviereinrichtungen entwickelt. In der vorausgegangenen Machbarkeitsstudie zur Antriebskonzeption von AURORA BOREALIS wurde der Einsatz von allseitig drehbaren Azimuth-Propellersystemen als eine bevorzugte Variante vorgeschlagen, vorbehaltlich zu klärender technischer Eignung. Daher wurde im Rahmen des Optimierungsprozesses und zur Absicherung der Machbarkeitsstudie bereits in einem frühen Entwurfsstadium eine detaillierte Untersuchung zur Wahl des Hauptantriebs- und DP-Systems vom Generalplaner durchgeführt. Hierbei ergab sich nach Diskussionen mit führenden Herstellern der Azimuth-Propulsionssysteme (z.B. ABB), Experten zur Konzeption dynamischer Positionierungsanlagen im Offshore-Bereich, Klassifikationsgesellschaften, sowie in der Eisfahrt erfahrenen Nautikern, dass ein Antrieb mit Azimuth-Anlagen für AURORA BOREALIS nicht infrage kommt. Die gegenwärtig und in absehbarer Zukunft auf dem Markt befindlichen Systeme sind technisch nicht ausgelegt, um die für AURORA BOREALIS zwingend notwendige hohe Eisklasse zu erhalten. Azimuth-Antriebssysteme werden zwar schon erfolgreich in der kommerziellen Schifffahrt auch in Eisregionen eingesetzt (z.B. sog. „Double-Acting“ - Prinzip von AARC). Hierbei handelt es sich jedoch nur um Schiffe mittlerer Eisklasse, die in meist einjährigem Eis von 1 m bis 1,50 m Dicke bei günstigen Witterungsverhältnissen bzw. im Winter in Gebieten wie der Ostsee fahren. Auch liegen die für AURORA BOREALIS im Eistank ermittelten benötigten Vortriebsleistungen (ca. 80 MW im Hauptantrieb) wesentlich über den gegenwärtig am Markt befindlichen Lösungen (gegenwärtig maximal ca. 20 MW, allerdings ohne Eisklasse). Die größten mit einer mittleren Eisfestigkeit (ca. IACS Polar Code 3) klassifizierten Azipods liegen zwischen 10 und 13 MW Antriebsleistung, also deutlich unterhalb der erforderlichen Mindestleistungen in Bezug auf Eisfestigkeit und Propulsion. Zudem wurde in den Diskussionen deutlich, dass bei Verwendung von Azimuth-Propulsion in einem derartig anspruchsvollen Einsatzprofil wie bei AURORA BOREALIS mit signifikant höheren Wartungsansprüchen, und damit verbundenen steigenden Betriebskosten sowie längeren Ausfallzeiten gerechnet werden müsste. Im Gegensatz zur ursprünglich in der Machbarkeitsstudie angedachten Antriebsauslegung mit drehbaren Azimuth-Hauptantrieben wurde folglich auf diese Lösung in dem nun vorliegenden generalplanerischen Entwurf verzichtet.

Stattdessen ist das Schiff mit drei robusten Festpropellern sowie mit insgesamt sechs richtungsfesten, widerstandsfähigen und wartungsfreundlichen Querstrahlanlagen - jede mit über 4.500 KW Leistung - ausgerüstet, die vor Ort ausgefahren werden können (Abb. 9). Im

Normalzustand befinden sich diese Antriebe im geschützten Bereich des Schiffes. Sie können nach oben hin in vorhandene Reparaturzonen oberhalb des Hautdecks gefahren werden oder auch durch entsprechende mit Lukendeckeln verschlossene Schächte ganz von Bord genommen werden. Jeweils der achterste bzw. vorderste Querstrahler werden auch im eingefahrenen Zustand aktiv als Manövrierhilfe genutzt, d.h. sie arbeiten analog wie ein Bug- und Heckstrahler auf anderen Schiffen, Außerdem ist es möglich, die ausfahrbaren Querstrahler um 90 Grad versetzt einzubauen, d.h. die Wirkungsrichtung der Propeller ist dann nach voraus oder zurück gerichtet und sie können als Hilfsantriebe für Heimfahrten genutzt werden, für den Fall, dass die Hauptpropeller, aus welchen Gründen auch immer, ausfallen.

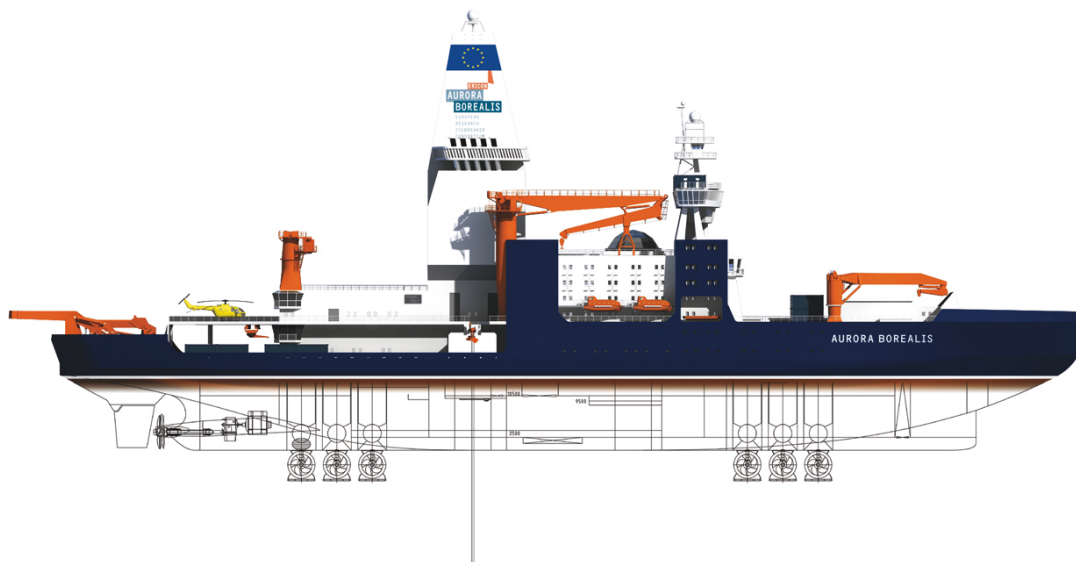


Abb. 9: Querstrahleinheiten achtern und vorn zum dynamischen Positionieren.

AURORA BOREALIS darf beim Bohren nicht wie herkömmliche Eisbrecher Schwung holen um mit Geschwindigkeit auf das Eis zu fahren und Eis zu rammen wie in der Transitfahrt. Dies wäre katastrophal für den Bohrvorgang und die dabei im Gebrauch befindliche Ausrüstung. Das Schiff muss jederzeit Position halten können, während langsam das umgebende Eis herankommt. In dieser Situation werden die drei Hauptpropeller in Kombination mit den sechs Querstrahlanlagen das Schiff gegen das Eis drücken. Das kann unter schwierigen Bedingungen u.U. immer noch nicht ausreichen. Hier kommt dann die speziell für dieses Schiff konzipierte Ballastwassertank-Anlage zum Einsatz. Durch einen teilautomatisierten Bewegungsablauf wird der Bug rhythmisch entsprechend der Geschwindigkeit der Eisdrift mal angehoben und mal gesenkt. Somit wird für das Eisbrechen eine Relativgeschwindigkeit zwischen Eisschollen und Außenhaut des Schiffes simuliert. Dieses Manöver kann durch aktiv erzeugte Rollbewegungen unterstützt werden. Die besondere Formgebung des Rumpfes verstärkt diesen Prozess.

Sicherheitskonzept und Auslegung für die Polargebiete

Während die schweren kanadischen und russischen Eisbrecher die Aufgabe haben, die Handelswege entlang der Küstenzonen für die Schifffahrt offen zu halten, soll AURORA BOREALIS auch im Winter eigenständig und ohne Begleitung möglichst weit zu den eisbedeckten arktischen Tiefseebecken vordringen können, um dort Forschungsarbeiten durchzuführen. Daher sind alle Einrichtungen des Schiffes auf Sicherheit und Zuverlässigkeit mit entsprechender Redundanz ausgelegt. AURORA BOREALIS hat in großen Bereichen eine dreifache Außenhaut, die außen durch Ballastwassertanks und innen durch Treibstofftanks gebildet wird. Sie ist durch wasserdichte Längs- und Querschotte sicher unterteilt und besitzt Feuerzonen mit entsprechenden Treppenhäusern und sicheren Fluchtwegen. Sie hat redundante Energie-Erzeugungsanlagen (Diesel-Generatorsätze) in vollständig voneinander getrennten Maschinen- und Schalttafelräumen. Die Rohrsysteme und Kabeltrassen sind für

die erhöhte Sicherheit so angeordnet, dass bei Flutung oder bei Feuer in einem Bereich der komplette Schiffsbetrieb mit den redundanten Anlagen aufrechterhalten werden kann. Der Ausfall einzelner Komponenten und Systeme gefährdet zu keinem Zeitpunkt das Leben an Bord und hat auch nicht unmittelbar den Abbruch einer Expedition zur Folge.

Tab. 4: Technische Daten der AURORA BOREALIS

- Schwerer Eisbrecher mit 94 MW Antriebskraft (diesel-elektrisch)
- Höchste Klassifikation für Eisbrecher: IACS Polar Class 1
- Doppelhülle
- Zwei Moon Pools (Öffnungen im Schiffsrumpf) jede 7 x 7 m groß
- Dynamische Positionierung
- Tiefseebohrungen auch unter einer geschlossenen Meereisdecke
- Bohranlage: max. vorgesehene Wassertiefe 5000 m, max. Bohrtiefe im Sediment 1000 m
- "Riserless" Bohrtechnologie
- Labore im Modulsystem - flexible Laborcontainerausstattung
- Verdrängung: ca. 65.000 t
- Länge über Alles: 199,85 m
- Länge in der Wasserlinie: 174,27 m
- Breite am Hauptspant: 49 m
- Breite in der Wasserlinie: 45 m
- Tiefgang: 13,20 m max.
- Geschwindigkeit im offenen Wasser: 15,5 kn
- Fahrtgeschwindigkeit im offenen Wasser: 12 kn
- Personal (Besatzung, Wissenschaftler und Helikopter Besatzung): 120
- Expeditionsdauer: max. 90 Tage
- Geplante Gesamteinsatzdauer: 35 bis 40 Jahre
- Maximale Generatorleistung: ca. 94 MW elektrisch
- Maximale Hauptantriebsleistung: ca. 81 MW (3x27 MW)
- Anzahl Generatorsätze: 8, plus Hafen- und Notdiesel. Umfangreiche Abgaswärmerückgewinnung und -reinigungsanlagen
- Hauptpropeller: 3 x 6,5 m Festpropeller, eisverstärkt
- Seitenstrahlpropeller: 2 x 3 Einheiten, feststehend, einziehbar.
- Operationeller Einsatzbereich: – 50 bis + 45°C
- Kabinen: 74 Einzel- und 23 Doppelkabinen
- Dynamische Positionierung: in driftendem mehrjährigem Eis von mehr als 2,50 m und in offenem Wasser
- Eisbrechfähigkeit: mehr als 2,50 m mehrjähriges Eis mit 2 – 3 Knoten Fahrt
- Wissenschaftliche Auslegung: Geologie und Geophysik; Biologische, Physikalische und Chemische Ozeanographie; Glaziologie, Meteorologie, Atmosphärische Physik und Chemie, Bathymetrie, Fernerkundung
- Bohreinrichtung: Industriestandard, Riserloses Bohren zwischen 100 und 5000 m Wassertiefe, mehr als 1000 m in den Meeresboden. höhenkompensiert mit max. Last von 680 T
- Wissenschaftliche Echolotsysteme: Fächerecholot mit 1x1 Grad Auflösung, div. Sedimentecholote. Zusätzliche Systeme konfigurationsabhängig.
- Helikopter: Hangar und Start- / Landedeck für drei Helikopter, je 18 T max. Last.

In den Meeresgebieten der Arktis und Antarktis werden Lufttemperaturen von bis zu minus 50°C angetroffen. Bei diesen niedrigen Temperaturen ist der herkömmliche Schiffbaustahl als Baumaterial für das Schiff zu spröde. Daher ist die Verarbeitung von Sonderstählen mit bis zu 70 mm dicken Platten im Eisbrechbereich und umfangreichen Aussteifungen vorgesehen. Die exponierten Ballastwassertanks an der Außenhaut und auch die Frischwassertanks können beheizt werden, damit sie nicht einfrieren. Auch der Treibstoff kann stets beheizt werden, damit er ständig pumpfähig bleibt. Wissenschaftliche Arbeiten sollen bis zu minus 30°C auf den Außendecks möglich sein, was bedeutet, dass die Flächen der Arbeitsdecks, die Türen und Luken, die Hebezeuge, der Bohrturm mit seinen Maschinen und Ausrüstungen, die gesamte wissenschaftliche Decksausrüstung und die Luft in den Unterkünften alle-

samt beheizt werden. Die nautisch-technische Decksausrüstung wird durch ihre Anordnung unterhalb geschlossener Decks jederzeit funktionsfähig gehalten.

Hauptabmessungen

Die Hauptabmessungen von AURORA BOREALIS wurden durch diverse Faktoren bestimmt (Tab. 4). Die Schiffslänge ergibt sich aus der auskragenden Länge des Vorschiffes für das wirkungsvolle Eisbrechen und den Tanks für die Stampfbewegungen, dem Platzbedarf für die großen Sende- und Empfängerflächen der Fächerlote im Bodenbereich vor den drei vorderen Querstrahlern, den beiden Moon Pools, den drei hinteren Querstrahlern, den Vortriebseinheiten und dem Ruder, bzw. dem Eisbrech-Heck mit den dazwischen liegenden komplexen Maschinenräumen. Dieses ergibt nach mehreren Entwurfs- und Optimierungsschleifen eine Gesamtlänge von 200 m.

Die größte Breite wurde mit 49 m auf die maximal zulässige Schiffsbreite für den neuen Panama Kanal festgelegt. Diese große Breite hat sich mit seiner speziellen Form beim Eisbrechen als optimal herausgestellt. Sie erhöht außerdem die notwendige Stabilität für ein ruhiges und sicheres Arbeiten mit dem großem Bohrturm und den hohen Topgewichten und Windlasten.

Der Tiefgang des vollständig ausgerüsteten Schiffes mit 15.000 t Bunkern und Zuladung, inklusive 2.000 t für wissenschaftliches Gerät, beträgt max. 13 m, wobei der Leertiefgang knapp über 11 m liegen wird.

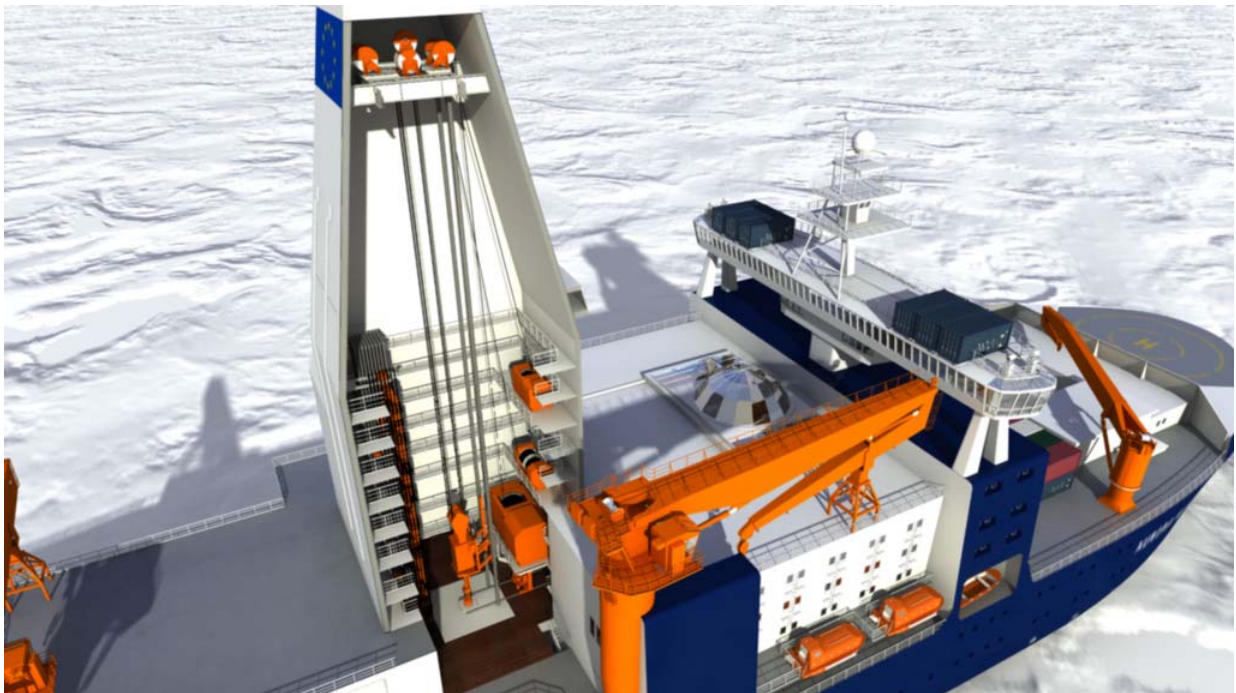


Abb. 10: Blick in den „geöffneten“ Bohrturm.

Die Höhe des Arbeitsdecks beträgt 17,75 m über Kiel und für das wissenschaftliche Arbeiten von Deck aus zwischen 4,75 m und 6 m über der Wasserlinie.

Das Schiff hat eine lange hohe Back und ein erhöhtes Hinterschiff zur größeren Sicherheit bei rauer, auch achterlicher See, wobei die seitlichen Eisbrechkanten (Balkone) positive Auswirkungen auf das Seeverhalten haben. Markant sind bei AURORA BOREALIS auch die breiten seitlichen Deckshausverstärkungen und „Eisabweiser“ in Bügelform. Diese dienen zum Schutz des Schiffes, sollte es an einer Schelfeiskante anlegen

AURORA BOREALIS wurde für eine maximal 120 Personen (Besatzung und wissenschaftliche Expeditionsteilnehmer) ausgelegt, die in 74 Einzelkammern und 23 Doppelkammern jeweils mit eigenen Sanitärzellen untergebracht werden. Alle Unterkünfte befinden sich an den Außenseiten des Aufbaus und haben Tageslicht.

Wissenschaftliche Infrastruktur

Prägend für das Aussehen des Schiffes ist der große geschlossene Bohrturm, in dem alle Tätigkeiten wettergeschützt durchgeführt werden (Abb. 10). Die gesamte Bohrtechnologie über und um den hinteren Moon Pool mit funktionaler Einbindung des Arbeitsdecks und des Drill Floors sowie der Bohrkern-Handhabung und -Auswertung wurden entsprechend den Anforderungen von IODP gestaltet. Die Laboranordnung ist auf die funktionellen Arbeitsabläufe abgestimmt und optimiert. Der Bohrturm mit allen Einrichtungen, Plattformen und einer Seegangsfolgeeinrichtung (Heave Compensator) ist für die Handhabung von zusammengekoppelten Bohrstangen von bis zu 30 m Länge aus vertikalen Vorratshalterungen, die bis zu 6000 m Bohrgestänge enthalten, ausgelegt. Das Reservegestänge wird in Containern mitgeführt.

AURORA BOREALIS ist für alle Forschungsaktivitäten der Geologie, Geophysik, Ozeanographie, Biologie, Glaziologie, Meteorologie, Bathymetrie und weiterer Forschungsdisziplinen optimal ausgerüstet. Neben den großen nutzbaren Flächen auf dem freien Arbeitsdeck stehen rund um den vorderen Moon Pool großräumige Laborbereiche mit entsprechenden Deckenhöhen zur Verfügung. Die Anzahl der Stellplätze für Laborcontainer, für Kühlcontainer zur Lagerung von Bohrkernen und Proben, sowie für Proviant- und sonstige Vorratscontainer beläuft sich auf ca. 150 Stück.



Abb. 11: *Innovatives Atrium-Konzept mit Forschungs- und Beschickungsmöglichkeiten aus allen Decksebenen.*

Für das Ausbringen von wissenschaftlichen Geräten bei geschlossener Eisdecke oder schlechtem Wetter steht im wettergeschützten Bereich der vordere Moon Pool zur Verfügung (Abb. 11). Um diesen ebenfalls 7 x 7 m großen Brunnenschacht sind über mehrere Etagen

verteilt Laborräume und Stellplätze für 32 mobile Laborcontainer in einem Atrium angeordnet. Eine transparente Kuppel über dem Schacht auf dem Deck 37,5 m über Kiel mit prismatischer Lichtumlenkung sorgt für optimale energiesparende Beleuchtung mit Tagesatmosphäre. Diese Abdeckung ist für das Einbringen von Containern und größeren Geräten verschiebbar. Die Zugänglichkeit zum Moon Pool in verschiedenen Ebenen erlaubt wissenschaftliches Arbeiten auf jedem der Decks. Durch beide Moon Pools können ROVs und andere empfindliche Instrumente eingesetzt werden. Überall stehen die erforderlichen Hebezeuge und Schiebebalken mit den zugehörigen Forschungsdrähten und Kabeln zur Verfügung. Die Winden hierzu stehen zentral und geschützt in einem separaten Windenraum.

Für Arbeiten über das Heck zum Schleppen und Aufnehmen von Geräten steht eine Doppel-Heckaufschleppe mit zwei getrennten Ablaufbahnen zur Verfügung. Der ganze Bereich wird beim Eisbrechen durch ein entsprechend kräftiges Füllstück geschlossen.

Baukostenschätzung

Für AURORA BOREALIS wurde eine sehr detaillierte Baukostenschätzung auf Preisbasis 2008/2009 durchgeführt (Anhang 5). Diese ergibt eine Bausumme von ca. 790 Mio. Euro, wobei die Kalkulationsansätze bei den Preisanteilen für die Werft Nebenkosten, Versicherungen und Gewinnerwartungen nur geschätzt werden konnten. Ungefähr 59% der angenommenen Kosten wurde durch Preisangaben von professionellen Anbietern ermittelt. Wegen der verschiedenen derzeit noch nicht definierten Ausrüstungen wurde eine Marge von 3% der Baukosten als ausreichend im Preis berücksichtigt. Weiterhin wurden weitere 2% als Reserve veranschlagt. Da ein Großteil der Ausrüstung speziell für das Schiff und den zukünftigen Einsatz neu entwickelt werden muss und die verwendeten Preise teilweise auf Listenpreisen oder auf skalierten Preisannahmen basieren, ist eine Schiffspreisungenauigkeit derzeit von ca. 10% der Bausumme zu erwarten.

Diese Kostenberechnung ergibt einen Baupreis der etwa doppelt so hoch ist wie 2004 in der technischen Machbarkeitsstudie (ca. 350 Mio. Euro) geschätzt wurde. Dies liegt zum einen daran, dass in die vorliegende Berechnung auch die gesamte wissenschaftliche Ausrüstung (Bohrausrüstung, Winden, Labore mit Ausstattung etc.) einbezogen wurde. Dies wurde 2004 in der Machbarkeitsstudie nicht mit in den Baupreis aufgenommen. Zudem ist sowohl der Stahlpreis als auch der Ölpreis gegenüber 2004 deutlich angestiegen.

Die Kosten für den Betrieb des Schiffes pro Jahr werden auf ca. 33 Mio. Euro geschätzt (Anhang 6). Diese Summe beinhaltet die Ausgaben für Treibstoff, die Bereederung nach dem POLARSTERN Modell, die Wartung schiffstechnischer und wissenschaftlicher Anlagen, notwendige Investitionen und den Bohrbetrieb. Die Betriebskosten basieren auf den Erfahrungswerten von POLARSTERN und wurden für 300 Seetage inkl. einer dreimonatigen Bohrkampagne pro Jahr geschätzt.

Zusätzlich zu der Entwicklung des technischen Designs von AURORA BOREALIS wurden noch weitere technische Arbeiten durchgeführt, die die Generalplanung sinnvoll ergänzen:

Transportwege- und Transport- Systemkonzept

Die meisten kommerziell genutzten Schiffe leiden unter schlechten Transportbedingungen für alle Art von Transporten innerhalb des Schiffes. Das führt bis heute dazu, dass sehr schwere Teile z.B. Motorenkomponenten von bis zu 2 t Gewicht, auf schmalen Wegen mit unzureichenden Hilfsmitteln wie Hebezeugen und Seilwinden transportiert werden müssen. Auf AURORA BOREALIS sind noch weitaus komplexere Transportaufgaben zu lösen. Dabei stehen an erster Stelle alle wissenschaftlichen Transportaufgaben, einschließlich der Anforderungen durch das Bohren. Das umfasst den kompletten Transport der wissenschaftlichen Geräte und Ausrüstung, von der Übernahme über den Einsatz, ggfs. zur Reparatur in die Werkstatt, bis zur Abgabe von Bord. Es schließt aber auch den Transport von gewonnenen Proben zur Bearbeitung und Lagerung mit ein. Dabei können die Gewichte der zu handha-

benden Geräte und Ausrüstung völlig unterschiedlich sein. Ähnliches gilt für den schiffsbetriebstechnischen Transport. Die höchsten Anforderungen stellt dabei sicherlich die sehr komplizierte Maschinenanlage dar, aber auch so triviale Transportaufgaben, wie der Tausch von Bettwäsche und Handtüchern für 120 Personen, die auf mehrere unterschiedliche Decks aufgeteilt sind, fallen mit darunter, genauso wie der Provianttransport an Bord und in die Kombüse. Daher wurden in einem gesonderten Auftrag an WSDG, basierend auf einer Aufgabenstellung des AWI, spezielle Lösungen für AURORA BOREALIS entwickelt (Anhang 10).

Für diese vorstehend skizzierten Transportaufgaben wurde ein logistisch durchdachtes, optimiertes Transportsystem mit zugehöriger Datenerfassung und Steuerung von schiffsinternen Transporten entwickelt, das partiell halbautomatisch arbeitet und sich durch einen geringen Einsatz von manueller Kraft sowie elektrischer Energie auszeichnet.

Alle Gänge und Transportwege sind gradlinig und breit genug, um Euro-Paletten zu transportieren. Nicht nur wissenschaftliche Hilfsmittel, Proben usw. werden automatisch von Raum zu Raum zu den Nutzern befördert, sondern auch viele weitere Güter, wie z.B. Proviant oder Ersatzteile gelangen so von und zu den jeweiligen Lagerräumen. Über teilautomatisierte Transportketten werden Behältnisse und Ausrüstungen bis zur voll beladenen Euro-Palette mit einem kraftschlüssigen Transportmittel auch unter Seebedingungen unbemannt von einem Ort zum anderen an Bord befördert. Die Behältnisse selber sind so gestaltet, dass sie in den Stores und Provianträumen als Regal- und Sortierfächer direkt benutzt werden können. Die sonst üblichen Regalsysteme entfallen in diesen so genutzten Räumen.

Für den Flurtransport von Containern sind ebenfalls geeignete Hilfsmittel an Bord vorhanden, um diese von einem Ende des Schiffes zum anderen zu bewegen. Durch automatische Registrierung der Transport- und Warenflüsse entfallen viele der zuvor manuellen buchhalterischen Tätigkeiten für Lagerbestände und Verbräuche. All diese Maßnahmen dienen der Entlastung der Besatzung und der Wissenschaft von zeitraubenden Nebentätigkeiten und machen den Einsatz des Schiffes auch unter diesem Aspekt so wirtschaftlich wie möglich. Die Entwicklung eines solch komplexen Systems ist weltweit einmalig für den Schiffsbetrieb.

Risikomanagement für Ölhavarie und arktischen Wintereinsatz

AURORA BOREALIS wird ca. zehn Monate im Jahr, unterteilt in ca. drei Monate dauernde Fahrtabschnitte, autark in der Arktis und der Antarktis arbeiten. Eine besondere Erschwernis stellen dabei die speziellen Bedingungen im arktischen Winterzeitraum dar. Dies bedeutet, dass bei auftretenden kritischen Situationen keinerlei Unterstützung von außen kommen kann. Alle Probleme müssen autark vom Schiff aus bewältigt werden können. Daher wurde ein Auftrag an Lloyds Register (LR) vergeben, der die Entwicklung eines Risikomanagements für eine Ölhavarie und für den arktischen Wintereinsatz umfasste. Die Ergebnisse dieser Risikostudie sind direkt in den Schiffsentwurf eingeflossen. Die Risikostudie war in die folgenden zwei Themen unterteilt (Anhang 11):

a) Erarbeitung eines Risikomanagements bei einer auftretenden Ölhavarie

In der Studie wurden sämtliche möglichen Havariequellen in dem Schiffsentwurf ermittelt und nach dem vorhandenen Gefährdungsgrad analysiert. LR kam zu dem Ergebnis, dass es in dem Schiffsentwurf keine signifikanten oder intolerablen Risiken für eine Ölhavarie gibt und dass die Risiken ebenfalls nicht größer sind als bei konventionellen Forschungsschiffen ähnlicher Größe.

Es wurden lediglich kleinere Risikoquellen identifiziert und entsprechende Verbesserungsvorschläge gemacht. So schlägt LR vor, die Dimensionierung der Plattenstärken im Bugbereich von AURORA BOREALIS zu vergrößern. Außerdem sieht LR in der Beheizung der Ballastwassertanks mit Thermalöl ein erhöhtes Risiko für eine mögliche Umweltverschmutzung. Die Vorschläge von LR für die Verbesserung der Umweltsicherheit von AURORA BOREALIS werden bei der Ausschreibung für den Bau des Schiffes berücksichtigt werden (Anhang 11).

b) Erarbeitung eines Risikomanagements für den arktischen Wintereinsatz (Winterisation)

Die von LR neu entwickelten Winterisation Regeln für die speziellen Einsatzbedingungen, Einsatzgebiete und Einsatzzeiträume unter denen AURORA BOREALIS arbeiten wird, wurden auf den Schiffsentwurf von AURORA BOREALIS angewandt. Auf Grundlage der Generalpläne wurde eine Vergleichsanalyse der möglichen Einsatzbedingungen mit den schiffstechnischen Voraussetzungen durchgeführt. Diese kam zu dem Ergebnis, dass AURORA BOREALIS in Übereinstimmung mit den LR Regeln für Winterisation ausgelegt ist.

Konzept wissenschaftliches Bohren:

Die in der Aufgabenstellung und durch verschiedene Vorarbeiten und Gutachten geforderte komplette Einbindung des wissenschaftlichen Bohrens mit AURORA BOREALIS in die technischen Abläufe und Prozesse sowie das Gesamtkonzept von IODP konnte durch die Vergabe des Auftrags an die U.S. Implementing Organisation (USIO) des IODP, die auch das wissenschaftliche Tiefseebohrschiff JOIDES RESOLUTION im riserlosen Bohrverfahren betreibt, sichergestellt werden. Zudem konnte auf die erhebliche Expertise verschiedener Experten dieser Organisation für den Bohrbetrieb, die benötigten Komponenten, die analytischen und IT-Systeme, räumliche und planerische Ausstattung spezieller Labore, sowie Besonderheiten im operationellen Betrieb im Eis zurückgegriffen werden. Schwerpunkte der Zusammenarbeit waren hierbei wie folgt definiert und basierten auf einem nach einer Erstanalyse gemeinsam entwickelten Projektablaufplan:

- Durchsicht und Überprüfung der Eignung einer durch National Oilwell Varco (NOV) angebotenen Industriestandard-Lösung für die gesamte Bohrausrüstung,
- Optimierung der technischen Spezifikationen des Anbieters und der korrekten Einbindung aller anlagentechnischen Komponenten in den Generalplan und die technische Dokumentation von WSDG,
- Sicherstellung der Kompatibilität mit bestehenden Komponenten und technischen Einrichtungen zum riserlosen Bohren innerhalb des IODP auf Basis der existierenden Systeme an Bord von JR und CHIKYU,
- Entwurf zur Raumplanung und -anordnung der wissenschaftlichen Labore an Bord. Abgleich der ermittelten Kapazitäts- und Workflow-Anforderungen für Bohrexpeditionen im Vergleich mit sonstigen Expeditionen,
- Ermittlung Raumbedarf und -anordnung für wissenschaftlich-technische Hilfsräume (Werkstätten, Technikerräume, Geräte- und Ersatzteilelager),
- Entwurf für wissenschaftlich-technischen Arbeitsfluss an Bord bei Bohr- und anderen Expeditionen,
- Überprüfung des Generalplans auf optimierte Raumkonzepte, Transportwege, Vollständigkeit technischer Komponenten,
- Bereitstellung Expertise zum wissenschaftlichen Bohren in teilweise eisbedeckten Gewässern. Ansätze zur Optimierung des Organisationsablaufs beim Bohren im Eis.

Basierend auf ersten Vorschlägen eines kommerziellen Anbieters (NOV) für Bohranlagen, Kräne und Hilfssysteme wurden zunächst alle vorgeschlagenen Komponenten des Angebots auf Ihre Eignung zum wissenschaftlichen Bohren und ihre Kompatibilität mit bestehenden IODP-Komponenten geprüft. Dann wurde in Zusammenarbeit mit WSDG die planerische Einarbeitung der wesentlichen Teile in den technischen Gesamtzusammenhang und bestehende Infrastrukturen an Bord vorgenommen.

In einem separaten Projektbereich wurden die wissenschaftlichen Laboranforderungen und die Raumplanung unter Berücksichtigung eines optimierten Arbeitsflusses an Bord verbessert. Basierend auf den Vorarbeiten zum Umbau des existierenden Tiefseebohrschiffes JOIDES RESOLUTION den USIO plante und –durchführte, existierte ein Anforderungsprofil der internationalen wissenschaftlichen Gemeinschaft zu einer optimierten Raumkonzeption incl. detaillierter technischer Spezifikationen an Bord eines Forschungsbohrschiffes. Hieraus wurde für AURORA BOREALIS zunächst ein Raum- und Anordnungskonzept für die an Bord

befindlichen geowissenschaftlich orientierten multifunktionalen Labore erstellt. Darauf aufbauend wurden die in technischer Zuordnung liegenden Hilfs-, Werkstatt- und Lagerräume geplant. Es ergaben sich weitreichende Änderungsvorschläge insbesondere zur Größenbemessung und technischen Ausstattung der relevanten Hilfs- und Werkstatträume, die für ein unterbrechungsfreies und sicheres Arbeiten an Bord unerlässlich sind.

In einem abschließenden Arbeitsgang wurden die den Bohrprozess unmittelbar unterstützenden Systeme kritisch begutachtet. In einem abgestimmten kontinuierlichen Optimierungsprozess wurden dabei die zunächst vorläufigen Vorschläge des Generalplaners und Drittanbieters erheblich modifiziert.

Insgesamt wurde durch die Vergabe des Auftrags an IODP-USIO sichergestellt, dass der Entwurf von AURORA BOREALIS allen technischen und wissenschaftlichen Anforderungen des IODP an eine wissenschaftliche Bohrplattform entspricht. Dies ist ein entscheidender Aspekt zur weiteren Zusammenarbeit mit dem europäischen Partner ECORD zur angedachten Nutzung von AURORA BOREALIS in einem zukünftigen wissenschaftlichen Bohrprogramm nach 2013.

II.2 Wichtige Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Im Folgenden werden zu den einzelnen Positionen im zahlenmäßigen Nachweis detaillierte Erläuterungen gegeben. Die Nummerierung der Positionen entspricht der des Verwendungsnachweises.

Pos. 0813 Material

Die Mittel in der Position Material wurden für Büromaterial, die Beschaffung spezieller Literatur und für die Transportkosten und Zölle, die bei dem Versand des Modells nach Berlin und San Francisco angefallen sind, verwandt.

Pos. 0823 Fremdleistungen

In der Position Fremdleistungen wurden folgende Aufträge an Dritte vergeben, (siehe auch Kap. II.1.3):

a) Technische Koordinierung

Dieser Auftrag wurde an Herrn Dipl. Ing. Eberhard Wagner vergeben. Herr Wagner ist Schiffbau – Ingenieur und hat über 40 Jahre in Schifffahrt, Reedereien und Werften gearbeitet. Er war bei der Reederei F. Laeisz als verantwortlicher Projektleiter für die Bereederung und den Umbau von POLARSTERN zuständig. Er kennt die wissenschaftlichen Anforderungen an ein Forschungsschiff und konnte deren Umsetzbarkeit aufgrund seiner Erfahrung sehr gut einschätzen. Herr Wagner bildete die Schnittstelle zwischen dem technischen Schiffsentwurf und den wissenschaftlichen Arbeiten. Er hat die Projektmitarbeiter bei den Verhandlungen mit dem Generalplaner unterstützt, die Generalplanung begleitet und mit seinem Fachwissen eine Betriebskostenabschätzung für die AURORA BOREALIS durchgeführt.

b) FuE-Aufträge an die Hochschule Bremen

Im Rahmen dieses Auftrages wurde die technische Machbarkeitsstudie zu AURORA BOREALIS aus dem Jahr 2004 soweit überarbeitet, dass diese die Basis für die künftigen Arbeiten des Generalplaners bilden konnte. Der Auftrag umfasste die Personalkosten für Herrn Dipl. Ing. Guido Neumann für den Zeitraum 01.03. – 31.10.2007, sowie Personalmittel für wissenschaftliche Hilfskräfte, die an die an der Überarbeitung der Machbarkeitsstudie beteiligt waren und Verbrauchsmaterial für die Hochschule.

c) Generalplanung

Dieser Auftrag wurde an WSDG vergeben, die die komplette Generalplanung inklusive die Erstellung der Ausschreibungsunterlagen für AURORA BOREALIS durchgeführt haben.

d) Ausarbeitung eines Transportwegekonzeptes

Im Rahmen dieses Auftrages wurde ein Transportsystem, das partiell halbautomatisch arbeitet und sich durch einen geringen Einsatz von manueller Kraft sowie elektrischer Energie auszeichnet, entwickelt. Der Auftrag wurde ebenfalls durch WSDG durchgeführt.

e) Risikomanagement für Ölhavarie und arktischen Wintereinsatz

Diesen Auftrag wurde LR erteilt, die zwei Studien zum Risikomanagement durchgeführt haben. Die erste Studie befasste sich mit dem Risikomanagement einer auftretenden Ölhavarie und die zweite mit dem Risiko eines arktischen Wintereinsatzes. Die Ergebnisse dieser Studien sind in die Generalplanung eingeflossen und haben diese sinnvoll ergänzt.

f) Konzept wissenschaftliches Bohren

Diesen Auftrag hat IODP-USIO erhalten, die für die wissenschaftlichen und einen Teil der technischen Arbeiten auf JOIDES RESOLUTION zuständig sind. IODP-USIO hat das Projektteam am AWI und den Generalplaner bei der Erarbeitung eines Konzeptes für das wissenschaftliche Bohren und wissenschaftliche Arbeiten auf AURORA BOREALIS beraten und unterstützt.

Alle Aufträge wurden nach den Regeln der EU vergeben.

Pos. 0837 Personalkosten

Die im Projekt bewilligten Stellen waren mit den folgenden Personen für folgende Zeiträume besetzt:

a) Bereich internationale Einbindung:

Koordinatorin für das Gesamtprojekt und die internationale Zusammenarbeit: Frau Dr. Nicole Biebow, (01.03.2007 - 31.01.2009), TVL 14

Koordinatorin für die Wissenschaft und Öffentlichkeitsarbeit: Frau Dr. Martina Kunz-Pirrung, (01.03.2007 - 31.01.2009), TVL 14

Koordinator für die Logistik und Bohrtechnik: Herr Dipl. Geol. Lester Lembke-Jene, (01.08.2007 - 31.01.2009), TVL 13

Fremdsprachen- und Sekretariats-Assistentin Frau Elena Tschertkowa-Paulenz, (01.03.2007 - 31.01.2009), TVL 10

b) Bereich Technik

Technische Mitarbeiterin für das ursprüngliche Arbeitspaket der Hochschule Bremen "Strukturfestigkeit und Konstruktion": Dipl. Ing. Kim Engelke (01.05. - 31.10.2007), TVL 10

Technische Mitarbeiterin für das ursprüngliche Arbeitspaket der Hochschule Bremen "Strukturfestigkeit und Konstruktion": Dipl. Ing. Beate Raabe (15.04. - 30.09.2007), TVL 10

Nach dem vorzeitigen Ausscheiden dieser beiden Mitarbeiterinnen aus dem Projekt hat der Generalplaner WSDG die Arbeiten der beiden technischen Mitarbeiterinnen fortgeführt.

Pos. 0838 Reisekosten

Die Inlandsdienstreisen wurden hauptsächlich zur Abstimmung mit den Experten im Inland und mit den beteiligten Firmen, z.B. WSDG, HSVA, durchgeführt. So waren regelmäßige Arbeitstreffen mit den beteiligten Firmen und Institutionen erforderlich, um einen termingerechten und reibungslosen Ablauf der Generalplanung zu ermöglichen. Außerdem wurde das Projekt AURORA BOREALIS auf geeigneten Tagungen und Messen im Inland vorgestellt. Es wurden mehrere nationale Arbeitstreffen durchgeführt, um den Fortgang des Projektes zu dokumentieren und die nächsten Arbeiten zu planen (siehe Tab. 2).

Ein großer Teil der internationalen Koordinationsreisen diente der Abstimmung mit wichtigen Gremien wie z.B. dem EPB, ECORD und IODP. Auf diesen Reisen wurde der Fortgang des Projektes dargestellt und die internationale Implementierung von AURORA BOREALIS vorangetrieben. Außerdem wurden Auslandsreisen zur Koordinierung und Abstimmung mit inter-

nationalen Firmen, insbesondere aus dem Explorationsbereich, und Institutionen, durchgeführt. Ein wesentlicher Teil der Mittel wurde für die Reisen der Projektmitarbeiter zu den internationalen Workshops benötigt. Letztlich wurde das Projekt AURORA BOREALIS auch auf ausgewählten internationalen Kongressen vorgestellt (Anhang 2).

Pos. 0847 Anlagen

In dieser Position wurden folgende vorhabensspezifische Anlagen beschafft:

- 4 x Dell Precision ZM 490 Workstations
- 4 x Dell LCD Breitbild - Monitore
- 1 x Plotter HP Design-Jet 500 PS Plus
- 1 x Farb - Laserdrucker

Diese Anlagen wurden ursprünglich für die AWI Mitarbeiter, die an der Hochschule Bremen arbeiteten, beschafft. Nach dem Ausscheiden der Hochschule aus dem Projekt wurden die Geräte von den Mitarbeitern der Projektgruppe am AWI weiter verwendet.

Pos. 0850 Sonstige unmittelbare Vorhabenskosten

Die Mittel in der Pos. 0850 wurden wie folgt verwendet:

a) Für die Darstellung und Generierung von 3-D Strukturdaten für die Stahlkonstruktion und weiteren Komponenten wurde für die Hochschule Bremen Software (3 x AUTOCAD 2008 Vollversion, AUTOCAD Mechanical 2008, Vollversion, AUTODESK Inventor Professional 2008, Vollversion) beschafft und später am AWI weiter verwendet.

b) Es wurden nationale Experten aus den Bereichen Wissenschaft und Technik zu mehreren Arbeitstreffen (Tab. 2) mit dem Generalplaner eingeladen, um den Fortgang der Entwicklung des technischen Designs zu begleiten und zu begutachten.

c) Zu jedem internationalen Workshop (Tab. 1) im Ausland wurden Experten aus Wissenschaft, Technik und Politik des jeweiligen Landes eingeladen. Zudem wurde zum Teil die Durchführung der Workshops übernommen und ein finanzieller Beitrag zur Workshop-Logistik (z.B. Mieten, Büromaterial etc.) geleistet. Obwohl den internationalen Teilnehmern bei jedem Arbeitstreffen angeboten wurde, dass ihre Reisekosten durch das Projekt übernommen werden, haben nur sehr wenige Teilnehmer dieses Angebot in Anspruch genommen. Auch die Kosten für die Durchführung der Workshops wurden in den meisten Fällen durch die gastgebenden Institute gedeckt (siehe Kap. III.6 des Erfolgskontrollberichtes).

d) Zur Einwerbung potentieller internationaler Partner, für die Information von Politik und Wirtschaft sowie für die Öffentlichkeitsarbeit wurde eine Broschüre angefertigt. In der Broschüre sind der wissenschaftliche Hintergrund und die technischen Neuentwicklungen von AURORA BOREALIS öffentlichkeitswirksam dargestellt. Die drei Einlegeblätter, die zur Broschüre gehören, informieren über die technischen Details des Schiffes, über die wissenschaftliche Bedeutung und über das europäische ERICON-AURORA BOREALIS Projekt. Weiterhin wurden im Bewilligungszeitraum zwei kleine Faltblätter über AURORA BOREALIS erstellt, das Erste in Deutsch und in Englisch Ende 2007, das Zweite nur in Englisch Ende 2008 (Anhang 3). Das zweite Faltblatt ist eine Adaption des Ersten, nur mit aktualisierten Daten und Informationen (Stand Dezember 2008).

e) Für die Präsentation von AURORA BOREALIS in der Öffentlichkeit wurden zwei große Messeaufsteller, vier Rollups und ein Modell des Schiffes angefertigt. Die Messeaufsteller und Rollups informieren mit Hilfe von Visualisierungen des Schiffes und kurzen Texten über das Projekt. Das Schiffsmodell von AURORA BOREALIS im Maßstab 1:150 zeigt sehr anschaulich, wie das Schiff aussehen wird. Am Modell lassen sich viele technische Einzelheiten besser zeigen und erklären als an einem Bild oder einer Visualisierung. Das Schiffsmodell ist bei jeder Veranstaltung der Publikumsmagnet.

f) Um die Rechte an dem Foto- und Filmmaterial am AWI zu behalten und die Veröffentlichungen des Materials selber steuern zu können, wurden professionelle Dokumentationen der Eistank- und Glattwasserversuche bei der HSVA und bei AARC in Auftrag geben. Zudem wurde die Entwicklung des Schiffsentwurfes im Projektzeitraum dokumentiert. Aus dem umfangreichen Filmmaterial wurde ein Film über das Projekt hergestellt, der in einer langen Version (25 Minuten) und einer kurzen Version (6 Minuten) vorliegt (Anhang 8). Beide Filmversionen wurden in Deutsch und in Englisch produziert, um das Projekt auch im Ausland vorstellen zu können. Die Bilder der Fotoreportage wurden für die Broschüre, die Webpage und für zahlreiche Journalistenanfragen genutzt.

II.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Um ein derart ambitioniertes Vorhaben wie die Implementierung der größten und teuersten Infrastruktur in der internationalen Polar-, Umwelt- und Klimaforschung zu realisieren, wurde eine umfangreiche Informationsarbeit in der internationalen Polarforschungsgemeinde, den entsprechenden Gremien und in der Öffentlichkeit betrieben. Diese Arbeit war aus unserer Sicht unbedingt notwendig und in ihrem Umfang angemessen. So konnte das Projekt AURORA BOREALIS international bekannt gemacht werden und auch viele Bedenken hinsichtlich der technischen Machbarkeit, der hohen Kosten und der Einbindung des Schiffes in die europäische Forschungsflotte sowie in IODP ausgeräumt werden. Es wurde zudem erreicht, dass sich die Wissenschaftler und die Vertreter der jeweiligen nationalen Förderorganisationen aktiv mit dem Projekt auseinandersetzen und prüfen inwieweit für ihr Land eine Beteiligung wissenschaftlich sinnvoll und finanziell machbar ist. Der Prozess der Entscheidungsfindung über eine potentielle Beteiligung am Bau und Betrieb von AURORA BOREALIS ist in vielen europäischen Ländern in Gang gesetzt worden, so wird z.B. in Italien bereits über eine Einbindung nationaler Werften in den Bau des Schiffes diskutiert. Wie in Kap. II.1.2 beschrieben wären Norwegen und Russland nun bereit, sich an AURORA BOREALIS zu beteiligen, was ebenfalls als ein Ergebnis der geleisteten Arbeit zu werten ist.

Die Entscheidung, die Entwicklung des technischen Designs dieses völlig neuartigen Schiffes an einen Generalplaner zu vergeben und mit Herrn Eberhard Wagner einen erfahrenen technischen Berater als Verstärkung für das AWI - Projektteam zu beauftragen, war richtig und absolut notwendig. Nur so konnte in der relativ kurzen Zeit, die nach dem Ausscheiden der Hochschule verblieben war, die Entwicklung des Schiffes bis hin zur Ausschreibungsreife erreicht werden. Auch die umfangreichen Arbeiten die vom AWI - Projektteam für die Generalplanung geleistet wurden, wie z.B. die Vor- und Nachbereitung der 14-tägigen Arbeitstreffen mit WSDG, die Gespräche mit vielen Wissenschaftlern am AWI, der BGR und weiteren Instituten über die benötigte wissenschaftliche Infrastruktur und die kontinuierliche Überprüfung des Entwicklungsstandes des Schiffes waren in ihrem Umfang gerechtfertigt.

Bereits in einem Vorstadium der Generalplanung wurde ersichtlich, dass eine fundierte Einbindung eines Gesamtkonzepts zum Bohr- und wissenschaftlichen Arbeits- und Laborbetrieb in den Schiffsentwurf nur durch externe Expertise gesichert werden kann. Die geforderte Integration von bestehenden und zukünftigen Technologien des IODP in den Entwurf AURORA BOREALIS erforderte zwingend eine enge technische Abstimmung zwischen AWI, dem Generalunternehmer und der USIO. Es handelt sich in der Mehrzahl der angewandten Methoden und Ausrüstungen um speziell von USIO entwickelte, proprietäre Lösungen oder Verfahren, die kommerziell anderweitig nicht verfügbar sind. Vor dem Hintergrund, dass auch die technisch aufwendige und teure Bohranlage auf Eignung und korrekte Ausführung von unabhängigen Experten begutachtet werden musste, sind die ausgeführten Arbeiten durch IODP-USIO als absolut notwendig zu bewerten.

II.4 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Im Rahmen dieses Projektes konnte ein völlig neuartiges Schiff entwickelt werden, das nicht nur vollkommen den Ansprüchen der modernen Polarforschung genügt, sondern in einigen entscheidenden Konstruktionsmerkmalen absolutes Spitzenniveau des Weltschiffbaus darstellt. Dieses Schiff kann erstmalig in der Welt autark wissenschaftliche Bohrungen bei Eisbedeckung durchführen. Die technische Machbarkeit von AURORA BOREALIS konnte in allen Bereichen in vollem Umfang nachgewiesen werden. Gleichzeitig wurde mit ERICON ein internationales Konsortium gegründet, welches die notwendigen Voraussetzungen für die internationale Beteiligung am Bau und Betrieb dieses Schiffes erarbeiten wird. In einigen Ländern konnten bereits auf politischer Ebene Erfolge erzielt werden, so dass sich bisher zwei Partner bereit erklärt haben, sich am Bau und Betrieb von AURORA BOREALIS zu beteiligen, wenn Deutschland das Projekt weiter vorantreibt. Somit wurde der Weg für die Implementierung der größten und modernsten Infrastruktur in der Polarforschung bereitet, was als vorrangiger Nutzen dieses Projektes bezeichnet werden kann.

Außerdem wurden im Rahmen der Generalplanung nachstehende technische Neuentwicklungen getätigt, die für die kommerzielle Schifffahrt und die Explorationsindustrie, insbesondere in den Polargebieten, von großem Interesse sind:

- Schiffslinienform im Eisbrechergürtel für das Eisbrechen aus allen Positionen heraus (Balkonform der Außenhaut),
- Krängungs- und Trimmtank-Konzept in Schiffsquer- und längsrichtung zur Unterstützung des kontrollierten Eisbrechens bei sehr geringen Relativgeschwindigkeiten zwischen Eis und Außenhaut,
- Dynamisches Positionieren im Eis,
- Auslegung der Schiffskörperfestigkeit für „Rundum-Eisbrechen“,
- Atrium-Konzept für optimales wissenschaftliche Arbeiten und Einbringung von Laborcontainern und wissenschaftlichem Gerät (z.B. ROV, AUV) in den Moon Pool-Bereich,
- Bohrturmkonstruktion als witterungsgeschützter Arbeitsbereich,
- Doppel-Heckaufschleppe für wissenschaftliches Arbeiten mit Füllstück zum Eisbrechen und variablem Wetterschutz,
- Aufgeständerte Brücke mit Rundumsicht für Eisnavigation,
- Schwere Bogenrahmen an den Aufbaudecks als seitlicher Schutz des Schiffes gegen Beschädigungen des Schiffes mit seinen Rettungseinrichtungen am Schelfeisrand,
- Querstrahler-Wartung und Demontage in Montageschächten mit transportabler Hebevorrichtung,
- Transportsystem im Schiff für teilautomatisierte Transporte (ohne Personalbegleitung) an Bord.

Die hier beschriebenen technischen Neuentwicklungen wurden zum größten Teil von deutschen Firmen und Forschungseinrichtungen getätigt. Die erzielten Erkenntnisse helfen den beteiligten Firmen, neue Märkte zu erschließen. Insbesondere das Konzept der dynamischen Positionierung im Eis, die dadurch bedingte neue Rumpfform und die große Eisbrechfähigkeit des Schiffes ist sowohl für die Offshore - Industrie als auch für Tanker, Frachter und Forschungsschiffe, die in polaren Gebieten eingesetzt werden, von großer Bedeutung. Besonders interessant ist in dieser Hinsicht die durch den Klimawandel bedingte zukünftige Entwicklung der Transportwege in der Arktis. Gerade für den Einsatz unter extremen Umweltbedingungen sind im Segment der Spezialschiffe die Ergebnisse, die bei der Entwicklung von AURORA BOREALIS erzielt wurden, von größter Bedeutung.

Die Erkenntnisse aus den Entwicklungsarbeiten für AURORA BOREALIS können zudem auf Frachtschiffe für polare Gebiete und auf die Gas- und Erdölexploration übertragen werden. Außerdem wird die für AURORA BOREALIS notwendige Forschung in Bezug auf Eisbedingungen, Eisdrift und deren Vorhersage nutzbar sein für Transportschiffe in eisbedeckten Gewässern bei einem schnellen und sicheren Weg durch das Eis.

Die technische Auslegung des Schiffes zielt auf größtmögliche Umweltsicherheit (Doppelhüllenrumpf, Schotten, Abgasreinigung etc.), um Risiken und Einflüsse für die polare Umwelt so gering wie möglich zu halten. Die Neu- und Weiterentwicklungen des Sicherheitskonzeptes von AURORA BOREALIS sind ebenfalls für die Schifffahrt in diesen extremen Seegebieten von großer Bedeutung.

AURORA BOREALIS ist daher ein Technologieträger, für den bereits heute Adaptierungsmöglichkeiten für einzelne Segmente auch in der kommerziellen Schifffahrt und der Öl- und Gasindustrie bestehen.

II.5 Fortschritt im Stand der Wissenschaft während der Projektlaufzeit

Zu Beginn der Projektlaufzeit war die vorangegangene Machbarkeitsstudie AURORA BOREALIS das weltweit einzige theoretische Konzept zur Entwicklung eines zum dynamischen Positionieren fähigen Bohrschiffes im Eis. Innerhalb des Projektzeitraumes wurde dieses theoretische Konzept zur praktischen Durchführbarkeit entwickelt und ein ingenieurmäßig funktionstechnisch garantierter Entwurf erstellt. Dieser weitreichende Erfolg entspricht dem tiefgreifenden Fortschritt, der während des Projektzeitraums im Stand der Wissenschaft und Technik stattgefunden hat. Dieser Fortschritt sei hier lediglich kurz in zwei Abschnitten dargestellt, dem veränderten wissenschaftlichen Bedarf für eine derartige Plattform und den wissenschaftlich-technischen Weiterentwicklungen, die sich im Projektzeitraum ergeben haben.

Wissenschaftlicher Bedarf für einen schweren Forschungseisbrecher mit Tiefseebohrereinrichtung:

Während der Projektlaufzeit haben sich im wissenschaftlichen Verständnis der Polarregionen weitreichende Veränderungen ergeben (z.B. IPCC Core Writing Team, 2007; Dickson, 2007; Hillaire-Marcel et al., 2008; Schiermeier, 2008). Die Ergebnisse der ersten Bohrexpedition in die zentrale Arktis (ACEX) erregten weltweit größtes Aufsehen und führten durch die entsprechenden Dachpublikationen zu einem Paradigmenwechsel im Verständnis der Klimageschichte der hohen nördlichen Breiten (z.B. Brinkhuis et al., 2006; Jakobsson et al., 2007; Backman und Moran, 2008; Haley et al., 2008; Stickley et al., 2009). Bereits jetzt wird die ACEX-Expedition als eine der erfolgreichsten Expeditionen in der langjährigen Geschichte des ODP-IODP angesehen. Nicht zuletzt basierend auf den technischen und wissenschaftlichen Erfolgen von ACEX und auf der zunehmenden Bedeutung, die den hohen Breiten zum Verständnis globaler Klimaveränderungen in der Erdgeschichte beigemessen wird, ist die Anzahl der im IODP-System befindlichen Fahrtanträge signifikant angewachsen. Bereits heute befänden sich hinreichend Anträge in unterschiedlichen Reifegraden im IODP - eigenen Antrags- und Begutachtungssystem, um AURORA BOREALIS für die ersten ca. zehn Jahre mit wie vorgesehen einer Expedition pro Jahr in der zentralen Arktis einzusetzen. Eine ähnlich hohe Anzahl weiterer Expeditionsanträge ist zur Einreichung beim IODP seitens der wissenschaftlichen Gemeinschaft nach einem im Herbst 2008 durchgeführten Planungsworkshop zur strategischen Forschung durch wissenschaftliches Bohren in der Arktis für Herbst 2009/Frühjahr 2010 vorgesehen. Ein gleich gestalteter Workshop zur strategischen Planung für Bohren in antarktischen Gewässern ist für den Herbst 2009 vorgesehen und wird ebenfalls zu einer Vervielfachung der ausgewiesenen Schwerpunkte für wissenschaftliches Bohren in der polaren Südhemisphäre (und damit eingereichter IODP-Anträge) führen. Es besteht folglich bereits heute erheblicher Bedarf an einem eisgängigen Forschungsbohrschiff.

Nicht zuletzt durch die Veröffentlichung des IPCC AR4 (insb. Solomon et al., 2007) und eine erhebliche Ausweitung der Forschungsaktivitäten in den hohen Breiten durch das Internationale Polarjahr (IPY) 2007-2009 (z.B. Simon et al., 2008) haben sich die wissenschaftlichen Anforderungen an zusätzliche Forschungsschiffe in beiden Hemisphären, die ganzjährig Daten erheben und operativ einsatzfähig sind, erhöht. Berichte über die sich rapide vermindern Sommer-Meereisbedeckung in der Arktis und damit einhergehende tiefgreifende Än-

derungen der Atmosphäre und Ozeanographie machen darüber hinaus deutlich, dass ein unmittelbarer Handlungsbedarf zur Erforschung des Arktischen Ozeans besteht (z.B. SEARCH Project Office, 2008; Simon et al., 2008) Dies ist umso wichtiger als die Ursachen und Wechselwirkungen dieser Veränderungen heute nicht hinreichend verstanden werden, obwohl sie weitreichende Folgen nicht nur unmittelbar für die Arktis-Anrainerstaaten, sondern auch für andere Länder (insbesondere auch die der EU) haben werden. Dies erstreckt sich auch auf die sich verändernden Rahmenbedingungen für angewandte Forschung, Ressourcen und eventuelle politische Interessen (z.B. Gautier et al., 2009; Proelss, 2009). Die innerhalb des Projektzeitraumes veröffentlichten Schlüsseldokumente und Positionspapiere seitens der wissenschaftlichen Gemeinschaft, der diversen Nichtregierungsorganisationen und der politischen Entscheidungsgremien weisen daher auch mit Nachdruck darauf hin, dass eine zeitnahe Aufstockung der wissenschaftlichen Infrastrukturen in den Polarregionen von größter Dringlichkeit ist.

Zur Sicherung der Kontinuität langjähriger Beobachtungen und Aufzeichnungen und auch um neue Fragestellungen prinzipiell bearbeiten zu können, sind die gegenwärtig operierenden Plattformen sowohl in der Arktis als auch im Südozean unzureichend in Zahl, Ausstattung, Alter und technischer Leistungsfähigkeit. Insofern hat sich im Projektzeitraum ein dringender Bedarf nach zusätzlichen marinen Infrastrukturen eingestellt, um diese dringend notwendigen Forschungsexpeditionen, aber auch langfristige Datenerhebungen kontinuierlich durchführen zu können. Es ist deutlich geworden, dass mit den bestehenden Infrastrukturen alleine diese wesentlich gewachsenen Anforderungen an die marine Polarforschung in der Zukunft voraussichtlich nicht erfüllt werden können.

Wissenschaftlich-technischer Fortschritt im Projektzeitraum

Im technisch-wissenschaftlichen Bereich ist im Bereich eisgängiger Fracht- und Bohrschiffe ein erhebliches Interesse v.a. durch die Explorations- und Kohlenwasserstoff-Industrie, aber auch durch andere wirtschaftliche und politische Sektoren entstanden. Insbesondere durch die seit 2007 dokumentierte extreme Verminderung der saisonalen Sommereisdecke in der Arktis und der damit einhergehenden zukünftigen Nutzung neuer Seewege und Ressourcen hat sich ein breites Interesse an der ökonomischen und politischen Nutzung des Arktischen Ozeans entwickelt, der auch im Bereich des Schiffbaus bei der Entwicklung neuer technischer Lösungen zur Eisfahrt seinen Niederschlag fand. Hierzu sei die Patentierung und technische Weiterentwicklung des sog. „Double-Acting“ Prinzips durch einen der am Projekt beteiligten Subunternehmer (AARC) stellvertretend genannt, die weltweit als einer der zukunftsweisenden Entwürfe für die kommerzielle Schifffahrt im Eis angesehen wird. Durch die Einbindung solch wesentlicher Technologieentwickler als Berater und/oder Subunternehmer in die Generalplanung für AURORA BOREALIS wurden während der gesamten Projektlaufzeit Neuerungen im Stand der Wissenschaft und Forschung Rechnung getragen und neue Konzepte vergleichend zu bewährten Entwicklungen kritisch bewertet, um dann die jeweils optimalen Lösungen speziell für AURORA BOREALIS umzusetzen.

Im Bereich Bohren in hohen Breiten wurden im Projektzeitraum erste technische Entwürfe durch Industrieunternehmen selber (z.B. Statoil-Hydro) oder aber auch durch Service-Unternehmen (z.B. Stena Drilling) entwickelt, um eisgängige Bohrschiffe zu implementieren oder zu planen. Es muss hierbei allerdings betont werden, dass sich diese Planungen in der technischen Auslegung erheblich von den Charakteristika der AURORA BOREALIS unterscheiden. Alle gegenwärtig in der Planung oder Implementierung befindlichen Entwürfe sind zwar eisgängig, aber nicht zum autonomen dynamischen Positionieren und damit Arbeiten im Pack- oder festen Treibeis ausgelegt. Vielmehr sollen diese kommerziell zur Exploration oder Produktion von Kohlenwasserstoffen konzipierten Schiffsentwürfe unter Zuhilfenahme anderer Methoden (Verankerungen, Eisbrecher-Unterstützung) in teilweise eisdeckten oder durch Eisberge frequentierten Gebieten einen sicheren Betrieb ermöglichen. Kein derzeit in der Planung oder Entwicklung befindlicher Entwurf erfüllt annähernd die Anforderungen, die an ein Schiff wie AURORA BOREALIS bezüglich Sicherheit, technischer Zuverlässigkeit, Einsatzspektrum und Umweltbedingungen gestellt werden müssen. So stellte z.B. Statoil-Hydro kürzlich einen im Eistank der HSVA getesteten Entwurf auf Fachkonferenzen vor, der

durch eine kombinierte dynamische Positionierung und Verankerungslösung zum Bohren in Eisrandlagen mit sporadisch auftretendem Scholleneis und Eisbergen operieren soll. Das Schiff ist als Produktionsplattform optimiert, jedoch nicht für Transitarbeiten im Eis oder gar Eisbrechtätigkeiten geeignet.

II.6 Geplante und eingereichte Veröffentlichungen

- N. Biebow, J. Thiede & M. Huch (2008) Das Internationale Polarjahr 2007/08, Folge 12: Das Projekt AURORA BOREALIS, , Polarforschung 77 (1), 45-46.
- N. Biebow & J. Thiede (2007), AURORA BOREALIS - Development of a New Research Icebreaker with Drilling Capability, Scientific Drilling, No. 5, 60-62.
- M. Kunz-Pirrung & S. Titz (2008) AURORA BOREALIS – Forschungseisbrecher der Zukunft, Welt der Physik, <http://www.weltderphysik.de/de/6647.php>.
- L. Lembke-Jene (in press) Cutting Edge Icebreaker Technologies from the AURORA BOREALIS Project, Exploration and Production: Oil and Gas Review, 7 (2).
- J. Thiede, N. Biebow, C. Haas, & M. Klages (2007). Need for novel research approaches, infrastructure and technologies for the exploration of the polar environment, Climate Change and Natural Hazard Series, 11, 104-107.

II.7 Literatur

- J. Backman & K. Moran (2008) Introduction to special section on Cenozoic Paleooceanography of the Central Arctic Ocean. Paleooceanography, 23 (1), PA1501.
- S. Boden et al. (2005) ICARP II – 2nd International Conference on Arctic Research Planning. Mc Callum Printing Group Inc., Canada. <http://www.icarp.dk>.
- H. Brinkhuis, S. Schouten, M. E. Collinson, A. Sluijs, J. S. S. Damste, G. R. Dickens, M. Huber, T. M. Cronin, J. Onodera, K. Takahashi, J. P. Bujak, R. Stein, J. van der Burgh, J. S. Eldrett, I. C. Harding, A. F. Lotter, F. Sangiorgi, H. V. V. Cittert, J. W. de Leeuw, J. Matthiessen, J. Backman, K. Moran (2006) Episodic fresh surface waters in the Eocene Arctic Ocean. Nature, 441, 606-609.
- Core Writing Team, R.K. Pachauri, & A. Reisinger (Eds.) (2007) Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland. 104 pp.
- R. R. Dickson (2007) The integrated Arctic Ocean Observing System (iAOOS) in 2007 – A report of the Arctic Ocean Sciences Board. IPY Project office (eds.), Cambridge, UK.
- M. Jakobsson, J. Backman, B. Rudels, J. Nycander, M. Frank, L. Mayer, W. Jokat, F. Sangiorgi, M. O'Regan, H. Brinkhuis, J. King, K. Moran (2007) The early Miocene onset of a ventilated circulation regime in the Arctic Ocean. Nature, 447, 986-990.
- D. L. Gautier, K. J. Bird, R. R. Charpentier, A. Grantz, D. W. Houseknecht, T. R. Klett, T. E. Moore, J. K. Pitman, C. J. Schenk, J. H. Schuenemeyer, K. Sørensen, M. E. Tennyson, Z. C. Valin, C. J. Wandrey (2009) Assessment of Undiscovered Oil and Gas in the Arctic. Science, 324, 1175-1179.
- B.A. Haley, M. Frank, R.F. Spielhagen, A. Eisenhauer (2008) Influence of brine formation on Arctic Ocean circulation over the past 15 million years. Nature Geoscience, 1, 68-72.
- C. Hillaire-Marcel et al. (2008) Decadal- to millennial-scale variability of Arctic-Subarctic oceans and adjacent lands: a contribution of the Polar Climate Stability Network of Canada to the International Polar Year. Canadian Journal Of Earth Sciences, 45 (11), 1199-1201.
- A. Pröls (2009) Governing the Arctic Ocean. Nature Geoscience, 2 (5), 310-313.
- Q. Schiermeier (2008) The long summer begins. Nature, 454, 266-269.
- SEARCH Project Office, Arctic Research Consortium of the United States – ARCUS (2008) Arctic Observation Integration Workshops Report. Fairbanks, Alaska, USA. 63 pp.
- C. Simon, L. Arris, B. Heal (eds.) (2008) Arctic Climate Impact Assessment – Scientific Report. Cambridge University Press, New York, N.Y., Cambridge. 1042 pp.

- S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor & H.L. Miller (eds.) (2007) Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
- C.E. Stickley, K. St. John, K.S. John, N. Koç, R.W. Jordan, S. Passchier, R.B. Pearc, L.E. Kearns (2009) Evidence for middle Eocene Arctic sea ice from diatoms and ice-rafted debris. *Nature*, 460, 376-379.
- J. Thiede & P. Egerton (eds.) (2004) AURORA BOREALIS: A Long-Term European Science Perspective for Deep Arctic Ocean Research 2006-2016. European Polar Board, ESF. Strasbourg, France. 80 pp.

III. ERFOLGSKONTROLLBERICHT

III.1 Beitrag der Ergebnisse zu den förderpolitischen Zielen

In den Polargebieten ist der Klimawandel besonders stark zu spüren. So ist z.B. die durchschnittliche Temperatur in der Arktis in den vergangenen Jahrzehnten doppelt so stark gestiegen wie in der übrigen Welt. Das großflächige Abschmelzen der Gletscher und des Meereises sind zusätzliche Belege für eine starke Erwärmung der Arktis. Die Polarregionen reagieren also sensibler und stärker als andere Regionen der Erde auf die Phänomene des Globalen Wandels. Schnee und Eis in der Arktis beeinflussen die globale Wärmeverteilung zum Beispiel über ihre Effekte auf Albedo (Rückstreuung der Strahlung in der Atmosphäre). Zudem sind die Polarmeere die Quelle der kalten und tiefen Wasserströme, die wiederum die meridionale Umwälzzirkulation der Ozeane beeinflussen. Der Klimawandel wird hier insbesondere durch die positiven Rückkopplungs-Prozesse verstärkt. Daher ist die Arktis ein früher Indikator für die zu erwartenden Veränderungen im Zuge des Globalen Wandels.

Sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene hat die Politik erkannt, dass die Erforschung dieser Regionen und der hier ablaufenden Prozesse von höchster Dringlichkeit ist, um die zukünftigen Auswirkungen des Klimawandels zu verstehen und ihnen entgegen wirken zu können.

Zudem stehen sowohl Deutschland als auch seine europäischen Partner klimatisch und wirtschaftlich in direktem Austausch mit dem arktischen Raum. Deshalb gibt es ein großes Interesse daran, die arktische Umwelt und deren künftige Veränderungen z.B. die Öffnung der nördlichen Seewege zu verstehen. Außerdem sind umfangreiche lebende und mineralische Ressourcen in den Tiefseebecken des Arktischen Ozeans und den angrenzenden Schelfmeeren vorhanden.

Mit AURORA BOREALIS wird es erstmals möglich sein, ganzjährige Expeditionen in diese extremen, bisher kaum erforschten Regionen unserer Erde durchzuführen und damit Erkenntnisse über die Erdgeschichte, die klimatische Entwicklung und die heutigen Umweltveränderungen der Polargebiete zu erhalten. Die wissenschaftlichen Untersuchungen, die auf AURORA BOREALIS durchgeführt werden, werden zudem Erkenntnisse zu dem Vorkommen und der Verbreitung von natürlichen Ressourcen, Gashydraten und submarinen Permafrost liefern, sowie helfen die Grenzen der EEZs der arktischen Anrainerstaaten zu kartieren.

Auf internationaler Ebene wird AURORA BOREALIS eine wichtige Infrastruktur für Programme wie IASC, ICARP II und SCAR sein und helfen, die zahlreichen während des IPY begonnenen und zum Teil für viele Jahre ausgelegten Projekte weiter zu verfolgen.

Die speziellen Technologien von AURORA BOREALIS, die einen ganzjährigen Einsatz unter extremen Bedingungen autark in der Arktis und Antarktis ermöglichen, erfordern beim Bau und Betrieb eine interdisziplinäre Zusammenarbeit von unterschiedlichen Bereichen wie Schiffbau, Meerestechnik, Energieversorgung, Antrieb, Logistik und Polartechnik. Ein derartiges Vorhaben ermöglicht es somit der maritimen Wissenschaft und Technik ihre Leistungsfähigkeit darzustellen und auch zu steigern. Sowohl im Bau von neuen Spezialschiffen als auch im Bereich der Offshore-Technik können neue Technologien erschlossen werden und ermöglichen eine Stärkung der Marktposition bzw. auch die Erschließung neuer Marktsegmente.

III.2 Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Das technische Design der AURORA BOREALIS, des weltweit ersten Forschungseisbrechers mit Tiefseebohrfähigkeit, konnte im Rahmen des Projektes fertiggestellt werden. Die AURORA BOREALIS ist technisch ein einzigartiges Schiff, denn sie ist die Kombination ei-

nes schweren Eisbrechers, Bohrschiffes und Mehrzweck-Forschungsschiffes für den Einsatz in polaren Gebieten und in der offenen See zu allen Jahreszeiten. Forschungs Eisbrecher dieser Größe und Leistungsfähigkeit für den ganzjährigen autonomen Einsatz in den Polarregionen gibt es bislang weltweit weder im kommerziellen Sektor noch im wissenschaftlichen Einsatz. AURORA BOREALIS wird somit erstmals ganzjährige Expeditionen in die extremsten, bisher kaum erforschten Regionen unserer Erde ermöglichen und damit Erkenntnisse über die erdwissenschaftliche 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 (Hartgestein oder Weichsedimente) gebohrt werden kann. Wissenschaftliche Tiefbohrungen werden damit 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. Nach umfangreichen Modelltests in den Eistanks der HSVA und bei AARC konnte nachgewiesen werden, dass AURORA BOREALIS bei einer Eisdecke von mehr als 2 m tatsächlich dynamisch positionieren kann. Eine weitere Besonderheit der AURORA BOREALIS sind ihre zwei 7 x 7 m 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 ferngesteuerte oder autonome Roboter, unter einer geschlossenen Eisdecke auszubringen. Rings um diesen vorderen Moon Pool werden auf mehreren Decks die Laboratorien angeordnet sein, gestaltet als Atrium mit Rundgang und Geländern. Hier sind außerdem zahlreiche Stellplätze für zusätzliche wissenschaftliche Laborcontainer vorgesehen, so dass das Schiff für jede Forschungs Expedition 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.

In der internationalen Implementierung dieses einzigartigen Schiffes konnten im Projektzeitraum erhebliche Fortschritte erzielt werden. Mit ERICON-AURORA BOREALIS wurde ein internationales Konsortium gegründet, das die notwendigen Voraussetzungen für die Beteiligung am Bau und Betrieb dieses Schiffes erarbeiten wird. In einigen Ländern konnten bereits auf politischer Ebene Erfolge verzeichnet werden, so dass neben Deutschland noch zwei weitere Partner gefunden wurden, die sich am Bau und Betrieb von AURORA BOREALIS beteiligen würden.

III.3 Fortschreibung des Verwertungsplans

III.3.1 Erfindungen / Schutzrechte

Auch wenn im europäischen Spezialschiffbau bei den meisten Neubauten projektrelevante Entwicklungen durchgeführt werden müssen, sind daraus resultierende patentfähige Lösungen relativ selten. Der Entwurf der AURORA BOREALIS war dermaßen vielschichtig innovativ, dass neben den unter Kap. II.4 stichwortartig aufgeführten projektbezogenen Innovationen drei wichtige patentfähige Entwicklungen entstanden sind (Anhang 7). Die Patentanmeldungen beinhalten:

- Atrium-Konzept mit Lichtkuppel und Laborcontainern,
- Krängungs- und Trimmtank-Konzept zum kontrollierten Eisbrechen bei geringen Geschwindigkeiten,
- Transportsystem im Schiff

Diese Entwicklungen stehen ab sofort zur Verwendung für andere Schiffsneubauten zur Verfügung.

III.3.2 Wirtschaftliche Erfolgsaussichten

AURORA BOREALIS ist in der Eisbrechtechnik, der dynamischen Positionierung, der wissenschaftlichen Bohrtechnik, der multi-disziplinären Forschungsschifffahrt, der Energieerzeugung und Abgaswärmenutzung sowie in der Schiffsbetriebstechnik richtungweisend. AURORA BOREALIS ist somit ein Technologieträger, von dem bereits heute Adaptierungsmöglichkeiten für die kommerzielle Schifffahrt und die Offshore-Industrie insbesondere in arktischen Gebieten bestehen.

Ein derart umfassendes und technisch anspruchsvolles Projekt wie die AURORA BOREALIS ist bestens dazu geeignet, innerhalb der deutschen maritimen Industrie Kompetenzen wirkungsvoll zu bündeln und innerhalb eines Großprojektes einzusetzen. Dies umfasst gerade die in Deutschland so zahlreich ansässigen und erfolgreich aufgestellten Klein- und Spezialhersteller von Einzellösungen für den Schiffbau und die maritime Technik. Auf zahlreichen Fachveranstaltungen und bei der Darstellung innerhalb der Interessengruppen der Wirtschaft wurde bereits jetzt deutlich, dass ein Projekt dieser Größenordnung eine erhebliche Leuchtturmwirkung für eine gesamte Wirtschaftssparte besitzt. Generell wird von Wirtschafts- und Industrieverbänden in Deutschland der Spezialschiffbau und die Entwicklung von technisch hochwertigen Einzellösungen als einer der wenigen zukunftssträchtigen und wachstumsorientierten Branchen innerhalb der maritimen Wirtschaft gesehen.

III.3.3 Wissenschaftliche und technische Erfolgsaussichten

Für die deutsche und europäische Polar- und Meeresforschung eröffnet AURORA BOREALIS die einzigartige Möglichkeit, für die nächsten Jahrzehnte im globalen Wettbewerb eine Spitzenstellung einzunehmen und diese dauerhaft zu fundamentieren. AURORA BOREALIS wird ganzjährige Expeditionen in die extremsten Gebiete unserer Erde ermöglichen und damit neue Erkenntnisse über die Geschichte, die klimatische Entwicklung und die heutige Umwelt einer der letzten bisher kaum erforschten Regionen der Welt ermöglichen. Zudem wird sie als ganzjährig in den Polargebieten operierende Plattform erstmals kontinuierlich Daten zur den aktuellen Klimaänderungen aus diesen so sensiblen Gebieten unserer Erde liefern, die für die Prognose der zukünftigen Klimaentwicklung von unschätzbarem Wert sind.

Die ganzjährige Verfügbarkeit der AURORA BOREALIS z.B. im Arktischen Ozean wird es ermöglichen arktische Langzeitobservatorien, mit denen eine große Bandbreite an lebenden und nicht lebenden Komponenten untersucht werden kann, einzurichten und zu erhalten. Dies wird die Entwicklung und Umsetzung derartiger Observatorien fördern und die Grundlage für ein anhaltendes *in-situ* Monitoring verschiedenster Komponenten des Arktischen Systems erlauben. AURORA BOREALIS ergänzt die Untersuchungen die in einem weiteren ESFRI- Projekt SIAEOS (Svalbard Integrated Arctic Earth Observing System) geplant sind hervorragend indem sie als eine weitere Beobachtungsplattform die Verlängerung des in SIAEOS geplanten Monitoring in den Arktischen Ozean möglich macht. Die hierbei gewonnenen Erkenntnisse werden helfen, um einerseits die notwendigen Schutzmaßnahmen für dieses auf Veränderungen extrem empfindlich reagierende Gebiet zu definieren und andererseits die richtigen Maßnahmen für eine potentielle wirtschaftliche Nutzung dieser bisher kaum zugänglichen Region zu treffen.

Für die Meeresforschung im arktischen Ozean ist der Mehrwert durch AURORA BOREALIS dadurch gegeben, dass ein völlig neues Aufgaben- und Forschungsprofil angeboten werden kann. Dieses ist nicht nur für die europäischen Länder, sondern weltweit einmalig. Der autarke Zugang bis in das zentrale arktische Becken wird in allen marinen Forschungsbereichen, insbesondere der marinen Geologie und Geophysik, neuartige Untersuchungen anregen und neue Fragestellungen aufwerfen. Es ist daher langfristig mit einer großen internationalen Nachfrage bei der wissenschaftlichen Nutzung zu rechnen.

Der Betrieb der AURORA BOREALIS wird zudem zu einer beträchtlichen Verpflichtung der teilnehmenden europäischen Nationen führen, ihre Polarforschungsprogramme auszubauen und kontinuierlich zu betreiben, um dieses Schiff fortlaufend und mit der notwendigen Effizi-

enz nutzen zu können. Die grundsätzliche europäische Ausrichtung für die wissenschaftliche Nutzung bedeutet auch, dass für die Programmentwicklungen, Fahrtplanung und Teilnahme bereits existierenden Gremien genutzt oder neue geschaffen werden müssen.

Der zentrale Auftrag der AURORA BOREALIS ist zwar auf Grundlagenforschung ausgerichtet, allerdings wird sie auch eine wichtige Rolle in der Ausbildung einer zukünftigen Wissenschaftlergeneration spielen (wie auch auf den Bohrschiffen von IODP). Wissenschaftlicher Fortschritt wird in beträchtlichem Maße von jungen, gut ausgebildeten und erfinderischen Wissenschaftlern gemacht. AURORA BOREALIS gibt diesen jungen Wissenschaftlern die Möglichkeit Forschung auf der höchstentwickelten Forschungsplattform der Welt zu erleben und direkt in alle möglichen Arten von wissenschaftlichen Projekten mit einbezogen zu sein. Die hervorragenden Bedingungen für wissenschaftliche Forschung auf AURORA BOREALIS ermöglicht eine hochklassige Ausbildung einer zukünftigen Generation von Polarforschern. AURORA BOREALIS kann somit als schwimmende internationale polare Universität bezeichnet werden.

Wenn es gelingt, die AURORA BOREALIS für einen längeren Zeitraum für die Arktis zur Verfügung zu stellen, wird Europa seinen Spitzenplatz in der arktischen Polarforschung halten können. Gleichzeitig kann die POLARSTERN mit einem umfassenden Forschungsprogramm im Südozean gemeinsam vor allem mit französischen und australischen Partnern eine Vorreiterrolle in der antarktischen Polarforschung sicherstellen. Der Betrieb beider Schiffe zusammen macht erstmalig synoptische wissenschaftliche Untersuchungen in beiden Polargebieten zur gleichen Zeit möglich und vermeidet das teure und zeitaufwendige Pendeln eines Schiffes zwischen der Nord- und Südhalbkugel.

Auf technischer Ebene würde der Bau von AURORA BOREALIS in Deutschland der maritimen Industrie helfen ihre Leistungsfähigkeit wesentlich zu steigern. Sowohl im Bau von neuen Spezialschiffen als auch im Bereich der Offshore-Technik können die neuen Technologien von AURORA BOREALIS angewendet werden und ermöglichen somit eine Stärkung der Marktposition bzw. auch die Erschließung neuer Marktsegmente für die deutsche Schiffbauindustrie.

III.3.4 Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit

Die Internationale Implementierung von AURORA BOREALIS als europäische bzw. internationale Großinfrastruktur wird im Rahmen des ERICON – AURORA BOREALIS Projektes fortgesetzt. AURORA BOREALIS wurde im Jahr 2006 als eines von nur sieben Großforschungsprojekten der Sektion „Environmental Sciences“ in die ESFRI-Liste der Europäischen Kommission aufgenommen. Mit der sogenannten „ESFRI Preparatory Phase“ fördert die Europäische Kommission im 7. Rahmenprogramm die Entwicklung von Managementstrukturen und die Erarbeitung der rechtlichen und finanziellen Voraussetzungen zur endgültigen Implementierung der ESFRI Infrastrukturen. Das ERICON – AURORA BOREALIS Projekt ist eines der geförderten Projekte. In ERICON haben sich 15 Institutionen aus 10 europäischen Ländern, einschließlich der Russischen Föderation, zusammengeschlossen (Abb. 6), um neben den rechtlichen und finanziellen Voraussetzungen für den Bau und Betrieb des Schiffes auch die strategische Bedeutung dieser Infrastruktur für Europa zu entwickeln und Managementstrukturen zu erarbeiten. AURORA BOREALIS mit ihren herausragenden technischen Eigenschaften eröffnet der marinen Polarforschung ganz neue Möglichkeiten, wie z.B. den autarken Zugang zu den Polargebieten zu allen Jahreszeiten. Daher wird im Rahmen von ERICON aufbauend auf den Workshops, die in den letzten zwei Jahren durchgeführt wurden, ein völlig neues Forschungsprogramm entwickelt. An der Erarbeitung dieses Wissenschaftsplanes, der die Fragestellungen aller Disziplinen der modernen marinen Polarforschung abdeckt, werden sich internationale Experten beteiligen. Weitere Beispiele für die wissenschaftliche Anschlussfähigkeit und den Bedarf von AURORA BOREALIS sind auch in Kap. II.5 aufgeführt

Die wirtschaftliche Anschlussfähigkeit dieses Projektes erschöpft sich nicht in der unmittelbaren Teilnahme an einem Bauvorhaben, sondern es wurde von Unternehmen betont, dass im Bereich angewandte Forschung und Entwicklung eine Vielzahl von Anschluss- und Begleit-Projekten entwickelt und durchgeführt werden können und müssen. Weiterführende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zu unterstützenden Eisbrechetechnologien durch Schall, Laser, Außenhautgestaltung, etc. seien hier nur stellvertretend als ein Beispiel genannt. Hier ergeben sich vielfältige Kooperationsmöglichkeiten zwischen Wirtschaftsförderung, Industriekooperationen, angewandter Forschung und Grundlagenwissenschaft. Es sei auch darauf verwiesen, dass von all diesen Seiten ein Bedarf an der Nutzung der AURORA BOREALIS als Erprobungs- und Testplattform für neue Technologien, Materialien und Geräte unter extremen Einsatzbedingungen formuliert wurde.

Allgemein wünscht die deutsche maritime Wirtschaft nach Fertigstellung des vorliegenden Projekts eine weitere zügige politische Umsetzung des Vorhabens unter maßgeblicher deutscher Beteiligung. Es wird erwartet, dass dieses oder ein vergleichbares Schiff in jedem Fall international realisiert wird. Es bestehen aber Bedenken hinsichtlich Art und Umfang des deutschen Beitrages. In diesem Zusammenhang werden die damaligen Empfehlungen des Wissenschaftsrates auch von der Industrie- und Wirtschaftsseite zur Wahrung der Eigeninteressen voll unterstützt.

III.4 Ungelöste Fragestellungen

Die technischen Anforderungen, die der Wissenschaftsrat im Jahr 2006 an seine Empfehlung geknüpft hat, konnten in diesem Projekt in vollem Umfang gelöst werden. Auf technischer Seite gibt es daher keine ungelösten Fragestellungen.

Im Bereich der internationalen Implementierung von AURORA BOREALIS sind allerdings noch Fragen offen, die zum Teil im ERICON – AURORA BOREALIS Projekt weiter verfolgt werden. ERICON wird die Managementstrukturen, die ursprünglich im Rahmen dieses Vorhabens erarbeitet werden sollten, definieren. Dies ist auch sinnvoll, da die Managementstrukturen einer europäischen Großinfrastruktur nicht nur auf nationaler Ebene sondern von dem Konsortium, das später das Schiff finanziert, festgelegt werden sollten.

Obwohl im Rahmen dieses Projektes große Erfolge in der Implementierung von AURORA BOREALIS erzielt wurden (siehe Kap. II.1.2) konnten bisher noch nicht ausreichend Partner für den Bau und Betrieb des Schiffes gefunden werden. Dies liegt in erster Linie daran, dass von den europäischen Partnern erwartet wird, dass Deutschland durch eine politische Willenserklärung den Anstoß für die Beteiligungsverhandlungen gibt. Deutschland hat aber noch keine offizielle Zusage gegeben, dass es AURORA BOREALIS, wie vom Wissenschaftsrat empfohlen, finanzieren wird. Hiermit ist frühestens nach der Bundestagswahl im Herbst 2009 und einer Begutachtung des Wissenschaftsrates der deutschen Forschungsflotte im Herbst 2009 zu rechnen.

III.5 Präsentationsmöglichkeiten für mögliche Nutzer

Im Rahmen dieses Projektes wurde umfangreiches Material für die Presse- und Öffentlichkeitsarbeit angefertigt (siehe Kap. II.2). So bieten insbesondere das Schiffsmodell, aber auch die Filme, Messeaufsteller und Broschüren möglichen Nutzern hervorragende Möglichkeiten das Projekt AURORA BOREALIS zu präsentieren. Für die technische Präsentation von AURORA BOREALIS liegen umfangreichen Visualisierungen der technischen Einzelheiten des Schiffes sowie die Generalpläne vor.

III.6 Einhaltung der Kosten- und Zeitplanung

Die Zeitplanung für das Projekt wurde im Wesentlichen eingehalten, obwohl es durch das Ausscheiden der Hochschule Bremen zu einer erheblichen Verzögerung bei dem Beginn der

technischen Arbeiten kam. So konnten diese erst 9 Monate nach Projektbeginn begonnen werden. Trotz allem wurde das technische Design des Schiffes im Dezember 2008 weitestgehend abgeschlossen. Allerdings verzögerte sich die Ablieferung aller technischen Dokumente und auch der Ausschreibungsunterlagen von dem ursprünglich für Ende Januar 2009 geplanten Termin auf Ende März 2009.

Die Kostenplanung für das Projekt wurde leider nicht, wie ursprünglich geplant, eingehalten, denn in dem Vorhaben waren am Ende der Projektlaufzeit noch Restmittel in Höhe von 800.000 Euro vorhanden. Dieser hohe Kassenbestand ist in erster Linie dadurch zu erklären, dass der Generalplaner WSDG 650.000 € weniger abgerechnet hat, als ursprünglich im Angebot veranschlagt und in dem Vertrag mit dem AWI vereinbart wurde. Der Auftrag an WSDG wurde zu einem Gesamtfestpreis von 3.051.450,- € zzgl. 19 % MwSt. erteilt. Demzufolge wurden für die Vergabe des Auftrages 3.631.225,50 € inkl. 19 % MwSt. entsperrt.

WSDG hat dem AWI aber nur 2.980.507,70 € in Rechnung gestellt, obwohl alle vereinbarten Arbeiten in vollem Umfang durchgeführt wurden. Dies haben die Mitarbeiter des AWI bei jeder Rechnungsstellung anhand des Punktesystems aus dem Leistungsverzeichnis von WSDG kontrolliert. Da zudem viele Rechnungen von WSDG erst in 2009 eingegangen sind, ist erst bei der Erstellung des Verwendungsnachweises aufgefallen, dass WSDG deutlich weniger berechnet hat als vertraglich vereinbart.

Der hohe Kassenbestand in Pos. 0850 sonstige unmittelbare Vorhabenskosten in Höhe von ca. 120.000 € ist dadurch entstanden, dass die Ausgaben für die Reisen für Externe zu den internationalen Workshops deutlich unter den erwarteten Kosten lagen, obwohl sogar mehr Workshops als im Antrag geplant durchgeführt worden sind. Obwohl den externen Teilnehmern bei jedem Arbeitstreffen angeboten wurde, dass ihre Reisekosten durch das Projekt übernommen werden, haben nur sehr wenige Teilnehmer dieses Angebot in Anspruch genommen. Auch die Kosten für die Durchführung der Workshops, die im Antrag mit 5.000,- € pro Veranstaltung veranschlagt waren, wurden in den meisten Fällen durch die gastgebenden Institute gedeckt.

IV. VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN

AARC	Aker Arctic Technology Company
ACEX	Arctic Coring Expedition
AGU	American Geophysical Union
AUV	Autonomous Underwater Vehicle
AWI	Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
CNR-ISMAR	Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Scienze Marine
ECORD	European Consortium for Ocean Research Drilling
EEZ	Exclusive Economic Zone
ERICON	European Research Icebreaker Consortium
ESFRI	European Strategy Forum on Research Infrastructures
ESSAC	ECORD Science Support and Advisory Committee
ESO	ECORD Science Operator
EGU	European Geosciences Union
EPB	European Polar Board
ERICON	European Research Icebreaker Consortium
ESF	European Science Foundation
ESFRI	European Strategy Forum for Research Infrastructures
ESO	ECORD Science Operator
ESSAC	ECORD Science Support and Advisory Committee
HSVA	Hamburgische Schiffbau-Versuchsanstalt GmbH (HSVA)
IACS	International Association of Classification Societies
IASC	International Arctic Science Committee
ICARP II	2nd International Conference on Arctic Research Planning
IMO	International Maritime Organization
INVEST	IODP New Ventures in Exploring Scientific Targets
IODP	Integrated Ocean Drilling Program
IPCC	Intergovernmental Panel on Climatic Change
IPCC-AR 4	IPCC Fourth Assessment Report
IPY	International Polar Year
IT	Informations-Technologie
JOIDES	Joint Oceanographic Institutions for Deep Earth Sampling
KW	Kilowatt
LR	Lloyd's Register
MDO	Marine Diesel Oil
MW	Megawatt
NOV	National Oilwell Varco
NO _x	Nitrous Oxides
OSL	Otto-Schmidt-Labor
PC	Polar Code
ROV	Remotely Operated Vehicle
SCAR	Scientific Committee on Antarctic Research
SIAEOS	Svalbard Integrated Arctic Earth Observing System
USIO	U. S. Implementing Organisation
WSDG	Wärtsilä Ship Design Germany

APPENDIX A1:

**PRESSESPIEGEL
PRESSEMITTEILUNGEN
BEISPIEL - VERÖFFENTLICHUNGEN**

APPENDIX 1: Pressespiegel (März 2007 bis Januar 2009)

Pressemitteilungen:

3. Dezember 2008, Alfred-Wegener-Institut PM: Technisches Design des neuen europäischen Forschungsschiffs AURORA BOREALIS abgeschlossen;
http://www.awi.de/de/aktuelles_und_presse/pressemitteilungen/detail/item/technical_design_of_the_new_european_research_icebreaker_aurora_borealis_finished/?cHash=b0caf17175
19. Dezember 2007, Alfred-Wegener-Institut PM: Generalplanung für das europäische Projekt AURORA BOREALIS vergeben;
http://www.awi.de/de/aktuelles_und_presse/pressemitteilungen/detail/item/generalplanung_fuer_da_s_europaeische_projekt_aurora_borealis_vergeben/?cHash=37c27f7d11
27. März 2007, Alfred-Wegener-Institut PM: Ein neuer Meilenstein für die Polar- und Meeresforschung BMBF bewilligt technische Entwicklungsarbeiten für das Eis brechende Forschungsbohrschiff AURORA BOREALIS
http://www.awi.de/de/aktuelles_und_presse/pressemitteilungen/detail/item/a_new_milestone_for_polar_and_marine_research/?cHash=e093125275

Beiträge in internationalen Zeitschriften und Tageszeitungen

6. Dezember 2008, Nieuwsbank: Workshop over ijsbrekeronderzoeksschip de Aurora Borealis
- November 2008, Эврика, No. 11 (50): Дойдет очередь и до «Авроры» (Ewrika!: Die „Aurora“ kommt auch auf die Tagesordnung - Interview with Prof. J.Mlynek in Lindau), Viola Egikova
11. August 2008, Aftenposten: Kjøper ikke klimatrussel uten videre („Aurora Borealis“), Torill Nordeng
- Juli 2008, Scientific Drilling, No. 6, p. 70: Aurora Borealis: A European Project
- Juni 2008, Earth Science Magazine, Vol. 11, No. 4 – 2008, p. 69-72: From *Fram* to *Aurora Borealis*, Halfdan Carstens
- Juni 2008, Earth Science Magazine, Vol. 11, No. 4 – 2008, p. 64-66: A Multinational Platform, Halfdan Carstens
24. April 2008, Forum för Ekonomi och Teknik (Finland), No. 4, p. 44: Ishavens tuffa drottning, Ragnhild Artimo
17. April 2008, Nature 452, 781: All eyes north: The Arctic — particularly Greenland — needs to become a major focus of research for years to come, editorial
- Oktober 2007, Cordis Focus, thematic supplement „European research: Focusing on polar changes“, Issue number 25, S. 46: „Aurora Borealis“ icebreaker project, Autor unbekannt
- September 2007, Moskauer Deutsche Zeitung, die zweisprachige (de/ru) Sonderausgabe „Wissenschaft & Bildung • Deutsch-Russische Kooperationsprojekte“ (Наука и Образование • Российско-германское сотрудничество), S. 12-13: Helmholtz und Russland. Neue Dimensionen in den deutsch-russischen Forschungsbeziehungen (Гельмгольц и Россия. Новые масштабы российско-германского сотрудничества), B. Heinze
- Juli 2007, EDUtainment (Russische Zeitschrift), No. 1 (1), p. 65: Лед как ресурс или преграда к ресурсу? (Eis als Ressource oder als Hindernis für die Ressourcenerschließung?), Marina Bojkowa
14. Juni 2007, Nature, No. 447, p. 762-763: Plans falter over EU research infrastructure (Governments decide which projects to fund), Quirin Schiermeier

Beiträge in nationalen Zeitschriften und Tageszeitungen

10. Januar 2009, Neue Ruhr Zeitung / Neue Rhein Zeitung, S. 55: Ein Schiff für alle Jahreszeiten, Rolf-Michael Simon
8. Januar 2009, Die Nordsee-Zeitung, S. 12: Böhrnsen gibt Rückenwind
7. Januar 2009, Saarbrücker Zeitung (Gesamtausgabe): Meeresforscher planen neuen Eisbrecher für Polarexpeditionen
- Januar 2009, Windrose extra, Nr. 1, S. 7: Neue Dimensionen der Forschung
- Januar 2009, Schiff & Hafen (Offshore & Meerestechnik), Nr. 1, S. 73: Technisches Design für „Aurora Borealis“ abgeschlossen
- Januar 2009, Bild der Wissenschaft, Nr. 2, S. 85-91: Doppelschnauze statt Löffelbug, Tim Schröder.
- Januar 2009, HANSA International Maritime Journal, 146. Jahrgang, Nr. 1, S. 24-31: „Aurora Borealis“ – Forschungsschiff der Superlative! Albrecht Delius / RH
16. Dezember 2008, Frankfurter Allgemeine Zeitung, Nr. 294, S. T5: Eisbrechen durch Bewegung und Stillstand, Henning Sietz
10. November 2008, Bild-Bremen: 1. Blick auf das neue Forschungs-Schiff (das AWI bekommt den modernsten Eisbrecher der Welt), Sebastian Rösener

28. Oktober 2008, Frankfurter Allgemeine Zeitung, Nr. 252, S. T1 (Technik & Motor): Ein Schiff für alle Eis-Fälle, Henning Sietz
23. Oktober 2008, Rheinischer Merkur, Nr. 43: Ansprüche eines Außenseiters, Stefan Deges
3. April 2008, Kieler Nachrichten, Nr. 78: Seekiste / Schiffsmeldungen: Wärtsilä entwirft den neuen deutschen Supereisbrecher
- April 2008, HSVA Newswave (The Hamburg Ship Model Basin Newsletter), 2008/1, S. 10-11: Drilling in ice, Karl-Heinz Rupp
20. Dezember 2007, Nordsee-Zeitung, Nr. 297, S. 13: Hamburger planen AWI-Schiff, Autor unbekannt
13. August 2007, Der Spiegel, 33/2007, S. 116: Eurospitze für Russen, Autor unbekannt
07. August 2007, Nordsee-Zeitung, S. 12. Rubrik: Campus-Report / Berichte aus Forschung und Lehre: Morgenröte für "Aurora"-Projekt, Autor unbekannt
29. Mai 2007, Nordsee-Zeitung (Jugend und Schule): Technologie für Meeresforscher (Kongress "InnoMeerKom" startet morgen), Autor unbekannt
28. März 2007, Bild Bremen, S. 5: Neues Forschungsschiff für AWI, Autor unbekannt
22. Februar 2007, Die Zeit - Wissen (Glaziologie), Nr. 09: Die Große Lust auf Eis: (Eisbrecher mit Bohrturm), Hans Schuh
- Januar-März 2007, Windrose, Nr. 2 (BIS): AWI plant neues Forschungsschiff, Autor unbekannt

Beiträge im Internet

11. Dezember 2008, Innovationsreport (Forum für Wissenschaft, Industrie und Wirtschaft), Fachgebiet Interdisziplinäre Forschung: Technisches Design des Forschungsschiffes Aurora Borealis bekanntgegeben;
http://www.innovationsreport.de/html/berichte/interdisziplinare_forschung/technisches_design_for_schiffes_aurora_124136.html@awi-bremerhaven.de
9. Dezember 2008, CICWeb: Anspruchsvolles Forschungsschiff.
<http://www.cicweb.de/index.cfm?pid=1473&pk=79574>
14. November 2008, På Høyden (University of Bergen): Vil ha ny isbrytar til polforskning, Gudrun Sylte;
http://nyheter.uib.no/?modus=vis_nyhet&id=41997
14. July 2008, Antarctic, Arctic, Special Reports, Organisations & Logistics of the International Polar Foundation: Europe's Polar Ambitions – Introduction.
 Article:
http://www.sciencepoles.org/index.php?/articles_interviews/europes_polar_ambitions/&uid=1279
 Picture gallery:
http://www.sciencepoles.org/index.php?/multimedia/pictures/european_polar_science/&uid=1284&mid=362#content
06. May 2008, The Engineer Online: Crack team;
<http://www.theengineer.co.uk/Articles/305990/Crack+team.htm>
20. Dezember 2007, Seismoblog: Generalplanung für das europäische Projekt Aurora Borealis vergeben, Autor unbekannt; <http://www.seismoblog.de/2007/12/20/generalplanung-fuer-das-europaeische-projekt-aurora-borealis-vergeben/#more-386>
19. Dezember 2007, Innovations-report: Generalplanung für das europäische Projekt Aurora Borealis vergeben; <http://www.innovations-report.de/html/berichte/geowissenschaften/bericht-100398.html>
19. Dezember 2007, Informationsdienst Wissenschaft, PM: Generalplanung für das europäische Projekt Aurora Borealis vergeben, Margarete Pauls; <http://idw-online.de/pages/de/news241049>
12. Dezember 2007, FIRST (Finanziamenti per l'Innovazione, la Ricerca e lo Sviluppo Tecnologico), News No. 16883: Tutti a bordo dell'Aurora Borealis, il rompighiaccio da ricerca europeo;
http://first.aster.it/news/show_news.php?ID=16883
12. Dezember 2007, da IDi na Pesca: Todos a bordo del rompehielos europeo de investigación Aurora Borealis; <http://www.redepesca.com/archivo/archivos/blog/novas.php?numnova=80>
2. Dezember 2007, TopNews.in: European Icebreaker ship may revolutionise ocean science, Sahil Nagpal; <http://www.topnews.in/european-icebreaker-ship-may-revolutionise-ocean-science-28041>
29. November 2007, European Science Foundation website front page (EPB / News): Aurora Borealis breaks new grounds – and old ice (based on the talk of Dr. N. Biebow at the ESF general assembly 29/30.11.2007)
13. Mai 2007, Welt online: Welche Geheimnisse verbirgt das Eismeer? Bernhard Mackowiak;
http://www.welt.de/wissenschaft/article866409/Welche_Geheimniss...
17. Apr 2007, SCINEXX das Wissensmagazin: Mehrzweck-Eisbrecher geplant, Autor unbekannt; auf der Basis der AWI-PM; http://www.scinexx.de/index.php?cmd=aws_angewandt&id=6375
13. Apr 2007, Bayerischer Rundfunk: Schiff der Superlative, Autor unbekannt; [http://www.br-online.de/wissen-bildung/artikel/0704/12-polarschiff/...](http://www.br-online.de/wissen-bildung/artikel/0704/12-polarschiff/)
28. Mär 2007, Wikipedia: Aurora Borealis (Forschungsschiff), Autor unbekannt;
[http://de.wikipedia.org/wiki/Aurora_Borealis_\(Forschungsschiff\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Aurora_Borealis_(Forschungsschiff))

- 27. März 2007, Radio Bremen (aktuelle Regional-Meldungen): Alfred-Wegener-Institut und Hochschule Bremen entwickeln neuen Eisbrecher, Autor unbekannt; <http://www.radiobremen.de/nachrichten/meldung.php3?id=36273>
- 27. März 2007, buten un binnen (Meldungen): Geld für neuen Eisbrecher, Katja Pietsch, Florens Herbst; <http://www.radiobremen.de/tv/buten-un-binnen/news.php3?d=27&...>
- 27. März 2007, Alfred-Wegener-Institut PM: A new milestone for polar and marine research; <http://www.awi.de>
- 15. März 2007, world news portals 1) The Age oder 2) Soft 32.com: Cool robot, new icebreaker to gather polar data, Adrian Flucus; <http://news.soft32.com> / <http://www.theage.com.au>

Presseecho zur Festveranstaltung in Berlin:

Internationale Beiträge

- 5. Dezember 2008, El Universo: Buque investiga el Ártico.
- 5. Dezember 2008, DW-World Brazil: Instituto alemão apresenta projeto de quebra-gelo para pesquisar regiões polares.
- 5. Dezember 2008, Info7: Presentan un superbarco rompehielos que investigará el Ártico a partir de 2014.
- 5. Dezember 2008, El Siglo Durango: Presentan el concepto técnico de un nuevo buque que investigará el Ártico.
- 5. Dezember 2008, CORDIS News: Technical designs for research vessel Aurora Borealis unveiled, Mary Todd-Bergman. http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=EN_NEWS&ACTION=D&SESSION=&RCN=30213.
- 5. Dezember 2008, Romandie.com: L'Allemagne développe le brise-glace le plus puissant du monde.
- 4. Dezember 2008, ADN.es: Presentan un superbarco rompehielos que investigará el Ártico a partir de 2014.
- 4. Dezember 2008, BYM News: Wartsila and Alfred Wegener Institute present design for Research Icebreaker Aurora.
- 4. Dezember 2008, ABN Newswire: Wärtsilä Oyj Abp (HEL: WRT) Technical Design Completed For The New European Research Icebreaker „Aurora Borealis“.
- 4. Dezember 2008, Offshore Shipping Online: Wärtsilä completes technical design of research icebreaker.
- 4. Dezember 2008, Your Oil and Gas News: Technical Design completed for the new European Research Icebreaker „Aurora Borealis“.
- 4. Dezember 2008, Cable and Wire Directory: Technical Design completed for the new European Research Icebreaker „Aurora Borealis“.
- 4. Dezember 2008, Your Industry News: Technical Design completed for the new European Research Icebreaker „Aurora Borealis“.
- 4. Dezember 2008, Your Project News: Technical Design completed for the new European Research Icebreaker „Aurora Borealis“.
- 4. Dezember 2008, Your Shipbuilding News: Technical Design completed for the new European Research Icebreaker „Aurora Borealis“.
- 4. Dezember 2008, Diarrio Digital: Instituto apresenta conceito quebra-gelo „Aurora boreales“.
- 4. Dezember 2008, Jornal de Notícias: Investigação: Instituto alemão Alfred-Wegener apresenta conceito técnico do quebra-gelo „Aurora boreales“.
- 4. Dezember 2008, RTP: Investigação: Instituto alemão Alfred-Wegener apresenta conceito técnico do quebra-gelo „Aurora boreales“.
- 4. Dezember 2008, LUSA: Investigação: Instituto alemão Alfred-Wegener apresenta conceito técnico do quebra-gelo „Aurora boreales“.
- 4. Dezember 2008, Portugal Zone: Investigação: Instituto alemão Alfred-Wegener apresenta conceito técnico do quebra-gelo „Aurora boreales“.
- 4. Dezember 2008, Visao Online: Investigação: Instituto alemão Alfred-Wegener apresenta conceito técnico do quebra-gelo „Aurora boreales“.
- 3. Dezember 2008, European Science Foundation website, Podcast: Professor Jörn Thiede on the European Research Icebreaker Aurora Borealis. <http://www.esf.org/media-centre/podcast-and-video-gallery/podcast-prof-joern-thiede.html>
- 3. Dezember 2008, Terra España: Presentan el concepto técnico de un nuevo buque que investigará el Ártico.
- 3. Dezember 2008, Terra.com: Presentan el concepto técnico de un nuevo buque que investigará el Ártico.

Nationale Beiträge

7. Dezember 2008, Neues Deutschland, S. 10: Ein Schiff wird kommen..., Gert Lange.
7. Dezember 2008, Sonntagsjournal der Nordsee-Zeitung, No. 49, S. 2: Ein Schiff der Superlative.
6. Dezember 2008, der Standard.at: Einzigartiger Eisbrecher soll ab 2014 Polargebiete erforschen.
5. Dezember 2008, Berliner Morgenpost, S. 7: Schiff soll zehn Jahre im ewigen Eis bleiben.
5. Dezember 2008, Focus Online (Wissen: Special „Klima und Energie“: Neue Technologien), Eisbrecher der Superlative: Wolfgang Müller.
http://www.focus.de/wissen/wissenschaft/klima/neue_technologien/tid-12771/polarforschung-eisbrecher-der-superlative_aid_353484.html
5. Dezember 2008, Die Welt, S. 31: „Aurora Borealis“: Das neue Schiff fürs ewige Eis ist da.
5. Dezember 2008, WELT ONLINE: „Aurora Borealis“: Das neue Schiff fürs ewige Eis ist da.
5. Dezember 2008, Focus Online (Wissen: Special „Klima und Energie“: Neue Technologien), Interview mit Prof. Dr. Jörn Thiede: „Das Schiff ist einmalig“.
5. Dezember 2008, Berliner Zeitung, Nummer 286, S. 15: Allein gegen das Eis (das neue europäische Forschungsschiff *Aurora Borealis* soll in der Arktis überwintern können), Sven Titz.
5. Dezember 2008, Handelsblatt: Aurora Borealis – ein Schiff für alle Fälle.
5. Dezember 2008, Der Tagesspiegel (Wissen & Forschen): Neues Nordlicht, Ralf Nestler.
5. Dezember 2008, Die Nordsee-Zeitung, S. 1: Einzigartiges Schiff soll tiefen Einblick gewähren.
5. Dezember 2008, Lausitzer Rundschau – Elbe-Elster-Rundschau: Neues Forschungsschiff mit eigenem Bohrturm.
4. Dezember 2008, geoscience online: Polarforschung: neue „Allzweckwaffe“ nimmt Gestalt an.
4. Dezember 2008, Wetzlarer Neue Zeitung: Forschungseisbrecher soll in Arktis bohren.
4. Dezember 2008, Frankenberger Zeitung / Waldeckische Landeszeitung: Neuer Eisbrecher soll neue Einblicke ins ewige Eis bieten.
4. Dezember 2008, Göttinger Tageblatt: Neuer Eisbrecher soll neue Einblicke ins ewige Eis bieten.
4. Dezember 2008, Peiner Allgemeine Zeitung: Neuer Eisbrecher soll neue Einblicke ins ewige Eis bieten.
4. Dezember 2008, Aller Zeitung: Neuer Eisbrecher soll neue Einblicke ins ewige Eis bieten.
4. Dezember 2008, Schaumburger Nachrichten: Neuer Eisbrecher soll neue Einblicke ins ewige Eis bieten.
4. Dezember 2008, Wolfsburger Allgemeine: Neuer Eisbrecher soll neue Einblicke ins ewige Eis bieten.
4. Dezember 2008, Fuldaer Zeitung: Neuer Eisbrecher soll neue Einblicke ins ewige Eis bieten.
4. Dezember 2008, Hannoversche Allgemeine: Neuer Eisbrecher soll neue Einblicke ins ewige Eis bieten.
4. Dezember 2008, Nordwest-Zeitung: Einblick ins bisher Unentdeckte (Wissenschaft / Forschungseisbrecher in Berlin vorgestellt).
4. Dezember 2008, Nordwest-Zeitung: Forschungsschiff wird in Bremerhaven beheimatet.
4. Dezember 2008, Nordwest-Zeitung, S. 12: Einblicke am Pol.
4. Dezember 2008, Verdener Nachrichten, S. 1: Neues Forschungsschiff.
4. Dezember 2008, Bremer Nachrichten, S. 1: Neues Forschungsschiff.
4. Dezember 2008, Weserkurier: Neues Forschungsschiff.
4. Dezember 2008, Weserkurier: Den letzten Klima-Rätseln auf der Spur.
4. Dezember 2008, Die Welt: Forscher bald das ganze Jahr am Pol – und tiefer.
4. Dezember 2008, Hamburger Abendblatt, S. 20: Eisbrecher für die bohrenden Fragen nach dem Klima.
4. Dezember 2008, Frankfurter Allgemeine FAZ.NET (Videonachrichten): „Aurora Borealis“ / Europa stellt riesigen, neuen Eisbrecher vor.
4. Dezember 2008, Die Nordsee-Zeitung, S. 12: Schiff trotz arktischer Kälte, Alexandra Jacobson.
4. Dezember 2008, Die Tageszeitung (Der Tag), S. 22: „Neue Erkenntnisse für die Klimaforschung...“
4. Dezember 2008, WELT KOMPAKT (Wissen kompakt), S. 10: „Die Wissenschaftler erhoffen sich...“.
4. Dezember 2008, Täglicher Hafenbericht: Einzigartiges Forschungsschiff.
4. Dezember 2008, Lausitzer Rundschau: Neues Forschungsschiff mit eigenem Bohrturm.
4. Dezember 2008, Schaffhauser Nachrichten: Forschungseisbrecher soll Polarregionen erkunden.
4. Dezember 2008, innovations report: Aurora Borealis: Eisbrecher, Bohrschiff und Mehrzweck-Forschungsschiff für die Polarmeere.
3. Dezember 2008, Juraforum.de: Aurora Borealis: Eisbrecher, Bohrschiff und Mehrzweck-Forschungsschiff für die Polarmeere.
3. Dezember 2008, uniprotokolle: Aurora Borealis: Icebreaker, Deep-Sea Drilling Vessel and Multi-Purpose Research Ship for the Polar.....
3. Dezember 2008, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung: Aurora Borealis: Icebreaker, Deep-Sea Drilling Vessel and Multi-Purpose Research Ship for the Polar.....

3. Dezember 2008, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung: Aurora Borealis: Eisbrecher, Bohrschiff und Mehrzweck-Forschungsschiff für die Polarmeere.
3. Dezember 2008, Oberpfalznetz: Pläne für europäischen Forschungseisbrecher stehen.
3. Dezember 2008, Berliner Kurier: Pläne für europäischen Forschungseisbrecher stehen.
3. Dezember 2008, Täglicher Anzeiger: Pläne für europäischen Forschungseisbrecher stehen.
3. Dezember 2008, Frankenberger Zeitung / Waldeckische Landeszeitung: Pläne für europäischen Forschungseisbrecher stehen.
3. Dezember 2008, AFP: Pläne für europäischen Forschungseisbrecher stehen.
3. Dezember 2008, AFP via Yahoo! Nachrichten: Pläne für europäischen Forschungseisbrecher stehen.
3. Dezember 2008, Freie Presse: Pläne für europäischen Forschungseisbrecher stehen.
3. Dezember 2008, Hannoversche Allgemeine: Pläne für europäischen Forschungseisbrecher stehen.
3. Dezember 2008, Der Tagesspiegel: Neues Forschungsschiff könnte 2014 in See stechen.
3. Dezember 2008, Spiegel Online: „Aurora Borealis“ soll eigenen Bohrturm bekommen.
<http://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/0,1518,594297,00.html>
3. Dezember 2008, Hamburger Abendblatt: Forschungseisbrecher der Superlative.
3. Dezember 2008, Kieler Nachrichten: Einzigartiges Forschungsschiff für tiefen Einblick in Polargebiete.
3. Dezember 2008, WELT ONLINE: Einzigartiges Forschungsschiff für tiefen Einblick in Polargebiete.
3. Dezember 2008, Lübecker Nachrichten: Einzigartiges Forschungsschiff für tiefen Einblick in Polargebiete.
3. Dezember 2008, Hamburger Abendblatt: Einzigartiges Forschungsschiff für tiefen Einblick in Polargebiete.
3. Dezember 2008, Schweriner Volkszeitung: Einzigartiges Forschungsschiff für Polarregionen.
3. Dezember 2008, Gelnhäuser Tageblatt: Einzigartiges Forschungsschiff für Polarregionen.
3. Dezember 2008, Norddeutsche Neueste Nachrichten: Einzigartiges Forschungsschiff für Polarregionen.
3. Dezember 2008, Ahlener Zeitung: Einzigartiges Forschungsschiff für Polarregionen.
3. Dezember 2008, Walsroder Zeitung: Einzigartiges Forschungsschiff für Polarregionen.
3. Dezember 2008, Nordwest-Zeitung: Einzigartiges Forschungsschiff für Polarregionen.
3. Dezember 2008, Badisches Tagblatt: Einzigartiges Forschungsschiff für Polarregionen.
3. Dezember 2008, Aachener Zeitung: Einzigartiges Forschungsschiff für Polarregionen.
3. Dezember 2008, Mitteldeutsche Zeitung: Einzigartiges Forschungsschiff für Polarregionen.
3. Dezember 2008, Borkener Zeitung: Einzigartiges Forschungsschiff für Polarregionen.
3. Dezember 2008, Wormser Zeitung: Einzigartiges Forschungsschiff für Polarregionen.
3. Dezember 2008, SZon: Einzigartiges Forschungsschiff für Polarregionen.
3. Dezember 2008, Ibbenbürener Volkszeitung: Einzigartiges Forschungsschiff für Polarregionen.
3. Dezember 2008, sueddeutsche.de: Einzigartiges Forschungsschiff für Polarregionen.
3. Dezember 2008, augsburger-allgemeine.de: Einzigartiges Forschungsschiff für Polarregionen.
3. Dezember 2008, WELT ONLINE: Einzigartiges Forschungsschiff für Polarregionen.
3. Dezember 2008, Oldenburgische Volkszeitung: Einzigartiges Forschungsschiff für Polarregionen.
3. Dezember 2008, Giessener Allgemeine: Einzigartiges Forschungsschiff für Polarregionen.
3. Dezember 2008, Morgenweb: Einzigartiges Forschungsschiff für Polarregionen.
3. Dezember 2008, Kieler Nachrichten: Einzigartiges Forschungsschiff für Polarregionen.
3. Dezember 2008, Ad-Hoc-News: Einzigartiges Forschungsschiff für Polarregionen.
3. Dezember 2008, DPA via Yahoo! Nachrichten: Einzigartiges Forschungsschiff für Polarregionen.
3. Dezember 2008, Münsterländische Volkszeitung: Einzigartiges Forschungsschiff für Polarregionen.
3. Dezember 2008, Aachener Nachrichten: Einzigartiges Forschungsschiff für Polarregionen.
3. Dezember 2008, N24: Einzigartiges Forschungsschiff für Polarregionen.
3. Dezember 2008, Deutschlandfunk: Neuer Forschungseisbrecher für Europa, Frank Grotelüschen.
2. Dezember 2008, BerliNews (Woche 49-2008 (Dez) – Ein Service von BerliNews): „17:00 Uhr – AWI stellt Pläne für das neue Schiff Aurora Borealis vor“

27. März 2007: **Ein neuer Meilenstein für die Polar- und Meeresforschung**
BMBF bewilligt technische Entwicklungsarbeiten für das Eis brechende
Forschungsbohrschiff AURORA BOREALIS

Das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI) erhält mehr als 5 Mio. Euro vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), um gemeinsam mit dem Fachbereich Schiffbau der Hochschule Bremen die technische Entwicklung für den neuen europäischen Forschungsseisbrecher AURORA BOREALIS voranzutreiben. Gleichzeitig kann nun damit begonnen werden, internationale Partner einzuwerben, die sich an den Bau- und Betriebskosten des Schiffes beteiligen.

Bereits am 22. Mai 2006 hatte der "Wissenschaftsrat" empfohlen, das Eis brechende Forschungsbohrschiff AURORA BOREALIS unter deutscher Federführung zu entwickeln, daher allerdings zur Bedingung gestellt, dass zunächst noch einige abschließende technische Entwicklungsarbeiten durchgeführt werden. Das BMBF folgt nun der Empfehlung des Wissenschaftsrates und stellt die erforderlichen finanziellen Mittel für die hierfür notwendigen ingenieur-wissenschaftlichen Arbeiten bereit.

Der Bau des neuen Schiffes steht seit November 2006 auch im Mittelpunkt europäischen Interesses, denn AURORA BOREALIS ist eines von 35 Großforschungsprojekten, die auf die sogenannte ESFRI-Liste (ESFRI = European Strategy Forum on Research Infrastructures) der Europäischen Kommission aufgenommen wurden. ESFRI hat die großen Infrastrukturprojekte identifiziert, die für die europäische Forschungslandschaft in den nächsten Jahrzehnten von höchster Priorität sind. Zur Vorbereitung und zur Entwicklung der Managementstrukturen dieser 35 Großprojekte stellt die Europäische Kommission in ihrem 7. Forschungsrahmenprogramm ca. 200 Mio. Euro zur Verfügung. Gemeinsam mit dem European Polar Board der European Science Foundation wird das Alfred-Wegener-Institut deshalb ebenfalls einen Antrag auf Förderung in diesem Programm stellen. Erfreulicherweise wollen sich bereits 11 europäische Länder - einschließlich Russlands - an der nun bewilligten Vorbereitungsphase beteiligen.

Hintergrund

Bei AURORA BOREALIS handelt es sich um einen Schiffstyp, der weltweit bisher noch nicht gebaut wurde. Als Kombination aus Eisbrecher, Bohrschiff und Mehrzweck-Forschungsschiff wird es zu allen Jahreszeiten in polaren Gebieten und in der offenen See einsetzbar sein.

AURORA BOREALIS wird deshalb zu allen Jahreszeiten internationale und interdisziplinäre Expeditionen im zentralen arktischen Ozean ermöglichen und durch den ganzjährigen Einsatz neue Erkenntnisse über eine der letzten bisher unerforschten Regionen der Welt liefern. Sie soll dabei auch ohne zusätzlichen Begleiteisbrecher operieren können. An Bord des Schiffes können meteorologische, biologische, ozeanographische, glaziologische, geologische und geophysikalische Untersuchungen durchgeführt werden, außerdem werden die technischen Voraussetzungen für Fernerkundung, Meerestechnik, das so genannte „Subsea Floor Engineering“ und arktische Tiefseebohrungen geschaffen. Als weltweite Besonderheit wird AURORA BOREALIS Tiefseebohrungen auch unter einer geschlossenen Meereisdecke ermöglichen. Mit ihren weit reichenden Möglichkeiten kann sie damit praktisch allen Disziplinen der Meerestechnik und marinen Polarforschung dienen.

AURORA BOREALIS wird zur Klasse der schweren Eisbrecher gehören, vergleichbar den großen russischen Eisbrechern mit mehr als 50 MW Antriebskraft. Diese enorme Antriebskraft ist nötig, um die ganzjährige Einsatzbereitschaft in fast allen Regionen der Arktis zu gewährleisten. Das Bohrgestänge der AURORA BOREALIS ermöglicht Operati-onstiefen bis zu 4.000 Metern (plus 1.000 m Bohrtiefe im Sediment), wodurch 90 Prozent der Tiefseegebiete des Nordpolarmeeres abgedeckt sind. Zu den technischen Innovationen zählen auch die modularisierten mobilen Laborsysteme, die eine aufgabenspezifische Auswahl von Forschungslaboratorien erlauben. Besondere technische Vorkehrungen im Schiffsrumpf – die AURORA BOREALIS wird über zwei so genannte „Moon Pools“ verfügen - gewährleisten darüber hinaus, dass auch während des Bohrbetriebes ferngesteuerte Tiefseefahrzeuge (ROV), autonome Wasserfahrzeuge (AUV), Meeresbodenobservatorien etc. eingesetzt werden können. Spätere wissenschaftliche Entwicklungen sind ohne großen Aufwand in das Laborsystem integrierbar.

Das AURORA BOREALIS - Projekt wurde vom Alfred-Wegener-Institut initiiert und wird außerdem im Rahmen des European

Polar Board (EPB) der European Science Foundation (ESF) weiterverfolgt. Es wird zudem mit bestehenden Forschungsprogrammen, insbesondere dem „Integrated Ocean Drilling Program (IODP)“ verzahnt werden. Die technische Leitung des Projektes hat die Hochschule Bremen, Fachbereich Schiffbau, Meerestechnik und angewandte Naturwissenschaften übernommen. Die Projektleitung insgesamt liegt beim Direktor des Alfred-Wegener-Instituts, Prof. Dr. Jörn Thiede.

Bremerhaven, den 27. März 2007

Bitte senden Sie uns bei Veröffentlichung einen Beleg.

Hinweise für Redaktionen:

Ihre Ansprechpartnerin zum Projekt „Aurora Borealis“ ist Dr. Nicole Biebow (Tel.: 0471 / 4831-1011; E-Mail: Nicole.Biebow@awi.de).

Ansprechpartner für den technischen Teil des Schiffes ist Prof. Dr. Olaf Springer vom Fachbereich „Schiffbau, Meerestechnik und angewandte Naturwissenschaften“ der Hochschule Bremen (Tel.: 0421 / 5905 2713; E-Mail: springer@fbsm.hs-bremen.de)

Ihre Ansprechpartnerin in der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit ist Dr. Angelika Dummermuth (Tel. 0471 / 4831-1742; E-Mail: medien@awi.de).

Das Alfred-Wegener-Institut forscht in der Arktis, Antarktis und den Ozeanen der mittleren und hohen Breiten. Es koordiniert die Polarforschung in Deutschland und stellt wichtige Infrastruktur wie den Forschungseisbrecher Polarstern und Stationen in der Arktis und Antarktis für die internationale Wissenschaft zur Verfügung. Das Alfred-Wegener-Institut ist eines der fünfzehn Forschungszentren der Helmholtz-Gemeinschaft, der größten Wissenschaftsorganisation Deutschlands.

Druckbare Bilder



Aurora Borealis

Grafik des geplanten Forschungs-Bohrschiffs Aurora Borealis. Zeichnung:Olaf Springer, Hochschule Bremen/Alfred-Wegener-Institut

[web](#) [print](#)

[zurück zur Liste](#)

19. Dezember 2007: **Generalplanung für das europäische Projekt Aurora Borealis vergeben**

Bremerhaven/Hamburg, 19. Dezember 2007. Das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und

Meeresforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft hat nach einem europaweiten

Ausschreibungsverfahren die Generalplanung für den Neubau des Forschungsbohrreisbrechers Aurora Borealis an das Ingenieurbüro SCHIFFKO GmbH – Forschung und Entwicklung maritimer Systeme in Hamburg vergeben. SCHIFFKO wurde 1955 gegründet und gehört seit Jahresende 2006 zum finnischen Wärtsilä Konzern. Aurora Borealis ist als eine Kombination von schwerem Eisbrecher und Mehrzweckforschungsschiff, mit einer fest installierten Bohranlage für das Bohren von Kernen in eisbedeckten Gebieten der Arktis und Antarktis, zu projektieren.

„Mit der Vergabe der Generalplanung an die Firma SCHIFFKO GmbH sind wir der Realisierung des europäischen Großprojektes Aurora Borealis einen entscheidenden Schritt weiter gekommen“, erklärt Projektleiterin Dr. Nicole Biebow vom Alfred-Wegener-Institut. Eine wesentliche Voraussetzung für die Finanzierung des Baus von Aurora Borealis durch Deutschland und weitere internationale Partner ist ein überzeugendes technisches Konzept des Bohr- und Mehrzweck-Forschungsschiffes, insbesondere der dynamischen Positionierung im driftenden Eis. Außerdem erlaubt die grundsätzliche Überarbeitung des Schiffsdesigns auch eine realistische Kostenabschätzung für den Bau und den späteren Unterhalt des Schiffes.

Der Forschungseisbrecher Aurora Borealis soll für die nächsten 40 Jahre Tiefseebohrtechnik mit multinationaler Umwelt- und Klimaforschung vereinen. Eine der größten technischen Herausforderungen für die Ingenieure ist die Entwicklung der dynamischen Positionierung für ein Schiff der höchsten Eisklasse. Der Forschungseisbrecher Aurora Borealis muss in der Lage sein, sowohl im offenen als auch im vollständig eisbedeckten Wasser genau auf Bohrposition zu bleiben. Diese Technik ist bis jetzt noch bei keinem Schiff umgesetzt worden und erfordert daher ein völlig neues, innovatives Design- und Antriebskonzept. „Wir sind überzeugt, dass die Firma SCHIFFKO die sehr anspruchsvolle technische Herausforderung meistern wird“, sagt Dr. Nicole Biebow. „Unser Ingenieur-Team freut sich riesig, die technische Ausarbeitung dieses Schiffes durchführen zu dürfen. Eine Chance, die man als Ingenieur nur einmal im Leben erhält“, erklärt Albrecht Delius, Geschäftsführer der SCHIFFKO GmbH und Berend Pruin, Generalbevollmächtigter der SCHIFFKO GmbH, fügt hinzu: „Der Entwurf der Polarstern vor 25 Jahren war ein großer Meilenstein unserer Ingenieurleistung. Der Auftrag zur Entwicklung der Aurora Borealis zeigt einmal mehr unsere Kompetenz für innovative Schiffe mit besonderen Einsatzmerkmalen.“

Bisher können in der Polarforschung viele der dringend notwendigen wissenschaftlichen Untersuchungen und Experimente aus technischen Gründen nicht ganzjährig durchgeführt werden. Wetter- und Eisverhältnisse verhindern das selbstständige Vordringen der Forschungsschiffe in die Packeisgebiete während der Schlechtwettersaison im Herbst und Winter, wenn die entscheidenden klimatischen, biologischen und ozeanographischen Prozesse stattfinden. Aurora Borealis wird diese wissenschaftlichen Untersuchungen erstmals ganzjährig in beiden Polargebieten möglich machen.

Hinweise für Redaktionen:

Ihre Ansprechpartnerinnen am Alfred-Wegener-Institut sind Dr. Nicole Biebow (Tel. 0471 4831-1011; E-Mail: Nicole.biebow@awi.de) und Dr. Martina Kunz-Pirrung (Tel. 0471-4831-1236; E-Mail: Martina.Kunz-Pirrung@awi.de). Der Ansprechpartner bei SCHIFFKO ist Berend Pruin (Generalbevollmächtigter SCHIFFKO GmbH, Tel. 040-37609-152, Mobil: 0172-4111155, E-Mail: berend.pruin@schiffko.com).

Bitte senden Sie uns bei Veröffentlichung einen Beleg.

Druckbare Bilder



Aurora Borealis

Studie des Forschungseisbrechers Aurora Borealis. Graphik: ValeroDelgado/Michaelis, Alfred-Wegener-Institut

[web](#) [print](#)

3. Dezember 2008: **Technisches Design des neuen europäischen Forschungsschiffs „Aurora Borealis“ abgeschlossen**

Eisbrecher, Bohrschiff und Mehrzweck-Forschungsschiff für die Polarmeere

Berlin, den 3. Dezember 2008. Das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft und die Firma Wärtsilä Ship Design Germany (vormals SCHIFFKO GmbH) stellten heute in Berlin das technische Design des europäischen Forschungsschiffs „Aurora Borealis“ vor. „Aurora Borealis“ wird ein einzigartiges Schiff werden – eine Kombination aus Eisbrecher, Bohrschiff und Mehrzweck-Forschungsschiff, das zu allen Jahreszeiten für den Einsatz in den Polarmeen geeignet ist.



Der Bau der „Aurora Borealis“ wurde bereits im Jahr 2006 durch den Wissenschaftsrat empfohlen. Man rechnet mit Baukosten von 650 Millionen Euro (Stand 2008). Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) förderte die technischen Planungen und Vorarbeiten mit 5,2 Millionen Euro, als Voraussetzung für eine mögliche Realisierung.

Eine entsprechende Finanzierung vorausgesetzt, sollen die Vorbereitungen für den Bau des Schiffes 2011 abgeschlossen werden, so dass der Bau selbst 2012 begonnen werden könnte. Mit dem ersten Einsatz der „Aurora Borealis“ wäre in diesem Fall im Jahr 2014 zu rechnen.

Das wohl anspruchsvollste Forschungsschiff weltweit soll als europäische Kooperation realisiert werden. Die europäischen Nationen haben großes Interesse daran, 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. Deshalb wurde „Aurora Borealis“ als eines von nur sieben Großforschungsprojekten der Sektion „Environmental Sciences“ in die Liste des „European Strategy Forum on Research Infrastructures“ (ESFRI) der Europäischen Kommission im 7. EU-Forschungsrahmenprogramm aufgenommen. Daraufhin haben 15 Institutionen und Gesellschaften aus zehn europäischen Ländern einschließlich Norwegens und der Russischen Föderation im Jahr 2008 das „European Polar Research Icebreaker Consortium“, genannt ERICON gegründet, das von der Europäischen Kommission mit 4,5 Millionen Euro gefördert wird.

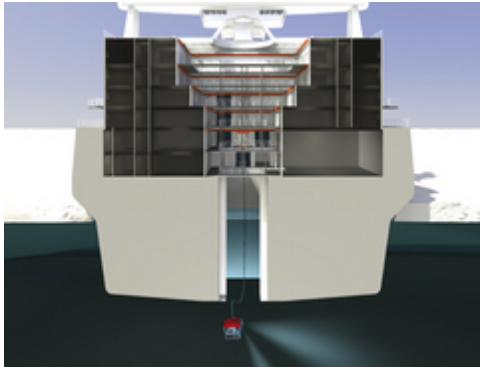
Deutschland hat sich mit dem seit mehr als 25 Jahren in den Polarmeen operierenden Forschungsschiff „Polarstern“, das vom Bremerhavener Alfred-Wegener-Institut betrieben wird, einen sehr guten Ruf erworben. Allein das Alfred-Wegener-Institut ist durch mehr als 74 Kooperationsverträge mit den wichtigsten internationalen Zentren der Polar- und Meeresforschung verbunden. „Polarstern“ wird der deutschen Forschung als unverzichtbarer Bestandteil auch weiterhin zur Verfügung stehen. Mit der „Aurora Borealis“ soll die Wissenschaft nun aber zusätzliche Verstärkung erhalten, die der deutschen und der europäischen Polar- und Meeresforschung eine einzigartige Möglichkeit eröffnet, ihre Spitzenstellung im globalen Wettbewerb für die nächsten Jahrzehnte auszubauen und zu festigen.

Forschungseisbrecher der Größe und Leistungsfähigkeit für den ganzjährigen autonomen Einsatz in den Polargebieten gibt es bislang weltweit weder im kommerziellen Sektor noch im wissenschaftlichen Einsatz. Die „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.

Wer die ungelösten Fragen unseres Klimas klären will, muss die Arktis bereisen,



um Bohrungen auszubringen – und er muss gegen Packeis gewappnet sein. Die „Aurora Borealis“ wird daher einen Bohrturm tragen, mit dem bis zu einer Wassertiefe von 5000 Metern noch einmal 1000 Meter in das Sediment gebohrt werden kann. Wissenschaftliche Tiefbohrungen werden damit 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 braucht sie ein eisfähiges, dynamisches Positionierungssystem - ein absolutes Novum in der Schifffahrt. Nach umfangreichen Modelltests in den Eistanks der Hamburgischen Schiffbau Versuchsanstalt (HSVA) und bei Aker Arctic in Helsinki konnte nun nachgewiesen werden, dass „Aurora Borealis“ bei einer Eisdecke von wenigstens zwei Metern tatsächlich dynamisch positionieren kann.



Eine weitere Besonderheit der „Aurora Borealis“ sind ihre zwei sieben mal sieben Meter großen „Moon Pools“ – durchgehende Schächte in der Mitte des Schiffsrumpfes, durch die Techniker und Wissenschaftler Geräte in die See absenken können, ohne Wind und Wellen ausgesetzt zu sein. Über dem hinteren „Moon Pool“ wird der Bohrturm stehen, der vordere ist allen anderen wissenschaftlichen Arbeiten vorbehalten und erlaubt es erstmals, auch sehr empfindliche und teure Geräte, wie ferngesteuerte oder autonome Roboter unter einer geschlossenen Eisdecke auszubringen. Rings um diesen „Moon Pool“ werden auf mehreren Decks die Laboratorien angeordnet sein, gestaltet als 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.

Hinweise für Redaktionen:

Zusätzlich zum angebotenen Bildmaterial können Sie über die Pressestelle auch Animationen erhalten.

Ihre Ansprechpartnerinnen am Alfred-Wegener-Institut sind Margarete Pauls (Tel. 0471 4831-1180; E-Mail:

Margarete.Pauls@awi.de) und Dr. Martina Kunz-Pirrung (Tel. 0471 4831-1236; E-Mail: Martina.Kunz-Pirrung@awi.de).

Der Ansprechpartner bei Wärtsilä Ship Design Germany ist Albrecht Delius (Tel. 040 37609114; E-Mail:

albrecht.delius@wartsila.com).

Weitere Informationen hält die [Internetseite des Projektteams "Aurora Borealis"](#) bereit.

Druckbare Bilder



Aurora Borealis - Ansicht von oben

Visualisierung des europäischen Forschungsschiffes Aurora Borealis.

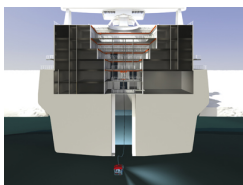
[web](#) [print](#)



Modelltest Aurora Borealis

Modelltests in den Eistanks der Hamburgischen Schiffbau Versuchsanstalt (HSVA)

[web](#) [print](#)



Aurora Borealis mit "Moonpool"

Querschnitt durch die Aurora Borealis mit "Moonpool".

[web](#) [print](#)



Unterwasseransicht Aurora Borealis

Unterwasseransicht der Aurora Borealis

[web](#) [print](#)

Das Internationale Polarjahr 2007/08



An dieser Stelle berichtet die Deutsche Kommission für das Internationale Polarjahr in den kommenden Monaten über deutsche Aktivitäten im Internationalen Polarjahr 2007/08, das am 1. März 2007 begann und am 1. März 2009 endet. Aktuelle Informationen gibt es bei www.polarjahr.de.

Folge 12: Das Projekt AURORA BOREALIS

Die Erforschung der Ozeane in den nördlichen und südlichen hohen Breiten ist derzeit das Ziel intensiver wissenschaftlicher Untersuchungen und Diskussionen. Diese Gebiete sind und waren sowohl in historischen als auch geologischen Zeiträumen abrupten und dramatischen Klimaveränderungen unterworfen. Die Polarregionen reagieren sehr viel schneller und drastischer auf einen globalen Klimawandel als andere Regionen der Erde, und zum Teil steuern sie auch die Klimaänderungen. Die Abnahme der arktischen Meereisbedeckung, die möglicherweise schon bald zu einer Öffnung von Seewegen im Norden Amerikas und Eurasiens und längerfristig zu einem sommerlich eisfreien arktischen Ozean führen kann, sowie die Auflösung von Eisschelfen vor der Antarktischen Halbinsel sind nur zwei Beispiele für aktuelle Umwelt- und Klimaveränderungen in den hohen Breiten.

Sowohl klimatisch als auch wirtschaftlich steht Europa in direktem Austausch mit dem arktischen Raum. Die europäischen Nationen haben daher aus mehreren Gründen ein großes Interesse daran, die arktische Umwelt und deren potenzielle Veränderungen zu verstehen. Ihre Territorien reichen teilweise bis in die hohen nördlichen Breiten hinein. Außerdem sind umfangreiche lebende und mineralische Ressourcen in den Tiefseebecken des Arktischen Ozean und den angrenzenden Schelfmeeren vorhanden.

Wegen der Eisbedeckung des Arktischen Ozeans kann Forschung in dieser Region nur von technisch hoch entwickelten und speziell für die Eisfahrt ausgelegten Forschungsschiffen durchgeführt werden. Es gibt bisher nur wenige Forschungsschiffe, die in der Lage sind, in den eisbedeckten zentralen Arktischen Ozean vorzudringen. Vor allem fehlt ein Forschungseisbrecher auf dem neuesten Stand der Technik, um den Bedarf der europäischen Polarforschung zu erfüllen. Die geplante Forschungsplattform AURORA BOREALIS würde hier eine große Lücke schließen. Mit ihr wären internationale und interdisziplinäre ganzjährige Expeditionen im zentralen Arktischen Ozean möglich.

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 mit mehr als 55 MW Antriebskraft. Damit wird sie in der Lage sein, fast alle mit Meereis bedeckten polaren Meeresgebiete ganzjährig zu befahren. Insbesondere

die zur Rekonstruktion früherer Klimabedingungen notwendigen Bohrungen in die Meeressedimente wären in den Sommermonaten in eisbedeckten Gebieten ohne zusätzliche Unterstützung von Eisbrechern möglich.

Die Konzeption von AURORA BOREALIS ist im Rahmen der normalen Risiken, die mit der Entwicklung innovativer Technologien verbunden sind, in einer Technischen Machbarkeitsstudie vom November 2004 vorgestellt worden. Am 22. Mai 2006 hat der Wissenschaftsrat die Empfehlung für den Bau des Eis brechenden Forschungsbohrschiffes AURORA BOREALIS ausgesprochen. Vor Baubeginn sind jedoch weitere Entwicklungsarbeiten und Modellversuche durchzuführen, die insbesondere die Leistungsfähigkeit des Eisbrechers, die dynamische Positionierung sowie die Realisierung von zwei *Moon Pools* (= Öffnungen im Schiffsrumpf) betreffen. Ein ausführliches wissenschaftliches Programm für die nächsten ein bis zwei Jahrzehnte ist von einer Arbeitsgruppe des *European Polar Board* (EPB) und des *European Consortium for Ocean Research Drilling* (ECORD) erarbeitet und publiziert worden.

Der Eisbrecher erhält mittschiffs zwei Öffnungen im Schiffsrumpf (*moon pools*) mit je 7 x 7 m Größe. Eine der Öffnungen wird ausschließlich für die wissenschaftlichen Bohrungen verwendet. Durch die zweite Öffnung können bei geschlossener Eisdecke alle möglichen wissenschaftlichen Geräte eingesetzt werden. Auch video-geführte Geräte oder ROVs (Remotely operated Vehicles) können durch diese Öffnung eingesetzt werden.

Im November 2006 rückte das Projekt AURORA BOREALIS als eines von 35 großen Forschungsprojekten im Rahmen des *European Strategy Forum on Research Infrastructures* (ESFRI) in den Mittelpunkt des europäischen Interesses. Diese ESFRI-Liste enthält die großen Infrastrukturen, die für die europäische Forschungslandschaft in den nächsten Jahrzehnten von höchster Priorität sind. Zur Vorbereitung und Entwicklung der Managementstrukturen stellt die Europäische Kommission in ihrem 7. Forschungsrahmenprogramm ca. 200 Mio € zur Verfügung.

Am Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft (AWI) in Bremerhaven ist ein Koordinationsbüro entstanden, um das Projekt in Europa und ausgewählten nicht-europäischen Ländern voranzutreiben und die nötigen Managementstrukturen für dieses multinationale

Projekt zu erarbeiten. Dazu hat das AWI gemeinsam mit der *European Science Foundation* (ESF) einen Antrag mit einem Finanzvolumen von 4,5 Mio € auf Förderung im 7. Forschungsrahmenprogramm gestellt. Bereits 16 Förderorganisationen, Institute und Firmen aus zehn europäischen Ländern einschließlich Russlands werden sich in dieser Vorbereitungsphase an dem im März 2008 begonnenen Projekt beteiligen.

Nach einer europaweiten Ausschreibung hat das Unternehmen SCHIFFKO GmbH, Hamburg, den Zuschlag bekommen, die vom Wissenschaftsrat geforderten notwendigen Entwicklungsarbeiten und Modellversuche durchzuführen. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert seit März 2007 diese technischen Arbeiten und den Aufbau eines internationalen Konsortiums für AURORA BOREALIS mit 5,2 Millionen Euro. Basierend auf der technischen Machbarkeitsstudie für AURORA BOREALIS und auf

Erfahrungswerten aus dem Betrieb von POLARSTERN, dem derzeitigen deutschen Forschungsschiff für beide Polargebiete, werden zurzeit die Investitionskosten für den Bau der Forschungsplattform auf ca. 650 Mio € und die jährlichen Betriebskosten auf ca. 35 Mio € geschätzt. Da von diesen Untersuchungen der gesamte Schiffsentwurf beeinflusst werden wird, müssen diese Summen im Zuge der jetzt laufenden ingenieurwissenschaftlichen Untersuchungen weiter geprüft werden.

Links:

www.eri-aurora-borealis.eu; www.esf.org/publication/178/AuroraBorealis.pdf

Kontakt: Dr. Nicole Biebow, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, 27568 Bremerhaven, <nicole.biebow@awi.de>

Zusammenstellung: Dr. Nicole Biebow, Prof. Dr. Jörn Thiede und Monika Huch



Abb. 1: Entwurfsskizze der geplanten Plattform AURORA BOREALIS zur Erforschung der polaren Ozeane (Quelle: SCHIFFKO Quitte & Pruin, Architekten).

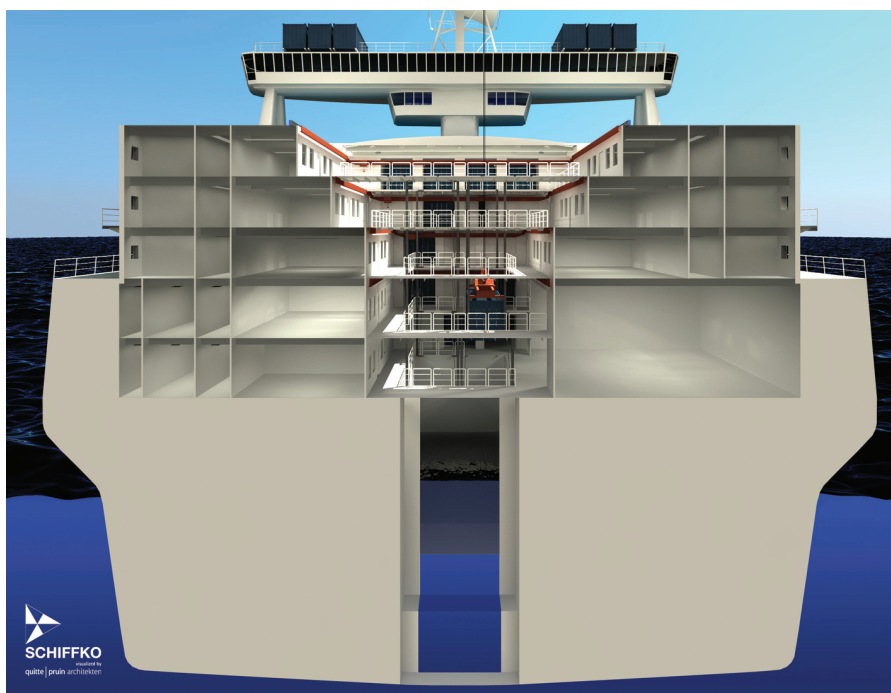


Abb. 2: Querschnitt durch AURORA BOREALIS auf der Höhe des wissenschaftlichen moon pool.

Bremerhaven

Neues Forschungsschiff für AWI

Das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI) bekommt ein neues Forschungsschiff. „Das Bundesministerium für Bildung und Forschung hat über fünf Millionen Euro für die technische Entwicklung des Forschungsbohrschiffes ‚Aurora Borealis‘ bewilligt“, so ein Institutssprecher. Der weltweit einzigartige Eisbrecher soll ab 2012 für europäische Forschungsprojekte in polaren Meeren eingesetzt werden. An den 350 Millionen Euro Baukosten sollen sich internationale Partner beteiligen.

Technologie für Meeressforscher

Kongress „InnoMeerKom“ startet morgen – Plätze frei

Bremerhaven (nz). Wie bringt man Unterwasser-Kameras an ein Datennetzwerk? Warum eröffnet die „Aurora Borealis“ ein neues Kapitel der Polarforschung? Das sind zwei der zwölf Themen, die morgen und am Donnerstag während eines Meerestechnik-Kongresses behandelt werden.

„InnoMeerKom“ steht als Abkürzung dafür. Die Bremerhavener Wirtschaftsförderungsgesellschaft BIS lädt dazu ins Time Port II ein; Ausrichter ist das Non-Profit-Wirtschaftsnetzwerk „i2b Bremerhaven“. 100 Unternehmer, Wissenschaftler sowie Vertreter von Behörden und Verbänden werden erwartet. Einige Plätze sind noch frei; Anmeldungen sind möglich

über das Internet. Beginn ist am Mittwoch um 14 Uhr. Die Organisatoren haben Vorträge und Anwendungsbeispiele in vier Blöcke aufgeteilt.

□ **Know-how-Transfer und Anwendungen:**

Dr. Eberhard Sauter gibt einen Überblick zum Technologie- und Know-how-Transfer am Alfred-Wegener-Institut (AWI). Das Fraunhofer Institut IASIS (Bonn) und das AWI stellen Netzwerke für den Einsatz komplexer Sensorsysteme in autonomen Unterwasserfahrzeugen und Umweltuntersuchungen vor. Isitec zeigt die Möglichkeiten eines modularen Unterwasser-Kamerasystems mit Ethernet-Anbindung. Um Rotorblätter, maritime Strukturen und Anwen-

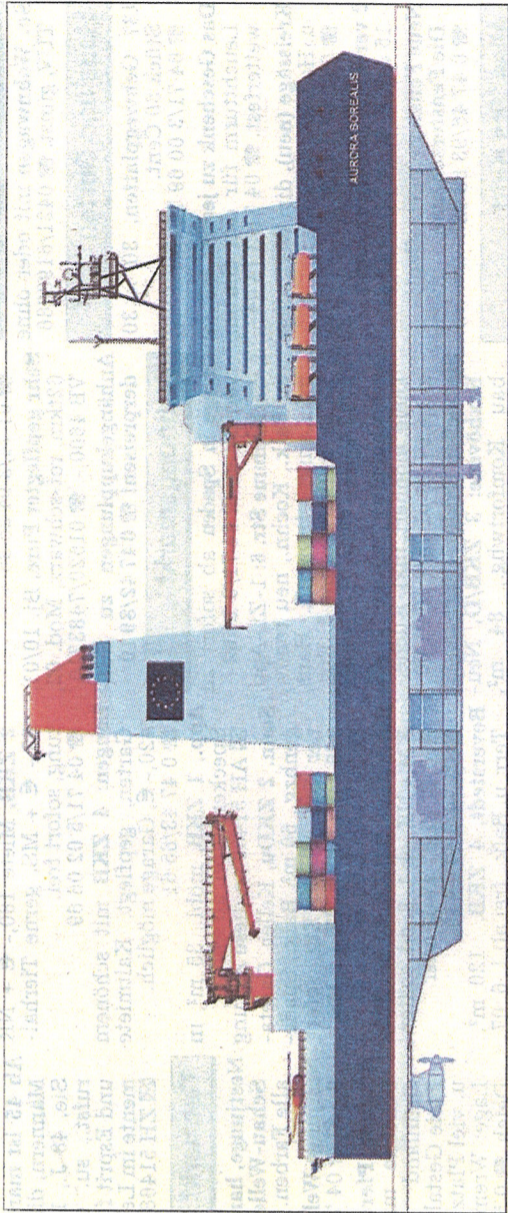
dung von Sensorik geht es beim Referat des Fraunhofer Centers für Windenergie und Meerestechnik.

□ **Mobile Systeme und Sensorik:**

Unter dieser Überschrift berichtet das AWI über das „Aurora-Borealis-Projekt“. Die Trios Mess- und Datentechnik zeigt Spektral-Sensorik im Einsatz für die Meerestechnik und Professor Dr. Oliver Zielinski von der Hochschule Bremerhaven präsentiert neue Sensoren für die Überwachung/Nutzung mariner Ressourcen.

□ **Autonome Plattformen und Systeme**

Zu Unterwasserfahrzeugen und Plattformen in der Tiefseeforschung nimmt Dr. Thomas Soltwedel vom AWI Stellung. Dr. Tim Freudenthal vom Marum an der



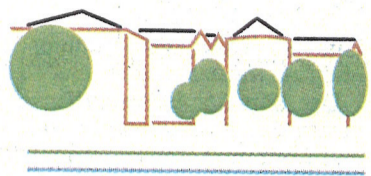
Der neue Forschungsseisbrecher „Aurora Borealis“ für das Alfred-Wegener-Institut eröffnet den Wissenschaftlern ganz neue Möglichkeiten. Auch das Schiff wird Thema beim Meerestechnik-Kongress. Foto: AWI

Universität Bremen zeigt innovative Meerforschung vor.

□ **Forschung und Ökologie**

Dr. Jan Schulz vom AWI berichtet über Methoden zur Partikeltonome Messplattformen in der Identifikation im Meerwasser, und

die Fielax präsentiert Technologie und Einsatzbereiche der Wärmestromdichtesonde.



Campus Report

BERICHTE AUS FORSCHUNG UND LEHRE

CAMPUS@

Morgenröte für „Aurora“-Projekt

Planungen für neuen Forschungseisbrecher laufen auf Hochtouren – Finanzierung über „Wissenschafts-Tag“

Bremerhaven (kik). Dr. Nicole Biebow hat als Geologin die Welt bereist. Aber zurzeit kreisen ihre Gedanken nur um die Arktis, künftige Forschungsfragen, Hightech, Spezialschiffbau und potente Geldgeber. Die Mitarbeiterin des Alfred-Wegener-Institut (AWI) fädelt den Bau des Forschungseisbrechers „Aurora Borealis“ ein.

Auf dem Papier fährt er schon. „Die technische Machbarkeitsstudie ist fertig“, berichtet die Projektleiterin. Derzeit werden die einzelnen Punkte überprüft, zum Beispiel mit Modellversuchen im Eistank. Die „Aurora Borealis“ zu Ende zu konstruieren, ist aber nur eine Aufgabe für die zehnköpfige Projektgruppe, die sich aus Wissenschaftlern des AWI und Schiffsspezialisten der Hochschule Bremen zusammensetzt.

Die andere: „Wir müssen das internationale Konsortium zusammenstellen, das das Forschungsschiff finanziert und später betreibt“, erläutert Biebow. Das AWI gab zwar den Anstoß, und das Bundesforschungsministerium signalisierte ein finanzielles Engagement von mindestens 30 Prozent, aber es war von Anfang an klar, dass die „Aurora Borealis“ nur durch internationale Zusammenarbeit in Fahrt kommt.

Auf Forschungsliste mit vorn

Für die Europäische Kommission hat sie als eines von 35 Großforschungsprojekten besondere Bedeutung. Zehn europäische Länder einschließlich Russlands prüfen derzeit, das weltweit einzigartige Forschungsschiff zu nutzen. Deutschland und Russland haben eine feste Zusage gegeben, dazu kämen Belgien, Bulgarien, Finnland, Frankreich, Italien, Niederlande, Norwegen und Rumänien. Abhängig von ihren prozentualen Anteilen „kaufen sie Wissenschaftler-Tage auf See ein“, erklärt Biebow das Prinzip. Idee ist, dass die „Aurora Borealis“ künftig in der Arktis forscht, während die „Polarstern“ in der Antarktis bleibt.

Bis die „Polarstern“ Verstärkung bekommt, braucht es noch einige Jahre. Als Baubeginn für die „Aurora Borealis“ ist derzeit 2011 anvisiert. Wo sie gebaut wird, ist offen; sie wird europaweit ausgeschrieben. Wo ihr Heimathafen und der Sitz des Konsortiums sein wird, steht ebenfalls noch nicht fest. „Bremerhaven wäre wünschenswert“, sagt Biebow, „aber das liegt letztlich am Verhandlungsgeschick der Politik.“



Graphics: Fernando V. Delgado & Christian Michaelis, AWI

Auffälligstes Kennzeichen der „Aurora Borealis“ – „Aurora“ bedeutet Morgenröte – ist der große Bohrturm, mit dem die Wissenschaftler bis in 4000 Meter Tiefe bohren wollen. Auf dem kleinen Bild links ist der besonders geformte Schiffskörper zu sehen, der ermöglichen soll, dass das Forschungsschiff zu allen Seiten Eis brechen kann. Rechts die beiden Moon-Pools. Grafik: Valero-Delgado und Michaelis/AWI

Das kann die „Aurora Borealis“

□ Auffälligstes Kennzeichen der „Aurora Borealis“: der 50 Meter hohe Bohrturm. Durch ihn werden Bohrkampagnen in der Arktis möglich. Das Bohrgerät wird sozusagen durch den Schiffskörper geführt. Das Forschungsschiff soll unter einer geschlossenen Meereisdecke in bis zu 4000 Meter Tiefe bohren und dabei bis zu 1000 Meter in den Meeresboden eindringen können. Die extremen Temperaturen in der Polarregion fordern die Schiffbauer heraus. Der Bohrturm muss un-

ter anderem voll verkleidet, isoliert und beheizbar sein.

□ Für Bohreinsätze muss die „Aurora Borealis“ quasi auf der Stelle stehen: Sie darf auch unter Eisdruck nicht abweichen. Die Schiffbauer sprechen von einer dynamischen Positionierung. Deshalb wird sie als schwerer Eisbrecher konstruiert, der zu allen Seiten hin Eis brechen kann. Die „Aurora Borealis“ bekommt unter anderem einen besonders geformten Schiffskörper und einen speziellen Antrieb.

□ Die „Polarstern“ ist schon ein stattlicher Eisbrecher, kann aber nicht allein ganzjährig in der Arktis unterwegs sein. Anders die „Aurora Borealis“. „Sie wird so stark sein wie ein Nukleareisbrecher“, sagt Projektleiterin Dr. Nicole Biebow. Die Maschine wird 73 000 PS aufweisen.

□ Im Schiffsrumpf wird es eine zweite Öffnung geben („Moon-Pool“). Von dort können die Wissenschaftler selbst während des Bohrbetriebs technisches Equipment einsetzen, zum Bei-

spiel ferngesteuerte Tiefseeroboter. „Wir können aber auch den Bohrturm nutzen“, sagt Biebow.

□ Bohrkampagnen dauern drei Monate. Deshalb muss die „Aurora Borealis“ Treibstoff für mindestens diesen Zeitraum bunkern können. Vor allem diese Tatsache erklärt die Größe des Spezialschiffes: Es wird 196 Meter lang. Die „Polarstern“ hat eine Länge von knapp 118 Metern. 120 Wissenschaftler und Besatzungsmitglieder haben auf dem neuen Forschungsschiff Platz.

Nordsee-Zeitung 22. 07

Hamburger planen AWI-Schiff

Bremerhaven/Hamburg (nz). Das Alfred-Wegener-Institut (AWI) hat die Generalplanung für den Neubau des Forschungseisbrechers „Aurora Borealis“ an das Hamburger Ingenieurbüro Schiffko vergeben. Das Büro gehört zum finnischen Wärtsilä Konzern. „Aurora Borealis“ soll eine Kombination aus schwerem Eisbrecher und Mehrzweckforschungsschiff mit festem Bohrturm werden.

„Mit der Vergabe der Generalplanung sind wir einen entscheidenden Schritt weiter gekommen“, erklärt Projektleiterin Dr. Nicole Biebow vom AWI. Eine wesentliche Voraussetzung für die Finanzierung des Baus von „Aurora Borealis“ durch Deutschland und internationale Partner sei ein überzeugendes technisches Konzept. Außerdem erlaube die Überarbeitung des Schiffsdesigns eine realistische Kostenschätzung.

'Aurora Borealis' icebreaker project

The German Science Council evaluated the Aurora Borealis project in May 2005 and recommended the construction of the research icebreaker in 2006. Since March 2007, the German Federal Ministry for Science and Education (BMBF) has been funding a portion of the preparatory work for Aurora Borealis.

Polar research, both on land and in the sea, cannot achieve the needed progress without novel and state-of-the-art technologies and infrastructure. In addition there is the obligation to equip the upcoming young and courageous generation of polar researchers with the most modern and safest research platforms the 21st century can provide. This effort will require major investments, both in terms of generating new tools, as well as maintaining/renovating existing infrastructure. Major infrastructure items are in many cases too expensive, complicated and/or technically demanding to be run as national facilities. Schemes will have to be developed to found international consortia to generate and manage large scale international polar research infrastructures.

The European Commission identified this project for the European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI) roadmap. The Commission found that it reached the highest scientific priority for developing this large-scale infrastructure for basic research in Europe.

Polar research and in particular the properties of northern and southern high latitude oceans are currently a subject of intense scientific debate and investigations, because they are (in real time) and have been (over historic and geologic time scales) subject to rapid and dramatic change. Polar regions react more rapidly and intensively to global changes than other regions of the Earth. News about shrinking of the Arctic sea ice cover, potentially leading to an opening of sea passages to the north of North America

and Eurasia, to a 'blue' Arctic Ocean, as well as about the calving of giant table icebergs from the ice shelves of Antarctica are examples for these modern dynamics.

Until now, it has not been clear how many of the profound changes in all areas of the Arctic are natural fluctuations or are due to human activity. Since this change has been a phenomenon for decades, long-term data series of atmospheric and oceanic conditions are needed to understand and predict its further development. Despite the strong seasonality of polar environmental conditions, research in the central Arctic Ocean up to now could essentially only be conducted during the summer months, when the Arctic Ocean is accessible to the currently available research icebreakers.

There are few modern research vessels capable of penetrating into the central Arctic. A new state-of-the-art research icebreaker is therefore urgently required to fulfil the needs of polar research and to document multinational presence in the Arctic. This new icebreaker would be conceived as an optimised science platform from the keel up and would allow the conducting of long, international and interdisciplinary expeditions into the central Arctic Ocean throughout all seasons of the year.

Aurora Borealis will be a novel research icebreaker with no national or international competitor because of its:

- drilling capability;
- sophisticated modularised mobile laboratory systems allowing mission-specific laboratory selections;

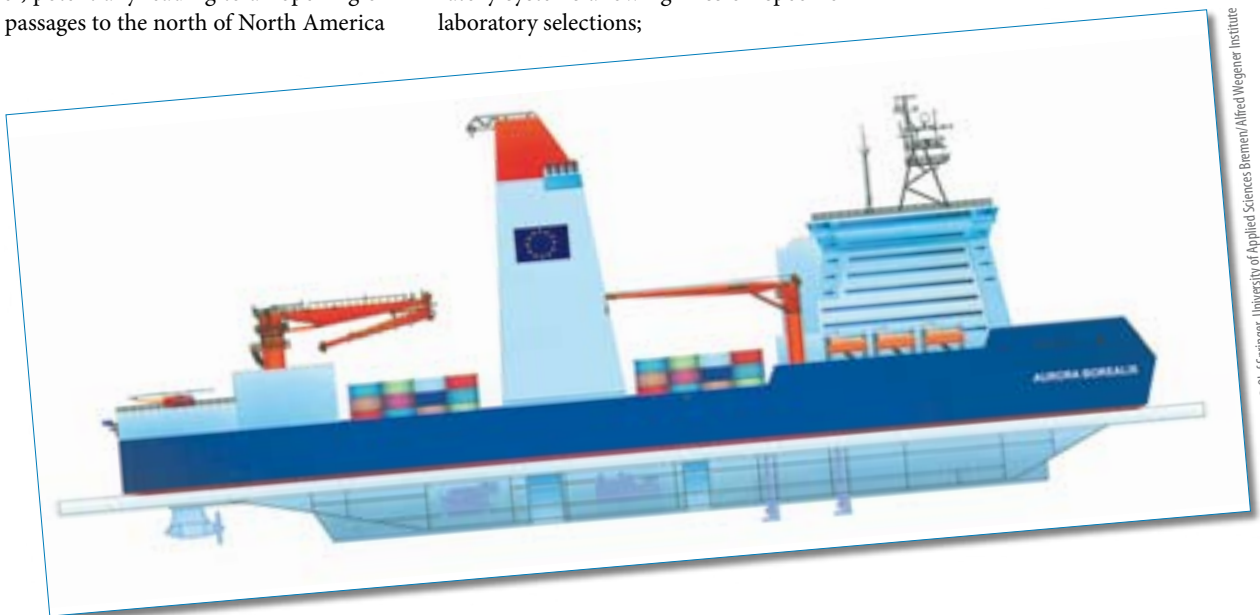
- moon pools for drilling and for the deployment of ROV and AUV for sub-ice surveys;
- propulsion and dynamic positioning systems and its capability for polar expeditions into high latitude ice-covered deep-sea basins also during the unfavourable seasons of the year.

The research vessel will be a powerful icebreaker with 44 000 t displacement and a length of 196 m, with 50 MW azimuth propulsion systems and a deep drilling capability for use in extreme conditions in excess of 4 000 m water depth. It will have high ice performance to penetrate autonomously into the central Arctic Ocean with 2.5 m of ice cover, during all seasons of the year.

The construction of *Aurora Borealis* as a joint European research icebreaker will result in a considerable commitment of the participating countries to coordinate and expand their polar research programmes in order to operate this expensive ship continuously and with the necessary efficiency. The *Aurora Borealis* will also be used to address Antarctic research targets, both in its mode as a regular research vessel as well as a polar drill ship.

In this project the final engineering work for the development of the vessel will be carried out under the coordination of the AWI and the University of Applied Sciences in Bremen, Germany. Additionally, the commitment of the European Science community will be promoted by organising workshops in different European countries to discuss the scientific plans and technical requirements for the *Aurora Borealis*.

Based on the contribution of Professor J. Thiede to the proceedings of the international symposium 'Polar environment and climate: The challenges'.



© Olaf Springer, University of Applied Sciences Bremen/Alfred Wegener Institute

Aurora Borealis, ο εξερευνητής των Πόλων

Το παγοθραυστικό «Βόρειο Σέλας» αποτελεί μέρος ενός φιλόδοξου προγράμματος στο οποίο συμμετέχουν περισσότερες από 20 ευρωπαϊκές χώρες

Της ΑΛΕΞΙΑΣ ΒΛΑΧΟΥ

Με το νέο υπερσύγχρονο ερευνητικό σκάφος «Aurora Borealis», ελληνιστί «Βόρειο Σέλας», η Ευρώπη φιλοδοξεί να ρίξει άπλετο φως στα άδυτα του Βόρειου και Νότιου Πόλου.

Είναι η πρώτη φορά που η Γηραιά Ηπειρος επικεντρώνει την προσοχή της σε ένα τόσο φιλόδοξο και δαπανηρό πρόγραμμα για την εξερεύνηση των πολικών περιοχών και ελπίζει πως θα τα καταφέρει. «Μπορεί να βρίσκεται ακόμα στα σχέδια», επισημαίνει στον ΕΤ.Κ ο επικεφαλής του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου για θέματα που αφορούν τους Πόλους κ. Πολ Εγκερτον, «αλλά η εξόρμησή του στα παγωμένα νερά της Αρκτικής και της Ανταρκτικής μετά το 2014 θα μας φέρει μπροστά σε μεγάλες εκπλήξεις». Εγκέφαλος της μεγαλεπήβολης ιδέας είναι η Ευρωπαϊκή Επιστημονική Ομοσπονδία σε συνεργασία με το γερμανικό ερευνητικό κέντρο Αλφρεντ Βέγενερ.

Το παγοθραυστικό, η κατασκευή του οποίου εκτιμάται ότι θα ανέλθει στα 300 εκατομμύρια ευρώ, δεν θα σπάει απλά τους πάγους. Θα είναι το πρώτο σκάφος που θα κάνει παράλληλα και γεωτρήσεις, με σκοπό την επιστημονική μελέτη των παγωμένων περιοχών.

«Με τα μηχανήματα, που θα

έχουμε στη διάθεσή μας, θα εξερευνήσουμε από κοντά τη -μέχρι σήμερα- άγνωστη ηφαιστειογενή δραστηριότητα της περιοχής, αλλά και τους νέους ζωντανούς οργανισμούς που βρίσκονται εκεί κάτω. Στο παρελθόν, μόνο μια προσπάθεια γεώτρησης έχει γίνει



“Η εξόρμησή του σε Αρκτική και Ανταρκτική θα μας φέρει μπροστά σε εκπλήξεις”

ΠΟΛ ΕΓΚΕΡΤΟΝ
ΕΠΙΚΕΦΑΛΗΣ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ
ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΠΟΛΟΥΣ

στον Αρκτικό Ωκεανό, εξαιτίας του υψηλού κόστους και του μεγάλου βαθμού δυσκολίας», επισημαίνει ο κ. Εγκερτον. Το «Βόρειο Σέλας» θα λειτουργήσει σαν πλωτό εργα-

στήριο, θα συλλέγει δεδομένα και θα φέρνει στην επιφάνεια συνεχώς νέα στοιχεία για το περιβάλλον. Έχει κατασκευαστεί κατ' αυτό τον τρόπο, ώστε να μπορεί να διατηρεί την ακριβή του θέση κατά τη διάρκεια της γεώτρησης. Επιπλέον, με συστήματα υψηλής τεχνολογίας, όπως ηχητικά και μαγνητικά μηχανήματα, σεισμογράφους, μη επανδρωμένα και τηλεκατευθυνόμενα οχήματα, οι ερευνητές θα έρθουν σε άμεση επαφή με τα μυστήρια που κρύβει ο βυθός. Η ομάδα των επιστημόνων θα σχηματίσει σαφή εικόνα για την ιστορία, αλλά και την τεκτονική δομή των δυσπρόσιτων πολικών περιοχών. «Το “Βόρειο Σέλας” πρόκειται να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην κατανόηση του παγκόσμιου φαινομένου της κλιματικής αλλαγής.

Με τη συνεχή παρουσία του στις πολικές περιοχές θα λέγαμε ότι αποτελεί εργαλείο στρατηγικής σημασίας στα χέρια των κυβερνήσεων», σημειώνει ο κ. Εγκερτον.

Στο πρόγραμμα σχεδιασμού έλαβαν μέρος περισσότερες από 20 ευρωπαϊκές χώρες και γι' αυτό αντιπροσωπεύει μια πανευρωπαϊκή πρόκληση, που θα πρέπει να κερδηθεί. Εάν όντως το «Βόρειο Σέλας» λειτουργήσει ως ευρωπαϊκό ερευνητικό παγοθραυστικό, η Ευρώπη θα διασφαλίσει την ηγετική της θέση στην έρευνα του Βόρειου και Νότιου Πόλου. Αναμονή, λοιπόν, μέχρι το 2012, οπότε θα γίνει ο διαγωνισμός για την ανάληψη του έργου...

avlachou@e-tipos.com



Γοητευμένος από τη Μελίνα

«Ο Ανδρέας Παπανδρέου με τη Λιάνη ήταν “φελινικό” ζευγάρι»

Ο Ζακ Σεγκελά μίλησε και για τη σχέση του με την Ελλάδα, τον Ανδρέα Παπανδρέου και τη Μελίνα Μερκούρη.

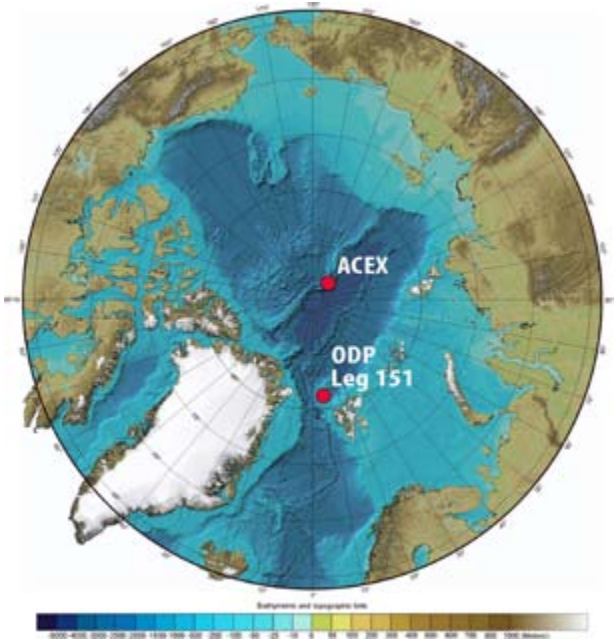
Ας ξεκινήσουμε με τη σχέση σας με την Ελλάδα, τη συνεργασία σας με μεγάλους Έλληνες πολιτικούς, τον Ανδρέα Παπανδρέου και τη Μελίνα Μερκούρη.

Το πρώτο μου ραντεβού με την Ελλάδα ήταν με τη Μελίνα Μερκούρη έπειτα από αίτημα του Ζαγκ Λαγκ και του Φρανσουά Μιτεράν. Η Μελίνα ήταν τότε υποψήφια στο Δήμο Αθηναίων και ήθελε τη βοήθειά μου στην πολιτική της καμπάνια. Τότε δεν τη γνώριζα, αλλά ήμουν γοητευμένος, όπως όλοι όσοι την περιτριγύριζαν. Ήταν μία από τις γυναίκες που προηγούντο της εποχής τους τουλάχιστον

50 χρόνια, αλλά η αλήθεια είναι πως έκανα μια από τις χειρότερες καμπάνιες μου, με αποτέλεσμα να χάσει. Έχω πολλές τύψεις, αλλά ευτυχώς αυτό δεν μας εμπόδισε να μείνουμε φίλοι! Η δεύτερη συνάντησή μου με την Ελλάδα ήταν με τον Ανδρέα Παπανδρέου. Ήμουν καλεσμένος να δειπνήσω στο σπίτι του με αυτόν και τη σύζυγό του, την αεροσυνοδό! Ήταν ένα όμορφο ζευγάρι, κινηματογραφικό, «φελινικό», με έναν πραγματικό έρωτα μεταξύ τους. Εδειχναν πολύ ερωτευμένοι και κατά τη διάρκεια όλης της κουβέντας εκείνη του χάιδευε το κεφάλι. Τελικά, δεν ανέλαβα τον Ανδρέα Παπανδρέου γιατί δεν θεώρησα ότι θα ήταν κάτι σοβαρό για να το αναλάβω! Ωστόσο, η Ελλάδα πάντα με γοήτευε, πιστεύω πως είναι «η Γαλλία στο καλύτερο και στο χειρότερό της»... Στην ποιότητα ζωής, στην κουλτούρα και την τέχνη του να ζεις την κάθε στιγμή, η Ελλάδα είναι καλύτερη από τη Γαλλία. Σε ό,τι έχει να κάνει με την πολιτική, είμαι χειρότερη!



Η κατασκευή του θα κοστίσει 300 εκατ. ευρώ. AWI-HSVA-ESF



Only 4 wells have been drilled in the huge Arctic Ocean. In 1993, 3 wells were drilled on the Yermak Plateau north of Svalbard, and in 2004 the drillbit penetrated 400m into the Lomonosov Ridge, a continental fragment that traverses the Arctic Ocean.

Illustration: Jakobsson, M., Macnab, R., Mayer, M., Anderson, R., Edwards, M., Hatzky, J., Schenke, H-W., and Johnson, P., 2008, An improved bathymetric portrayal of the Arctic Ocean: Implications for ocean modeling and geological, geophysical and oceanographic analyses, v. 35, L07602, Geophysical Research Letters, HYPERLINK "<http://www.agu.org/pubs/crossref/2008/2008GL033520.shtml>" \o "external link" doi:10.1029/2008GL033520

The building of the research icebreaker *Aurora Borealis* will contribute to meet the Arctic drilling challenge. In a long term perspective the vessel would also be used to address Antarctic research targets.

A MULTINATIONAL

TEXT: Halfdan Carstens

The Arctic Ocean is the only sub-basin of the world's oceans that has essentially not been sampled by the drill ships of the Deep-Sea Drilling Project (DSDP; 1968-1985), the Ocean Drilling Program (ODP; 1985-2003) or the Integrated Ocean Drilling Program (IODP; 2003 -). Due to permanent ice-cover in large parts of this basin, few seismic lines have been acquired. The ocean's long-term environmental history and tectonic structure is therefore poorly understood.

"The lack of data does in fact represent one of the largest gaps of information in modern Earth science," says Professor Jörn Thiede. Thiede was director of Alfred Wegener Institut for 10 years until October as of last year.

"The only exceptions to this are the ODP Leg 151 (conducted in the Fram Strait between Greenland and Svalbard and

"The future challenges cannot be met with existing icebreakers

on the Yermak Plateau north of Svalbard during the summer of 1993) and the more recent Integrated Ocean Drilling Program's (IODP) Expedition that was accomplished in 2004 (ACEX)," he says.

The need for a new research icebreaker with an all-season capability, and with the possibility to carry out deep sea drilling in ice-covered waters, has therefore been recognised for a long time. The planning of such a vessel is now well under way.

"The new research icebreaker *Aurora Borealis* ("Northern Light") should be equipped with proper drilling facilities to drill in deep, permanently ice-covered ocean basins. The icebreaker must also be powerful enough to resist the drifting sea-ice cover," explains Thiede.

PREPARING FOR ICE

The *Aurora Borealis* project impacts on two scientific communities which in part overlap in interests.

The first one is the general polar science commu-

nity that requires a ship for conducting year-round field and marine work and has a wide spectrum of scientific perspectives.

The second one is the deep sea drilling community that would use the ship mainly during the summer months with optimal ice conditions to study the structure and properties of the crust below the Arctic Ocean and to unravel the history of environmental and climate changes.

"The ship can be deployed as a research icebreaker in polar seas because it will meet the specifications of the highest ice-class for polar icebreakers. In the long term the drilling capability can be deployed in both polar regions, and *Aurora Borealis* will be the only vessel worldwide that could undertake this type of scientific investigation," says Thiede.

The possibility to flexibly equip the ship with laboratory and supply containers, and the variable arrangement of other modular infrastructure (in particular, winches, cranes, etc.), free deck-space, and separate protected deck areas, will allow the planned research vessel to cover the needs of most disciplines



Initial design of Aurora Borealis leaves the impression of a modern vessel.

© SCHIFFKO GmbH visualised by quitte|pruin|architekten, Hamburg, Germany

PLATFORM

in marine research, including the capability to carry out geophysical investigations (such as seismic reflection and refraction, gravity, magnetic, swath bathymetry mapping, and sediment echo sounder).

DEEP INTO THE OCEAN

“The most unique feature of the vessel Aurora Borealis is the deep drilling rig. This will enable sampling of the ocean floor and sub-sea in up to 5000 m of water and with 1000 m penetration at the most inhospitable places on Earth,” says Thiede.

The research icebreaker will be thus be the most advanced polar research vessel in the world with a multifunctional role of drilling in deep ocean basins and supporting environmental research for the next few decades. The new technological features will include novel propulsion systems, satellite navigation, ice-management support, and the deployment and operation of remotely operated vehicles (ROVs) and autonomous

“Aurora Borealis will secure a rewarding image for those countries participating

underwater vehicles (AUVs) from the twin moon pools.

The vessel will be a powerful research icebreaker with 44,000 tons displacement and a length of close to 200m. It will have high ice performance to penetrate autonomously (single ship operation) into the central Arctic Ocean with 2.5 meters of ice cover, during all seasons of the year. A large fuel capacity is required because of the excessive power requirements for drilling and maintaining station in severely ice covered waters during what are envisaged to be long expeditions.

“The construction of Aurora Borealis requires several new technical solutions and will provide an extended technical potential and knowledge for marine technologies and the ship building industry,” says Thiede.

MULTI-NATIONAL PLATFORM

This new icebreaker would be conceived as an optimized and multi-national science platform from the keel up and will allow

WHY WE NEED AURORA BOREALIS

Many northern nations have a particular interest in understanding the Arctic environment with its high potential for environmental change in response to global warming. In addition, considerable living and non-living resources are likely to be found below the Arctic Ocean and its adjacent continental margins. However, modern research vessels capable of penetrating into the central Arctic are few and mostly inadequate. Therefore, a new state-of-the-art research icebreaker is urgently required to fulfill the needs of polar research.

long international and interdisciplinary expeditions into the central Arctic Ocean during all seasons of the year.

“An efficient use of this icebreaker thus requires the formation of a consortium of



© SCHIFF & CO GmbH Visualisierungen, by multitec planarchitekten, Hamburg, Germany



Photo: Halfdan Carstens

Scientific research in the Arctic Ocean is hampered by lack of modern icebreakers with drilling capabilities. Previous expeditions have been conducted with three different vessels: Polarstern (German), Healy (American), and Oden (Swedish). In 2001 Oden was used by the Norwegian Petroleum Directorate to study the northern prolongation of the Norwegian continental shelf into the Arctic Ocean.

Scientific research in the Arctic Ocean is hampered by lack of modern icebreakers with drilling capabilities. Previous expeditions have been conducted with three different vessels: Polarstern (German), Healy (American), and Oden (Swedish). In 2001 Oden was used by the Norwegian Petroleum Directorate to study the northern prolongation of the Norwegian continental shelf into the Arctic Ocean.

several countries and a substantial buildup of their polar research institutions to ensure an efficient employment of the research vessel during all seasons of the year. Extensive and well-developed Arctic research programs exist in several countries, particularly in the Scandinavian countries, the U.S.A., Russia, and Germany.”

“The construction of Aurora Borealis as a joint European/international research icebreaker would therefore result from a considerable commitment of the participating nations to coordinate and expand their polar research programs to operate this expensive ship continuously and with the necessary efficiency,” Thiede says.

IN 5 YEARS TIME

The building of the vessel has not started yet. It is still on the drawing board. To fulfill this huge ambition of building the world’s most advanced research vessel, two projects have been launched with an overall budget of Euro 10 million, including a feasibility study that will be concluded late this year. Trials in an ice tank in Finland are part of this.

“A decision to build this world class icebreaker should be taken within a couple of years, in 2010 or 2011, meaning that the ship will in operation at the earliest 5 years from now, in 2013. We will then be in a position to deliver outstanding research in years to come,” Jörn Thiede says.

ACEX – THE ARCTIC CORING EXPEDITION

The Arctic Coring Expedition (ACEX) was the first IODP mission-specific platform operation managed by ESO (in cooperation with the Swedish Polar research Secretariat) from August 7 to September 15, 2004. The drillsites were located on a submarine high, the Lomonosov Ridge, at a point only 250 km from the North Pole. ACEX was a huge logistical challenge because the drillship had to hold its position while surrounded by the moving ice sheets of the Arctic Ocean. This required two icebreakers, the Oden and *Sovetskiy Soyuz*, to clear a channel through the ice to allow a third icebreaker, *Vidar Viking*, specially converted for the task, to undertake the drilling.

THE HISTORICAL RECORD

Successful research icebreakers are not commonplace. According to Jörn Thiede, before the second half of the 20th century, only 3 vessels have been able to penetrate the ice-covered the Arctic Ocean without being broken down and swallowed by the deep sea. This was Fram (used by Fridtjof Nansen across the Arctic Ocean (the Northeast Passage) in 1893-1896), Maud (built for Roald Amundsen for his second expedition to the Arctic) and Gauss (the research vessel of the 1st German Antarctic expedition in 1901). These ships were all built in such a way that they are lifted above the ice when it starts to contract.

Later, the German vessel Polarstern (built in 1982) was the first research icebreaker that had the capability to enter thick ice. Polarstern has completed more than thirty expeditions to the Arctic and Antarctic and is currently the most sophisticated polar research vessel in the world. The two other research icebreakers with polar capabilities are Oden (Swedish) and Healy (American). Polarstern and Oden met on the North Pole in 1991, while Polarstern and Healy met at the same place in 2001. None of these vessels are capable of penetrating the frozen Arctic Ocean during winter-time.



Photo: Courtesy of Alfred Wegener Institut

The German vessel Polarstern, operated by the Alfred Wegener Institut, is the most modern icebreaker as of today.

Ein Schiff für alle Eis-Fälle

In Zeiten, da alle Welt vom schwindenden Eis der Arktis spricht, machen sich einige Ingenieure und Wissenschaftler in Hamburg und Bremerhaven ernsthafte Gedanken darüber, einen Eisbrecher der höchsten Eisklasse zu konstruieren. Er soll die Arktis ganzjährig befahren und bis zu 15 Meter hohe Eisrücken bewältigen können. Gleichzeitig wird dieser Eisbrecher, und das soll seine eigentliche Aufgabe sein, als Mehrzweck-Forschungsschiff in allen eisbedeckten Seegebieten der Erde eingesetzt werden. Als wäre das noch nicht genug, wird die „Aurora Borealis“, so der Name, einen mächtigen Bohrturm tragen, der in maximal 5000 Meter Wassertiefe 1000 Meter tief bohren kann, selbst im treibenden Packeis, ohne Unterstützung durch andere Eisbrecher. Für das wohl anspruchsvollste Schiff, das zurzeit auf der Welt konzipiert wird, rechnet man mit Baukosten von 650 Millionen Euro.

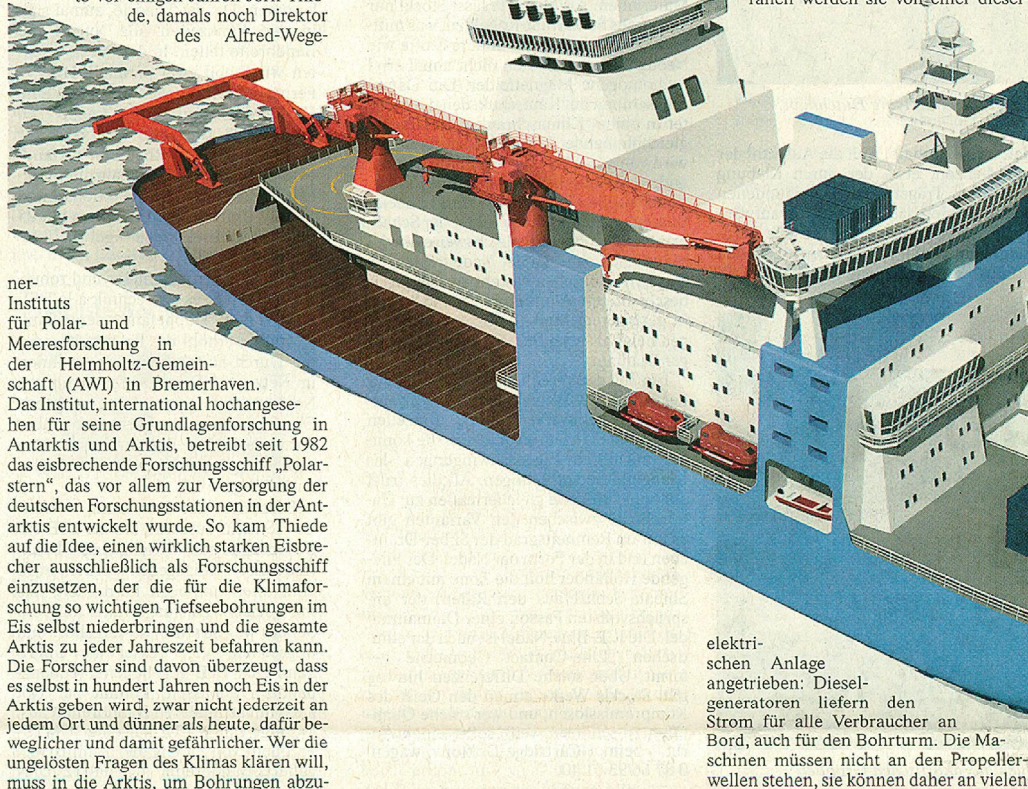
Die Idee zu dem kühnen Projekt hatte vor einigen Jahren Jörn Thiede, damals noch Direktor des Alfred-Wegener-

Deutsche Ingenieure und Wissenschaftler entwerfen einen der stärksten Eisbrecher der Welt als Mehrzweck-Forschungsschiff mit Tiefsee-Bohrturm.

Von Henning Sietz

Unternehmen sehr zurück: „Vieles, was wir durch Testfahrten im Eiskanal herausgefunden haben, wird nie bekannt werden“, versichert Seniorberater Berend Pruin. Das gilt ebenfalls für genauere Angaben über die Leistung der Maschinen und der Querpropeller, über die Rumpfform und die Anordnung der Propeller.

Einiges immerhin kann gesagt werden. Das Schiff muss nicht nur ganzjährig in der Arktis fahren können, es soll in allen Seegebieten einsetzbar sein wie ein normales Schiff. Auch im rauen Nordatlantik muss es akzeptabel fahren – was bei den russischen Atomeisbrechern nicht der Fall ist, die bei Sturm extrem stark rollen. Ein Wulstbug kommt nicht in Frage, auch nicht die empfindlichen und reparaturanfälligen Pod-Antriebe – große Außenbordmotoren samt Propeller, die um 360 Grad drehbar sind. Wie die russischen Atomeisbrecher wird die „Aurora Borealis“ drei Festpropeller haben, doch im Unterschied zu diesen Veteranen werden sie von einer diesel-



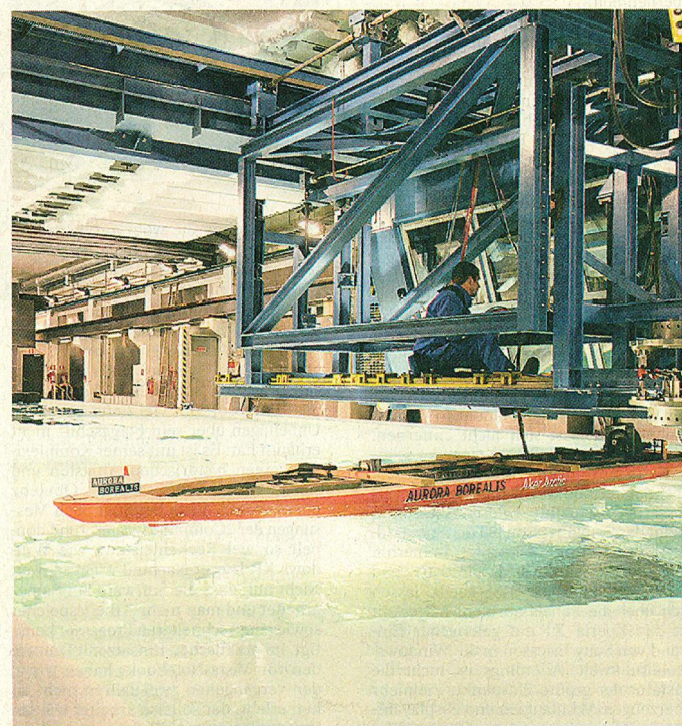
ner-Instituts für Polar- und Meeresforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft (AWI) in Bremerhaven. Das Institut, international hochangesehen für seine Grundlagenforschung in der Arktis und Antarktis, betreibt seit 1982 das eisbrechende Forschungsschiff „Polarstern“, das vor allem zur Versorgung der deutschen Forschungsstationen in der Arktis entwickelt wurde. So kam Thiede auf die Idee, einen wirklich starken Eisbrecher ausschließlich als Forschungsschiff einzusetzen, der die für die Klimaforschung so wichtigen Tiefseebohrungen im Eis selbst niederbringen und die gesamte Arktis zu jeder Jahreszeit befahren kann. Die Forscher sind davon überzeugt, dass es selbst in hundert Jahren noch Eis in der Arktis geben wird, zwar nicht jederzeit an jedem Ort und dünner als heute, dafür beweglicher und damit gefährlicher. Wer die ungelösten Fragen des Klimas klären will, muss in die Arktis, um Bohrungen abzuheben – und dafür muss er gegen Packeis gewappnet sein. Alles spricht dafür, dass die Wissenschaft ein Schiff dieses Zuschnitts braucht. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung gab 5,2 Millionen Euro für die Planungen und Vorarbeiten, mit deren Ausführung eine Arbeitsgruppe des Alfred-Wegener-Instituts unter Leitung von Nicole Biebow beauftragt wurde. Fünfzehn wissenschaftliche Institute und Gesellschaften aus zehn Ländern gründeten das „European Polar Research Icebreaker Consortium“, genannt Ericon, das von der Europäischen Kommission mit 4,5 Millionen Euro gefördert wird.

Vorwiegend für die Wissenschaft

Überall auf der Welt werden Partner gesucht, die sich finanziell am Bau und Unterhalt beteiligen und selbst Forschungsarbeiten unternehmen wollen. Einige Länder der Europäischen Union haben ihr Interesse bekundet, ebenso Norwegen und Russland. Zweck und Ziel liegen schon jetzt fest: „Die „Aurora Borealis“ wird überwiegend Wissenschaft betreiben“, stellt Projektsprecherin Martina Kunz-Pirung klar, „sie wird wahrscheinlich keine Lagerstätten von Rohstoffen suchen. Sie wird dafür auch nicht ausgerüstet sein.“ Ende 2007 wurde das Hamburger Unternehmen Wärtsilä Ship Design Germany mit der Generalplanung beauftragt, die als Rahmen für die Ausschreibung dienen wird. Die Gesellschaft ließ vor kurzem noch Schiffko GmbH, sie hat seinerzeit die „Polarstern“ entworfen.

Die „Aurora Borealis“ wird über zwei sieben mal sieben Meter große Moon Pools verfügen – durchgehende Schächte in der Mitte des Schiffsrumpfes, an denen Techniker und Wissenschaftler Geräte in die See absenken können, ohne Wind und Wellen ausgesetzt zu sein. Über dem hinteren Moon Pool wird der Bohrturm stehen, durch den vordere werden wissenschaftliche Geräte zu Wasser gelassen, zum Beispiel ferngesteuerte Unterwasserfahrzeuge, sogenannte ROVs. Rings um diesen Schacht werden auf mehreren Decks die Laboratorien angeordnet sein, gestaltet als Atrium mit Rundgang und Geländern. Unten wird jedoch kein Hof oder Garten liegen, sondern Wasser. Einige Stellplätze werden für besondere Laborkontainer freigehalten, die mit einem Kran von oben ins Atrium abgelassen werden. Als große Arbeitsbühne dient ein Deck an der Steuerbordseite mit direktem Zugang zur See.

Für die „Aurora Borealis“ – der Name bedeutet „Nordlicht“ – gibt es kein Vorbild. Entsprechend aufwendig sind die Vorüberlegungen und die Testläufe, die Wärtsilä in zwei Eistanks bei Aker Arctic Technology in Helsinki und bei der Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt HSVA unternimmt. Bei den ermittelten Daten und Testergebnissen hält sich das



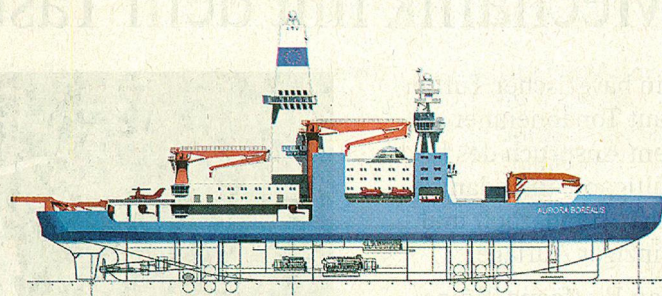
Vorarbeiten: Das Modell der „Aurora Borealis“ im Eiskanal der HSVA Foto AWI/Jan Meier

elektrischen Anlage angetrieben: Dieselgeneratoren liefern den Strom für alle Verbraucher an Bord, auch für den Bohrturm. Die Maschinen müssen nicht an den Propellerwellen stehen, sie können daher an vielen Stellen im Schiff untergebracht werden, wo eben Platz ist. Das Schiff wird ein Mittelrunder haben, in stärkster Ausführung. Da man Rückwärtsfahren im Eis nie ausschließen kann, muss es hohem Eisdruck widerstehen können.

Bei Seegang auf der Stelle bleiben

Das schwierigste Problem besteht darin, die „Aurora Borealis“ im driftenden Eis auf der Stelle zu halten. „Eisbrechen bei Stillstand bei einem halben Knoten Eisdrift, das ist die Herausforderung“, erklärt Eberhard Wagner vom AWI. Dazu braucht die „Aurora Borealis“ ein eisfähiges, dynamisches Positionierungssystem, ein Novum in der Schifffahrt. Bei einem herkömmlichen System steuert eine Automatik nach den Vorgaben des Globalen Positionierungssystems die Propeller und Seitenstrahlruder, so dass ein Bohrschiff auch im Seegang auf einer Stelle liegen bleibt. Bei großen Bohrschiffen und Ölbohrplattformen werden dafür unter dem Kiel angebrachte „Thruster“ eingesetzt, um 360 Grad drehbare Propeller. Das erhöht den Tiefgang beträchtlich, so dass solche Bohrschiffe nicht alle Häfen anlaufen können.

Sicherheit und Robustheit sind die wichtigsten Leitwerte, nach denen sich



Über Schächte in der Mitte des Schiffsrumpfs können die Techniker Geräte in die See ablassen, ohne dem Wetter ausgesetzt zu sein. AWI/SCHIFFKO PRV 200 visualisiert von quittel/pruin architekten, Hamburg

die Konstrukteure richten, auch bei der alles entscheidenden Frage des Positionierens im Eis. Für das dynamische Positionieren hat Wärtsilä den Fachmann Dietmar R. Deter engagiert, der sich mit den Ingenieuren etwas Besonderes für die „Aurora Borealis“ ausgedacht hat. Die Thruster, in diesem Falle besser Querpropeller genannt, sollen in Schächte eingebaut und bei Bedarf aus dem Schiffsboden ausgefahren werden – drei unter dem Vorschiff, drei am Heck. Diese Querpropeller sind stark, also nicht um 360 Grad drehbar. Sie drücken das Schiff wahlweise nach Steuerbord oder bei umgekehrtem Propellerlauf nach Backbord. Mit ihrer Hilfe kann das Schiff auf der Stelle drehen oder quer versetzt werden. Zusammen mit den drei Hauptpropellern lassen sich Bewegungen in alle Richtungen erzielen. Werden die Querpropeller nicht mehr benötigt, holt man sie in den Schiffsrumpf ein. „Um 360 Grad drehbare Thruster

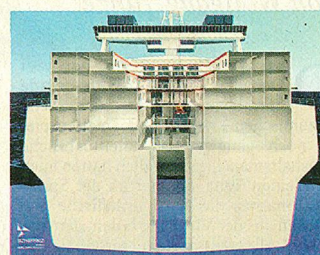
ter sind im Eis sehr reparaturanfällig“, weiß Deter, „durch die starre Ausführung entfallen aber viele Risiken. Bei einem Schaden kann man den gesamten Thruster durch den Schacht 17 Meter hoch in eine Arbeitsbühne heben, um ihn an Bord zu reparieren.“

Die „Aurora Borealis“ kann also trotz der Querpropeller jeden Hafen mit mehr als elf Meter Tiefgang anlaufen. Beim Bohren im Eis wird der Tiefgang jedoch auf 13 Meter erhöht. In dieser Lage kann die „Aurora Borealis“ eine einzigartige Fähigkeit entfalten: Sie bricht Eis auch mit der Längsseite. Bei einer Bohrtätigkeit im Eis wird das Schiff stets mit dem eisbrechenden Bug in Richtung Eisdrift liegen. Springt der Wind um oder ändern Strömungen unter dem Eis dessen Richtung, wird es sich beim ersten Anzeichen drehen, um wieder die günstigste Position mit dem Bug frontal zum Eisdruck einzunehmen. Es muss sich also beim Drehen seitlich Raum schaffen. Die „Aurora Borealis“ hat dafür über die Länge beider Bordwände eine Abschrägung, „Schulter“ genannt, die in etwa neun bis 13 Meter Höhe über dem Kiel verläuft. Beim Drehen wird diese Schulter von oben Druck auf das Eis aus, es bricht streifenweise ab. So zum-

Forschungseisbrecher „Aurora Borealis“

Voraussichtliche Daten; Stand: September 2008

Schiffstyp	Mehrzweck-Forschungsschiff, Tiefsee-Bohrturm, schwerer Eisbrecher
Einsatzzeit pro Jahr	300 Tage
max. Expeditionsdauer	90 Tage
Personal (Crew/Wiss.)	120
Reisegeschwindigkeit	12-15 kn (22-28 km/h)
Eisbrechfähigkeit	2,5 m bei 2 bis 3 Knoten
Baubeginn	2012 (geplant)
Indienststellung	2014 (geplant)
voraussichtl. Kosten	650 Mio. Euro
voraussichtliche Betriebskosten	36 Mio. Euro im Jahr
Länge über alles	199 m
Breite	49 m
Tiefgang	in Fahrt 11 m, bei Bohrtätigkeit 13 m
Seitenhöhe bis Arbeitsdeck	17 m
Höhe der Back (Vorschiff)	24 m
Antriebsart	dieselelektrisch
geplante Gesamtleistung	mehr als 85 Megawatt
Anzahl der Motoren	offen
Festpropeller	3 achtern, ca. 6,5 m Durchmesser (geplant)
Thruster (Vorschiff + Heck)	2 x 3
Typ	ausfahrbare, nicht drehbare Querpropeller mit Düse; ggf. 1 Propeller drehbar
Bohrturm (Höhe)	75 m über Kiel
max. Bohrtiefe/ max. Wassertiefe	1000 m / 5000 m
Internet	www.en-aurora-borealis.eu



dest will es die Theorie. Doch welche Leistung der Querpropeller ist dazu erforderlich? Welchen Weg nimmt das weggebrochene Eis unter dem Schiff? Solche Fragen lassen sich nur im Eiskanal klären.

Im Eiskanal der HSVA liegt ein rotes Schiffsmodell aus Holz von etwa sieben Meter Länge, ausgerüstet mit kleinen Elektromotoren, drei Haupt- und den Querpropellern. Es ist von einer fünf Zentimeter dicken geschlossenen Eisdecke umgeben. Man will feststellen, ob die angemessene Leistung der Querpropeller ausreicht, um seitlich Eis von 1,5 Meter Dicke zu brechen, was genau jenen fünf Zentimetern entspricht. Bei jeder Fahrt werden rund 70 Werte aufgezeichnet. Die wichtigsten Eindrücke liefert eine Unterwasser-Videokamera, die den Weg des Modells und des gebrochenen Eises aufnimmt. Eis unter dem Schiff hat man nicht so gern. Karl-Heinz Rupp von der HSVA startet den Modell-Eisbrecher mit einem Joystick. Da es kaum zu schaffen ist, eine geschlossene Eisdecke gegen ein auf der Stelle liegendes Schiff in Bewegung zu setzen, lässt man das Schiff in das Eis

fahren, was rechnerisch das Gleiche ist. Nun schaltet Rupp die Querpropeller ein: Langsam dreht sich das Modell, die Bordwand schiebt sich über das Eis, schmale Streifen knicken ab, richten sich kurz auf und verschwinden. Gleichmäßig und beharrlich dreht sich das Modell, mit dem Eis hat es kein Problem. An freien Stellen tauchen Eisstücke von 20 Zentimeter aus dem Wasser auf und treffen auf die Bordwand. Im Eis der Arktis wogen solche Brocken mehr als 30 Tonnen und schlugen mit großer Wucht gegen den Rumpf.

Erneuter Versuchslauf, diesmal bei Treibeis mit Einsatz der Krängungsanlage. Sie besteht hier aus einem schweren Gewicht, das auf einer Schiene zwischen den Bordwänden hin und her bewegt wird. Das Schiff fängt sofort an zu rollen. Der Effekt ist durchschlagend: Aufgrund der zusätzlichen Neigung und Bewegung wird bei seitlicher Drehung der Druck auf das Eis größer. In kürzester Zeit bahnt sich das Modell seinen Weg und rauscht geradezu durch das Eis. Auf der „Aurora Borealis“ wird die Krängungsanlage aus mehreren Tanks an beiden Schiffseiten bestehen, zwischen denen in kürzester Zeit viele Tonnen Wasser hin und her gepumpt werden.

Krängungsanlage für schweres Eis

Bei der Lagebesprechung im Videoraum führt Karl-Heinz Rupp die Aufnahmen vor. Im trüben Wasser des Eiskanal schiebt sich der Rumpf vor, dreht sich, man sieht deutlich, wie die abgebrochenen Eisschollen zunächst senkrecht an der Bordwand stehen, ein Teil gerät unter das Vorschiff. Sie laufen eine Strecke mit, dann tauchen sie seitlich weg. Ab und zu wird ein Eisbrocken in die Ringdüse eines Querpropellers gesaugt und tritt auf der anderen Seite pulverisiert wieder aus. Je enger die Kurve, desto mehr Eis gerät zwar unter das Schiff, hält aber im Vorschiffsboden ausreichend Platz frei – dort, wo später die empfindlichen Echolote eingebaut werden sollen. Beim Einsatz der Krängungsanlage zeigen sich die besten Ergebnisse. Rupp bringt die Versuche auf den Punkt: „Entscheidend ist die Bewegung zwischen Schiff und Eis.“ Alles spricht für den Einsatz der Krängungsanlage in schwerem Eis.

Die Ergebnisse der Eistests werden Ende des Jahres vorliegen. Dann lassen sich letzte Änderungen an der Form des Rumpfs vornehmen, am Winkel der Schulter, an der Lage der Querpropeller. Schließlich werden auch die Rahmendaten festgelegt, welche die Werften bei der Ausschreibung erfüllen müssen. Laut Plan soll 2012 gebaut werden, 2014 soll das Schiff fertig sein. Es sieht nach ziemlich viel Arbeit aus.

Traffic on

Wer wird denn immer nur Hörbücher hören auf der langen Autobahnfahrt? Doch man bekommt wirklich Appetit auf Weltliteratur, auf trainierte Stimmen, die gut gebaute Sätze bis zum Punkt bringen, wenn man sich zum jazzigen Daumen von Wes Montgomery nur eine Art von Radiosendungen durchstellen lässt: den katastrophalen Verkehrsfunk. Egal, welches Sendegebiet, egal, ob öffentlich-rechtlich oder privat rundfunkende Anstalten – dass es ein republikweites Phänomen ist, merkt man nachts, wenn die Meldungen über Schwervertransporte aus ganz anderen Gegenden kommen als von dort, wo dieselnicht überholt werden können. Ad eins: Es gibt viel zu viele Kasper. Jede Wetterfee zur vollen Stunde gibt sich mehr Mühe als diese HalloDriss von Sprechern, die scheinbar der Ansicht sind, sie müssten vorführen, wie viel Autobahnen sie, ohne Luft zu holen, unterrasseln können. Punkt zwei: Auch längere Übung scheint nicht zu befähigen, Wörter wie „Langensfelder Dreieck“ oder „Anschlussstelle Ransbach-Baumbach“ einigermaßen hochdeutsch verständlich auszusprechen. Und dann diese Entertainer mit ihrem „Moment, ich scrollte noch mal hoch, ach ja, das war doch nicht die A 45, sondern die letzte Meldung betraf die A 47“ – welche letzte Meldung, Sie Spaßvogel? Und erst der Inhalt der Meldungen: Drei Viertelstunden lang wird „ein Schäferhund auf der Autobahn“ gemeldet, der vermutlich längst überfahren am Rand liegt. Man fährt, immer wieder und wieder, munter auf Strecken, die angeblich ein Stau sind. Und ... Moment, da vorn blinken sie: Von dem Stau war natürlich wieder keine Rede. py.

Unverkabelt

Nicht einmal eine Isomatte belastete unser Gepäck vor rund dreißig Jahren auf dem Weg nach Südamerika. Unter dem Snow Lion Schlafsack – die Füllung aus Polarguard war brandneu – lag eine simple Rettungsschutzdecke. Keinerlei Adapter, Verbindungskabel oder Netzteile gehörten zur Outdoor-Ausrüstung, sondern ein Geldgürtel, Mikropur-Tabletten, eine Metallflasche und eine Taschenlampe. Die kam allerdings schon bei der Ankunft in Kolumbien abhandeln. Und es ging ohne, auch ohne Trinkflasche. Die ging im Tausch gegen eine amerikanische Weste mit Fischgrätmuster. All das, was heute an Elektronik unerlässlich scheint – Handy, Taschencomputer, Digitalkamera und MP3-Player –, gab es noch nicht. „Der Transistor“, das Radio, das wir unterwegs erstanden, lief mit einem Satz Batterien die Monate bis zur Rückkehr. Kontakte knüpfte man nicht im Internet, sondern in der Hotel-Lobby, statt E-Mails schrieb man Briefe. Das Postfach war das Hauptpostamt der nächsten Großstadt. Wo es hinging, zeigte anstelle eines Navigationssystems eine Karte. Auf der lassen sich noch heute die eingezeichneten Routen nachlesen. Die Bilder fürs Reisetagebuch – fliegende Seiten in selbstgenähter Lederhülle – bannte eine Minox 35 EL auf Film. Unverkabelt erreichten wir Peru und stellten uns in Limas Hauptpost an, um nach einer halben Stunde Wartezeit das einzige Telefonat der viermonatigen Reise zu führen: Ein R-Gespräch zu Mutters Geburtstag. Nix Flatrate: Mutter trug die Kosten, und wir freuten uns über die wenigen gewechselten Worte. Manchmal ist einfach weniger mehr, gerade unterwegs. aywi.

HEUTE

Außenseiter in seiner Klasse

Der SX4 von Suzuki ist eine der seltenen Stufenheck-Versionen in der kompakten Klasse. Er bringt wenig Spektakel auf die Straße, hält aber hohe Alltagstauglichkeit und einen großen Kofferraum bereit. Seite 3

Solche Leute muss es geben

Er baut Mikroserien von zehn Stück, und da kann es schon mal knapp 5000 Euro kosten. Eugen Stöckl ist ein Überzeugungstäter, wenn es um Tonabnehmer für Plattenspieler geht. Seite 2

Fehler oder Absicht?

Kreative Fotografen können mit unglaublich einfachen Apparaten noch ungläublichere Bilder schießen. Ein faszinierendes Beispiel dafür ist die Plastikkamera Diana F+ aus chinesischer Produktion. Seite 5

Vorgekocht

Wenn man organischen Abfall vor dem Vergären in der Biogasanlage stark erhitzt, ist die Gasausbeute höher, und der Prozess läuft schneller ab. Die erste Anlage dieser Art steht in Bürstadt. Seite 6

Das AWI bekommt den modernsten Eisbrecher der Welt. Mit 114 000 PS und zwei Hubschrauber-Landeplätzen

1. Blick auf das neue Forschungs-Schiff

Der höchste Berg in der Antarktis ist knapp 5000 Meter hoch

Von SEBASTIAN RÖSENER

Bremerhaven - Das Alfred-Wegener-Institut (AWI) in Bremerhaven bekommt ein neues Super-Forschungs-Schiff. Die „Aurora Borealis“ ist fünfmal größer als die alte Polarstern.

Es wird ein Schiff der Superlative: 199 Meter lang, 49 Meter breit. Mit 114 000 PS und zwei Hubschrauber-Landeplätzen soll es künftig ganzjährig in der Antarktis einsatzbar sein. Und: DIE NEUE POLARSTERN KOSTET 650 MILLIONEN EURO!

Dazu Projekt-Sprecherin Dr. Martina Kunz-Pirring: „Die „Aurora Borealis“ wird das modernste und größte Forschungs-Schiff der Welt.“ Um auch das stärkste Eis zu durchbrechen, ist das Schiff mit einer Doppelstahlhülle verkleidet. Die Sprecherin: „Jede Stahlplatte hat eine Stärke von 7,7 Zentimetern. Eisberge von 15 Metern Höhe sind kein Problem mehr.“

Angetrieben wird der neue Mega-Eisbrecher von drei großen Propellern. Die Besonderheit dabei: Das Schiff kann nicht nur vorwärts, sondern auch seitwärts fahren! Kunz-Pirring: „Sechs kleine ausfahrbare

Zusatz-Drehpropeller unter dem Schiffsrumpf sorgen dafür.“

Eine Weltneuheit an Bord ist der große integrierte Bohrturm. Die Sprecherin: „Mit dem Bohrer können wir in einer Meerestiefe von 5000 Metern noch 1000 Meter tief ins Erdreich bohren. In den unzähligen Laboren können die Wissenschaftler alle Daten sofort auswerten.“

Nur die Finanzierung des Mega-Projekts steht noch nicht fest. Die Expertin: „Wir erhoffen uns Gelder von einem europäischen Konsortium. Doch die Management-Strukturen dafür werden jetzt erst erarbeitet.“

Läuft alles wie erhofft, ist die Planungsphase Ende 2011 abgeschlossen. Drei Jahre später soll die „Aurora Borealis“ zum ersten Mal in See stechen.

STAHLTRÄGER
An diesem Träger werden z. B. Unterwasserfahrzeuge abgelassen werden. Das Stahlgerüst kann ein Gewicht von 100 Tonnen tragen.

BOHRTURM Mit dem Tiefseebohrer können die Forscher in 5 Kilometern Meerestiefe noch 1000 Meter ins Erdreich bohren

BRÜCKE Hier ist der Leitstand des Schiffes. Durch die große Glasfront haben die Kapitäne eine Rundumsicht

MATERIAL-CONTAINER Forschungsutensilien werden in den großen Containern verstaut

RETTUNGS-BOOTE Im Notfall wird die Besatzung mit diesen Beibooten gerettet

ARBEITSDECK Auf dem großen Außendeck können die Geographen Forschungsgeräte montieren, Proben untersuchen

HELIKOPTER-LANDEPLATZ Hier ist Platz für drei Hubschrauber. Werden die nicht gebraucht, stehen sie in einer Riesen-Garage

ARBEITSKRAN Mit diesem Kran werden Container und andere Materialien an Bord gehoben

ERSATZ-HUBSCHRAUBER-LANDEPLATZ Falls der andere Landeplatz voll oder nicht anfliegbar ist, können auch hier Helikopter landen



Das Alfred-Wegener-Institut in Bremerhaven



"Aurora Borealis" soll eigenen Bohrturm bekommen

Zehn Länder wollen bis 2014 gemeinsam ein 650 Millionen Euro teures Forschungsschiff bauen. Der Eisbrecher "Aurora Borealis" soll die Polargebiete erkunden und über einen Bohrturm sowie Schächte zum Absenken von Tauchrobotern verfügen.

Berlin/Bremerhaven - Wesentliche Erkenntnisse für die Klimaforschung versprechen sich Wissenschaftler von einem neuen Forschungseisbrecher, der von 2014 an ganzjährig in den Polarregionen operieren soll. Die **"Aurora Borealis"** werde Einblicke in "die extremsten, bisher kaum erforschten Regionen unserer Erde" ermöglichen, hieß es am Mittwoch in Berlin bei der Präsentation des technischen Konzeptes. Das geplante Schiff mit einer Gesamtlänge von rund 200 Metern soll jeweils 120 Forschern und Besatzungsmitgliedern Platz bieten.

Das rund 650 Millionen Euro teure Projekt wird das erste multinationale Forschungsschiff sein, an dem 15 Institute aus zehn europäischen Nationen beteiligt sind. Federführend für das Vorhaben ist das Bremerhavener Alfred- Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI). Die ersten fünf bis zehn Jahre soll das Schiff, dessen Name zu Deutsch "Nordlicht" bedeutet, zunächst durchgängig in der Arktis verbringen, sagte eine AWI-Sprecherin. Dann werde es auch in der Antarktis forschen.

Wer die ungelösten Fragen des Klimas klären wolle, müsse die Arktis bereisen und dort Bohrungen vornehmen, teilte das zur Helmholtz-Gemeinschaft gehörende Institut mit. Daher werde die "Aurora Borealis" einen Bohrturm tragen, mit dem bis zu einer Wassertiefe von 5000 Metern 1000 Meter tief in das Sediment gebohrt werden könne. Das Schiff werde so ausgestattet sein, dass es auch in driftendem Eis exakt auf Position gehalten werden könne - und auf diese Weise erstmals selbst im treibenden Packeis und ohne Hilfe anderer Eisbrecher wissenschaftliche Tiefbohrungen ermöglichen.

Eine weitere Besonderheit des Schiffs sind laut AWI seine beiden sieben mal sieben Meter großen so genannten Moon Pools - durchgehende Schächte in der Mitte des Schiffsrumpfes. Durch sie können Techniker und Wissenschaftler Geräte in die See absenken, ohne Wind und Wellen ausgesetzt zu sein. Über dem hinteren "Moon Pool" wird demnach der Bohrturm stehen. Der vordere für alle anderen Arbeiten erlaube es erstmals, auch sehr empfindliche und teure Geräte wie Roboter unter einer geschlossenen Eisdecke abzusenken.

hda/AFP/dpa

URL:

<http://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/0,1518,594297,00.html>

ZUM THEMA IM INTERNET:

"Aurora Borealis"

<http://www.eri-aurora-borealis.eu/>

SPIEGEL ONLINE ist nicht verantwortlich für die Inhalte externer Internet-Seiten.

Wissenschaft

Waffenruhe in der Gebärmutter

Warum das Ungeborene mütterliche Zellen toleriert

Während einer Schwangerschaft ist das Immunsystem der werdenden Mutter außergewöhnlich tolerant: Obwohl der Fötus viele vom Vater ererbte und somit fremde Gewebemerkmale aufweist, wird er von den mütterlichen Abwehrzellen nicht angegriffen. Ebenso muss auch das Immunsystem des Kindes lernen, über die Plazenta eindringende mütterliche Zellen zu tolerieren. Wie dieser Lernprozess abläuft, haben Mediziner um Joseph McCune von der University of California in San Francisco herausgefunden: Die Immuntoleranz gehe auf Regulatorzellen der Körperabwehr zurück, berichten die Forscher im Journal Science.

McCune und seine Kollegen untersuchten Gewebeproben aus den Lymphknoten menschlicher Föten – zunächst um herauszufinden, wie oft mütterliche Zellen die Plazenta passieren. Das scheint regelmäßig der Fall zu sein, denn bei 15 von 18 Kindern stießen die Forscher auf Zellen, die von der Mutter stammten. Wie sie anschließend bei Reagenzglasversuchen zeigen konnten, liegt es nicht etwa an der Unreife des fötalen Abwehrsystems, dass die mütterlichen Zellen nicht angegriffen werden. Vielmehr verschonen die kindlichen Immunzellen ausschließlich die eigenen und die mütterlichen Zellen.

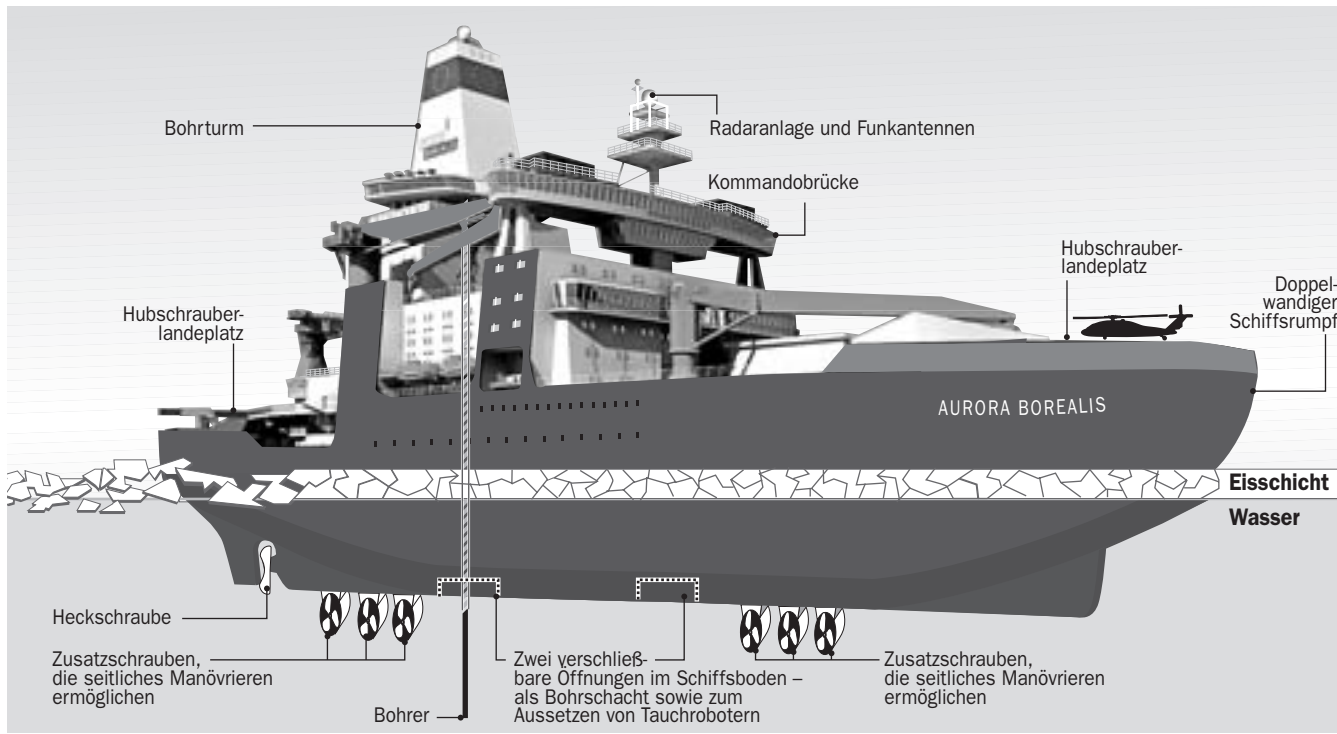
Wirkung noch bei Erwachsenen

Die Toleranz gegenüber den mütterlichen Zellen geht offenbar auf eine Gruppe von Immunzellen zurück, die als regulatorische T-Zellen bezeichnet werden. Von diesen Zellen war bereits bekannt, dass sie die Toleranz von Schwangeren gegenüber ihrem Ungeborenen hervorrufen. Sie arbeiten ebenso spezifisch wie aggressive Immunzellen, tragen also individuelle Moleküle auf ihrer Oberfläche. Treffen sie auf eine passende Struktur – „ihr“ Antigen –, leiten sie allerdings keinen Angriff ein, sondern unterdrücken im Gegenteil eine Immunantwort. Wenn das Team um McCune diesen Zelltyp aus den kindlichen Gewebeproben entfernte, attackierte das Immunsystem die eigenen und die mütterlichen Zellen ebenso heftig wie fremde Zellen.

Wie die Forscher bei weiteren Versuchen feststellten, kann die Toleranz gegenüber mütterlichen Gewebemerkmale bis ins Erwachsenenalter hinein bestehen bleiben. Bei Reagenzglasversuchen zeigten sich auch die Immunzellen vieler 7- bis 17-Jähriger tolerant gegenüber Zellen, die von der Mutter des Probanden stammten. Auch hier nahm die Abwehrreaktion zu, wenn die regulatorischen T-Zellen entfernt wurden. Die Langlebigkeit der Regulatorzellen könnte erklären, warum von der Mutter gespendete Organe selbst im Erwachsenenalter besser angenommen werden als vom Vater stammende Organspenden. (beh.) Science, Bd. 322, S. 1562

Allein gegen das Eis

Das neue europäische Forschungsschiff Aurora Borealis soll in der Arktis überwintern können



Der Forschungseisbrecher Aurora Borealis (Grafik) soll im Jahr 2014 seine Jungfernfahrt antreten. An Bord werden etwa 120 Menschen ihre Arbeitsplätze haben. Dazu gehören die Besatzung sowie Techniker und Wissenschaftler, die in Laboren auf hoher See forschen.

BERLINER ZEITUNG/RITA BÖTTCHER

VON SVEN TITZ

Es herrscht Polarnacht, Orkanböen heulen um die Kommandobrücke der Aurora Borealis, die Eisschollen türmen sich meterhoch vor dem Bug – doch die Polarforscher arbeiten gelassen weiter. An ihrem hochmodernen Forschungsschiff prallt der wütende Ansturm der Elemente einfach ab.

So stellen sich Wissenschaftler den Dienst auf dem europäischen Forschungsschiff der Zukunft vor. Die Aurora Borealis soll sowohl Eisbrecher als auch Bohrschiff sein und zugleich eine Vielzahl von Forschungsaufgaben bewältigen können. Experten vom Bremerhavener Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI), das das Projekt leitet, und von der Firma Wärtsilä Ship Design Germany stellten am Mittwoch Abend in Berlin einen technischen Entwurf vor. In drei Jahren möchten sie mit dem Bau des Forschungsschiffs beginnen. Gelingt das, könnte die Aurora 2014 zu ihrer ersten Mission auslaufen.

Aurora Borealis ist die lateinische Bezeichnung für das Nordlicht, das den Winterhimmel in arktischen Regionen zuweilen in glühende Farben taucht. Das Schiff gleichen Namens werde für Forscher eines Tages ebenso attraktiv sein wie das Himmelsphänomen für manchen Polarreisenden, hoffen die Fachleute. „Die Aurora Borealis ist ein ganz neuer Schiffstyp, der einzigartige Möglichkeiten bietet“, schwärmt zum Beispiel Karin Lochte, die Direktorin des AWI. Mit der Aurora Borealis ließen sich ganzjährige Expeditionen in die extremsten Regionen der Erde unternehmen – das sei bislang mit keinem anderen Forschungsschiff möglich.

Mit dem Schiff soll nicht nur die Tier- und Pflanzenwelt der Polargebiete erkundet werden. Lochte erhofft sich von den Expeditionsfahrten auch zusätzliche Messdaten aus der Arktis im Winter. „Daran man-

Gemeinsam für die Forschung

Die Aurora Borealis ist ein europäisches Gemeinschaftsprojekt, an dem sich zehn Länder beteiligen. Die Kosten werden voraussichtlich mehr als 600 Millionen Euro betragen. Der Bau soll 2012 beginnen; zwei Jahre später könnte das Schiff in See stechen.

Der Rumpf der Aurora Borealis soll knapp 200 Meter lang und 50 Meter breit sein. Ihr Tiefgang wird etwa 13 Meter betragen.

Acht dieselelektrische Motoren sollen das Schiff mit einer Leistung von insgesamt 81 Megawatt antreiben. Im offenen Meer wird es voraussichtlich eine Höchstgeschwindigkeit von 29 Kilometern pro Stunde erreichen.

gelt es zurzeit“, sagt sie. Klimaforscher wollen mithilfe dieser Daten genauere Modelle und Prognosen für das polare Klima entwickeln – zum Beispiel für die Eisbedeckung. Die bisher einzigen Schiffe, die sich im Winter ihren Weg durch das arktische Packeis zu bahnen vermögen, sind militärisch genutzte Eisbrecher. Sie kennen im Eis allerdings nur eine Richtung: vorwärts. Mit der Aurora Borealis können die Forscher im Strom der driftenden Schollen auf einer Stelle verharren und dabei tief in den Meeresgrund bohren. Auf diese Weise wollen sie die bislang kaum erforschten Bodenschichten unter den Polarmee- ren untersuchen.

Vor knapp vier Jahren war zum ersten und bisher einzigen Mal eine Bohrung im Bereich der zentralen Arktis gelungen. Für die 12 Millionen Euro teure Expedition waren drei Eisbrecher vonnöten. Die Aurora Borealis soll solche Aufgaben künftig allein bewältigen. Ihr nur leicht gewölbter Schiffsboden und die seitwärts gerichteten Zusatzschrauben tragen dazu bei, dass das

Etwa 120 Menschen werden auf der Aurora Borealis arbeiten: Polarforscher, die Schiffsbesatzung sowie die Mannschaften zweier Helikopter und eines senkrecht startenden Kleinflugzeugs, die an Bord mitfahren. (st.)



Ein Modell mit der Rumpfform des Schiffes wurde im Eiskanal getestet.

Schiff bis zu 2,5 Meter dickes Eis zermalmen kann, ohne sich von der Stelle zu bewegen. „Die Aurora wird nickende Bewegungen vollführen, um das Eis zu brechen“, sagt Albrecht Delius, der Geschäftsdirektor der Schiffbaufirma Wärtsilä. Mit Experimenten in Eistanks sei das Verfahren bereits getestet worden, sagt Delius.

Für die wissenschaftliche Arbeit an Bord der Aurora Borealis spielen die zwei Wasserschächte in ihrem Inneren eine entscheidende Rolle. Sie sollen einen Querschnitt von sieben mal sieben Metern haben und bis ins Wasser hinab reichen. Über dem hinteren der beiden Schächte steht der Bohrturm. Weil er sich vollständig im Schiffsinnen befindet, kann er selbst dann betrieben werden, wenn draußen Temperaturen von minus 30 Grad Celsius herrschen. Das Bohrgestänge soll den Meeresgrund in bis zu 5 000 Meter Tiefe erreichen. Von dort kann der Bohrer weitere 1 000 Meter in den Boden dringen und Sedimentproben an Bord des Schiffs befördern.

Im vorderen Wasserschacht werden Forschungsroboter zu Wasser gelassen. Sie sollen Bodenproben vom Meeresgrund entnehmen, die in den Laboren an Bord des Schiffs sofort analysiert werden können. Das soll selbst dann funktionieren, wenn sich die Eisdecke rings um das Schiff längst geschlossen hat.

Die Einsatzgebiete der Aurora Borealis liegen nicht nur in der Arktis und rings um die Antarktis: Während der Transitfahrten in die Polargebiete können die Wissenschaftler auch in den Tropen forschen und beispielsweise Wasserproben nehmen. „Es war eine große Herausforderung, das Schiff sowohl für minus als auch für plus 50 Grad Celsius fit zu machen“, sagt der Schiffbauparte Delius. „Das ist eine enorme Temperaturspanne.“

Der Bau der Aurora Borealis ist ein europäisches Gemeinschaftsprojekt. In diesem Jahr wurde zu diesem Zweck ein Konsortium gegründet. Fünfzehn Institutionen und Gesellschaften aus zehn europäischen Ländern inklusive Russland sind daran beteiligt. Nach heutigem Planungsstand wird der Bau zwischen 630 und 650 Millionen Euro kosten. Die Partner des Konsortiums sollen diesen Betrag gemeinsam aufbringen. Völlig offen ist allerdings, wer wie viel zahlt. „Bei der Finanzierung halten sich alle Partner bedeckt“, sagt der ehemalige AWI-Chef Jörn Thiede, der die Idee für die Aurora Borealis entwickelt hat.

Politische Motive könnten dazu beitragen, dass die Aurora Borealis trotz der hohen Kosten gebaut wird. Denn die Arktis ist reich an Rohstoffen wie Erdöl und Erdgas und könnte in Zukunft zu einem Brennpunkt ökonomischer Interessen werden. Aus diesem Grund, sagt der AWI-Wissenschaftler Uwe Nixdorf, sollten so viele Staaten wie möglich bei dem Aurora-Projekt mitmachen. Auf dem Umweg über die Wissenschaft könne man versuchen, Streit um die Arktis im Keim zu ersticken.

Leibniz-Preise für Forscher an Universitäten

Unter elf Ausgezeichneten ist nur eine Frau

Die Leibniz-Preise der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gehen in diesem Jahr an jeweils drei Natur-, Lebens- und Ingenieurwissenschaftler sowie an einen Geistes- und einen Sozialwissenschaftler. Das teilte DFG-Präsident Matthias Kleiner gestern in Bonn mit. „Damit zeigt sich, dass in Deutschland über die ganze Breite des Fächerspektrums hinweg wissenschaftliche Spitzenleistungen erbracht werden“, sagte Kleiner. Zehn der elf Preisträger seien an Universitäten tätig, die sich damit erneut als Orte exzellenter Forschungen erwiesen, sagte Kleiner.

Die Gottfried-Wilhelm-Leibniz-Preise sind mit jeweils 2,5 Millionen Euro die höchstdotierten deutschen Forschungspreise; sie werden seit 1986 jährlich vergeben.

Die Preise werden am 30. März in Berlin überreicht. Ausgezeichnet werden die Bremer Biologin Antje Boetius vom Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie, der Chemiker Holger Braunschweig von der Uni Würzburg, der Robotik-Experte Wolfram Burgard aus Freiburg, der Göttinger Literaturwissenschaftler Heinrich Detering, der Physiker Jürgen Eckert von der TU Dresden, der Bonner Wirtschaftswissenschaftler Armin Falk, der Ulmer Virologe Frank Kirchhoff, der Materialwissenschaftler Jürgen Rödel von der TU Darmstadt, der Mediziner Karl Rudolph sowie die Mathematiker Burkhard Wilking und Martin Zirnbauer aus Münster beziehungsweise Köln. (jpb.)

Nasa verschiebt Mars-Mission

Probleme mit Rover-Motor

WASHINGTON. Die Nasa hat eine bedeutende Mars-Mission um zwei Jahre verschoben. Grund seien Entwicklungsprobleme der Motoren eines für den Mars konzipierten Fahrzeugs, sagte gestern Nasa-Chef Michael Griffin. Ursprünglich sollte die Mission im Oktober 2009 starten, nun beginnt sie erst im Herbst 2011. Die Probleme könnten zwar in ein paar Monaten gelöst werden. Die Stellungen der Planeten zueinander erlaubten das Entsenden von Geräten zum Mars aber nur in einer kurzen Zeitspanne alle zwei Jahre. „Eine Mission wie diese kommt in ihrer Wichtigkeit gleich nach bemannten Missionen“, erläuterte Griffin.

Die Nasa will in einer Forschungsreihe klären, ob es auf dem Mars jemals Leben gegeben hat. Das Rover-Fahrzeug sollte nach einer neunmonatigen Reise zwei Jahre lang den Mars erkunden. Das Gerät soll um einiges leistungsfähiger sein als frühere Fahrzeuge. (AP)

Exklusiv-Angebot

Leserreisen

Leser-Shop

Seminare

Ticket-Shop

Zur Mitternachtssonne ans Nordkap

Information und Buchung:
(030) 23 27 66 33

www.berliner-zeitung.de/leserreisen

14-tägige Kreuzfahrt mit MS Alexander von Humboldt



Die Mitternachtssonne gegen 23 Uhr am Nordkap.

Zwischen Skagerrak und dem Nordpolarmeer erstreckt sich am Golfstrom eine einzigartige, schöne Landschaft. Tiefblaue Fjorde umgeben von einer imposanten Bergwelt, Gletschern und Klippen, bis hin zu Steppen und schroffen Hochebenen mit Rentieren nördlich vom Polarkreis, prägen das Nordland.

Mit MS Alexander von Humboldt fahren Sie zur Zeit der Sommermonatwende durch die Wunderwelt der norwegischen Fjorde. Sie kreuzen durch den Sognefjord, über 200 km tief ins Landesinnere. Hier im innersten Teil, dem Lustrafjord, werden Sie vom kleinen Ort Sjøjorden zu einer atemberaubenden Ausflugsfahrt ins Sognefjell-Gebirge begleitet.

Ändalsnes ist sehr beliebt dank der Nähe zur berühmten Trollstigen-Gebirgsstraße. Zwei der wichtigsten Sehenswürdigkeiten Norwegens stehen in Trondheim. Der Nidarosdom und der Palast des Erzbischofs.

Die Inselgruppe der Lofoten befindet sich nördlich des Polarkreises und offenbart sich dem Besucher als landschaftliches Paradies.

Ab Honningsvåg können Sie einen Ausflug zum berühmten Plateau des Nordkaps unternehmen. Weiteres Ziel Ihrer Reise

ist die Stadt Tromsø. Hier können Sie die moderne Eisereerkathedrale mit ihren farbenprächtigen Glasmosaiken bestaunen. Dann folgt der majestätische Geirangerfjord.

Zum Abschluss Ihrer Kreuzfahrt können Sie die alte Hansestadt Bergen mit ihrer malerischen Altstadt „Bryggen“ entdecken.

1. Tag Bremerhaven
2. Tag Erholung auf See
3. Tag Sjøjorden
4. Tag Ändalsnes
5. Tag Trondheim
6. Tag Grevdal / Svolvær (Lofoten)
7. Tag Honningsvåg
8. Tag Honningsvåg / Hammerfest / Alta
9. Tag Tromsø
10. Tag Erholung auf See
11. Tag Geiranger
12. Tag Bergen
13. Tag Erholung auf See
14. Tag Bremerhaven

Änderungen vorbehalten.

24.05. – 06.06.2009

ab € 1.699,-

Preis p.P. in der Doppelkabine

Im Preis enthaltene Leistungen:

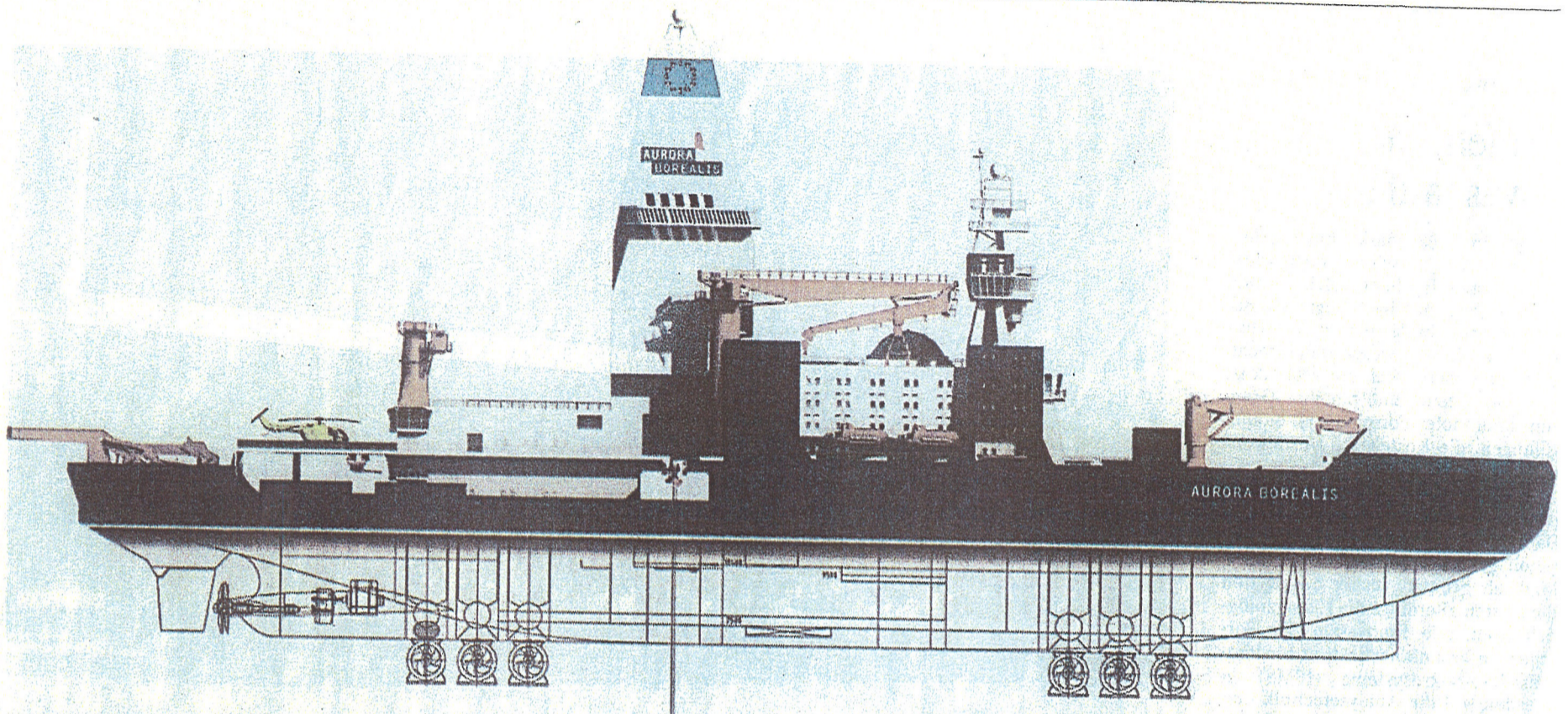
- Kreuzfahrt in der gebuchten Kabinenkategorie mit MS Alexander von Humboldt
- Panoramafahrt Bergen (Bonderleistung für unsere Leser)
- Willkommenscocktail an Bord
- Welpension an Bord
- Tischwein zu Mittag & Abendessen
- Kapitänsdinner & Abendbuffet
- Kostenlose Benutzung der Bordeinrichtungen
- Teilnahme an allen Bordveranstaltungen
- Beibehaltung durch eine erfahrene deutschsprachige Reiseleitung

Zusätzliche Kosten:

- Bus ab/bis Berlin: € 90,- p.P.
- Landesumlage – Buchen an Bord
- Inbetragszuschläge (z. B. € 78,- p.P.)

Information und Buchung: Telefonisch unter (030) 23 27 66 33 oder im Kundencenter der Berliner Zeitung am Alexanderplatz, Karl-Liebknechtstraße 29 oder unter www.berliner-zeitung.de/leserreisen
Reisevermittler: Berliner Zeitung; Reiseveranstalter (i. S. d. Gesetzes): Phoenix Reisen GmbH

SO REIST BERLIN Berliner Zeitung



Sechs einfahrbare Querpropeller werden der „Aurora Borealis“ das Drehen auf der Stelle und seitliches Versetzen ermöglichen. Zwischen dem hohen Bohrturm und dem Deckshaus ist die Kuppel über dem Atrium der Wissenschaftler zu erkennen.

AWISCHIFFKO PRV 200 visualisiert von quitte/pruin architekten, Hamburg

Eisbrechen durch Bewegung im Stillstand

Ein Schiff wie dieses gab es noch nicht. Der Forschungseisbrecher „Aurora Borealis“ nimmt auf den Plänen Formen an. Jetzt wurden weitere Einzelheiten bekannt.

Von Henning Sietz

Ohne Unterstützung durch andere Eisbrecher soll der Forschungseisbrecher „Aurora Borealis“ in der Arktis und Antarktis operieren. Im Treibeis liegend, soll das Schiff einmal wissenschaftliche Bohrungen ausführen, die bei maximal 5000 Meter Wassertiefe etwa 1000 Meter in den Meeresboden hinabreichen können. Wie berichtet, vereint die Neukonstruktion drei Schiffstypen – Eisbrecher, Tiefsee-Bohrschiff und Forschungsschiff („Technik und Motor“ vom 28. Oktober). Jetzt haben das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI) und das Unternehmen Wärtsilä Ship Design Germany das technische Konzept des geplanten Schiffs vorgestellt. Die Ingenieure haben sich eine Vielzahl neuer Lösungen einfallen lassen. „Die Komplexität war noch nie so groß“, sagt Projektleiter Albrecht Delius. Dabei haben die Schiffbauer in erster Linie nicht auf komplizierte technische Lösungen gesetzt, sondern auf einfache, redundante und robuste Systeme, deren Raffinesse sich erst im Detail erschließt.

So wird die „Aurora Borealis“ die Fähigkeit zum dynamischen Positionieren im Eis besitzen. Das heißt, sie muss im Stillstand Eis frontal und seitlich brechen können, die wichtigste Voraussetzung für das Niederbringen von Tiefsee-Bohrungen in der Arktis. Kein Eisbrecher, kein Bohrschiff in der Welt ist gegenwärtig dazu in der Lage. Der Druck gegen das Eis wird zunächst mit den drei Hauptpropellern oder den Querpropellern erzielt, die sich beim Bohrvorgang jedoch nur moderat einsetzen lassen. Zusätzlich muss sich das Schiff im Stillstand bewegen, was sich mit einer aktiven Ballastwasser-Trimmanlage erzielen lässt. Kommt beim Bohren der Eisdruck von vorn, wird ein 3600 Tonnen Seewasser fassender Tank im Vorschiff gefüllt, so dass sich der Bug absenkt und in einer Nickbewegung das Eis von oben bricht. Ändert sich die Richtung des Eisdrucks, soll sich die „Aurora Borealis“ mit Hilfe der Querpropeller drehen und das Eis seitlich brechen, um wieder Bug voran zum Eisdruck zu stehen. Zu diesem Zweck hat sie in Eishöhe schräge Bordwände („Schultern“), die von oben das Eis brechen. Genügt dies nicht, pumpt die Ballastwasser-Trimmanlage in kurzer Zeit einige tausend Tonnen Wasser von einer Schiffseite zur anderen, so dass sich der Eisbrecher neigt und zusätzlich Druck aufbaut. Bewegung im Stillstand ist das Prinzip, mit dem sich die „Aurora Borealis“ gegen das Eis behauptet.

Sechs Querpropeller, von jeweils vier Megawatt starken Motoren angetrieben, drehen das Schiff auf der Stelle oder versetzen es seitlich. Aus Gründen der Sicherheit lassen sie sich nicht um die vertikale Achse drehen. Bei Fahrt im offenen Wasser sind sie im Schiffsboden einsehbar

und durch eine quadratische Bodenplatte abgeschottet, erst für das dynamische Positionieren im Eis werden sie ausgefahren. Zu Wartungszwecken kann man sie in ihrem Schacht über die Wasserlinie hochziehen; müssen sie ausgetauscht werden, hievt man sie im Schacht ganz auf das Deck. Der vorderste Querpropeller lässt sich an Deck um 90 Grad gedreht wieder einsetzen und absenken. Aus dem Querpropeller wird so im Notfall ein Vortrieb.

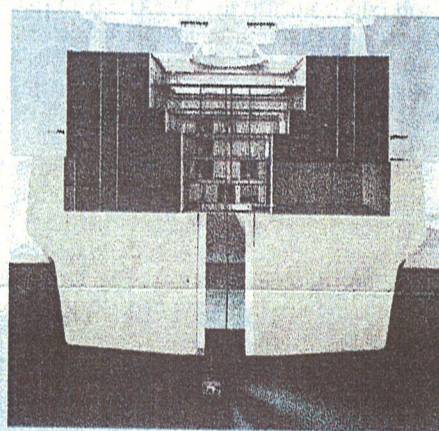
Die erzeugte elektrische Leistung der acht Dieselgeneratoren wird bei 94 Megawatt liegen, auf den ersten Blick eine immense Leistung. Doch Eisbrecher wie die „Aurora Borealis“ benötigen aus Sicherheitsgründen enorme Energiereserven. Außerdem verbraucht die wissenschaftliche und technische Ausstattung viel Energie. Dieselmotoren und Generatoren wer-

den in verschiedenen, voneinander abgeschotteten Bereichen aufgestellt. Bei Havarie oder einem Brand lässt sich jede Zone mit Hilfe der Quer- und Längsschotten abriegeln. Damit die Treibstofftanks nicht an der Bordwand liegen, erhält das Schiff eine dreifache Außenhaut.

Um die Betriebskosten nicht ausufernd zu lassen, wird eine Wärmerückgewinnungsanlage den Abgasen einen Großteil der Wärme entziehen, die zur Erzeugung von Wasserdampf als Wärmequelle zum Heizen und Anwärmen genutzt wird. Bei Temperaturen bis minus 50 Grad Celsius muss so ziemlich jeder Bereich beheizt werden – außer den Kabinen und Arbeitsräumen auch die Ballastwasser- und Treibstofftanks, Lagerräume, Außentüren und Luken, der Bohrturm, ja selbst die Luft für die Hauptmotoren.

Die Ingenieure mussten sich einige komplizierte Lösungen einfallen lassen. So war der wasser- und eisdichte Verschluss der beiden großen Instrumentenschächte (Moon pools), durch die Wissenschaftler ihre Geräte eisfrei in die See absenken können, eine Herausforderung. Ebenso braucht die „Aurora Borealis“ ein umfassendes Transportsystem. Zwar können schwere Lasten mit drei großen Kränen vom Bug bis zum Heck weitergereicht werden, doch soll es im Schiffsinnen ein Transportsystem geben, um Paletten und Container über die gesamte Schiffslänge zu bewegen.

Mit dem Generalplan für die „Aurora Borealis“ steht nun das Konzept für einen Forschungseisbrecher der dritten Generation bereit. Schon jetzt ist erkennbar, dass einige der technischen Lösungen auch für die zivile Schifffahrt nutzbar sind. Wie berichtet, werden die Kosten für das 200 Meter lange Schiff auf 650 Millionen Euro geschätzt, der Baubeginn ist für 2012 geplant.



Rund um den Schacht zum Absenken von wissenschaftlichen Geräten erstreckt sich über mehrere Decks das Atrium der Laborcontainer, die sich von oben durch die offene Kuppel einsetzen lassen



»Aurora Borealis« – Forschungsschiff der Superlative!

Ein Eisbrecher, Bohrschiff und Mehrzweck-Forschungsschiff für die Polarmeere

Das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft und die Firma Wärtsilä Ship Design Germany (vormals SCHIFFKO GmbH) stellten am 3. Dezember in Berlin das technische Design des europäischen Forschungsschiffs »Aurora Borealis« vor.

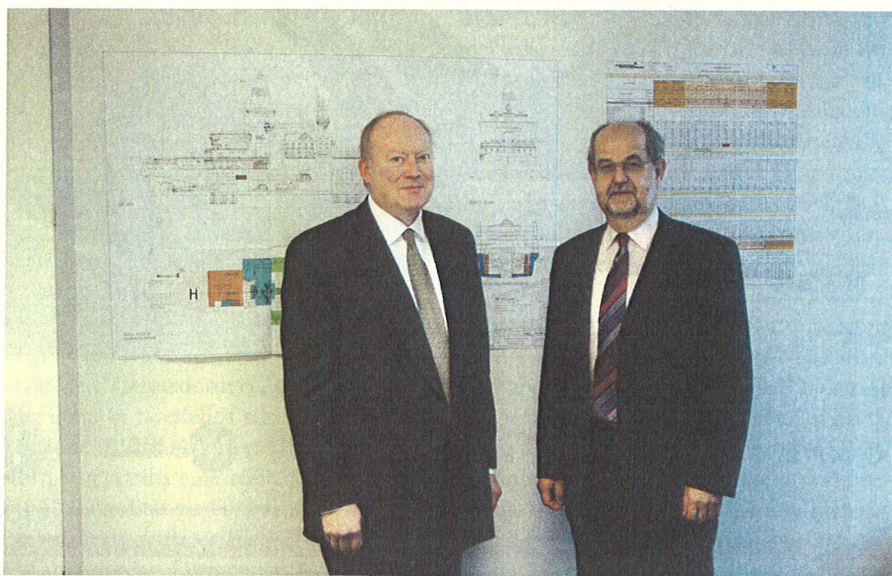
»Aurora Borealis« wird ein einzigartiges Schiff werden – eine Kombination aus Eisbrecher, Bohrschiff und Mehrzweck-Forschungsschiff, das zu allen Jahreszeiten für den Einsatz in den Polarmeen geeignet ist. Der Bau der »Aurora Borealis« wurde bereits im Jahr 2006 durch den Wissenschaftsrat empfohlen. Man rechnet mit Baukosten von 650 Mio. Euro (Stand 2008). Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) förderte die technischen Planungen und Vorarbeiten mit 5,2 Mio. Euro, als Voraussetzung für eine mögliche Realisierung.

Eine entsprechende Finanzierung vorausgesetzt, sollen die Vorbereitungen für den Bau des Schiffes 2011 abgeschlossen werden, so dass der Bau selbst 2012 begonnen werden könnte. Mit dem ersten Einsatz der »Aurora Borealis« wäre in diesem Fall im Jahr 2014 zu rechnen.

Moderne Forschungsschiffe, die in der Lage sind, in den zentralen Arktischen Ozean vorzudringen, gibt es noch nicht. Ein Forschungseisbrecher auf dem neuesten

Stand der Technik wird daher dringend benötigt, um die Ansprüche der Europäischen Polarforschung zu erfüllen. Es stehen bisher keine Vergleichsschiffe für die Konstruktion und den Bau von »Aurora Borealis« zur Verfügung. Die Kombination eines Eisbrechers, Bohrschiffes und Mehrzweck-Forschungsschiffes für den Einsatz in polaren Gebieten (Arktis/Antarktis) und in der offenen See zu allen Jahreszeiten erfordert daher die Entwicklung neuer technischer Konzepte.

Das wohl anspruchsvollste Forschungsschiff weltweit soll als europäische Kooperation realisiert werden. Die europäischen Nationen haben großes Interesse daran, 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. Deshalb wurde »Aurora Borealis« als eines von nur sieben Großforschungsprojekten der Sektion »En-



WSDG Projektleitungsteam Dipl.-Ing. Albrecht Delius (re.) und Dipl.-Ing. Willy Dölling



Bei der Festveranstaltung zur Vorstellung des Projektes »Aurora Borealis« am 3. Dezember 2008 in Berlin begrüßte der ehemalige Direktor des Alfred-Wegener-Instituts und Projektinitiator, Prof. Dr. Jörn Thiede, seine Gäste. Albrecht Delius, Wärtsilä Ship Design Germany, hielt einen Vortrag über die Schiffstechnik der Zukunft, gefolgt von Prof. Dr. Eike Lehmanns Ausführungen über die »Schiffbauliche Forschung und Entwicklung als Schlüssel für die Zukunft des Schiffbaus in Europa«. Prof. Dr. Manik Talwani sprach über das »Integrated Ocean Drilling Program« und die derzeitige AWI-Leiterin Prof. Dr. Karin Luchte zum Thema »Aurora Borealis« – Chance und Herausforderung« (v.l.n.r.) Fotos: RH

environmental Sciences« in die Liste des »European Strategy Forum on Research Infrastructures« (ESFRI) der Europäischen Kommission im 7. EU-Forschungsrahmenprogramm aufgenommen. Daraufhin haben 15 Institutionen und Gesellschaften aus zehn europäischen Ländern einschließlich Norwegens und der Russischen Föderation im Jahr 2008 das »European Polar Research Icebreaker Consortium« – genannt ERICON – gegründet, das von der Europäischen Kommission mit 4,5 Mio. Euro gefördert wird.

Deutschland hat sich mit dem seit mehr als 25 Jahren in den Polarmeen operierenden Forschungsschiff »Polarstern«, das vom Bremerhavener Alfred-Wegener-Institut betrieben wird, einen sehr guten Ruf erworben. Allein das Alfred-Wegener-Institut ist durch mehr als 74 Kooperationsverträge mit den wichtigsten internationalen Zentren der Polar- und Meeresforschung verbunden. »Polarstern« wird der deutschen Forschung als unverzichtbarer Bestandteil auch weiterhin zur Verfügung stehen. Mit der »Aurora Borealis« soll die Wissenschaft nun aber zusätzliche Verstärkung erhalten, die der deutschen und der europäischen Polar- und Meeresforschung eine einzigartige Möglichkeit eröffnet, ihre Spitzenstellung im globalen Wettbewerb für die nächsten Jahrzehnte auszubauen und zu festigen.

Forschungseisbrecher der Größe und Leistungsfähigkeit für den ganzjährigen autonomen Einsatz in den Polargebieten gibt es bislang weltweit weder im kommerziellen Sektor noch im wissenschaftlichen Einsatz. Die »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.

Wer die ungelösten Fragen unseres Klimas klären will, muss die Arktis bereisen, um Bohrungen auszubringen – und er muss



Jan Tellkamp
Projectmanager Research & Development

Service beyond class

Operational Excellence, Energy Management, Arctic Trade ...

Combining DNV's longtime experience and results of the latest research, we develop integrated and sustainable solutions with our maritime clients.

DNV Germany GmbH
Bei den Mühren 1
20457 Hamburg
Phone +49 40 890 590 0
www.dnv.com



MANAGING RISK

gegen Packeis gewappnet sein. Diese und andere schiffstechnische Herausforderungen mussten gelöst werden.

Schiffstechnik der Zukunft

Im Dezember 2007 erhielt die SCHIFFKO GmbH (heute Wärtsila Ship Design Germany) vom Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung den Auftrag, ein vollkommen neuartiges Forschungsschiff zu entwickeln. Das Projekt erhielt den Arbeitstitel SCHIFFKO PRV 200. PRV steht für Polar Research Vessel und die 200 deutet auf die Gesamtlänge des Schiffes hin. Die SCHIFFKO hat in der Ver-

gangenheit viele Forschungsschiffe der unterschiedlichsten Disziplinen erfolgreich für das In- und Ausland entwickelt. Auch das deutsche Polar-Forschungs- und Versorgungsschiff »Polarstern« ist im Hause SCHIFFKO von der Konzeptidee zum Ausschreibungsentwurf entstanden. Desgleichen hat das Unternehmen diverse große und aufwendige Arbeitsschiffe für die Öl- und Gasindustrie entwickelt.

Die Firma ist sehr stolz, dass sie diesen Auftrag mit einem starken Team gegen namhafte europäische Konkurrenz gewinnen konnte. Den Skeptikern von damals kann heute die Realisierbarkeit dieses Projektes

nachgewiesen werden, denn der gesamte Entwurf dieses technologisch in vielen Punkten neuartigen Schiffes mit seinen komplexen wissenschaftlichen und schiffstechnischen Einrichtungen wurde mittlerweile fertig gestellt. Die ingenieurmäßige Ausarbeitung ist praktisch abgeschlossen und wird derzeit ausführlich dokumentiert.

Die besonderen Neuheiten des Entwurfes liegen in der Antriebskonzeption mit energiesparendem und umweltfreundlichem Power-Management, der Möglichkeit des dynamischen Positionierens im Eis und den optimal integrierten multifunktionalen Forschungseinrichtungen. Viele der für das »Aurora Borealis«-Konzept entwickelten Ideen werden in der Zukunft auch für die kommerzielle Schifffahrt bestens verwertbar sein (dazu gehören u. a. Wärmeenergieerückgewinnung, Power-Management, Transportsysteme an Bord, Eisbrechetechnologie und zugehöriges dynamisches Positionieren).

Vom Schiffstyp her muss man die »Aurora Borealis« als einen schweren Eisbrecher (vergleichbar mit den stärksten Eisbrechern der Welt), als ein multi-funktionales Forschungsschiff für alle maritimen Forschungsbereiche und als ein wissenschaftliches Bohrschiff zur Gewinnung von Sedimentkernen aus der Tiefsee bezeichnen. Die »Aurora Borealis« ist eine gelungene Kombination aus allen drei Schiffstypen.

Das Schiff wurde für den Forschungseinsatz in der gesamten Arktis sowie auch für die Antarktis und für die dazwischen liegenden eisfreien Meere inklusive der warmen tropischen Gewässer konzipiert und entwickelt.

Während die kanadischen und russischen Eisbrecher die Aufgabe haben, die Handelswege entlang der Küstenzonen für die Schifffahrt offen zu halten, soll »Aurora Borealis« eigenständig und ohne Begleitung möglichst weit zum eisbedeckten Tiefseebecken vordringen können, um dort an den entlegensten Stellen des Nordpolarmeeres Bohr- und Forschungsarbeiten auszuführen. Alle Einrichtungen des Schiffes sind auf Sicherheit und Zuverlässigkeit mit entsprechender Redundanz ausgelegt. Die »Aurora Borealis« hat in großen Bereichen eine dreifache Außenhaut. Sie ist durch wasserdichte Längs- und Querschotte sicher unterteilt und besitzt Feuerzonen mit entsprechenden Treppenhäusern mit sicheren Fluchtwegen. Sie hat redundante Energieerzeugungsanlagen in vollständig voneinander getrennten Maschinenräumen und Schalttafelräumen.

Die Rohrsysteme und Kabeltrassen sind für die erhöhte Sicherheit so angeordnet,

Schiffbauliche Hauptdaten

Schiffstyp	Mehrzweck-Forschungsschiff, Tiefsee-Bohrschiff, schwerer Eisbrecher mit höchster IACS Eisklasse PC1
max. Expeditionsdauer	90 Tage
Personal (Crew / Wiss.)	120 Personen
Unterbringung	in 88 Einzelkammern und 16 Doppelkammern
Eisbrechfähigkeit	Durchfahren von 2,5 m mehrjähriges Eis mit 2 bis 3 Knoten
Baubeginn	2012 (geplant)
Indienststellung	2014 (geplant)
voraussichtliche Kosten	650 Mio. Euro Preisstand Anfang 2008
voraussichtliche Betriebskosten	36 Mio. Euro im Jahr
Länge über alles	199,85 m
Länge zw. Loten	174,27 m
Breite auf Spanten max.	49,00 m
Breite auf Tg. 13 m	45,00 m
Tiefgang max.	13,00 m
Seitenhöhe bis Arbeitsdeck	17,75 m
Höhe der Back (Vorschiff)	24,75 m
Reisegeschwindigkeit	15,5 kn
Einsatzbedingungen	Funktionsfähigkeit des Schiffes bei operativen Umgebungstemperaturen bis zu -50 °C, wissenschaftliches Arbeiten bei +45 °C bis -30 °C
Antriebsart	diesel-elektrisch
Generatorleistung gesamt	ca. 94 MW (elektrische Energieerzeugung für das komplette Schiff),
Anzahl Generator Einheiten	8 plus Hafen- und Notgenerator - Abgaswärmerückgewinnung, Abgasreinigung
Hauptantriebe	3 x 27 MW max. Festpropeller 3 x 6,5 m im Durchmesser, eisverstärkt
Querstrahler (Vorschiff + Heck)	2 x 3 Einheiten ausfahrbar, Stellung fest querab, davon je 1 Einheit vorne und hinten als Querstrahler im eingefahrenen Zustand
Dynamisches Positionieren	im driftenden Eis bis zu 2,5m Dicke sowie im offenem Wasser
Containerkapazität	39 20'-Container im Bereich Moon-Pool, 48 20'-Container im Laderaum, 6 20'-Container auf dem Peildeck und bis zu 32 20'-Container in einfacher Lage auf den freien Oberdecks bzw. 64 in doppelter Lage oder insgesamt 88 20'-Container bei Ergänzungen in einer dritten Lage auf dem freien Deck. Alternativ können bis zu 64 40'-Container zuzüglich 8 20'-Container gestaut werden.

Wissenschaftliche Disziplinen und Ausrüstungen	
	Geologie (mit Bohren), Geophysik, Ozeanographie, Biologie mit Tiefseeforschung, Glaziologie, Meteorologie/ Atmosphärenphysik und Bathymetrie
Bohrturm (Höhe)	80,75 m über Kiel bzw. 63 m über dem Arbeitsdeck
max. Bohrtiefe	1000 m in das Sediment bei max. 5000 m Wassertiefe
Wissenschaftliche Lote	Tiefsee-Fächerlot, Sedimentlot, und andere
Decksflächen	Arbeitsdeck ca. 1900 m ²
Laborflächen	ca. 2500 m ²
Windenausrüstung	Für die Windenausrüstung und -aufstellung der wissenschaftlichen Tätigkeiten ist das gesamte Arbeitsdeck mit einem Raster mit dazwischen liegender Holzaufgabe ausgerüstet. Diese ermöglicht eine optimale Zuordnung von Winden und zusätzlicher Hebezeuge. Die fest eingebaute Basisausstattung ist in geschützten Räumen untergebracht und umfasst u.a.: 1 x Friktionswinde, 20 t mit Speichertrommel für 10.000 – 18 mm Draht 1 x Friktionswinde, 20 t mit Speichertrommel für 10.000 m Lichtwellenleiter – 18 mm 1 x Friktionswinde mit Speichertrommel für 10.000 m Kabel – 18 mm 3 x Speicherwinde, 10.000 m – 18 mm 1 x mobile Umspulwinde 2 x Einleiterwinden, 8.000 m – 11 mm 1 x Horizontalspill, umsetzbar an Deck 1 Satz Hebezeuge/Winden für Kernabsatzgestell an Deck Alle Streamerwinden – mobil

Krausrüstung Außendecks
1 Knickarmkran mitte 85 t,
1 Knickarmkran vorn 20 t
1 Knickarmkran hinten 15 t
1 Teleskopkran hinten BB 20 t,
1 Schiebebalken, freies Arbeitsdeck mittschiffs, 20 t
1 Schiebebalken über dem Moon-Pool 10 t
1 Schiebebalken am Vorsteven 10 t
1 A-Galgen achtern 100 t,
1 Laufkran achtern unter dem Schutzdeck oberhalb der Heckaufschleppen, 10 t
1 Laufkran, hinterer Moon-Pool/Bohrturm, 15 t
4 Laufkrane, vorderer Moon-Pool, 5 t
1 Laufkran, Nasslabor/Arbeitsdeck, 5 t
1 Sichelkran Arbeitsdeck hinten, 5 t
1 Sichelkran Arbeitsdeck/Bohrturm, 5 t
1 Sichelkran Nasslabor/Arbeitsdeck, 5 t
Hubschraubereinrichtungen
1 x Bell Agusta BA609 Tiltrotor VTOL Aircraft
2 x Hubschrauber
Hubschrauber-Notlandeplatz auf dem Vorschiff
Helideck mit automatischer Landeeinrichtung
Hubschrauberbetankungsanlage, Hangar

dass bei Flutung oder bei Feuer der Schiffsbetrieb aufrechterhalten wird. Der Ausfall einzelner Komponenten und Systeme soll zu keinem Zeitpunkt das Leben an Bord gefährden und hat somit auch nicht unmittelbar einen Abbruch einer Expedition zur Folge.

Die »Aurora Borealis« wurde für eine maximale Besatzungsstärke von 120 Personen ausgelegt, die in 88 Einzelkammern und 16 Doppelkammern, jeweils mit eigenen Sanitärzellen unterkommen. Alle Unterkünfte befinden sich an den Außenseiten des Aufbaus und haben Tageslicht.


Die Kombination von drei Spezialschiffen in einem einzigen Entwurf führt letztendlich zu den definierten Schiffsabmessungen, dem Aussehen und zu den unterschiedlichen Einsatzmöglichkeiten mit entsprechenden Investitions- und Betriebskosten. Aus der Perspektive der Designer müssen alle Funktionen des Schiffes unabhängig voneinander betrachtet und für die Anwendung optimiert, aber gleichfalls alle Anforderungen aus Schiffsbetrieb, Schiffseinsatz und Forschungsbetrieb in einem gemeinsamen »funktionalen Schiffsentwurf« integriert werden. Das ist für Ingenieure zwar immer so, aber die Komplexität war noch nie so groß, wie bei der »Aurora Borealis«.

Für die »Aurora Borealis« wurde eine ganz spezielle Rumpfform entwickelt, die es erlaubt, 2,5 m dickes und sehr festes mehrjähriges Eis in kontinuierlicher Fahrt von etwa 3 kn zu brechen und auch Eisrü-

cken von bis zu 15 m Höhe durch Rammen zu überwinden. Zur Bewältigung solcher extremen Hindernisse ist das Schiff konzipiert und ausgerüstet, sofern ein Umfahren dieser Eisbereiche nicht möglich ist. Um den besten, schnellsten und kostengünstigsten Weg durch das Eis finden zu können, besitzt »Aurora Borealis« vielfältige Möglichkeiten der Eisbeobachtung, angefangen mit den sehr hoch gelegenen Eisbeobachtungspositionen auf der Brücke, im Krähenest und dem Beobachtungsraum hoch oben im Bohrturm, alles in Kombination mit einer ausreichenden Anzahl von leistungsstarken Eisscheinwerfern. Weitere Möglichkeiten bestehen durch Luftaufklärung mit eigenen Hubschraubern, schiffeigenen Eis-Radarsystemen und

nicht zuletzt über die Bordwetterwarte mit den Satellitenbeobachtungen und Wetterprognosen.


YOUR PARTNER FOR THE FUTURE

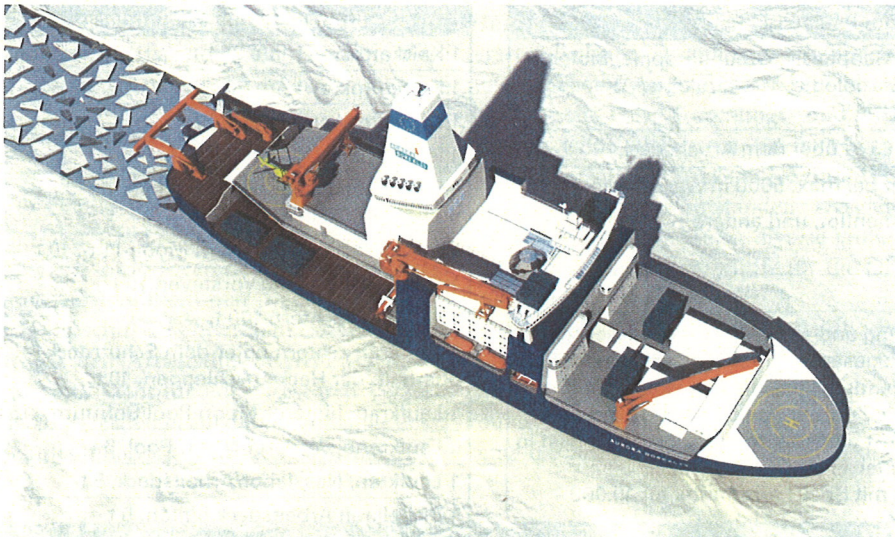


Die REINTJES GmbH produziert Schiffsgetriebe für alle Schiffstypen im Leistungsbereich von 250 kW bis 20.000 kW – vom Fischereitrawler bis zum Hochleistungskatamaran.

Als unabhängiger Partner konzentriert sich REINTJES seit 75 Jahren ausschließlich auf die Entwicklung und Produktion von Schiffsgetrieben.

REINTJES GmbH
Eugen-Reintjes-Straße 7 • D-31785 Hameln
Tel. + 49 51 51/104-0 • Fax + 49 51 51/104-300
www.reintjes-gears.de





Virtuelle Eisbrechfahrt

Bei Vorwärts- und Rückwärtsfahrt darf das gebrochene Eis weder die Vortriebs- und Manöviereinrichtungen blockieren, noch die Moon-Pool-Verschlüsse beschädigen oder die großen Tiefseefächerlote im Boden abdecken oder gar beschädigen. Die Schiffsform muss bewirken, dass die gebrochenen Eisschollen weggespült werden und sich nicht als zusätzlicher Widerstand am Schiffsrumpf aufbauen können.

Zusätzlich zu den Fähigkeiten in der Eisfahrt muss »Aurora Borealis« auch als Forschungs- und Bohrschiff in den eisfreien Ozeanen unter allen Wetter- und Seegangbedingungen eine stabile Arbeitsplattform sein und es ermöglichen, durch die Moon-Pools oder über die Seite und das Heck zu jeder Zeit Gerätschaften ausbringen zu können.

»Aurora Borealis« ist aufgrund dieser Anforderungen ein technisch einzigartiges Schiff, mit dem es erstmals möglich sein wird, ganzjährige Expeditionen in die extremsten, bisher kaum erforschten Regionen unserer Erde durchzuführen und damit Erkenntnisse über die Erdgeschichte, die klimatische Entwicklung und die heu-

tigen Umwelteinflüsse der Polargebiete zu gewinnen.

Die Entwurfsparameter sind ungewöhnlich umfangreich und komplex, deren Verifizierung bzw. Optimierung der entwickelten Rumpfform war nur durch breit angelegte Modellversuche für alle Einsatzprofile möglich. Es wurden sehr umfangreiche Modellversuche in den diversen Einrichtungen bei der Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt und in den Eistanks bei Aker Arctic Technology in Helsinki durchgeführt. Die gesammelten Messergebnisse waren für die Entwurfsingenieure die Grundlage und Bestätigung der Ideen und Entwicklungsarbeit an diesem anspruchsvollen Sonderschiff.

In den Polargebieten der Arktis und Antarktis werden Lufttemperaturen von bis zu -50 °C angetroffen. Bei diesen niedrigen Temperaturen ist der herkömmliche Schiffbaustahl als Baumaterial für das Schiff zu spröde. Die vorgesehenen Sonderstähle mit ihren bis zu 70 mm dicken Platten und umfangreichsten Aussteifungen sind schwierig und aufwendig zu verarbeiten. Die exponierten Tanks für Ballast- und Frischwasser

müssen beheizt werden, damit sie nicht einfrieren. Auch der Treibstoff muss stets beheizt werden, damit er nutzbar bleibt. Wissenschaftliche Arbeiten sollen bis zu -30 °C auf den Außendecks ausgeführt werden können, was bedeutet, dass die Flächen

der Arbeitsdecks, die Türen und Luken, die Hebezeuge, der Bohrturm mit seinen Maschinen und Ausrüstungen, die gesamte wissenschaftliche Decksausrüstung, die Luft in den Unterkünften oder die Verbrennungsluft für die Stromerzeuger allesamt beheizt werden müssen. Die nautische Decksausrüstung wird durch ihre Anordnung unterhalb geschlossener Decks allzeit funktionsfähig gehalten – ohne zusätzliche Beheizung. Die Anforderungen an die schiffsseitigen Systeme stellen in den Tropen das andere Extrem dar, wo die Schwierigkeiten bestehen, bei 32 °C Seewasser ausreichend Kühlung für Maschinen, Geräte und Personen zu bewirken.

Für den Vortrieb von »Aurora Borealis« wurde eine Drei-Propeller-Anlage mit eisverstärkten feststehenden Propellerflügeln in Verbindung mit einem Mittelruder gewählt. Insbesondere bei sehr festem Mehrjahreseis kann so die gesamte Antriebsleistung über robuste Propeller und geschützte Propellerwellensysteme in der Transit- und Forschungsfahrt, sowie in der Vorwärts- und Rückwärtsfahrt beim Rammen wirkungsvoll und ohne großes Beschädigungsrisiko eingesetzt werden. Alle drei Propelleranlagen können eine Leistung von je 27.000 kW aufnehmen. Im offenen Wasser wird in der Forschungsfahrt oder auf Transitstrecken nur ein Bruchteil dieser Leistung benötigt, so dass dann nur die Mittelpropelleranlage Kraftstoff sparend eingesetzt wird.

Von großer Bedeutung für dieses multidisziplinäre Forschungsbohrschiff ist die Eigenschaft, sich autark in die extremen Eisgebiete der Pole hineinzubewegen, um das Schiff dann dort für das Bohren unter schwersten Eisverhältnissen mit der erforderlichen Genauigkeit über eine lange Zeit auf Bohrposition halten zu können.

Um das Bohren im Eis durch einen Moon-Pool zu gewährleisten, wurde als Weltneuheit das dynamische Positionieren in Drifteis aus dem Ruhestand, d.h. Halten der Position durch Einsatz von leistungsstarken und robusten Manöviereinrichtungen, entwickelt.

Damit dies funktionieren kann, musste das Schiff zusätzlich zu seinen drei Hauptantrieben mit insgesamt sechs Querstrahlanlagen – jede mit über 4.000 KW Leistung – ausgerüstet werden, die vor Ort in der Eisregion ausgefahren werden können. Im Normalzustand befinden sich diese Antriebe im geschützten Bereich des Schiffes. Sie können nach oben hin in vorhandene Reparaturzonen oberhalb des Hautdecks gefahren werden oder auch durch entsprechende, mit Lukendeckeln verschlossene Schächte ganz von Bord ge-

• Drahtseile • Casar-Bordkranseile
 • Tauwerk • Festmacher
 • Segelmacherei • Ketten
 • Prüfmaschine bis 600 t

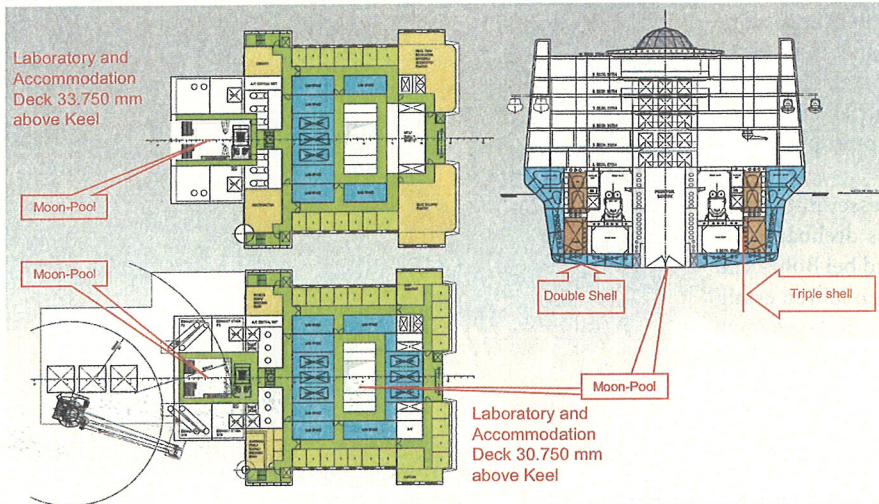
SEIL HERING
 Walter Hering KG
 Porgesring 25 • 22113 Hamburg
 Tel.: (040) 73 61 72-0 • Fax: (040) 73 61 72-61

nommen werden. Jeweils ein Querstrahler hinten und vorne werden im eingefahrenen Zustand aktiv als Manövrierhilfe genutzt. Außerdem ist es möglich, diese ausfahrbaren Querstrahler um 90° versetzt umzusetzen und als Hilfsantriebe für Heimfahrten zu nutzen für den Fall, dass die Hauptpropeller, aus welchen Gründen auch immer, ausfallen.

Das dynamische Positionieren im offenen Wasser mit Gegen Schub zu Wind, Wellen und Strömung mittels drehbarer Antriebe, so genannter Azimuthing Thrusters, wird bei Bohr- und Hilfsschiffen der Öl- und Gasindustrie seit vielen Jahren erfolgreich betrieben. Die auftretenden Reaktionskräfte lassen sich hier relativ leicht berechnen und durch entsprechende Schubimpulse kompensieren. Ganz andere Herausforderungen bestehen beim Halten der Position in einer durch Wind und Gezeiten verursachten großflächigen Eisdrift, um bei bis zu 5.000 m Wassertiefe noch weitere 1.000 m störungsfrei in das Sediment bohren zu können. Dieses wird noch dadurch erschwert, dass sich die Drift des Eises in der Richtung häufig und schnell verändern kann und das Eis unterschiedliche Dicken, Festigkeiten oder Presseisformen besitzt. Für die Ermittlung der daraus resultierenden Belastungen und notwendigen Reaktionskräfte gibt es heutzutage noch keinerlei brauchbare Erkenntnisse und schon gar keine Methoden, um diese unmittelbar für den Gebrauch im Voraus zu bestimmen. Es benötigt auch Zeit, das bis zu 6.000 m lange Bohrgestänge zu stecken, zu bohren, die Sedimentkerne zu bergen, und das Gestänge wieder aufzunehmen. Die »Aurora Borealis« darf beim Bohren keinen Schwung holen, um mit Geschwindigkeit auf das Eis zu fahren und Eis zu rammen, wie in der Transitfahrt. Das wäre katastrophal für den Bohrvorgang und die dabei im Gebrauch befindliche Ausrüstung. Das Schiff muss also somit Position halten können, während langsam das umgebende Eis herankommt. In einer solchen Situation werden die Hauptantriebe in Kombination mit den kräftigen Querstrahlanlagen das Schiff gegen das Eis drücken. Das reicht letztlich aber noch nicht. Nun kommt zusätzlich noch die speziell für dieses Schiff konzipierte Ballastwassertankanlage zum Einsatz. Durch einen teilautomatisierten Bewegungsablauf wird der Bug rhythmisch entsprechend der Geschwindigkeit der Eisdrift mal angehoben und mal gesenkt. Damit wird praktisch die zum Eisbrechen benötigte Geschwindigkeit simuliert. Das ganze Manöver wird durch gesteuerte aktive Krängungsbewegungen unterstützt. Beides Zusammen wird dabei durch die besondere Formgebung des Rumpfes verstärkt.

Für ein möglichst ungestörtes Arbeiten hat das Schiff für das Fahren im offenen Wasser eine speziellen Form des Rumpfes. Für die Reduzierung der Rollbewegungen wird neben der bereits erwähnten Krängungsanlage eine zusätzliche Flossenstabilisierungsanlage eingesetzt. Das gute Seegangsverhalten wurde im Versuchstank mit einem formgenauen Modell nachgewiesen.

Die unterschiedlichen Einsatzbedingungen und Aufgaben von »Aurora Borealis« ergeben ein sehr großes Spektrum an erforderlichem Leistungsbedarf für den Schiffsantrieb, das Manövrieren und Positionieren, das Bohren, den Betrieb von Hebezeugen, Druckluftkompressoren und wissenschaftlichen sowie schiffstechnischem Gerät. Zur wirtschaftlichsten und flexibelsten Energiebereitstellung erhält »Aurora Borealis« eine Diesel-Elektrische Energieerzeugung mit insgesamt 94 MW elektrischer Leistung. Ein maßgeschneidertes Power-Management-System steuert die Leistungsanforderung und Lastverteilung der benötigten acht Generatorsätze unterschiedlicher Größe. Dabei werden die Diesel-Motoren in Kombination immer in optimalen Lastbereichen für einen minimal möglichen Treibstoffbedarf gefahren. Zu jeder Zeit



Labor- und Kabinendeck (links) und Querschnitt (rechts)

wird die Abgaswärme der Motoren maximal ausgenutzt, um in den Abgaskesseln Thermalöl zu erwärmen und Dampf zu erzeugen für die Erwärmung der Luft für die Klimaanlage, der Verbrennungsluft, der Beheizung von Arbeitsdeckflächen, der Eingangstüren usw. Grundsätzlich erfolgt eine Energie-Rückgewinnung auch aus der verbrauchten Luft, bevor die entsprechenden Restmengen gesäubert und heruntergekühlt zurück in die Umwelt gehen. Um die Be-

triebskosten des Schiffes mit Bezug auf die hohen Brennstoffkosten so gering wie eben möglich zu halten, werden auf den unterschiedlichen Fahrtbereichen wahlweise Schweröle oder MDO gefahren, wobei aber alle einschlägigen Vorschriften zur Reinhaltung der Luft, so auch die von der IMO erst ab 2016 geltenden Emissionsverordnungen vom Schiff erfüllt werden. Die diesel-elektrische Energieerzeugung bietet auch den Vorteil eines deutlich leiseren Schiffes, was

für die wissenschaftlichen Messungen erhebliche Vorteile bietet.

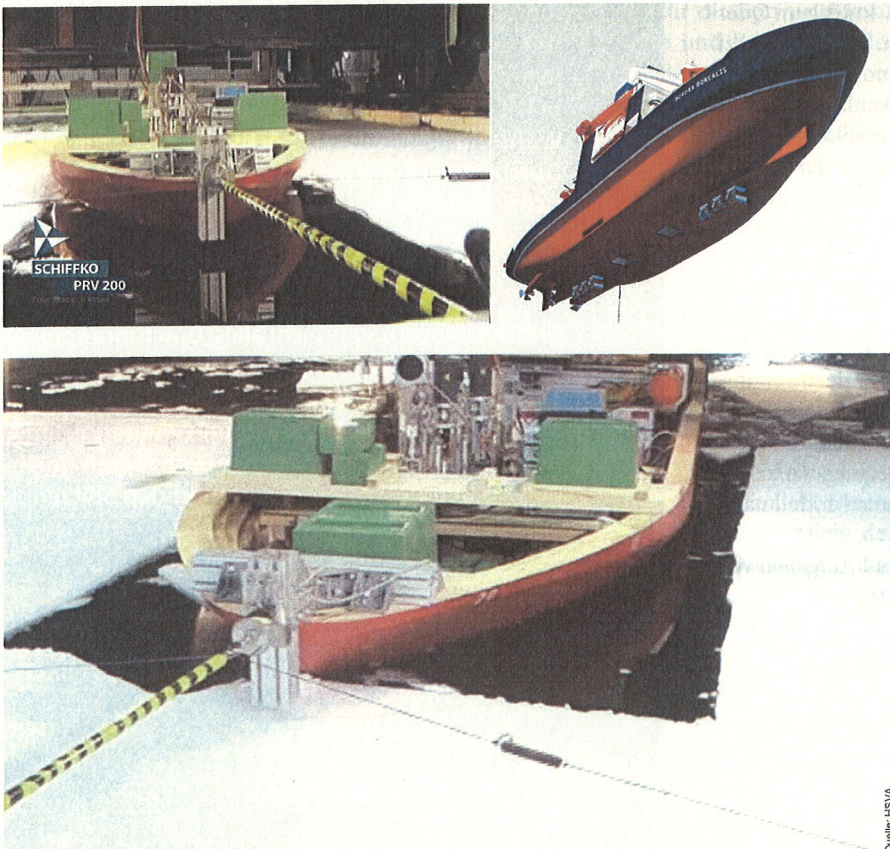
Die Hauptabmessungen wurden durch diverse Faktoren bestimmt. Die Schiffslänge ergab sich aus der überhängenden Länge des Vorschiffes für das wirkungsvolle Eisbrechen mit seinen Tanks für Stampfbewegungen, dem Platzbedarf für die sehr großen Sende- und Empfängerflächen der Fächerlote im Bodenbereich vor den drei vorderen Querstrahlern, den beiden Moon-Pools, den drei hinteren Querstrahlern, den Vortriebseinheiten und dem Ruder, bzw. dem Eisbrechheck mit den dazwischen liegenden komplexen Maschinenräumen. Dieses ergab nach mehreren Entwurfs- und Optimierungsschleifen eine Gesamtlänge von 200 m.

Die größte Breite wurde mit 49 m auf die maximal zulässige Schiffsbreite für den neuen Panama-Kanal festgelegt. Diese große Breite hat sich mit ihrer speziellen Form beim Eisbrechen als optimal herausgestellt. Sie erhöht außerdem die notwendige Stabilität für ein ruhiges und sicheres Arbeiten mit dem großen Bohrturm und den hohen Toppengewichten und Windlasten.

Der Tiefgang des vollständig ausgerüsteten Schiffes mit 15.000 t Bunkern und Zuladung, inklusive 2.000 t für wissenschaftliches Gerät, beträgt max. 13 m, wobei der Leertiefgang knapp über 11 m liegen wird. Die Höhe des Arbeitsdecks beträgt 17,75 m über Kiel und für das wissenschaftliche Arbeiten von Deck aus zwischen 4,75 und 6 m über der Wasserlinie.

Das Schiff hat eine lange, hohe Back und ein erhöhtes Hinterschiff zur größeren Sicherheit bei rauer, auch nachfolgender See, wobei die seitlichen Eisbrechkanten (Balkone) positive Auswirkungen auf das Seeverhalten haben. Markant sind bei »Aurora Borealis« auch die breiten seitlichen Deckshausverstärkungen und »Eisabweiser« in Bügelform. Diese dienen dem Schutz des Schiffes, sollte es an einer Schelfeiskante anlegen.

Ebenso prägend für das Aussehen des Schiffes ist der große geschlossene Bohrturm, in dem alle Tätigkeiten wettergeschützt durchgeführt werden. Die gesamte Bohrtechnologie über und um den hinteren Moon-Pool mit funktionaler Einbindung des Arbeitsdecks und des Drill-Floors sowie der Bohrkern-Handhabung und Auswertung wurden entsprechend der Anforderungen von IODP, dem internationalen »Integrated Ocean Drilling Program«, gestaltet. Die Laboranordnung wurde für die funktionellen Arbeitsabläufe abgestimmt und optimiert. Der Bohrturm mit allen Einrichtungen, Plattformen



Im Eistank der Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt wurden verschiedene Modellversuche für die optimale Manöviereigenschaften im Eis durchgeführt. Auch die stationäre Positionierung im Eis wurde getestet.

Quelle: HSWA

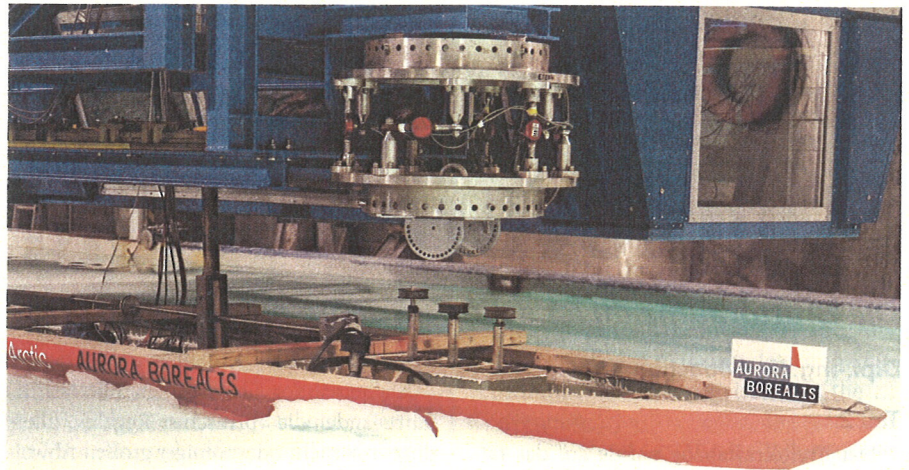
und einer Seegangsfolgeeinrichtung wurde für die Handhabung von zusammengekoppelten Bohrstangen zu 30-m Einheiten aus vertikalen Vorratsmagazinen für 6.000 m Bohrgestänge ausgelegt. Das Reservegestänge wird in Containern mitgeführt.

Das Schiff kann optimal ausgerüstet werden, für alle Forschungsaktivitäten der Geologen, der Geophysiker, der Ozeanografen, der Biologen, der Glaziologen, der Meteorologen und weiterer. Hierfür stehen neben den überproportional großen Flächen auf dem freien Arbeitsdeck rund um den vorderen Moon-Pool großräumige Laborbereiche mit entsprechenden Deckenhöhen zur Verfügung. Die Anzahl der Stellplätze für Laborcontainer, Kühlcontainer für Bohrkerne und Proben, Proviant- und sonstige Vorratscontainer beträgt ungefähr 150 Stück.

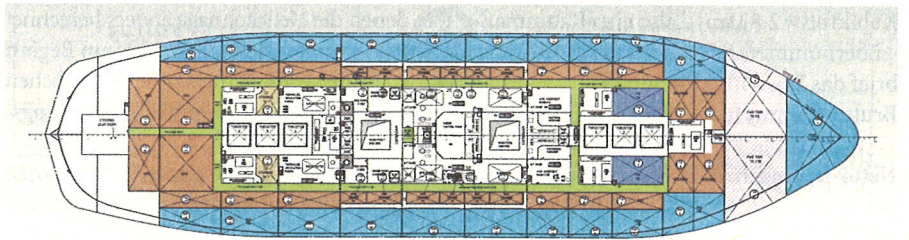
Neben den Möglichkeiten für das Ausbringen von wissenschaftlichen Geräten steht im wettergeschützten Bereich der vordere Moon-Pool zur Verfügung. Um diesen ebenfalls 7 x 7 m Brunnen schacht sind über mehrere Etagen Laborräume und Stellplätze für 32 mobile Laborcontainer in einem Atrium angeordnet. Eine transparente Kuppel über dem Schacht mit prismatischer Lichtumlenkung sorgt für optimale energiesparende Beleuchtung mit Tagesatmosphäre. Diese Abdeckung ist für das Einbringen von Containern und größeren Geräten verschiebbar. Die Zugänglichkeit zum Moon-Pool in verschiedenen Ebenen erlaubt wissenschaftliches Arbeiten auf jedem der Decks. Durch beide Moon-Pools können nicht nur beliebig große Geräte, sondern auch ROVs und andere empfindliche Instrumente eingesetzt werden. Innerhalb des klimatisierten Atriums und im geschützten Bohrturm mit großer Arbeitshöhe bietet sich der Forschung der ideale und eisfreie Zugang zu den Ozeanen. Überall stehen die erforderlichen Hebezeuge und Schiebebalken zur Verfügung, mit den zugehörigen Forschungsdrähten und Kabeln. Die Winden hierzu stehen zentral und geschützt im eigenen Windenraum.

Für Arbeiten zum Schleppen und Aufnehmen von Geräten über das Heck steht eine Doppel-Heckaufschleppe zur Verfügung. Der ganze Bereich wird beim Eisbrechen durch ein entsprechend kräftiges Füllstück geschlossen.

Das Schiff erhält ein Tiltrotor-Flugzeug und einen Hubschrauber mit entsprechendem Hangar und Landeinrichtung. Die Hauptlandeplattform liegt im hinteren Schiffsbereich. Zusätzlich ist auf dem Vorschiff ein Notlandeplatz vorhanden.



Eistankversuch bei Aker Arctic



Verteilung der Längs- und Querschotte; redundante Diesel und separate Maschinenräume sorgen für zusätzliche Sicherheit

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass »Aurora Borealis« in der Eisbrechtechnik, der dynamischen Positionierung, der wissenschaftlichen Bohrtechnik, der multi-disziplinären Forschungsschiffahrt, der Energieerzeugung und Abgaswärmenutzung sowie in der Schiffs-

betriebstechnik richtungweisend ist. »Aurora Borealis« ist ein Technologieträger, von dem bereits heute Adaptierungsmöglichkeiten für die kommerzielle Schifffahrt und die Offshore-Industrie, insbesondere im arktischen Polargebiet, bestehen. Delius/RH



Der große Bohrturm, in dem alle Bohrungen wettergeschützt ausgeführt werden können, prägt das äußere Erscheinungsbild des Schiffes

DOPPELSCHNAUZE STATT LÖFFELBUG

Der schmelzende Eispanzer um den Nordpol lockt Unternehmen und Pioniere in die Arktis. Doch bislang sind sie dort auf Schiffe angewiesen, die sich selbst durch dickes Eis brechen können.





Freie Fahrt durchs erstarre Meer: Finnland ist das einzige Land, wo im Winter sämtliche Seehäfen zufrieren. Eisbrecher müssen dann den Handelsschiffen den Weg bahnen (Bild: der Frachter „Belgrad“ im Finnischen Meerbusen).

VON DER KUNST, KUNSTEIS ZU MACHEN

Wer Eisbrecherrümpfe testen will, braucht nicht nur Schiffsmodelle aus Sperrholz und Kunststoff, sondern auch eine Eisfläche, die sich annähernd so verhält wie die meterdicken Schollen im Meer. Denn nur wenn das Eis realistisch bricht, lassen sich die Ergebnisse auf die echten großen Schiffe übertragen.

Das Eismachen ist eine fast alchemistische Kunst, die die Ingenieure der Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt im Laufe der Jahrzehnte perfektioniert haben. Um Eis zu erzeugen, strömt minus 20 Grad Celsius kalte Luft durch den Versuchskanal. Pro Stunde wächst die Eisdicke um zwei Millimeter. Während die Wasseroberfläche langsam gefriert, blubbert am Boden des Tanks Druckluft ins Wasser. Tausende feiner Luftblasen steigen auf und werden vom wachsenden Eis eingeschlossen. Das macht die Eisfläche zugleich starr und brüchig. Dadurch kann das künstliche Eis realitätsnah zu kleinen Eisschollen brechen.

Mit ihrem „Eismodell“ können die Forscher zum Beispiel einjähriges Eis nachahmen. Natürlich lassen sich auch Presseisrücken oder andere Hindernisse imitieren. Einjähriges Eis hat einen hohen Salzgehalt, ist etwas dehnbar und schneeweiß. Übersteht es den Sommer, taut es an und verliert dabei Salz. Gefriert es erneut, bildet sich hartes, grünes Eis. Mehrjähriges Eis, das den Prozess des Tausens und Gefrierens wiederholt durchgemacht hat, ist extrem hart und praktisch salzfrei. Es leuchtet tiefblau. Wenn man die Versuchsbedingungen entsprechend variiert, lassen sich diese verschiedenen Eis-Eigenschaften im Testkanal nachahmen.

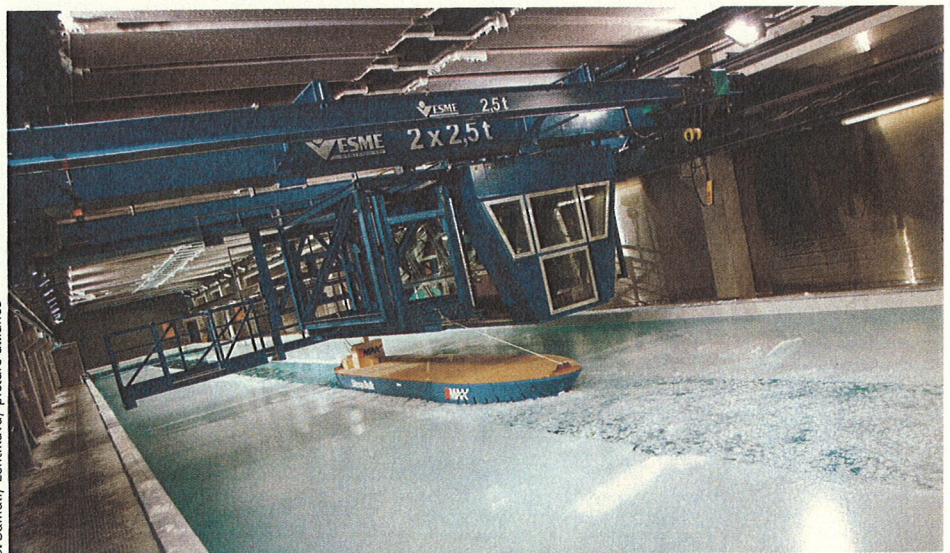
WIR SIND AUF TAUCHSTATION. Über uns im Halbdunkel ruht eine dichte schwere Eisdecke, durch die fahles und grünes Licht schimmert. Plötzlich: ein Knacken. Wir blicken nach oben. Der lange rote Kiel eines Schiffs rauscht direkt auf uns zu. Risse durchzucken das Eis. Unaufhaltsam pflügt der Bug durch die harte weiße Ebene, bricht sie zu Schollen, die unter dem Rumpf nach hinten taumeln. Das Schiff gleitet über uns hinweg. Blitzend rasen die Schiffsschrauben vorüber. Nach wenigen Metern hält das Schiff abrupt. „Fertig, das war's“, sagt Mikko Niini und klopft an die dicke Panzerglasscheibe über unseren Köpfen.

Mikko Niini ist Chef des weltweit modernsten Eisversuchskanals bei Aker Arctic in Helsinki. Hier im neuen Frachthafen Vuosaari am Rand der finnischen Hauptstadt entwerfen und testen der Ingenieur und seine Kollegen im 75 Meter langen Wasserbecken Modelle von Eisbrecher-Prototypen und neue eisfeste Rumpfformen. Das Beson-

dere an dem Testkanal ist sein durchgängiger Glasboden. Durch die Scheiben beobachten die Techniker von unten, wie gut das Schiff das Eis durchbricht, ob die Bruchstücke die Schiffsschrauben blockieren oder ob sie sich an Bug und Rumpf stauen. Der Testtank ruht auf hohen Stelzen aus Stahl. Man kann bequem darunter hindurch gehen und dem drei Meter langen Schiffsmodell folgen. In der Mitte des Wandelgangs hat ein Kameramann seine Videokamera auf ein Stativ gestellt und die kurze Schiffs-passage für die spätere Analyse gefilmt. Ein Stück weiter diskutieren zwei Koreaner mit einem von Niinis Kollegen die Testfahrt ihres neuen eisfesten Containerschiffs.

AUFBRUCH IN DIE ARKTIS

Eisbrecher sind angesagt, denn die Industrienationen streben in die Arktis wie nie zuvor. Es locken Erdgas, Erdöl und Erze. Lange Zeit schien es undenkbar, die verborgenen Ressourcen auszubeuten. Zu mächtig war das Eis. Doch durch den Klimawan-



S. Samuli / Lehtikuva / picture-alliance

Brechprobe: Ingenieure der Firma Aker Arctic bei Helsinki testen Modelle eisgängiger Schiffe im modernsten Eisversuchskanal der Welt.



Mühsal im Frost: Die Trümmer des aufgebrochenen Packeises frieren bei den tiefen winterlichen Temperaturen am Polarkreis rasch wieder zusammen. Schiffe mit einem speziell geformten Bug sollen das verhindern (oben: der finnische Eisbrecher „Sisu“).

del und die Erwärmung der Atmosphäre zieht es sich seit mehreren Jahren im arktischen Sommer immer weiter zurück. Im September 2007 erreichte das Schrumpfen des Eises Rekordwerte. Bis auf einen winzigen Rest war die gesamte russische Nordküste eisfrei. Der nördliche Seeweg von Europa nach Asien, vom Atlantik in den Pazifik – die legendäre Nordostpassage – war fast in voller Länge offen. „Das war zwar extrem“, sagt Jürgen Holfort, zuständig für den Eisdienst beim Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) in Rostock, „aber der Trend ist klar: Das Eis

der Arktis schwindet.“ Noch denkt kein Reeder ernsthaft daran, einen Linienverkehr via Nordostpassage aufzunehmen, denn der Weg ist nur für wenige Tage im Spätsommer frei. Den Rest des Jahres muss man sich weiter durch das Eis kämpfen. Doch die Eisdicke nimmt ab und die eisfreie Zeit zu, und so wagen sich die Ölkonzerne jetzt in die Arktis vor, um die Gas- und Ölfelder in den Meeresbuchten Russlands, der Barentssee, der Karasee oder der Petschora-see auszubeuten. Darüber hinaus betreiben die Russen schon länger eine Schiffsroute für den Erztransport zwischen den Mündungen von Ob und Jenissei und dem rund 2000 Kilometer westlich gelegenen Hafen Murmansk nahe der norwegischen Grenze. Für all das braucht man Eisbrecher, viele Eisbrecher.

Natürlich war auf der Nordostpassage schon in den vergangenen vier Jahrzehnten einiges los. Während des Kalten Krieges bis in die 1980er-Jahre stampften regelmäßig auch im Winter die schweren russischen Atomeisbrecher auf Patrouillenfahrt die Küste entlang – mit bis zu 80 000 PS Leistung die

stärksten weltweit. An Bord hatten sie einen Kernreaktor, der Energie für ein Jahr auf See lieferte, und genug Kraft, um durch drei Meter dickes Eis zu fahren. Doch Handels-schifffahrt und Ölförderung in der Arktis sind etwas Neues. Sie bescheren den Ingenieuren und Schiffbauern derzeit weltweit dicke Auftragsbücher.

TREIBEIS WIRD ZERMALMT

„Eisbrecher“ sind genau genommen nur jene Schiffe, die allein für diesen Zweck gebaut wurden. Vor allem Russland, Schweden und Finnland brauchen die mächtigen Fahrzeuge, um im Winter die Wasserstraßen in der nördlichen Ostsee freizuhalten. Finnland ist die einzige Nation, der im Winter sämtliche Seehäfen zufrieren. In der Regel dampft ein Eisbrecher voraus. In der eisfreien Rinne folgen dann Tanker und Handelsschiffe im Konvoi. Andere Eisbrecher halten an den neuen Bohrinseln im Kaspischen Meer Wache. Sie zermahlen antreibende Eismassen und verringern so den Druck auf die Bohrinself. Neben den echten Eisbrechern gibt es eine Reihe anderer Schiffe, die sich in eisige Gebiete vorwagen. Experten

KOMPAKT

- Ingenieure entwickeln Technologien, mit denen Tanker und Frachtschiffe künftig selbstständig in den eisigen Gewässern der Arktis manövrieren können.
- Eine spezielle Schiffsform soll für eisbrechende Kraft und Wendigkeit sorgen.
- Ein neues Forschungsschiff wird erstmals durch Eis im Meeresboden bohren können.



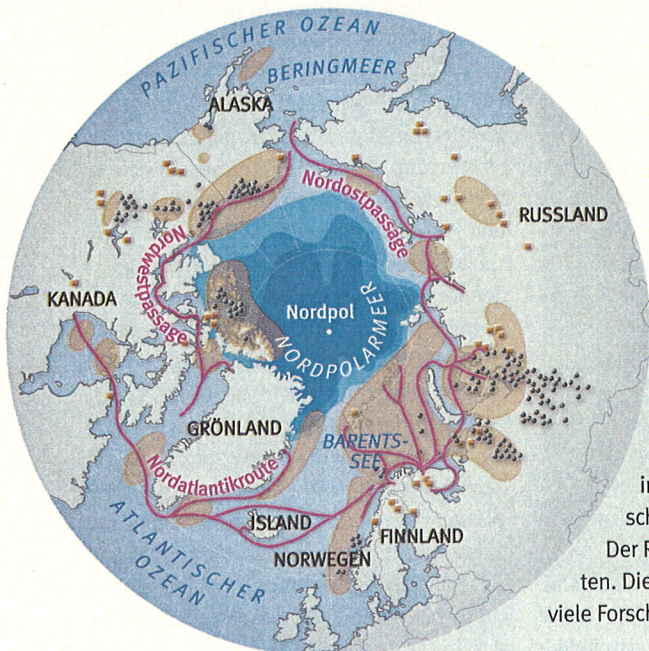
Forschen unterm Eis: Die Laborräume des Eisversuchskanals von Aker Arctic im Containerhafen Vuosaari bei Helsinki befinden sich unter dem Testbecken für neue Eisbrecher. Die Testanlage mit künstlich erzeugtem Packeis ging 2006 in Betrieb.

nennen sie schlicht „eisbrechende“ oder „eisgängige Fahrzeuge“: Forschungsschiffe, Frachter, Versorger für Bohrinseln oder Tanker. Bei ihnen ist die Eisbrechfunktion bloß Mittel zum Zweck. Wie weit ein solches Fahrzeug ins Eis vorstoßen darf, bestimmt die Eisklasse, nach der die Konstruktion und der Antrieb ausgelegt werden. Grundsätzlich gilt: Je dicker das Eis, desto mächtiger sind Schiffswand und Maschine. Bei einem gewöhnlichen Handelsschiff genügt eine Stahlblechstärke von 15 Millimetern für den Bug. Bei einem eisbrechenden Fahrzeug hoher Eisklasse sind es schon mal 50 Millimeter. Auch die Verstrebungen – die „Spanten“ in der Schiffsnase – sind dicker. Außerdem sollte der Motor so stark sein, dass sich das Schiff aus eigener Kraft befreien kann, wenn es im Eis stecken bleibt.

150 000 DOLLAR MIETE TÄGLICH

Finnen und Russen schicken bisher in ihren Hoheitsgewässern jedem Schiff einen Eisbrecher voraus, sogar dem sehr robusten deutschen Forschungseisbrecher „Polarstern“. Ein teurer Spaß: „Pro Tag kostet die Miete eines russischen Eisbrechers in der Karasee rund 150 000 US-Dollar“, sagt Niini. Werften wie Aker, aber auch Reedereien, arbeiten daher verstärkt an Eisbrecher-Konstruktionen für Schiffe, die die Eisklassen-Normen übererfüllen und so künftig unabhängig fahren können. Unabhängigkeit – das ist das Ziel aller, die jetzt in die Arktis streben. Schon in wenigen Jahren sollen sich Frachter, Tanker und Schwergutschlepper im Packeis tummeln, Öl und Gas abtransportieren und Baugeräte zu neuen Bohrinseln im Eis schaffen. Solche Schiffe in eisfeste Fahrzeuge zu verwandeln ist eine große Herausforderung.

unten: bdw-Grafik; S. Samuilij / Lehtikuva / picture-alliance



- Meereisfläche
- 2030
- 2060
- 2100
- nachgewiesene Erdöl- und Erdgasvorkommen
- Erdöl-/Erdgasförderung
- Abbau von Ölsand
- künftige Schifffahrtswege

NEUE WEGE DURCH DIE EISWÜSTE

Das Packeis rund um den Nordpol taut – und gibt neue Routen für die Schifffahrt frei. Die Nordwestpassage zwischen Grönland und Alaska sowie die Nordostpassage zwischen Nordwestsibirien und dem Beringmeer werden wohl im Sommer wochenlang eisfrei sein – und deutlich kürzere Verbindungen zwischen den Industrie- und Handelszentren in Europa, Amerika und Ostasien öffnen. Der Rückgang des Eises ermöglicht auch einen Zugang zu Öl- und Erdgaslagerstätten. Die Prognosen in der Karte fürs Schrumpfen des sommerlichen Eispanzers halten viele Forscher bereits für überholt – sie erwarten einen noch schnelleren Schwund.

Der Rumpf eines gewöhnlichen Containerschiffs ist schnittig und bietet dem Wasser wenig Widerstand. Unten am Bug sitzt meist die typische Nase, um den Koloss besser durchs Wasser preschen zu lassen. Damit lässt sich der Treibstoffverbrauch senken. Schnittiger Rumpf und Nasenwulst aber sind bei einem Eisbrecher völlig fehl am Platz. Seit Jahren schon baut man Eisbrecher vorzugsweise mit Löffelbug – einer breiten gewölbten Schnauze. Wird das Eis zu dick, schiebt sich der Eisbrecher wie eine Sattelrobbe auf die gefrorene Fläche und zerbricht das Eis durch sein Gewicht. Doch Löffelbug-Schiffe gehören nicht zu

zittern lassen. Das Eis brechen aber kann der Waas-Bug ausgezeichnet. Er hat zwei scharfe Kanten, mit denen sich das Schiff durchs Eis schneidet. Der Clou: Das Schiff schiebt die abgebrochenen Eisschollen durch seine besondere Rumpfform seitlich unter die Eisdecke – und hinterlässt so eine fast eisfreie Rinne. Die friert viel langsamer zu als Kanäle, in denen Eisstücke schwimmen.

Für eisgängige Frachter oder Tanker aber braucht man neue Lösungen. Denn sie legen nur einen Teil ihrer Route im Eis zurück, und in offener See gilt es, schnell und treibstoffsparend voranzukommen. Aker



W. Schmitz/ Gruppex8; AP (unten)

Klirrende Kälte: Trotz des Klimawandels werden hoch im Norden auch künftig eisige Temperaturen herrschen. Auf Eisbrecher können Pioniere am Pol daher nicht verzichten.

den ozeanischen Sprintern. In schwerer See rollen sie wegen ihrer rundlichen Schiffsförmung hin und her.

SCHIPPERN WIE EIN BRETT

Auch der inzwischen klassische Thyssen-Waas-Bug, den vor etwa 30 Jahren der deutsche Techniker Heinrich Waas erdacht hat, ist nicht gerade für hohe See geschaffen. Der Bug ähnelt der platten Schnauze eines Landungsbootes. Bei starkem See-gang donnert er wie ein flaches Brett auf die Wellen. „Slamming“ nennen Fachleute die dumpfen Schläge, die das ganze Schiff er-

Arctic setzt deshalb seit einigen Jahren auf das Double-Acting-Konzept – auf Schiffe mit schnittigem Bug und Eisbrecher-Heck. Für gewöhnlich fahren diese Schiffe vorwärts. Dünnes Eis können sie mit dem Bug brechen. Sind die Eismassen aber zu dick, wendet das Schiff und fährt mit dem eisbrecherartig geformten Heck voran weiter. Die spezielle Rumpfform haben Mikko Niini und seine Mitarbeiter vor wenigen Jahren im Eiskanal entwickelt und getestet. Mittlerweile sind mehrere Double-Acting-Schiffe auf den Ozeanen unterwegs, etwa der Tanker „Tempera“ und der Erz-Frachter „Norilskiy

DAS MANHATTAN-EXPERIMENT

Als man 1968 vor der Küste Alaskas große Ölfelder entdeckte, waren die Experten ratlos. Wie ließ sich der kostbare Rohstoff aus der Eiswüste zu den großen Ölhäfen an der Ostküste der USA transportieren? Die Manager des US-Konzerns Humble Oil and Refining beschlossen, erstmals mit einem Handelsschiff das Packeis der Nordwestpassage zu durchbrechen, den gefährlichen arktischen Seeweg von der Pazifikküste Alaskas bis in den Atlantik. Einen Tanker mit Eisbrecherqualitäten gab es nicht. Doch der sechs Jahre alte Öltanker „Manhattan“ war interessant: ein gewöhnliches 30 000-Tonnen-Schiff, das dank seines kälteresistenten Stahls, der kleinen stabilen Tanks und des ungewöhnlich starken Motors geradezu ideal dafür war, zu einem Eisbrecher zu werden. Gemeinsam mit Eisbrecher-Experten der finnischen Werft Wärtsilä verpassten die Amerikaner dem Schiff eine damals revolutionäre Gestalt: einen starken Rumpf und vor allem einen flachen, breitschultrigen Bug. Damit sollte sich das Schiff wie ein ausladender Football-Spieler durchs Eis pressen. Im August 1969 brach der runderneuerte Koloss zu seiner 4400 Kilometer langen Testfahrt nach Norden auf. Als weltweit erster Tanker durchbrach er meterdickes Eis. Am Ziel in Alaska nahm er ein symbolisches Fass Öl an Bord, mit dem er nach New York zurückfuhr. Das Projektteam feierte sein „Manhattan-Experiment“ als Erfolg. Doch das Schiff sollte nie wieder die Nordwestpassage befahren, denn kurze Zeit später gab es Grünes Licht für den Bau der Trans-Alaska-Pipeline, die man für wirtschaftlicher und sicherer hielt. Die Idee von der Nordwestpassage als Handelsroute lag auf Eis – bis heute.



Zum Eisbrecher umgebauter Öltanker: die „Manhattan“ (1969)

FAHRT IM ZICK-ZACK-KURS



Kapitän UWE PAHL lenkt seit 13 Jahren den Forschungseisbrecher Polarstern übers Meer – oft durch dickes Eis.

Was bedeutet es, einen Eisbrecher zu steuern?

Das bedeutet vor allem, dass Sie nicht einfach geradeaus fahren können. Oft versperren mächtige Presseisrücken oder stahlharte meerjährige Eisschollen den Weg. Als Kapitän entwickelt man eine Art Eistaktik. Ich lote aus, wo das Eis am schwächsten ist und bahne mir einen Zick-Zack-Kurs hindurch. Dazu kletterte ich manchmal wie die alten Seefahrer in den Ausguck, das Krähenest. Oder ich schicke den Bord-Helikopter los.

Warum durchbrechen Sie die Hindernisse nicht einfach?

Weil das zeitraubend ist und das Schiff extrem belastet. Wenn gar nichts mehr geht, dann müssen wir rammen. Wir setzen zurück, holen Schwung und donnern gegen das Eis, bis es bricht. Das ist so, als würde man mit seinem Auto ein Loch in die Garagenwand boxen.

Ein Eisbrecher bleibt niemals stecken?

Doch, das kann schon passieren. Bei einem Winterexperiment nördlich von Spitzbergen saßen wir vor einigen Jahren im Presseis fest, inmitten von treibenden, sich auftürmenden Schollen. Das Presseis war stark genug, um unser 17 000 Tonnen schweres Schiff einen Meter aus dem Wasser zu heben.

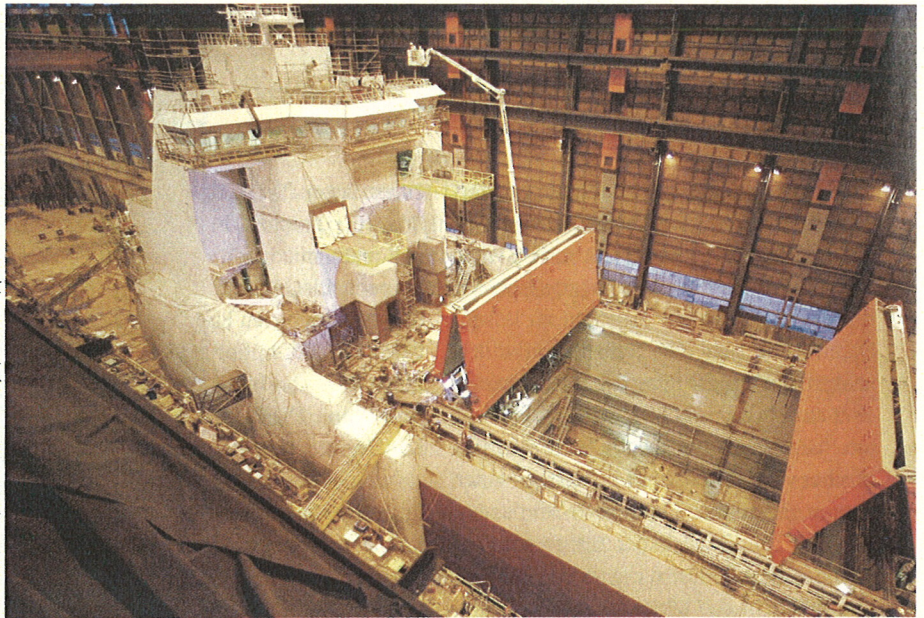
Kann man solche Situationen vermeiden?

In der Regel schon. An der Farbe des Eises lässt sich meist gut ablesen, auf welche Art von Eis man zusteuert. Erfahrung macht die Navigation im Eis natürlich leichter.

Hat die Fahrt mit einem Eisbrecher für Sie nach 13 Jahren noch eine Faszination?

Mit Sicherheit: ja. Letztes Jahr haben wir für ein Versorgungsschiff eine Fahrinne ins Packeis der antarktischen Atka-Bucht gerammt. Wir haben die Küste an einem herrlich sonnigen, windstillen Tag erreicht. In einem solchen Moment durch das Eis zu fahren, ist wunderschön.

Foto links: Privat; Foto rechts: K. Mäntylä/Lehtikuva/picture-alliance



Rüsten für den Rohstofftransport: In einer finnischen Werft entstand der Frachter „Norilskiy Nickel“. Er befördert inzwischen Eisenerz aus Sibirien durch die arktischen Gewässer.

Nickel“, der Erz vom Jenissei nach Murmansk fährt. Heck voran bricht die Norilskiy Nickel 1,50 Meter dickes Eis. Damit ist sie stark genug, um künftig aus eigener Kraft durch arktische Gewässer zu kreuzen, sagt Niini. „Außerdem sinkt der Treibstoffverbrauch auf der Strecke gegenüber einem normalen Eisbrecher um zwei Drittel.“

Aker hat die Double-Acting-Technik zu einem Markenzeichen gemacht und den Begriff durch Patente schützen lassen. „Wirklich neu ist die Idee allerdings nicht“, sagt Karl-Heinz Rupp, leitender Ingenieur in der Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt (HSVA). Die HSVA betreibt einen der größten Eiskanäle weltweit und testet schon seit 1958 Modelle im Eis. Dort wurde Anfang der 1980er-Jahre auch der Rumpf der Polarstern entworfen. Rupp betont: „Letztlich muss jedes eisgängige Fahrzeug in der Lage sein, vorwärts und rückwärts Eis zu brechen – sonst sitzt es schnell fest.“

Ähnlich sieht das Berthold Steinjan von der Reederei Phoenix in Leer, der sich als „Fleetmanager“ um die technische Ausrüstung seiner Flotte kümmert. Die Leeraner wollen als eine der ersten Reedereien in die Arktis aufbrechen. Gemeinsam mit dem dänischen Ingenieur-Büro Knud E. Hansen in Kopenhagen hat Steinjan ein Transportschiff entwickelt, mit dem schwere Bauteile für Gas- und Öl-Bohrinseln in die Arktis geschafft werden sollen. Offenbar ist es der Reederei gelungen, einen guten Kompromiss zwischen Eisbrechen und schnittigem Fahren zu fin-

den. „Wir haben den Bug so optimiert, dass er fast so flott durchs Wasser gleitet wie ein Schiff mit Wulst, aber auch sehr gut Eis bricht“, sagt Steinjan. „Und natürlich können wir auch rückwärts durchs Eis fahren.“

PROPELLER WIE EIN ZEPPELIN

Modell-Tests im Eiskanal der HSVA haben gezeigt, dass der arktische Transporter Bug voran 1,30 Meter dickes Eis brechen kann. Rückwärts wird er sogar 1,50 Meter knacken, da das Heck entsprechend geformt ist. An der Unterseite sitzen – wie Propeller-Gondeln an einem Luftschiff – zwei Azimuth-Antriebe. Solche Antriebe arbeiten meist elektrisch, werden von einem dieselbetriebenen Generator versorgt und benötigen – anders als der klassische Heckpropeller – keine lange Schraubenwelle. Sie können praktisch überall am Rumpf befestigt werden, sind um 360 Grad drehbar und machen Schiffe extrem wendig. Viele Eisbrecher werden damit ausgerüstet. „Dank Azimuth-Antrieb kann sich ein Schiff besser aus dem Eis wühlen, außerdem kommt es ohne Ruder aus, das im Eis beschädigt werden könnte“, sagt Steinjan. Er rechnet damit, dass der Schiffsverkehr im Norden in den kommenden fünf Jahren durch die Öl- und Gasförderung deutlich zunehmen wird.

Dass sich die Nordostpassage in der gleichen Zeit zu einem neuen Fracht-Highway zwischen West und Ost entwickelt, glaubt er aber nicht. „Noch steht der Beweis aus, dass man die Strecke, die ja erheblich kürzer als die klassische Route durch den

Suez-Kanal ist, trotz Eis wirtschaftlich befahren kann.“ Steinjan und seine Kollegen arbeiten gemeinsam mit deutschen und russischen Experten in einem Forschungsprojekt an der Eis-Routen-Optimierung für den nördlichen Seeweg. Die Forscher verknüpfen mathematische Meeresströmungs- und Eismodelle sowie Wetter- und Satellitendaten, um damit eine Art „Eiswetterbericht“ für den arktischen Ozean zu liefern. Das Problem: Die Eismassen der Arktis sind keineswegs glatt wie auf einem zugefrorenen Ententeich. Das Eis ist vielmehr ständig in Bewegung. Wind und Meeresströmungen schieben die Schollen aufeinander und türmen die Platten zu mächtigen Presseisrücken von teils über 20 Meter Dicke auf. Für schwache Schiffe sind das unüberwindliche Hürden. Die neuen Modelle sollen künftig genau vorhersagen, wo das Eis gefährlich zusammengepresst wird und welche Alternativrouten sicher sind.

BOHREN UNTERM EIS

Der stärkste Eisbrecher der Welt, der derzeit in Hamburg Gestalt annimmt, wird einen solchen arktischen Eisbericht wohl kaum brauchen. Die „Aurora Borealis“ soll 2014 in Dienst gestellt werden. Sie wird mit einem fast 120000 PS starken diesel-elektrischen Antrieb ausgestattet sein. Damit kann sie unabhängig durch den arktischen Winter

kreuzen und bis zu 2,50 Meter dickes Eis durchbrechen. 15 Meter mächtige Presseisrücken zermalmt sie genau wie andere Eisbrecher durch Rammen. Weil sie manövrierfähig bleibt, ist es Wissenschaftlern erstmals möglich, während der kalten Monate tief in der Arktis wichtige Umwelt- und Klimadaten zu erfassen. „Die schweren russischen Eisbrecher können einander helfen, wenn sie doch einmal im Eis stecken bleiben“, sagt Aurora-Chef-Designer Berend Pruin aus Hamburg. „Die Aurora Borealis aber wird ganz auf sich allein gestellt arbeiten müssen – zunächst in der Arktis, später möglicherweise auch in der Antarktis.“

Die Aurora steckt voller technischer Raffinessen, denn sie hat eine besondere Aufgabe: Sie ist ein Bohrschiff und wird erstmals unter dem mächtigen Packeis der Arktis Bodenproben nehmen. Doch wer inmitten treibender Eismassen bohren will, muss sein Schiff exakt auf Position halten können. Denn sobald das Schiff sein Bohrgestänge ausgefahren hat, um in bis zu 5000 Meter Wassertiefe zu bohren, darf es nur wenige Meter von seiner Position abweichen. Die Aurora wird dafür mit sechs Querstrahlern ausgestattet – starken Steuer-Propellern, die man unten aus dem Schiffsboden ausfährt wie das Periskop eines U-Boots. Drückt das Eis gegen den Rumpf, halten die Querstrah-

ler dagegen. Die Aurora Borealis hat deshalb als erstes Schiff eisbrechende Bordwände. Die „geneigten Seiten“ sind eine Erfindung des HSVA-Ingenieurs Karl-Heinz Rupp. Wie mit dem Löffelbug kann sich die Aurora damit seitlich auf das Eis schieben und es brechen. Selbst in festem Eis bleibt sie so voll manövrierfähig und drehbar.

HEIMELIGES GEFÜHL AN BORD

Drei Schiffsschrauben am Heck treiben die Aurora an. Fällt ein Antrieb aus, bleiben noch zwei, um das Schiff aus dichtem Eis herauszudrücken – eine wesentliche Voraussetzung für echte Autarkie im Eis. Die Querstrahler im Schiffsboden lassen sich sogar in der bordeigenen Werkstatt warten. Mit einem Kran werden sie dazu einzeln aus ihren Schächten herausgehoben. „Ein kaputter Azimuth-Antrieb lässt sich dagegen nur in der Werft überholen“, sagt Pruin. Das Projekt wird vor allem vom AWI und von der Wärtsilä Ship Design in Hamburg, einer Tochter der finnischen Werft Wärtsilä, vorangetrieben. Zum Konsortium gehören 15 weitere Forschungsinstitute und Firmen aus 9 europäischen Ländern.

Im Eiskanal und Modellmaßstab hat die Aurora bereits gezeigt, was in ihr steckt. Drehen, Rammen und Positionhalten klappte perfekt. Dazu kommt: Die Aurora Borealis wird nur Außenkabinen besitzen und mit einem lichtdurchfluteten Innenhof für Labors ausgestattet sein. Damit wird sie der erste Eisbrecher sein, auf dem es heimelig ist – selbst im arktischen Winter. ■

Kraftvoller Kundschafter: Bislang gibt es vom europäischen Forschungseisbrecher „Aurora Borealis“ nur Pläne. Ab 2014 soll er sich mit 120 000 PS durch meterdickes Eis wühlen.



TIM SCHRÖDER ist Wissenschafts- und Technikjournalist in Oldenburg. Nach seinem Besuch am Eiskanal träumt er von einer Fahrt durch die Arktis.

MEHR ZUM THEMA

INTERNET

Homepage von Aker Arctic in Helsinki:
www.akerarctic.fi

Website der Hamburger Schiffbauversuchsanstalt:
www.hsva.de

Informationen zum geplanten Forschungseisbrecher „Aurora Borealis“:
www.eri-aurora-borealis.eu



Die >>Aurora Borealis<< soll Europa an die Spitze der internationalen Polarforschung katapultieren

So könnte es aussehen, wenn die Aurora Borealis sich durch meterdickes Eis schiebt. Jetzt existiert sie nur im Modell und auf Papier



Mit Power durchs Packeis

Entdeckerfieber an den Polen: Die Forscher wollen hier nach neuen Erkenntnissen über den Klimawandel bohren – und nach neuen Energiequellen. Dafür wird jetzt ein gigantischer Eisbrecher gebaut – in Deutschland

Im Sommer 1991 gelang der »Polarstern«, dem Flaggschiff der deutschen Polarforschung, ein einzigartiger Coup: Sie brach bis zum Nordpol durch, als erstes konventionell angetriebenes Schiff. Das hatten zuvor nur atomgetriebene Eisbrecher und U-Boote geschafft. Doch die gewagte Fahrt durch die Kälte offenbarte auch die Grenzen der stolzen Polarstern: 3,5 Meter dicke Eisbarrieren zwangen das Schiff immer wieder zur Suche nach passierbaren Spalten im Eis und damit zu großen Umwegen. Und so begannen die Polarforscher von einem neuen, stärkeren Schiff zu träumen. Von

einem, mit dem sie den ganzen Jahreslauf der Natur im Eismeer beobachten können. Denn heute, 18 Jahre später, ist das Interesse an den Polen größer denn je. Das Eis der Arktis schmilzt schneller, als alle Klimamodelle vorhersagen, und der Wettlauf um die letzten großen Energiereserven und Bodenschätze am Grund des Eismeeers hat begonnen.

ENTSCHEIDEND FÜR DEN AUSGANG des Rennens könnte das Forschungsschiff der Superlative sein, das Wissenschaftler vom Polar-Komitee der Europäischen Wissenschaftsstiftung, vom Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung sowie Ingenieure

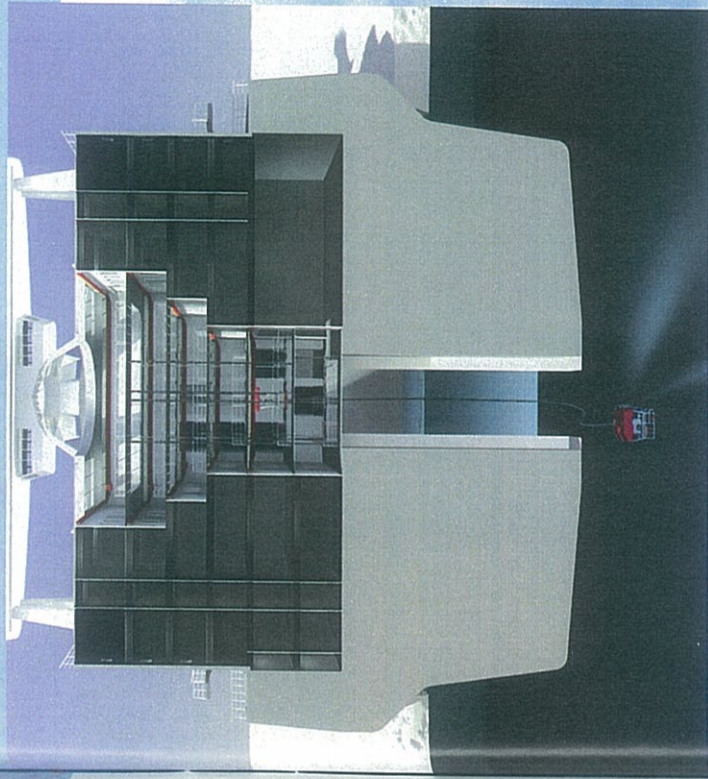
aus Bremerhaven und Hamburg gerade konzipieren: die »Aurora Borealis«. Sie soll ein Eisbrecher der höchsten Klasse werden, der sich auch im Winter mit drei Knotten durch 2,5 Meter dickes Eis schieben und 15 Meter hohe Eisbarrieren durchstoßen soll. Als Mehrzweck-Forschungsschiff soll sie alle Eismeeere der Welt befahren. Man wird sie von Weitem an ihrem mächtigen Bohrturm erkennen können, mit dessen Hilfe sich kilometerlange Bohrkernkerne auch noch aus fünf Kilometer Wassertiefe holen lassen – und das inmitten von treibenden Eisschollen, drückendem Packeis und ohne Hilfe von anderen Eisbrechern. Die Aurora Borealis soll Europa an die

Die Aurora Borealis soll auch in den polaren Wintern durchs Eis brechen können. Sie wird 15 Meter hohe Eisbarrieren durchstoßen können

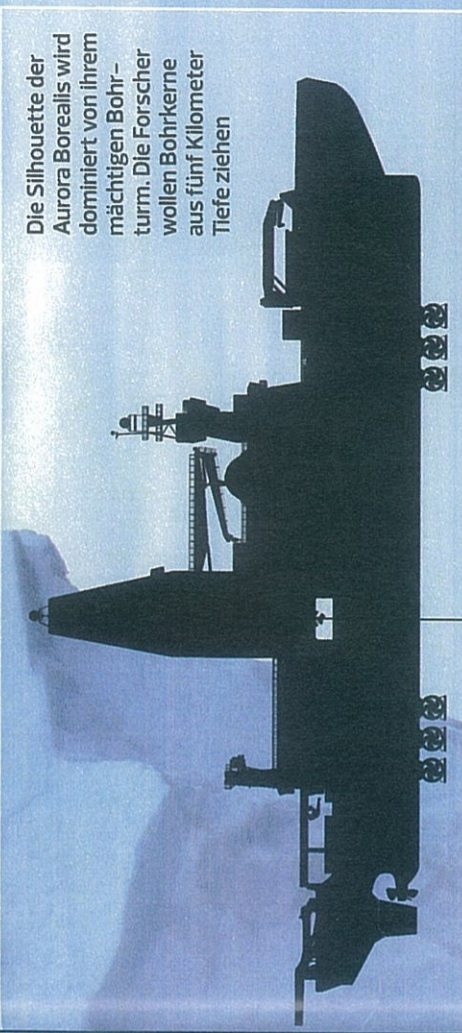
Ein Jahrhundert nach den großen Entdeckern herrscht wieder Aufbruchstimmung an den Polen



ALFRED-WEGENER-INSTITUT AP GETTY IMAGES



Der Querschnitt durch den Rumpf des Riesenschiffs zeigt den Kleineren der beiden Schächte, durch den Forscher ihre Messgeräte und Mini-U-Boote ins Wasser absellen können



Die Silhouette der Aurora Borealis wird dominiert von ihrem mächtigen Bohrturm. Die Forscher wollen Bohrkernkerne aus fünf Kilometer Tiefe ziehen



Im Treibeis auf engstem Raum manövrieren zu können, hat die Aurora Borealis neben ihren drei starren Hauptpropellern noch sechs ausfahrbare Querpropeller

Spitze der internationalen Polarforschung katalysieren.

Sie wird auch in Zeiten der Erdwärmung gebraucht werden. Denn selbst wenn der arktische Ozean in 40 Jahren im Sommer völlig eisfrei sein sollte: Im Winter wird er auch in 100 Jahren noch zufrieren, sind die Forscher überzeugt. Zwar wird das Eis dünner werden – dadurch ist es aber eher tückischer für die Schifffahrt: Es bricht leichter auf und schiebt sich zu haushohen Barrieren auf, die für heutige Eisbrecher undurchdringlich sind.

»Ich träume seit 25 Jahren davon, dass man in der Arktis routinemäßig Tiefseebohrungen durchführen kann«, sagt Jörn Thiede, heute Professor an der Universität Kopenhagen. 2001, als er Direktor des Alfred-Wegener-Instituts in Bremerhaven und frisch gebackener Vorsitzender des Europäischen Polar-Komitees war, versammelte er eine 50-köpfige Arbeitsgruppe von Wissenschaftlern um sich, die den arktischen Ozean genauer erforschen wollte.

DIE AURORA BOREALIS steht in einer alten Tradition. Bereits im 16. Jahrhundert versuchten Entdecker wie John Davis auf der Nordwestpassage oder Hugh Willoughby auf der Nordostpassage, Wege durch das arktische Eis zu finden. Sie scheiterten wie viele andere in den nächsten 300 Jahren, deren durchaus stabil gebaute Holzschiffe der Macht des Eises nicht gewachsen waren. Erst 1879 durchquerte Adolf Erik Nordenskjöld die Nordostpassage, und 1905 fand Roald Amundsen einen Weg durch die Nordwestpassage.

In den 1970er und 1980er Jahren war es vor allem die wissenschaftliche Neugier, die Forscher an die Enden der Welt trieb. Dann aber gewannen die Suche nach Bodenschätzen und neuen Fischgründen sowie politische Interessen an Bedeutung; außerdem war die

1982 in Dienst gestellte Polarstern auch als Versorgungsschiff für die Antarktisstationen gedacht.

Damit die Aurora Borealis selbst dort weiterkommt, wo andere Schiffe im Eis stecken bleiben, mussten die Wissenschaftler und Ingenieure völlig neue Konstruktionen entwerfen – und es werden noch mindestens vier Jahre an Planungen, Diskussionen und Anpassungen vergehen, ehe die erste Stahlplatte für den Super-Eisbrecher geschnitten und gebogen ist.

KARL-HEINZRUPP von der Hamburger Schiffbau-Versuchsanstalt: »Die entscheidende Frage war, ob man ein Schiff dynamisch im Eis positionieren kann.« Dynamisch die Position halten bedeutet, dass sich das Schiff um höchstens 100 Meter über einem Bohrloch bewegen darf, das fünf Kilometer tief unter dem Schiff liegt; je geringer die Meerestiefe, umso weniger Freiraum bleibt. Das lässt sich mithilfe der Satellitennavigation heute gut bewerkstelligen. Messpunkte auf benachbarten Eisschollen erfassen die Eisdrift, sodass die Schiffsführung den Eisbrecher rechtzeitig um den Bohrschacht in der Mitte des Schiffes in Driftrichtung des Eises drehen kann. Doch das erfordert enorme Maschinenleistungen in alle Richtungen. Wenn das Schiff in eine Rinne eingekellt wird, muss es sich manchmal sogar herauschaukeln. Dazu spülen starke Pumpen Ballastwasser zwischen zwei seitlichen Tanks hin und her. Eine scharfe Kante an den Bordwänden hilft, das Eis auch an der Seite zu brechen.

Rupp erwog ursprünglich den Einsatz sogenannter Pod-Antriebe: rundum drehbare Gondeln unter dem Schiff, in denen ein Elektromotor sitzt, der den Propeller antreibt. Sie machen Schiffe zwar sehr beweglich, sind aber selbst 20 Jahre nach ihrer Einführung noch immer nicht ausgereift und äußerst stör anfällig. So fiel die Wahl

Im Testbecken geht die Aurora Borealis schon jetzt auf Eisfahrt. Die markanten Aufbauten fehlen dem Modell, dafür ist es vollgepackt mit Mess-elektronik



Mehr als zehn Jahre Planung und Tüftelei – dann erst wird die erste Stahlplatte geschnitten und gebogen

schließlich auf eine robuste Kombination konventioneller Antriebe: Drei fest stehende Hauptpropeller mit je 27000 Kilowatt Leistung, dazu sechs Querpropeller, die sich aus dem Schiffsrumpf nach unten ausfahren lassen.

Der Wissenschaftsrat gab 2006 sein Okay zur Weiterentwicklung der Aurora Borealis, das Bundesforschungsministerium steuerte 5,5

Millionen Euro zur Generalplanung bei. Die EU-Kommission stellte zusätzlich 4,5 Millionen Euro für die organisatorische und politische Vorbereitung bereit, und Institute aus zehn europäischen Ländern, darunter auch Russland, sagten ihre Beteiligung an der Verwirklichung des europäischen Polarforscherraums zu. Der Auftrag für den Generalplan ging Ende

2007 an das Konstruktionsbüro Schiffko in Hamburg, heute Wärtsilä Ship Design Germany, dessen Ingenieure schon die Polarstern und andere Forschungs- und Vermessungsschiffe in aller Welt entworfen und gestaltet haben.

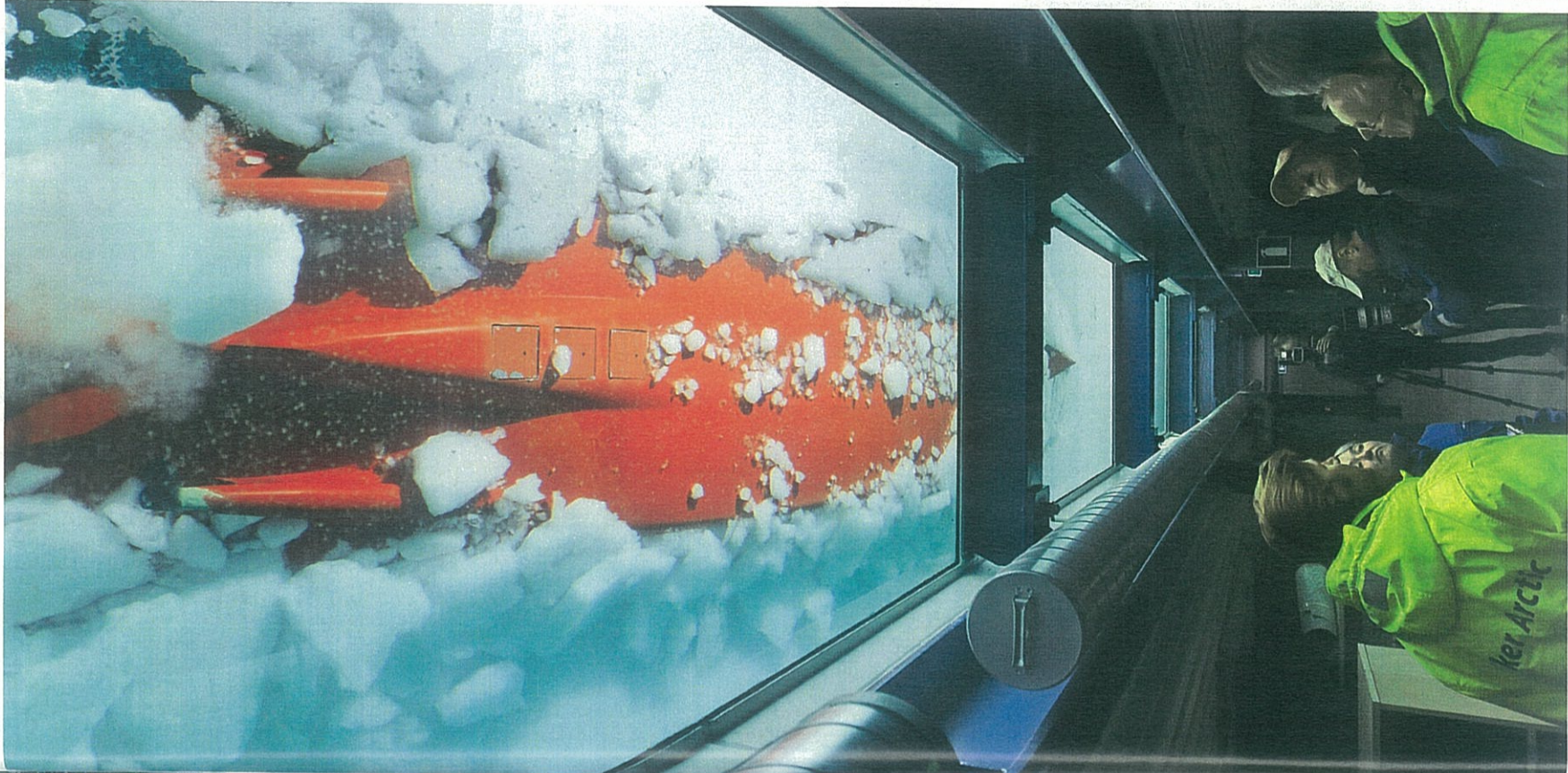
Jetzt, nach über einem Jahr, steht der Generalplan für einen 200 Meter langen Eisbrecher, der mit 49 Meter Breite gerade eben durch den neuen, erweiterten Panamakanal passen würde. Neben dem Bohrschacht in der Mitte des Schiffes wird es einen zweiten senkrechten Schacht geben, durch den die Forscher empfindliche Messgeräte vor Eis und Sturm geschützt ins Meer hinablassen können. Wird nicht gebohrt, können beispielsweise Biologen das schwere Bohrgeschirr nutzen, um Unterwasserroboter oder ferngesteuerte Klein-U-Boote hinabzulassen, die die tiefe Biosphäre erkunden.

Die beiden Schächte, auch Moonpools genannt, öffnen sich in Höhe der Oberdecks zu einer Art Atrium, um das fest eingebaute Labors und Stellplätze für Containernabors angeordnet sind, die alle einen direkten Zugang zum Schacht haben. Ein ausgeklügeltes Transportsystem innerhalb des Schiffes sorgt dafür, dass die mobilen Labors auch bei Seegang zwischen Laderaum und Arbeitsstandort bewegt werden können.

DER GENERALPLAN ist die Grundlage für eine öffentliche Bauanschreibung, auf die sich Werften bewerben können. Er dient aber auch der realistischen Kostenkalkulation und dazu, das nötige Geld in den Teilnehmerländern einzuwerben. Veranschlagt sind bisher 635 Millionen Euro.

Das Projekt ist völlig Neuland für die Schiffsplaner. »Wir gehen da mit Handarbeit ran«, sagt Albrecht Delius, Betriebsleiter von Wärtsilä Ship Design Germany. »Computer helfen uns dabei nicht so viel. Mathematische Konstruk-

So sieht es von unten aus, wenn das Modellschiff sich durch das Eis des Testbeckens schiebt



ALFRED-WEGENER INSTITUT / JAN MEIER, BREMEN, GETTY IMAGES, AP



Bisher ist die Polarstern das Flaggschiff der deutschen Polarforschung

Der amerikanische Ingenieur Robert Edwin Peary (unten) behauptete, am 6. April 1909 als Erster den Nordpol erreicht zu haben

tionsmodelle beruhen ja auf Erfahrungen, die man in Modelltranks und bei real existierenden Schiffen gemacht hat. Für die Aurora Borealis gibt es aber keine Methoden, die man zugrunde legen könnte.«
Viel wichtiger sei deshalb, dass die Mitarbeiter neue Ideen haben, sie entwickeln und in das Design einbringen.

DAS GANZE JAHR 2008 über wurde am Design gefeilt. So führten die Ergebnisse von Modelltests mit verschiedenen Rumpfformen und Antriebsvarianten in den Eistanks der Hamburger Schiffbau-Versuchsanstalt und bei Aker Arctic immer wieder zu Veränderungen. Alle 14 Tage trafen sich die Designer mit Polarforschern und erfahrenen Kapitänen, um deren Erfahrungen zu berücksichtigen. Sie flogen auch nach Singapur, um das größte Forschungsbohrschiff der Welt, die »JOIDES Resolute«, zu besichtigen, und informierten sich im Alfred-Wegener-Institut über die Anforderungen für Reinstlabors, weil so ein Speziallabor auch in der Aurora Borealis Platz finden soll. In »Stahlstrukturplänen« berechneten sie den Druck des Eises auf die Bordwand, in »maschinenbaulichen Plänen« die Antriebskräfte, die nötig sein werden, um dem Eis Paroli zu bieten.

Niemand weiß, was das Wunderschiff in den letzten unerforschten Gebieten der Erde an Bodenschätzen finden wird

Rund 200 Zeichnungen entstanden auf diese Weise, die zusammen mit einem mehrere Zentimeter dicken Buch voller Beschreibungen den Generalplan für die Ausschreibung bilden. Die Wert, die den Zuschlag bekommt, muss die Garantie für das fertige Schiff übernehmen. Zu ihrem eigenen Schutz erstellt sie deshalb alle

datenbank wird selbst die kleinste Schraube für die Werkstattunterlagen aufgelistet und die Stelle zeichnet, an der sie eingesetzt wird. Ein solcher Detailplan mündet auch in Steueranweisungen für die automatischen Schneid- und Schweißroboter, die ihre Arbeit an den Stahlplatten für den Rumpf bereits aufnehmen, während Designer noch an den Details der Innenausstattung feilen.

So viel Aufwand, um in öde Eiswüsten vorzudringen? An den Polen liegen die letzten unerforschten Gebiete der Erde. Niemand weiß, was dort an Bodenschätzen und wissenschaftlichen Unbekanntem verborgen liegt. Mit der Aurora Borealis kann eine neue Ära der Entdecker beginnen. <<

WEBWEISER

Aurora Borealis –
Forschungsschreiber der Zukunft:
www.weltderphysik.de/de/6647.php
Alfred-Wegener-Institut für
Polar- und Meeresforschung:
www.awi.de/de



weiteren Planzeichnungen selbst oder mithilfe eines externen Ingenieurbüros. Bevor die Wertexperten an die Detailplanung gehen, kümmern sie sich um die Sicherheit des Schiffes und erstellen sogenannte Klassifikationszeichnungen, den eigentlichen Hauptentwurf. Anhand dieser Pläne prüfen die Klassifikationsgesellschaften, die TÜVs für Schiffe, ob so ein Eisbrecher auch allen Sicherheitsanforderungen genügen wird.

Dann geht es an die tückischen Kleinigkeiten. In einer Computer-

PM. HISTORY

Das große Magazin für Geschichte

HISTORY 3/2009

DEUTSCHLAND 4,50 €

Großer Sonderteil

Im Wunderland der Pharaonen

Auf der Suche nach dem verborgenen Wissen der alten Ägypter

Pyramiden-Phänomene
Theorien über Kraftplätze, Sternentore und UFO-Rampen

Ramses der Große
Wie er sich zum mächtigsten Pharaos aller Zeiten hochkämpfte

Tiere als Mumien
Göttliche Krokodile und Ibisse auf ihrer Reise ins Jenseits

Quelle der Weisheit
Als die ersten Ägyptenpilger die Hieroglyphen deuteten

Venedigs Kameval
Das bunte Treiben hinter geheimnisvollen Masken – und seine Geschichte

Ruf der Freiheit
Mauerfall 1989: Wie ihn Deutsche aus Ost und West erlebten

JETZT IM HANDEL!

www.pm-history.de

Für alle, die noch staunen können.

APPENDIX A2:

LISTE DER VORTRÄGE UND POSTER

**APPENDIX 2: Vorträge bzw. Poster plus Präsentationen des AURORA BOREALIS - Projektes
(1. Februar 2007 bis 31. Januar 2009)**

2007

- N. Biebow, *The AURORA BOREALIS Project - Development of a new European Drilling Research Icebreaker*, EU-Russia Co-operation: Priorities for Science & Technology 2007 - 2013, 22. Februar, Moskau, Russland, Vortrag
- J. Thiede, N. Biebow, C. Haas, M. Klages, *Needs for Novel Research Approaches, Infrastructures and Technologies for the Exploration of the Polar Environments*, Report from Session 6 "Research Infrastructures", International Symposium of the European Commission "Polar Environment and Climate", 5.-6. März, Brüssel, Belgien, Vortrag
- N. Biebow, J. Thiede, P. Egerton, *AURORA BOREALIS: A new Research Icebreaker with Deep-Sea Drilling Capability*, Arctic Science Summit Week, 14.-21. März, Hanover, USA, Vortrag
- N. Biebow, *AURORA BOREALIS: A New European Research Icebreaker with Drilling Capability*, EUROPOLAR Symposium, 26.-27. März, Strassburg, Frankreich, eingeladener Vortrag
- N. Biebow, *The AURORA BOREALIS Project - Development of a new European Drilling Research Icebreaker*, Arbeitstreffen der Wissenschaftsreferenten der EU-Botschaften, 19. April, Moskau, Russland, eingeladener Vortrag
- M. Kunz-Pirrung, N. Biebow, J. Thiede, *Das AURORA BOREALIS Projekt - Entwicklung eines neuen bohrfähigen Forschungseisbrechers*, Arbeitskreis "Geowissenschaften der Polargebiete", 27.-28. April, Leipzig, Deutschland, Vortrag
- N. Biebow, M. Kunz-Pirrung, J. Thiede, *AURORA BOREALIS - A new European Research Icebreaker with drilling capability*, EU-Konferenz: Die künftige Meerespolitik der EU: Eine europäische Vision für Ozean und Meere, 2.-4. Mai, Bremen, Deutschland, Vortrag
- N. Biebow, J. Thiede, P. Egerton, *AURORA BOREALIS: A European Research Icebreaker with Deep-Sea Drilling Capability*, EU-Konferenz: Sustainable Neighbourhood - from Lisbon to Leipzig through Research (L2L), 8.-10. Mai, Leipzig, Deutschland, Poster
- N. Biebow, *AURORA BOREALIS: A New European Research Icebreaker with Drilling Capability*, Arbeitstreffen der Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschüsse (EWSA), 23.-25. Mai, Bremerhaven, Deutschland, Vortrag
- N. Biebow, E. Sauter, *Das AURORA BOREALIS Projekt - ein neues Kapitel der Polarforschung*, Kongress InnoMeerKom'07, Innovation und Kompetenz in der Meerestechnik, 30.-31. Mai 2007, Bremerhaven, Deutschland, Vortrag
- N. Biebow, *Das Projekt AURORA BOREALIS*, Landesausschuss SCAR / IASC, 30.-31. Mai, Dresden, Deutschland, Vortrag
- J. Thiede, N. Biebow, B. Coakley, W. Jokat, R. Stein, *Perspective of Arctic Deep-Sea Drilling and the AURORA BOREALIS Project*, The Fifth International Conference on Arctic Margins (ICAM V), 3.-5. September, Tromsø, Norwegen, Vortrag
- N. Biebow, *Update on ESFRI and the ERICON AURORA BOREALIS project*, European Polar Infrastructure Committee Meeting, 11. September, Strassburg, Frankreich, eingeladener Vortrag
- N. Biebow, J. Thiede, M. Kunz-Pirrung, L. Lembke-Jene, *Development of a European Research Icebreaker with Drilling Capability*, 2. International Georg von Neumayer Symposium, 20.-23. September, Bad Dürkheim, Deutschland, Vortrag
- L. Lembke-Jene, N. Biebow, M. Kunz-Pirrung, J. Thiede, *AURORA BOREALIS - A European Research Icebreaker with Deep-Sea Drilling Capability*, ESF-VR-FORMAS Research Conferences - "Global Environmental Change: The Role of the Arctic", 13.-17. Oktober, Nynäshamn, Schweden, eingeladener Vortrag
- P. Egerton, N. Biebow, *ERICON project (AURORA BOREALIS) and the role of ECORD*, 12th ECORD Council Meeting, 22.-23. Oktober, Madrid, Spanien, Vortrag
- J. Thiede, *Concept to the AURORA BOREALIS project*, Italian-German Workshop on AURORA BOREALIS im Istituto di Scienze Marine (CNR-ISMAR), 5.-6. November 2007, Venedig, Italien, Vortrag
- N. Biebow, *Scientific applications of AURORA BOREALIS – An example from the ACEX -Expedition*, Italian-German Workshop on AURORA BOREALIS im Istituto di Scienze Marine (CNR-ISMAR), 5.-6. November 2007, Venedig, Italien, Vortrag
- L. Lembke-Jene, *Technical aspects of AURORA BOREALIS*, Italian-German Workshop on AURORA BOREALIS im Istituto di Scienze Marine (CNR-ISMAR), 5.-6. November 2007, Venedig, Italien, Vortrag
- N. Biebow, *Development of a European Research Icebreaker with Drilling Capability*, European Polar Summit, 7.-8. November, Rom, Italien, eingeladener Vortrag

- J. Thiede, *Concept to the AURORA BOREALIS project*, Polar Research Workshop: The European Polar Research Icebreaker AURORA BOREALIS & The 2nd International Symposium of Polar Scientific Research, 16.-17. November, Bukarest, Rumänien, Vortrag
- N. Biebow, *Scientific applications of AURORA BOREALIS – An example from the ACEX – Expedition*, Polar Research Workshop: The European Polar Research Icebreaker AURORA BOREALIS & The 2nd International Symposium of Polar Scientific Research, 16.-17. November, Bukarest, Rumänien, Vortrag
- L. Lembke-Jene, *Technical aspects of AURORA BOREALIS*, Polar Research Workshop: The European Polar Research Icebreaker AURORA BOREALIS & The 2nd International Symposium of Polar Scientific Research, 16.-17. November, Bukarest, Rumänien, Vortrag
- N. Biebow, *Development of a European Research Icebreaker with Deep-Sea Drilling Capability*, ESF General Assembly, 29.-30. November, Strassburg, Frankreich, eingeladener Vortrag
- N. Biebow, *Development of a European Research Icebreaker with Deep-Sea Drilling Capability*, Symposium of the St. Petersburg State Mining Institute, 3. Dezember, St. Petersburg, Russland, Vortrag
- N. Biebow, *New developments in the AURORA BOREALIS Project*, 2nd Impetus Workshop on AURORA BOREALIS, 4.-5. Dezember, St. Petersburg, Russland, Vortrag
- L. Lester-Lembke, *AURORA BOREALIS, a European Research Icebreaker with Deep-Sea Drilling Capability - Technical and Conceptual Aspects*, 2nd Impetus Workshop on AURORA BOREALIS, 4.-5. Dezember, St. Petersburg, Russland, Vortrag
- M. Kunz-Pirrung, N. Biebow, L. Lembke-Jene, J. Thiede, P. Egerton, *AURORA BOREALIS - Icebreaker, Drilling Platform and Multi-Purpose Research Vessel*, American Geophysical Union (AGU) Fall Meeting, 10.-14. Dezember, San Francisco, USA, Poster
- J. Thiede, N. Biebow, P. Egerton, M. Kunz-Pirrung, L. Lembke-Jene, *AURORA BOREALIS – Development of a New Research Icebreaker with Drilling Capability*, American Geophysical Union (AGU) Fall Meeting, 10.-14. Dezember, San Francisco, USA, Vortrag

2008

- J. Thiede, *Climate Signals in the Geological Record.*- International. Symposium of Planet Earth (NGU 150 y.), 7. Februar, Trondheim, Norwegen, Vortrag
- P. Egerton, C. Ricci, G. Jugie, J. Thiede, *Cold rush for polar position*, Research Europe, 28. Februar, Brüssel, Belgien, Poster
- N. Biebow, J. Thiede, M. Kunz-Pirrung, L. Lembke-Jene, P. Egerton, *AURORA BOREALIS: A new European Research Icebreaker with Deep-Sea Drilling Capability*, 23. International Polar Conference, 10.-14. März, Münster, Vortrag
- N. Biebow, M. Kunz-Pirrung, L. Lembke-Jene, J. Thiede, P. Egerton, *AURORA BOREALIS - Development of a new research icebreaker with deep-sea scientific drilling capability*, Arctic Science Summit Week (ASSW), 26. März - 2. April, Syktyvkar, Russland, Vortrag
- L. Lembke-Jene, N. Biebow, M. Kunz-Pirrung, J. Thiede, P. Egerton, *AURORA BOREALIS - European Research Icebreaker and Deep-Sea Drilling Vessel: The Challenge of a New Infrastructure*, 2nd International Conference "Arctic Palaeoclimate and its Extremes (APEX)", 1.-4. April, Durham, Großbritannien, Vortrag
- J. Thiede, *Global Warming in Cold Regions: Truth or Fiction from the Perspective of a Scientist.* – Junior Chamber International, Hamburg, International Plenary Meeting, 4. April, Hamburg, Vortrag
- N. Biebow, *ERICON - AURORA BOREALIS - Development of a European Research Icebreaker with Deep-Sea Drilling Capability*, 5th European Geosciences Union General Assembly, ERICON-AURORA BOREALIS Splinter Meeting, 15. April, Wien, Österreich, Vortrag
- L. Lembke-Jene, *AURORA BOREALIS Research Icebreaker - Technical Design Status Update*, 5th European Geosciences Union General Assembly, ERICON-AURORA BOREALIS Splinter Meeting, 15. April, Wien, Österreich, Vortrag
- M. Kunz-Pirrung, N. Biebow, L. Lembke-Jene, J. Thiede, P. Egerton, *AURORA BOREALIS - Icebreaker, Drilling Platform and Multi-Purpose Research vessel*, ERICON-AURORA BOREALIS Splinter Meeting, 15. April, Wien, Österreich, Poster
- L. Lembke-Jene, N. Biebow, M. Kunz-Pirrung, J. Thiede, P. Egerton, *AURORA BOREALIS a New Research Icebreaker and Drilling Vessel*, 5th European Geosciences Union General Assembly, 13.-18. April, Wien, Österreich, Poster
- M. Kunz-Pirrung, N. Biebow, L. Lembke-Jene, J. Thiede, P. Egerton, *Technical design of AURORA BOREALIS - Icebreaker, Drilling Platform and Multi-purpose Research Vessel*, 5th European Geosciences Union General Assembly, 13.-18. April, Wien, Österreich, Poster
- J. Thiede, *Forschungsschifffahrt in eisbedeckten Meeresgebieten: Wegbereiter für den Kommerz?* - Nautischer Verein zu Hamburg, 15. April, Hamburg, Vortrag

- N. Biebow, *Overview of the status of the BMBF-funded AURORA BOREALIS Project*, 1st. ERICON - AURORA BOREALIS Technical Meeting, 5.-7. Mai, Ostwald-Strassburg, Frankreich, Vortrag
- N. Biebow, *Short introduction and summary of the ERICON-AB FP7 project and structure* - 1st. ERICON - AURORA BOREALIS Technical Meeting, 5.-7. Mai, Ostwald-Strassburg, Frankreich, Vortrag
- L. Lembke-Jene, *AURORA BOREALIS - European Research Icebreaker and Deep-Sea Drilling Vessel: Design and Technical Development*, 1st. ERICON - AURORA BOREALIS Technical Meeting, 5.-7. Mai, Ostwald-Strassburg, Frankreich, Vortrag
- M. Kunz-Pirring, *Communication and outreach strategy and planning events for AURORA BOREALIS*, 1st. ERICON - AURORA BOREALIS Technical Meeting, 5.-7. Mai, Ostwald-Strassburg, Frankreich, Vortrag
- J. Thiede, *Geologi og klima*, Dänisches Geozentrum, 16. Mai, Kopenhagen, Dänemark, Vortrag
- J. Thiede, *Das AURORA-BOREALIS-Projekt*, Rotary-Club Bremerhaven. 19. Mai, Bremerhaven, Vortrag
- M. Kunz-Pirring, N. Biebow, L. Lembke-Jene, J. Thiede, *AURORA BOREALIS - Eisbrecher, Bohrschiff und Mehrzweck-Forschungsschiff*, Tag der offenen Tür RV „Polarstern“, 25. Mai, Bremerhaven, Poster
- N. Biebow, L. Lembke-Jene, M. Kunz-Pirring, J. Thiede, P. Egerton, *AURORA BOREALIS - European Research Icebreaker and Drilling Vessel for Post - IPY Polar Research*, 1st Workshop on Portuguese Polar Science, 27. Mai, Lissabon, Portugal, eingeladener Vortrag
- L. Lembke-Jene, N. Biebow, M. Kunz-Pirring, *New Scientific Drilling Infrastructures for the Future: AURORA BOREALIS - Icebreaker, Drilling Platform and Multi-Purpose Research Vessel*, IODP-ECORD Workshop: "Drilling for the Future", 27.-30. Mai, Edinburgh, Schottland, Poster
- J. Thiede, *The AURORA BOREALIS-Project*, Lecture UNIS, 4. Juni, Longyearbyen, Norwegen, Vortrag
- J. Thiede, *Das AURORA BOREALIS-Projekt*, Kolloquium anlässlich des 90. Geburtstages von Prof. Seibold, 6. Juni, Sulzburg, Deutschland, Vortrag
- J. Thiede, *Beiträge der internationalen Tiefseebohrprojekte (DSDP/ODP/IODP) zum Verständnis der Kontinente und Ozeane*, Geologisches Institut Universität Innsbruck, 10. Juni, Innsbruck, Österreich, Vortrag
- M. Kunz-Pirring, N. Biebow, L. Lembke-Jene, J. Thiede, P. Egerton, *Technical design of AURORA BOREALIS - Icebreaker, Drilling Platform and Multi-purpose Research Vessel*, Tagung von GeoUnion und Geokommission im Rahmen des "Internationalen Jahres des Planeten Erde", 12.-13. Juni, Berlin, Poster
- J. Thiede, *Das Nordlicht, eine Überraschung*, Rotary-Club Kiel-Düsternbrook, 19. Juni, Kiel, Vortrag
- N. Biebow, P. Egerton, L. Lembke-Jene, M. Kunz-Pirring, J. Thiede; *The AURORA BOREALIS Project - Perspectives of Polar Deep-Sea Drilling*, SCAR/IASC IPY Open Science Conference, 8.-11. Juli, St. Petersburg, Russland, Vortrag
- L. Lembke-Jene, N. Biebow, M. Kunz-Pirring, P. Egerton, J. Thiede, *AURORA BOREALIS - European Research Icebreaker and Drilling Vessel for Future Polar Research*, SCAR/IASC IPY Open Science Conference, 8.-11. Juli, St. Petersburg, Russland, Vortrag
- N. Biebow, L. Lembke-Jene, M. Kunz-Pirring, J. Thiede & P. Egerton, *AURORA BOREALIS - European Research Icebreaker and Drilling Vessel for Post - IPY Polar Research*, 33rd International Geological Congress, 6.-14. August, Oslo, Norwegen, Vortrag
- L. Lembke-Jene, N. Biebow, M. Kunz-Pirring, J. Thiede, P. Egerton, *AURORA BOREALIS - A New European Research Icebreaker for Future Polar Deep-Sea Drilling*, 33rd International Geological Congress, 6.-14. August, Oslo, Norwegen, Vortrag
- J. Thiede, *The AURORA BOREALIS Project*, AAAS Arctic Science Conference "Growing Sustainability Science in the North", 15.-17. September, Fairbanks, Alaska, eingeladener Vortrag
- J. Thiede, *AURORA BOREALIS – Development of a New European Research Icebreaker with Drilling Capability*, seminar at the Geology Department of the Fairbanks University, 18. September, Fairbanks, Alaska, Vortrag
- L. Lembke-Jene, *Status of BMBF funded project and Technical Design of AURORA BOREALIS*, ERICON AB Technical Steering Committee Meeting, 30. September Brüssel, Belgien, Vortrag
- J. Thiede, *The AURORA BOREALIS Idea*, AURORA BOREALIS Workshop, Geological Survey of Irland, 2. Oktober, Dublin, Irland, Vortrag
- N. Biebow, *Development of the European Research Icebreaker with Deep-Sea Drilling Capability*, AURORA BOREALIS Workshop, Geological Survey of Irland, 2. Oktober, Dublin, Irland, Vortrag
- L. Lembke-Jene, *Scientific applications of AURORA BOREALIS – An example from the ACEX – Expedition*, AURORA BOREALIS Workshop, Geological Survey of Irland, 2. Oktober, Dublin, Irland, Vortrag

- L. Lembke-Jene, *AURORA BOREALIS - Development of a new European Research Icebreaker and Deep-Sea Drilling Vessel*, INMARTEC 08 - International Marine Technicians Symposium, 8.-10. Oktober, Toulon, Frankreich, Vortrag
- N. Biebow, *ERICON-AURORA BOREALIS Development of an European Research Icebreaker with Deep-Sea Drilling Capability*, Canadian Consortium on Ocean Drilling Meeting, 20.-21. Oktober, Montreal, Canada, eingeladener Vortrag
- L. Lembke-Jene, N. Biebow, M. Kunz-Pirrung, J. Thiede, *AURORA BOREALIS: Development of a New European Research Icebreaker and Deep-Sea Drilling Vessel*, USSSP-ESF Arctic Ocean Scientific Drilling Workshop: "Arctic Ocean History, From Speculation to Reality", 3.–5. November, Bremerhaven, Deutschland, eingeladener Vortrag
- J. Thiede, *The AURORA BOREALIS Idea*, AURORA BOREALIS Workshop at the Danish Polar Center, 12. November, Kopenhagen, Dänemark, Vortrag
- L. Lembke-Jene, *Development of the European Research Icebreaker AURORA BOREALIS*, AURORA BOREALIS Workshop at the Danish Polar Center, 12. November, Kopenhagen, Dänemark, Vortrag
- J. Thiede, *The AURORA BOREALIS Idea*, AURORA BOREALIS Workshop at the University of Bergen, 14. November, Bergen, Norwegen, Vortrag
- L. Lembke-Jene, *Development of the European Research Icebreaker with Deep-Sea Drilling Capability and scientific applications of AURORA BOREALIS*, AURORA BOREALIS Workshop at the University of Bergen, 14. November, Bergen, Norwegen, Vortrag
- J. Thiede, *Arctic Ocean Paleoenvironments in a "Greenhouse" and an "Icehouse" World*, The Global Warming and Polar Conservation Conference, 21.-28. November, Taipei, Taiwan, eingeladener Vortrag
- L. Lembke-Jene, J. Thiede, *AURORA BOREALIS - Research Icebreaker and Drilling Vessel: Project Status*, 13th Russian - German Bilateral Meeting, 26.-29. November, List/Sylt, Deutschland, eingeladener Vortrag
- L. Lembke-Jene, *AURORA BOREALIS: Development of a New European Research Icebreaker and Deep-Sea Drilling Vessel*, 1st ERICON-AURORA BOREALIS Stakeholder Council Meeting, 3. Dezember, Berlin, Deutschland, Vortrag
- N. Biebow, L. Lembke-Jene, M. Kunz-Pirrung, J. Thiede, R. Azzolini, P. Egerton, *AURORA BOREALIS - European Research Icebreaker and Deep-Sea Drilling Vessel*, American Geophysical Union Fall Meeting, 14.-19. Dezember, San Francisco, USA, Vortrag
- L. Lembke-Jene, *AURORA BOREALIS - Icebreaker, Drilling Platform and Multi-Purpose Research Vessel*, American Geophysical Union - Townhall Meeting, "Antarctic Scientific Drilling: Long-Term Science Planning", 18. Dezember, San Francisco, USA, eingeladener Vortrag

2009

- L. Lembke-Jene, *AURORA BOREALIS: Icebreaker, Drilling Platform and Multi-Purpose Research Vessel*, IODP - Science Advisory Structure Executive Committee Meeting, 20.-21. Januar, Lissabon, Portugal, eingeladener Vortrag
- J. Thiede, *Introduction to AURORA BOREALIS*, AURORA BOREALIS Workshop at the University of Utrecht, 30. Januar 2009, Utrecht, die Niederlande, Vortrag
- L. Lembke-Jene, *Technical Design of AURORA BOREALIS*, AURORA BOREALIS Workshop at the University of Utrecht, 30. Januar 2009, Utrecht, die Niederlande, Vortrag

APPENDIX A3:

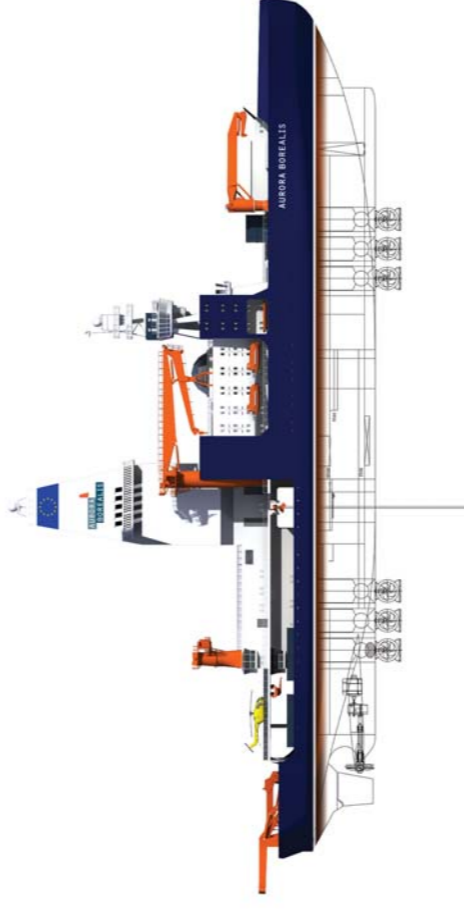
BROSCHÜRE UND IMAGEFLYER

THE PROJECT

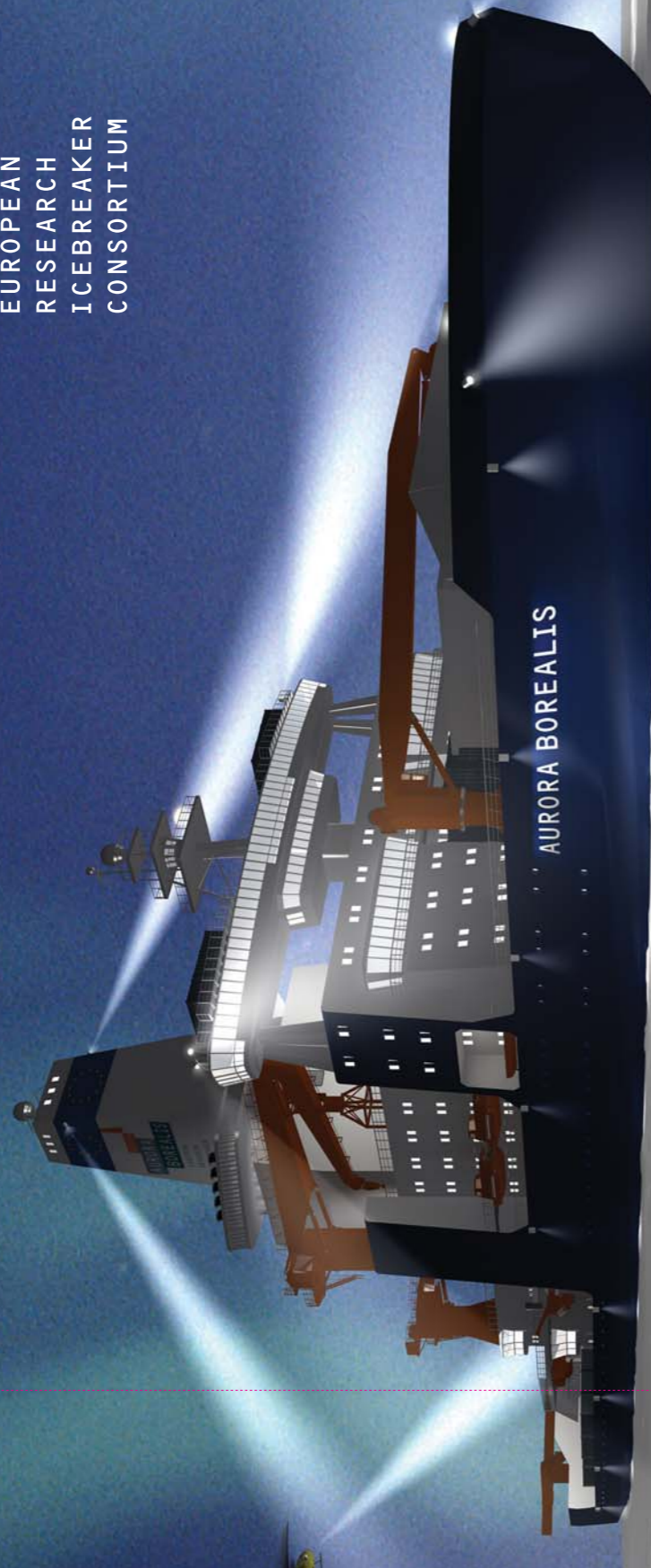


European nations have a mutual substantial interest in studying polar environments, their potential, processes and changes. This involvement stems from Europe being under constant influence of – and interaction with – the Arctic environment. Some countries' territories widely extend into the high northern latitudes, which provide considerable living and non-living resources, but modern research vessels capable of penetrating into the central Arctic are few.

The new European Research Icebreaker AURORA BOREALIS offers the unique possibility for European polar and marine scientists to attain a leading position and to consolidate scientific efforts for the coming decades. The vessel will facilitate extended expeditions into one of the most remote regions on our planet, and thus enable scientists to reveal new discoveries about the past and present polar realm, climate change or the present environmental conditions that affect polar oceans. In addition, the vessel will be the first platform technically able to generate continuous datasets of climate variability from these most sensitive regions, an indispensable prerequisite for projections of future anthropogenic changes in the Polar Regions.



ERICON
AURORA BOREALIS
EUROPEAN
RESEARCH
ICEBREAKER
CONSORTIUM



ERICON
AURORA BOREALIS
EUROPEAN
RESEARCH
ICEBREAKER
CONSORTIUM

ICEBREAKER, DRILLING PLATFORM AND MULTI-PURPOSE RESEARCH VESSEL



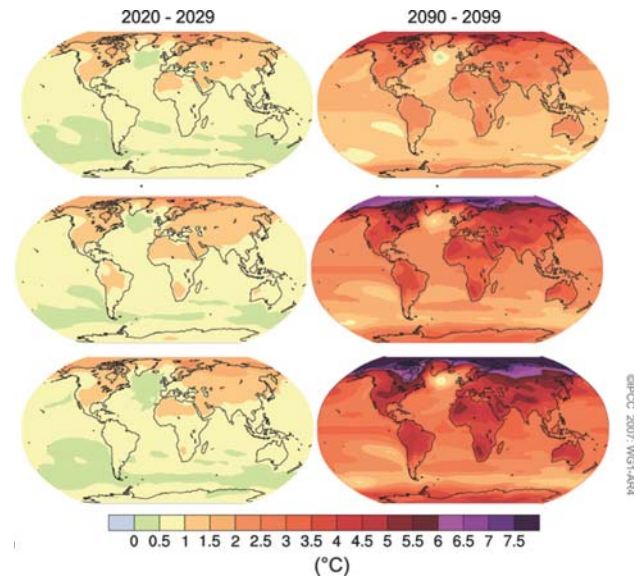
WWW.ERI-AURORA-BOREALIS.EU
CONTACT@ERI-AURORA-BOREALIS.EU



Polar Oceans play a critical role in the earth system. They are characterized by large areas that are permanently or seasonally covered by sea ice, very low temperatures, pronounced seasonal changes, and bordering prominent continental ice sheets. These areas control global climate evolution on a broad range of time scales and directly influence global ocean circulation, sea level change, atmospheric forcing and teleconnections. Complex interactions between ecosystems, ocean, atmosphere and sea ice determine the nature of these unique regions. Long repeated time series observations will be critical for understanding the functioning of the Arctic and Antarctic climate system.

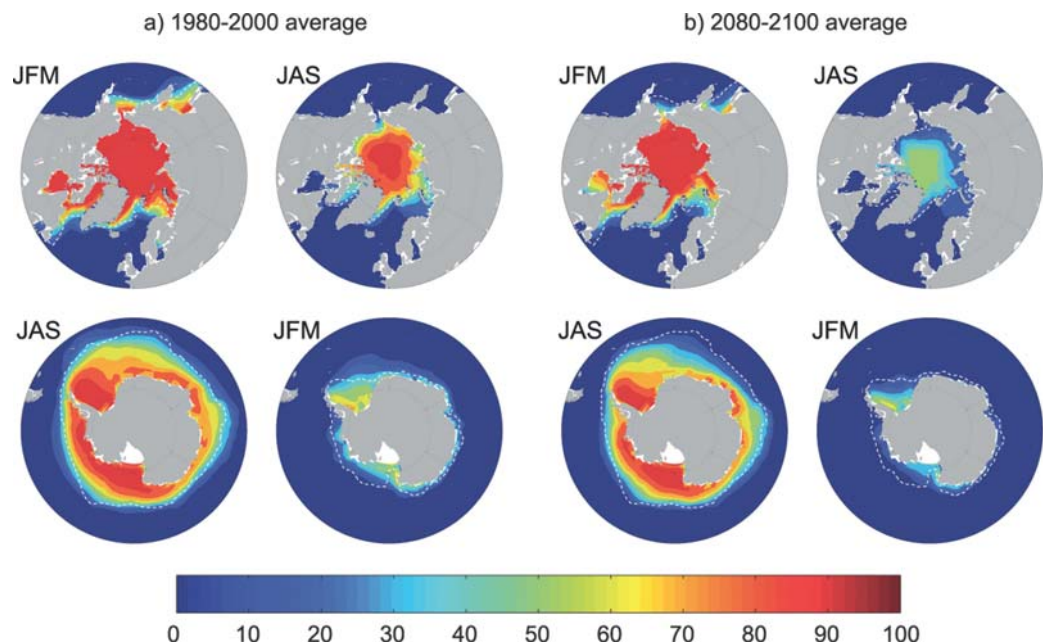
The Polar Oceans are potentially most vulnerable to present and future global environmental changes on our planet, where small shifts may cross thresholds, trigger unknown feedbacks and cause irreversible consequences. Research in the Polar Regions play a decisive role in developing and applying mitigation and adaptation measures for changing high latitude environments. Today, even the most sophisticated modelling forecasts, e.g. the IPCC 4th Assessment Report, are limited by insufficient data coverage in high latitudes. But Polar Regions will certainly face some of the most dramatic changes such as unprecedented rise in temperatures (Fig. 1), surpassing in magnitude other regions on Earth.

Fig. 1) Temperature rise



Understanding polar natural variability demands an extensive and profound knowledge of involved processes. To gain this insight, natural paleoenvironmental archives such as sediment cores from the deep seafloor must be retrieved and analysed. Despite the significance, polar realms are not well understood and substantially lack temporal and areal coverage in discrete sampling and observations. There is a lack of information about natural physical or biological variability of the oceans or long-term shifts in the cryosphere or ecosystems due to the extreme technical and logistical efforts involved to operate in these extreme environments. Even with widely differing forecasts about changing climates in the high latitudes, both Polar Regions will remain a challenge to operate in, due to severe ice and weather conditions (IPCC AR 4: Arctic and Antarctic Summer/Winter Sea ice concentration analysis/forecast see Fig. 2) for the foreseeable future.

Fig. 2) Sea ice concentration



PRIORITY TARGETS FOR POLAR RESEARCH: AURORA BOREALIS SCIENCE PORTFOLIO

The unique year-round operational capacity will allow crucial new process-oriented studies of Polar Regions. Expeditions can be staged outside the optimal weather windows of opportunity, independent of the vagaries of drifting pack ice or limitations by severe weather and endurance, even in completely ice-covered waters. These scientific research comprise topics like:

- **Climate Variability:** scales and indicators of polar climate change to forecast future threats and possibilities.
- **State and stability of the cryosphere:** changing biodiversity and ecosystems in polar environments: Integrated real-time ice–ocean–atmosphere–hydrosphere observations and forecasting for users and inhabitants of Polar Regions.

The advanced scientific drilling capability turns AURORA BOREALIS into an extremely useful and necessary platform for scientific deep-sea drilling in regions inaccessible by other, conventional drilling platforms with a focus on:

- **Reconstruction of past climatic variability including extreme events.**
Unravel the tectonic and geodynamic history of the Arctic and Antarctic ocean basins. Reconstruct the long-term history of Antarctic ice sheets and the transition from a distant “greenhouse” into the current “icehouse” world.
- **Assess nature and stability of the submarine permafrost environment, evaluate the potential de-stabilisation of continental margins and releases of gas hydrates into the hydro- and atmosphere.**
- **Long-term geophysical monitoring of boreholes and the surrounding environment with observatories and instruments.**
- **Access the deep biosphere below seafloor and study life in extreme environments below permanently ice-covered ocean basins.**



ODP/IODP®

ERICON
**AURORA
BOREALIS**
EUROPEAN
RESEARCH
ICEBREAKER
CONSORTIUM



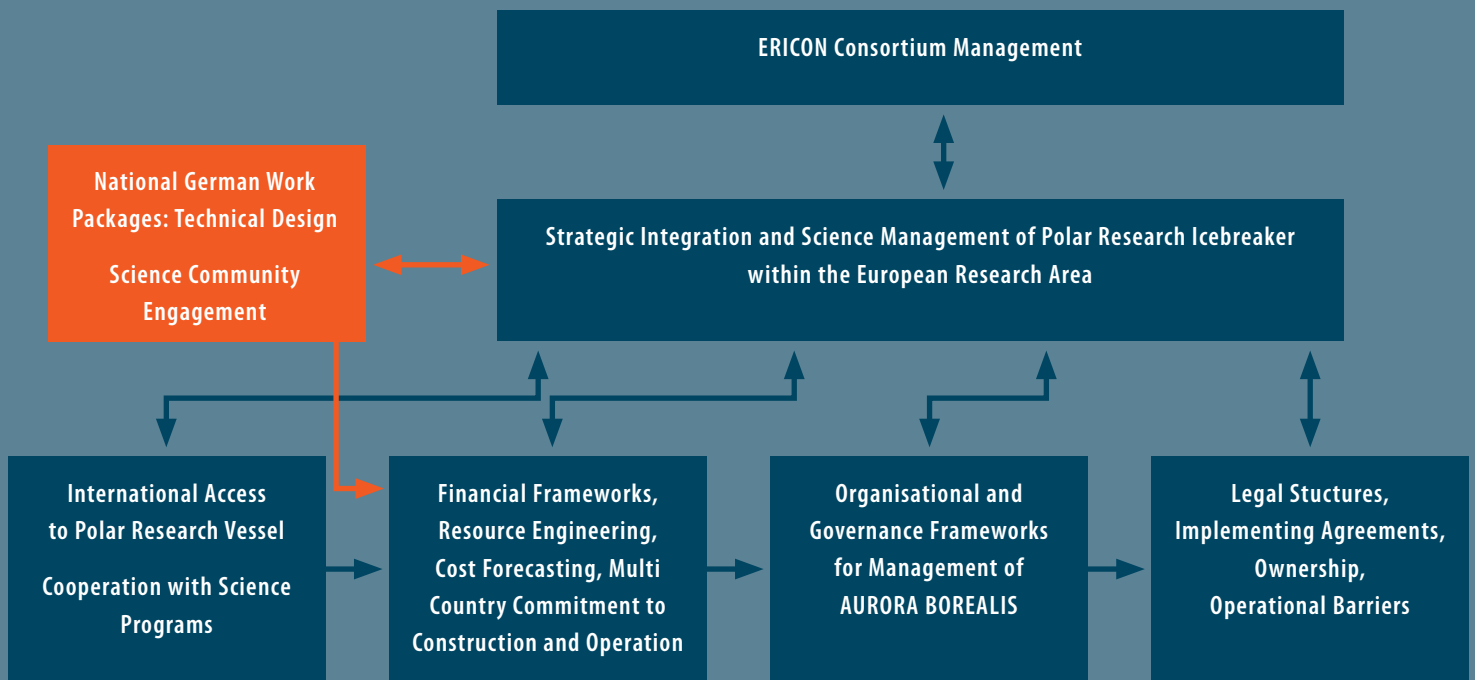
THE CONSORTIUM



The European Research Icebreaker Consortium (ERICON) managed by the European Science Foundation and Alfred Wegener Institute comprises fifteen partners from ten European nations and associated countries that currently receive funding by the EC's 7th Framework Program (ESFRI Preparatory Phase). The overall aims of ERICON are to establish strategic, legal, financial and organizational frameworks for this multi-country research facility. The vessel AURORA BOREALIS will be operated as a large-scale research infrastructure by European nations and other partner nations. Consortium Partners will develop the frameworks for joint ownership and operation of the AURORA BOREALIS. A legal structure will be set up and connections with other existing research assets such as polar stations, air support and satellites. The final aim is to reach an agreement with nations committing to the construction and operation of the vessel. Scientific management frameworks will be established to handle large-scale, multi-year, mission-specific research programs and science and technology co-operations with EU strategic partner countries like Russia are anticipated.

The construction of AURORA BOREALIS as a joint European/international research icebreaker would result in a considerable commitment of the participating nations to co-ordinate and expand their polar research programs in order to operate this ship continuously and with the necessary efficiency. AURORA BOREALIS will contribute as a Polar Environmental Observing Platform for integrated Earth system science and to meet the Arctic and Antarctic drilling challenge within the context of international program such as IODP. The capacity for deep-sea drilling in ice covered oceans makes AURORA BOREALIS a powerful European research platform that complements the platforms provided by Japan (CHIKYU) and the USA (JOIDES RESOLUTION).

ERICON-AURORA-BOREALIS: PROGRESSION AND INTERRELATION



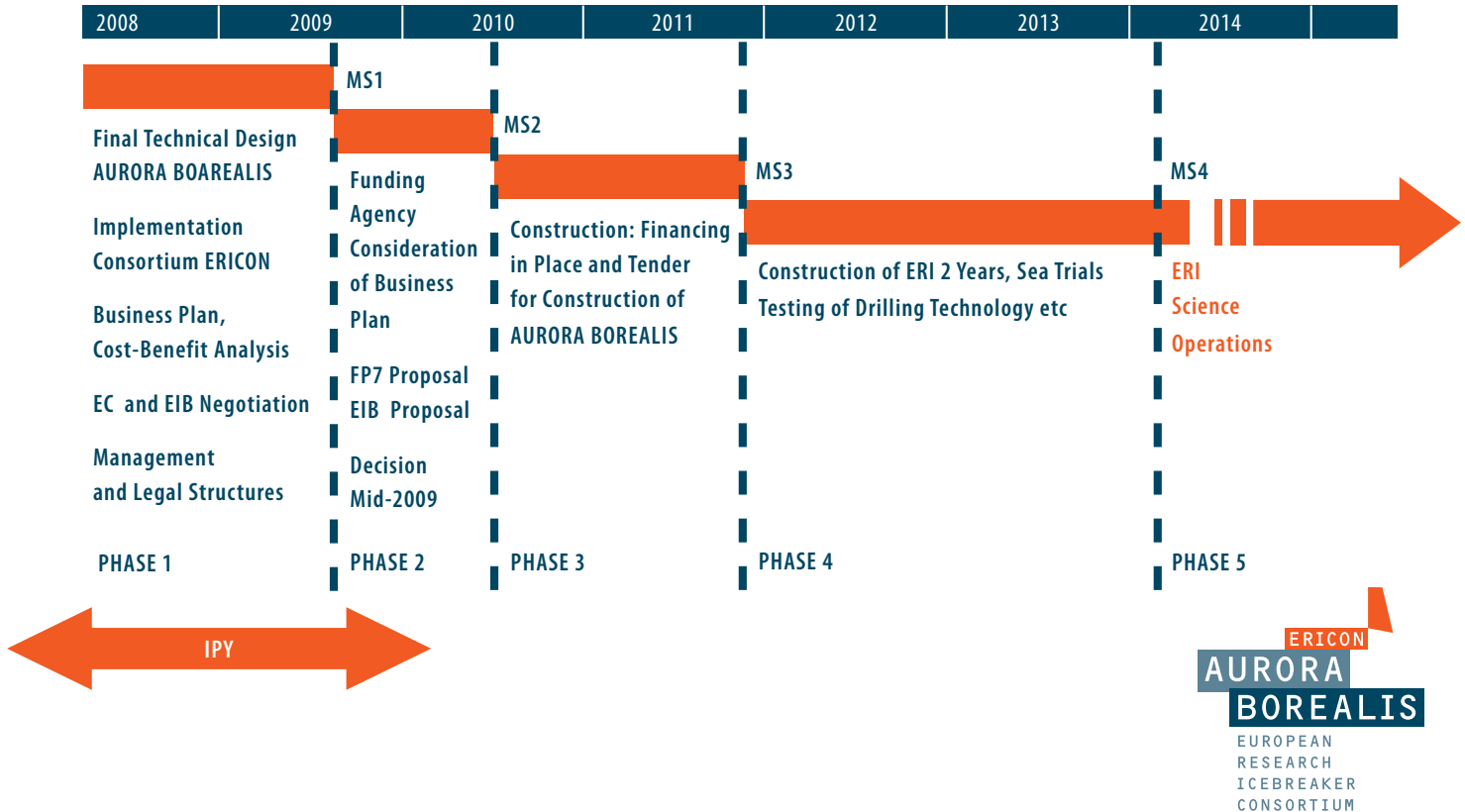
ACTIVITIES

The ERICON-AURORA BOREALIS Preparatory Phase comprises six activities:

1. Adoption of a final technical design of the vessel by stakeholders, created by an external work package funded by the Federal Ministry of Education and Research, Germany.
2. Strategic integration of the vessel into the European Research Area, provision of research services and long term deployment planning.
3. Ensure international access for vessel to the Exclusive Economic Zone (EEZ) in the Arctic, draft possibilities for non-stakeholder nations and third countries to use ship.
4. Initial business perspective including budget plans for construction and operation costs. Acquire models for financial participation.
5. Agreement on organizational structures, decision making processes and the form of the managing agency.
6. Draft models on legal implementation structures, generation of an intergovernmental agreement between participating nations.

All of these combined actions shall enable a framework of facilitation to enable the implementation phase of the infrastructure.

ROAD-MAP AND DEVELOPMENTAL STAGES FOR IMPLEMENTATION OF ERI-AURORA BOREALIS LARGE-SCALE FACILITY 2008-2014



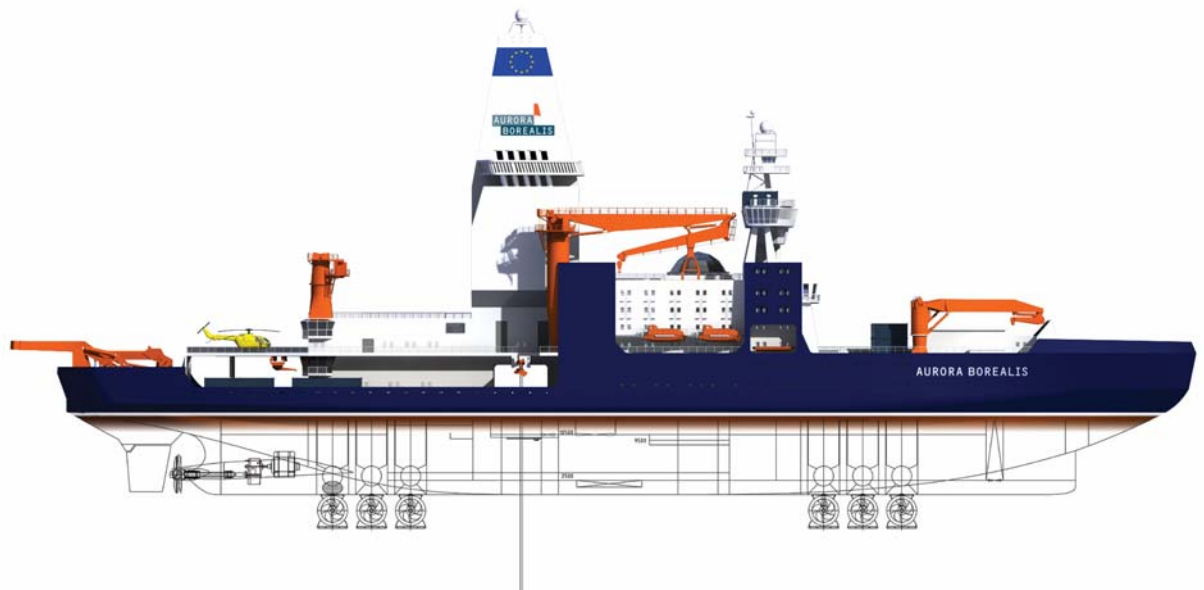
The ERICON project is supported by the European Commission under Framework Program 7 (Grant Agreement No.: 211796).



TECHNICAL DETAILS

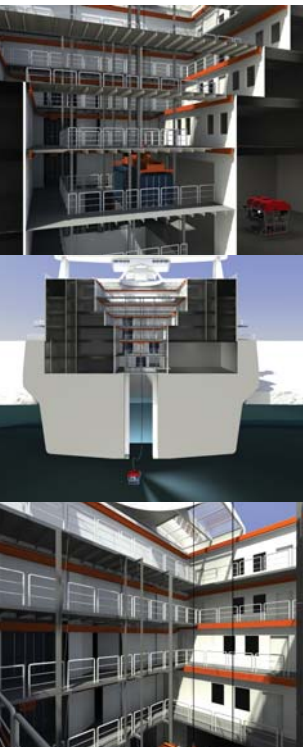
AURORA
BOREALIS

The Research Icebreaker AURORA BOREALIS will be the most advanced Polar Research Vessel in the world with a multi-functional role of deep-sea drilling and supporting climate/environmental research and decision support for stakeholder governments for the next 35-40 years. The new technological features will include dynamic positioning in closed sea-ice cover, advanced ice-forecasting and management with autonomous, multiple helicopter support and the deployment and operation of Remotely Operated Vehicles (ROV) and Autonomous Underwater Vehicles (AUV) from the twin moon-pools.



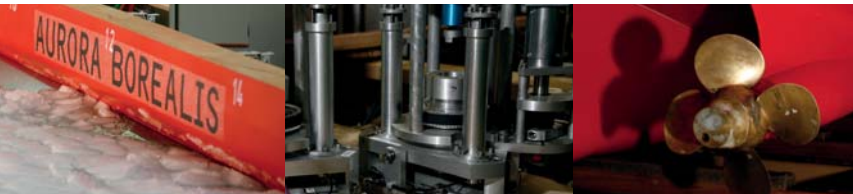
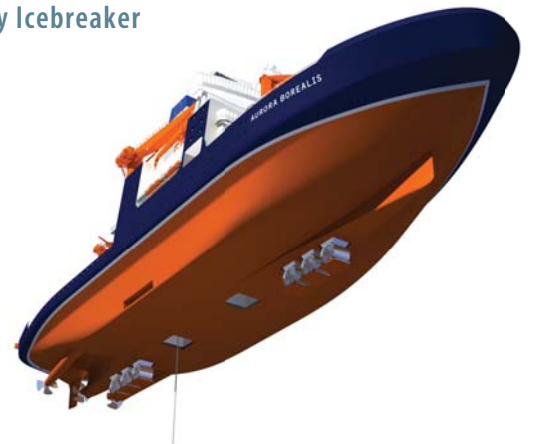
The most unique feature of the vessel is the deep drilling rig, which will enable sampling of the ocean floor and sub-sea up to 5000 m water and 1000 m penetration at the most inhospitable places on earth. The drilling capability will on the long run be deployed in both Polar Regions and AURORA BOREALIS will be the only vessel worldwide that could undertake this type of scientific investigation. The possibility to flexibly equip the ship with laboratory and supply containers, and the variable arrangement of other modular infrastructure (in particular, winches, cranes, etc.), free deck-space and separate protected deck areas, will allow the planned research vessel to cover the needs of most disciplines in marine research. The ship can be deployed as a research icebreaker in polar seas because it will meet the specifications of the highest ice-class for polar icebreakers.

The vessel will be a powerful research icebreaker with approx. 65,000 tons displacement, a length of 199 m and with 81 Megawatt diesel-electric propulsion power. It will have high ice performance to penetrate autonomously (single ship operation) into the central Arctic Ocean with 2.5 meters of ice cover, during all seasons of the year. The construction of AURORA BOREALIS requires several new technical solutions and will provide an extended technical potential and knowledge for marine technologies and the ship building industry.



TECHNICAL DETAILS COMPACT

Vessel type: Multi-Purpose Research Vessel, Deep-Sea Drilling Vessel, Heavy Icebreaker
with highest AICS Ice Class: Polar Class 1



- Length over all: 199.85 m
- Length between perpendiculars: 174.27 m
- Moulded breadth: 49.00 m
- Breadth at 13 m draught: 45.00 m
- Maximum draught: 13 m
- Displacement: approx. 65,000 tons
- Max. cruise speed in open water: 15.5 kn
- Cruising speed in open water: 12 kn
- Max. operational endurance: 90 days
- Propulsion: diesel-electric
- Maximum generator output: ca. 94 MW (electric)
- Number of generator units: eight plus onshore and emergency generators, waste heat recovery and exhaust gas cleaning systems
- Main propulsion: 81 MW (3 x 27 MW)
- Main propeller: 3 x 6.5 m diameter, fixed pitch, ice strengthened
- Transverse thrusters: 2 x 3 units, fixed, fully retractable, one unit forward and aft also usable in retracted position for manoeuvring
- Operational temperature limit: full functional capability to -50°C , working capacity $+45^{\circ}\text{C}$ to -30°C
- Berthing capacity: 120 (science and crew)
- Accommodation: 80 single and 20 double cabins
- Dynamic positioning: in drifting ice of up to 2.5 m thickness and in open water
- Icebreaking capacity: more than 2.5 m multi-year ice with 2 – 3 kn
- Scientific disciplines: Geology, Geophysics, Biology, Physical and Chemical Oceanography, Glaciology, Meteorology, Atmospheric Physics and Chemistry, Bathymetry
- Moon pools: 1 for scientific drilling, 1 for other science equipment deployment, 7x7 m size each
- Drilling rig: Riserless drilling, 85 m height above keel. Max. static hook load: 680 mT, heave compensated
- Max drilling depth: 5000 m water depth, >1000 m below mudline
- Scientific echosounders: Multibeam with $1^{\circ}\times 1^{\circ}$ resolution and sediment echosounder, additional echosounding systems depending on configuration
- Helicopter hangar and landing deck capacity for 3 helicopters

Start of construction: 2012 (planned)
Commissioning: 2014 (planned)
Operational lifetime: 35 – 40 years
Estimated construction costs: 650 Mill. €
Estimated operational costs: 36 Mill. € p.a.

December 2008

AURORA
BOREALIS
EUROPEAN
RESEARCH
ICEBREAKER

TECHNICAL CHARACTERISTICS

AURORA BOREALIS is technically unique. It is designed as a combination of a heavy icebreaker, a deep-sea drilling ship and a multi-purpose research vessel. The operational portfolio comprises the Polar Regions during all seasons of the year as well as the open oceans. To date, no comparable vessel for year-round polar expeditions is available worldwide, neither in commercial shipping and the offshore industry, nor for scientific operations. The naval architects and engineers thus succeeded in developing the world's most advanced icebreaker with the ability to perform scientific deep-sea drilling even within closed sea-ice cover.

TECHNICAL DETAILS COMPACT

- Diesel-electric icebreaker with 81 MW propulsion power
- Highest attainable shipping classification for icebreakers
- Complete twin hull design and full redundancy in ship's safety systems
- Two moon pools 7 x 7 m each, one for deep-sea drilling, one for deploying other scientific equipment (ROV, AUV, observatories, etc.)
- Dynamic Positioning System within closed sea-ice cover and open water
- Advanced ice-forecasting and management with autonomous, multiple helicopter support
- Deep-sea drilling in closed sea-ice cover with more than 2 m thickness
- Rig specification: drilling in more than 5,000 m water depth with 1,000 m penetration
- Riserless drilling technology
- Modularized mobile laboratory systems - mission specific laboratories

Length over all: 199.85 m

Moulded breadth: 49.00 m

Maximum draught: 13 m

Max. speed in open water: 15.5 kn

Cruising speed in open water: 12 kn

Personnel (crew, scientists and helicopter crew): 120

Max. operational endurance: 90 days



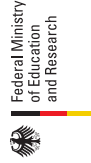
ERICON
AURORA BOREALIS
EUROPEAN RESEARCH ICEBREAKER CONSORTIUM



Aker Arctic



The AURORA BOREALIS project is supported by:



KLEM BREMEN.DE

ERICON
AURORA BOREALIS

EUROPEAN RESEARCH ICEBREAKER CONSORTIUM



ICEBREAKER,
DRILLING PLATFORM
AND
MULTI-PURPOSE
RESEARCH VESSEL

WWW.ERI-AURORA-BOREALIS.EU



SCIENTIFIC RELEVANCE

Climate Change, European Polar Research, Research Icebreaker

Polar research and in particular the properties of northern and southern high latitude oceans are currently a subject of intense scientific debate and investigations, because they are (in real time) and have been (over historic and geologic time scales) subject to rapid and dramatic climatic variations. Polar regions react more rapidly and intensively to global change than other regions of the earth. News about shrinking of the Arctic sea-ice cover, potentially leading to an opening of sea passages to the north of North America and Eurasia, on the long to a "blue" Arctic Ocean, as well as about the calving of giant table icebergs from the ice shelves of Antarctica are examples for these modern changes.

Europe has a particular interest in understanding the Arctic environment and its potential for change because many of its highly industrialized nations reach into high northern latitudes and because Europe is under the steady influence of, and in exchange with, the Arctic environment. In addition, considerable living and non-living resources are found in the Arctic Ocean.

Research in the polar regions can only be carried out by sophisticated research vessels. Modern research vessels that are capable of penetrating into the central Arctic are rare. A new state of the art research icebreaker is therefore urgently required to fulfill the needs of European polar research.

THE PROJECT

The AURORA BOREALIS project focuses on two scientific communities that in part overlap and in part have divergent interests:

The first one is the general polar science community, which requires a research vessel for conducting field and marine work throughout all seasons of the year.

Polar sciences today lack the critical ability to carry out **year-round** research, observations and experiments in the central Arctic Ocean. Weather and ice conditions prevent the autonomous penetration of research vessels into this pack ice-covered realm during bad seasons when the most critical climatic, biological and oceanographic processes occur. AURORA BOREALIS with its maximum ice-breaking capability, dynamic positioning in closed sea-ice cover, advanced ice-forecasting and management with autonomous, multiple helicopter support, the deployment and operation of Remotely Operated Vehicles (ROV) and Autonomous Underwater Vehicles (AUVs) for sub-ice surveys from the twin moon-pools and the modularized mission-specific laboratory systems will be the premiere platform to accomplish such programs and yield new scientific results.

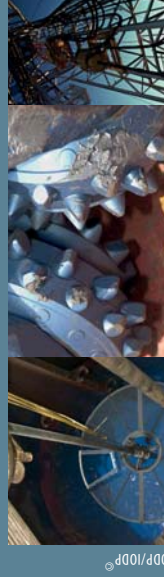
The second is the deep-sea drilling science community, which would use the ship mainly during **summer months** with optimal ice condition to study the structure and properties of oceanic crust and the history of the oceanic depositional environments.

ERICON AURORA BOREALIS

EUROPEAN
RESEARCH
ICEBREAKER
CONSORTIUM



In spite of the critical role of the Arctic Ocean in climate evolution, it is the only basin of the world's oceans that has essentially not been sampled by the drill ships of the Deep-Sea Drilling Project (DSDP) or the Ocean Drilling Program (ODP) and its long-term environmental history and tectonic structure is therefore poorly known. This lack of data represents one of the largest gaps of information in modern Earth Science. Therefore, the new research icebreaker AURORA BOREALIS shall be equipped with drilling facilities to drill in deep, permanently ice-covered ocean basins.



In a long-term perspective the AURORA BOREALIS will also be used to address research targets around Antarctica, both in its mode as a regular multi-purpose research vessel as well as a polar drill ship.

Timeline

Preparatory phase: 2008-2011

Construction phase: 2012-2014

Operation: 2014 onwards