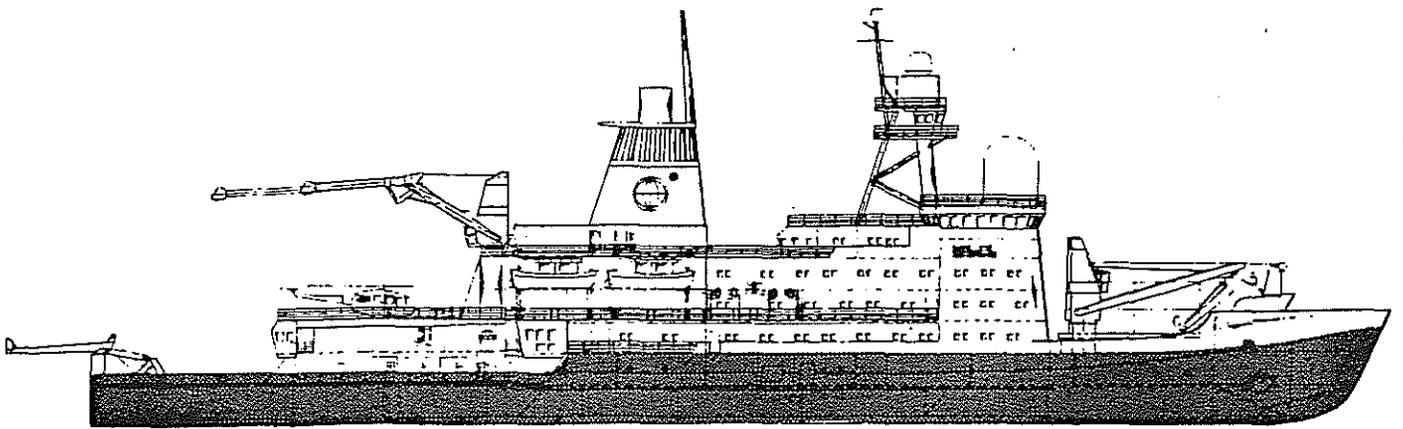


FS POLARSTERN

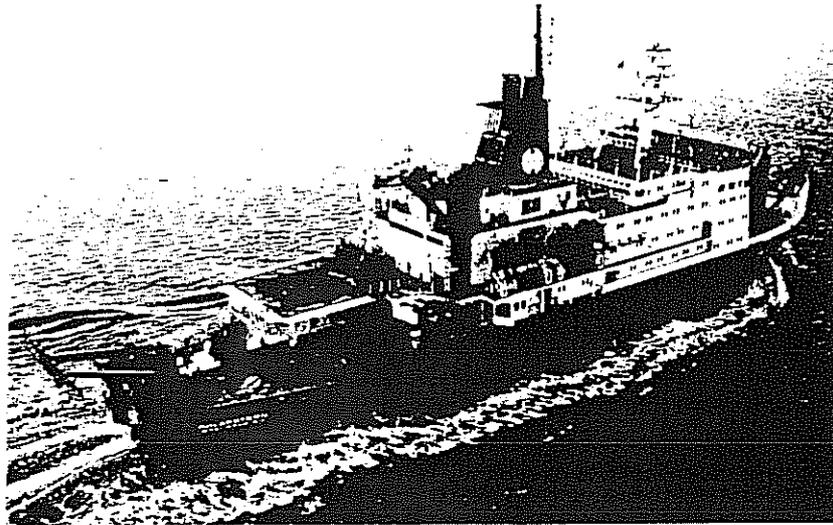
Polarforschungs- und Versorgungsschiff



Sonderdruck aus HANSA 6/1983

für

Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung, Bremerhaven



Das deutsche Polarforschungs- und Versorgungsschiff „Polarstern“

Erbaut für den Bundesminister für Forschung und Technologie von der Arbeitsgemeinschaft Howaldtswerke-Deutsche Werft AG / Werft Nobiskrug GmbH

H. P. Albert¹⁾
H. Dobinsky, K. Hoffmann,
B. Linke, U. Nitzschmann²⁾

C. Boie, K. Lederer, B. Pruin³⁾
Prof. Dr.-Ing. O. Krappinger,
Dr.-Ing. J. Schwarz⁴⁾

Entwurfsgrundlagen

Ende 1978 legte die „Koordinationsgruppe Antarktischiff“ des deutschen DFG⁵⁾ SCAR⁶⁾-Ausschusses einen Katalog von Anforderungen an ein Polarforschungs- und Versorgungsschiff vor. Hierauf aufbauend, wurde in enger Zusammenarbeit mit den Wissenschaftlern der verschiedenen Fachdisziplinen der Ausschreibungsentwurf entwickelt. Wesentliche Grundforderungen waren:

- Als Versorgungsschiff eigenständige Belieferung der Antarktisstationen mit Treibstoff und festen Gütern
- Einsatzbarkeit als schwimmende Forschungsstation für langfristige Beobachtungen sowohl im Eis als auch im eisfreien Wasser
- Fähigkeit, 1 m dickes Eis mit 5 kn zügig zu durchfahren und mindestens 2 m dickes Festeis durch Rammen zu brechen
- Einsatzfähigkeit für wissenschaftliche Aufgaben bei Temperaturen bis — 30 Grad C
- Betriebsfähigkeit des Schiffes als Transporteinheit bis — 50 Grad C
- Möglichkeit, mit dem eingefrorenen Schiff bei Temperaturen bis — 50 Grad C und entspr. Eisdrücken zu überwintern
- Wettergeschützte Arbeitsmöglichkeiten

- Minimieren von Eisansatz durch Spritzwasser, „Black Frost“ etc. an exponierten Bauteilen
- Schwingungsarmut und niedriger Geräuschpegel in allen Arbeitsräumen
- Geräteaufstellung so, daß Horizontal- und Vertikalbeschleunigungen durch Eisrammen und Seeschlag einwandfrei überstanden werden.

Die forschungstechnischen Einrichtungen sollten den Forderungen eines multidisziplinär einsetzbaren Schiffes für folgende Fachgebiete entsprechen:

- | | |
|------------------|----------------------|
| — Meeresbiologie | — Ozeanographie |
| — Meereschemie | — Geophysik |
| — Luftchemie | — Meteorologie |
| — Fischerei | — Aerologie |
| — Geologie | — Schiffstechnik |
| — Glaciologie | — Nachrichtentechnik |

Das bedingte die Einrichtung von möglichst vielseitig zu verwendenden Mehrzwecklabors. Alles, was nicht ständig an Bord benötigt wird, sollte losnehmbar ausgeführt sein und von Bord gegeben werden können. Das gilt für Einzelgeräte wie für komplett entwickelte Laborcontainer.

Für die Stationsversorgung ging man davon aus, daß etwa 100 t feste Güter und 1500 t Kraftstoffe sowie bis zu 30 Personen Ablösepersonal an die Forschungsstationen zu bringen sind. Die Laderaum- und Lukengröße sowie die Leistungsfähigkeit der Hebezeuge waren auf den Transport auch schwerer Kettenfahrzeuge abzustellen. Versorgungs-

1) Arbeitsgemeinschaft Howaldtswerke-Deutsche Werft AG / Werft Nobiskrug GmbH
2) Zentralstelle für Schiffs- und Maschinentechnik bei der Wasser- und Schifffahrdirektion Nord
3) SCHIFFKO GmbH
4) Hamburgische Schiffbau-Versuchsanstalt GmbH
5) DFG = Deutsche Forschungs-Gemeinschaft.
6) SCAR = Scientific Committee on Antarctic Research.

gut, wissenschaftliche Geräte und z. T. Labors sollten containerisiert auf einer möglichst großen Zahl von Containerstellplätzen untergebracht werden.

Als 1978 mit der Planung begonnen wurde, lagen zunächst nur Teilinformationen über die im Haupteinsatzgebiet des Schiffes zu erwartenden Umweltbedingungen vor. Die Erfahrungen der inzwischen durchgeführten deutschen Antarktisexpeditionen flossen während der Planungs- und frühen Bauphase in den Entwurf ein. Diese Expeditionen hatten gezeigt, daß die Eisverhältnisse in dem für die deutschen Antarktisstationen vorgesehenen Gebiet von Jahr zu Jahr extremere Unterschiede aufweisen können. Auch die zweckmäßigste Art des Entladens der Versorgungsgüter muß je nach angetroffenen örtlichen Gegebenheiten flexibel gehandhabt werden. Auf Grund der Antarktis-Expedition 1980/81 wurde z. B. das Überwasser-Vorschiff verstärkt und ein 10-t-Kran auf der Back vorgesehen, der über das Vorschiff hinausragt, um auch bei Schwell mit dem Steven zur Eiskante anlegen und das Versorgungsgut außerhalb des Gefahrenbereichs der Eiskante absetzen zu können. Zum Überbrücken von Eisspalten beim Entladen auf Meereis wurden die Zwischendeck-Lukendeckel schwimmfähig ausgeführt.

Die schiffbauliche und maschinenbauliche Planung bis zur Ausschreibung wurde in enger Zusammenarbeit mit den wissenschaftlichen Instituten in weniger als einem Jahr im Auftrag der Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt (HSVA) vom Hamburger Ingenieurbüro SCHIFFKO und der AG „Weser“ durchgeführt. Die Bauwerften Howaldtswerke-Deutsche Werft AG, Kiel, und Werft Nobiskrug GmbH, Rendsburg, stellten das hochwertige und größte Ansprüche an konstruktive Ideen und sorgfältige Koordination stellende Schiff in der ungewöhnlich kurzen Bauzeit von 2¹/₄ Jahren nach Bestellung durch den Bundesminister für Forschung und Technologie fertig. Während der Bauphase lag die Bauaufsicht und Abnahme bei der Zentralstelle für Schiffs- und Maschinentechnik (ZSM) des Bundes, deren umfassende Erfahrungen auch in die Detailplanung einfließen. SCHIFFKO führte die Koordination mit den Wissenschaftlern durch und vertrat innerhalb der Bauaufsicht den wissenschaftlichen Bereich und die Verfolgung der Generalplanung. Die Bereederung der „Polarstern“ wurde vom Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung der Hapag-Lloyd Transport & Service GmbH übertragen.

Eisbrecher-Schiffsform und Luft-Wasser-Strahldüsen

Allgemeines

Die Schiffsform der „Polarstern“ wurde von der HSVA durch Versuche im Eistank entwickelt. Beherrschender Gedanke dabei war es, eine Form zu finden, die die Vorzüge vereint, sowohl einen geringeren Eisbrechewiderstand zu

Hauptdaten des Schiffes

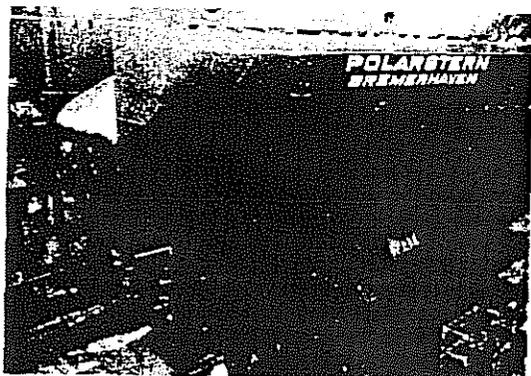
Länge über alles	ca. 118,00 m
Länge zwischen den Loten	102,20 m
Breite auf Spanten	max. 25,00 m
Seitenhöhe bis Hauptdeck	13,60 m
Tiefgang	10,50 m
Tragfähigkeit hierbei	4395 metr. t
Vermessung	10 970 BRT
Geschw. unter Probefahrtsbedingungen	15,5 kn
Leistung hierbei	ca. 4×3670 kW
	(5000 PSe)
Einrichtung für insgesamt	106 Pers.
hiervon Besatzung	36 Pers.
wissenschaftliches Personal	40 Pers.
Personal für die Polarstation	30 Pers.

Klasse: Germanischer Lloyd \boxtimes 100 A 4 Arc 3 \boxtimes MC Arc 3 Aut 16/24
 Schiffskörper verstärkt für einen Eisdruck von 6 N/mm² im Mittel- und Hinterschiff und 9,5 N/mm² im Vorschiff

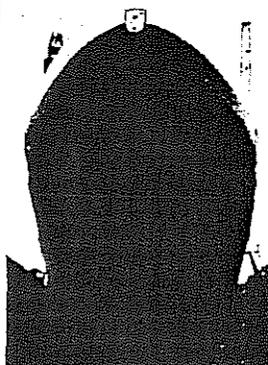
Maschinenanlage

- vier umsteuerbare Mittelschnellläufermotoren (für HFO 30 c st) mit jeweils ca. 3670 kW (5000 PSe) (Deutz)
- zwei Doppel-Untersetzungsgetriebe mit je einem PTO-Abtrieb für einen Wellengenerator sowie schaltbaren und nicht-schaltbaren Kupplungen (Renk)
- eine Verstellpropeller-Doppelanlage, Propeller vierflügelig aus Chromnickelstahl in Propellerdüsen, Propellerdrehzahl ca. 180 min⁻¹ (Escher Wyss)
- je ein Bug- und Heck-Querstrahlsteuer, Querschub jeweils 150 (KaMeWa)
- zwei Dieselmotoren, je 1290 kW/1500 kVA/750 min⁻¹ (MaK)
- zwei Wellengeneratoren, je 2700 kVA/1100—1400 min⁻¹ (AEG)
- ein Notstromaggregat, 560 kVA/1500 min⁻¹
- installierte elektrische Leistung ca. 7550 kVA = 6040 kW

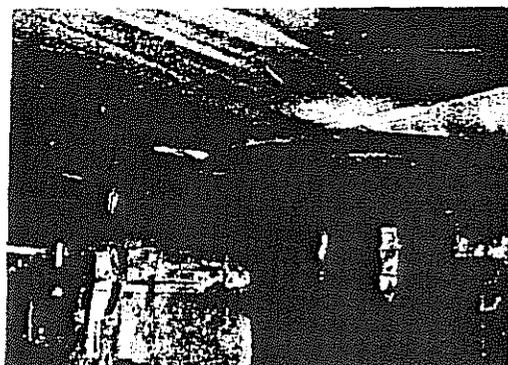
haben als auch möglichst wenig Eisschollen in die Propeller gelangen zu lassen. Die HSVA konnte dazu auf Ergebnisse von Modellversuchserien zurückgreifen, die 1977/79 (BMFT gefördert) in Zusammenarbeit mit der AG „Weser“ gewonnen worden waren. Bei diesen Versuchen waren der Stevenneigungswinkel, der Spantausfallwinkel und damit auch der Wasserlinieneinlaufwinkel systematisch verändert worden. Aus dieser Untersuchung ergab sich für die „Polarstern“ eine Vorschiffsform, die im Unterschied zu den bisher üblichen konvexen, d. h. nach außen gewölbten Spantformen eine konkave aufweist. Dadurch wird das Eis von einer relativ flach zur Seite geneigten Ebene durch Biegung gebrochen. Da die Wasserlinien dieser Brechebene nahezu bis zur Schulter geradlinig verlaufen, wird vermieden, daß es im Schulterbereich des Vorschiffes zu Eispressungen und zu widerstandserhöhenden Druckkräften aus der Eisdecke kommt. In der unteren Hälfte des Unterwasservorschiffes ist der Spantausfallwinkel wesentlich steiler. Dadurch wird das bereits gebrochene Eis weniger nach unten als vielmehr zur Seite gedrückt, so daß es nicht wie bei zahlreichen anderen Eisbrechern in die Propeller gelangt. Alle Übergänge von einer Ebene zur anderen sind



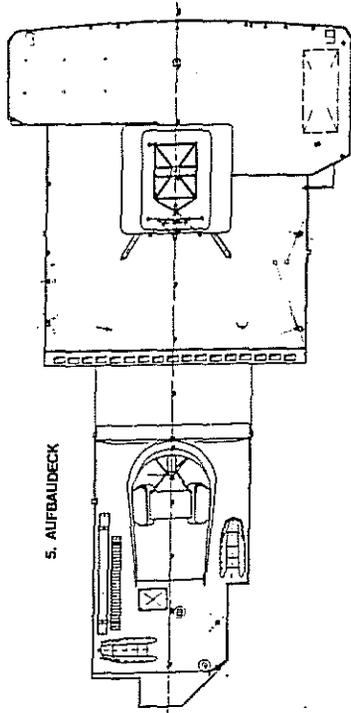
Unterwasserschiff, Heckansicht



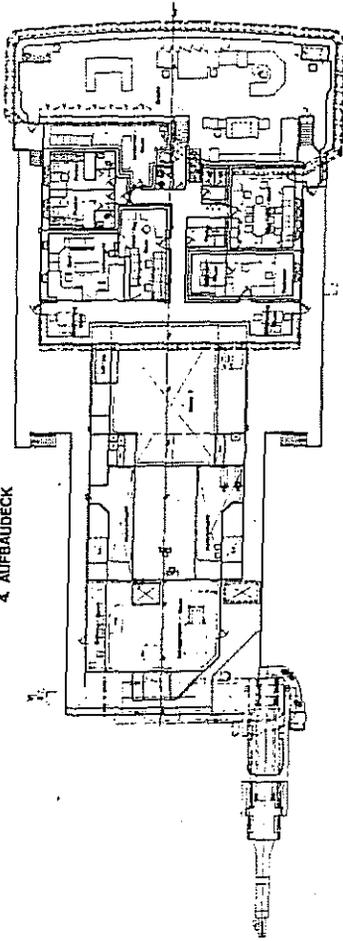
Bug



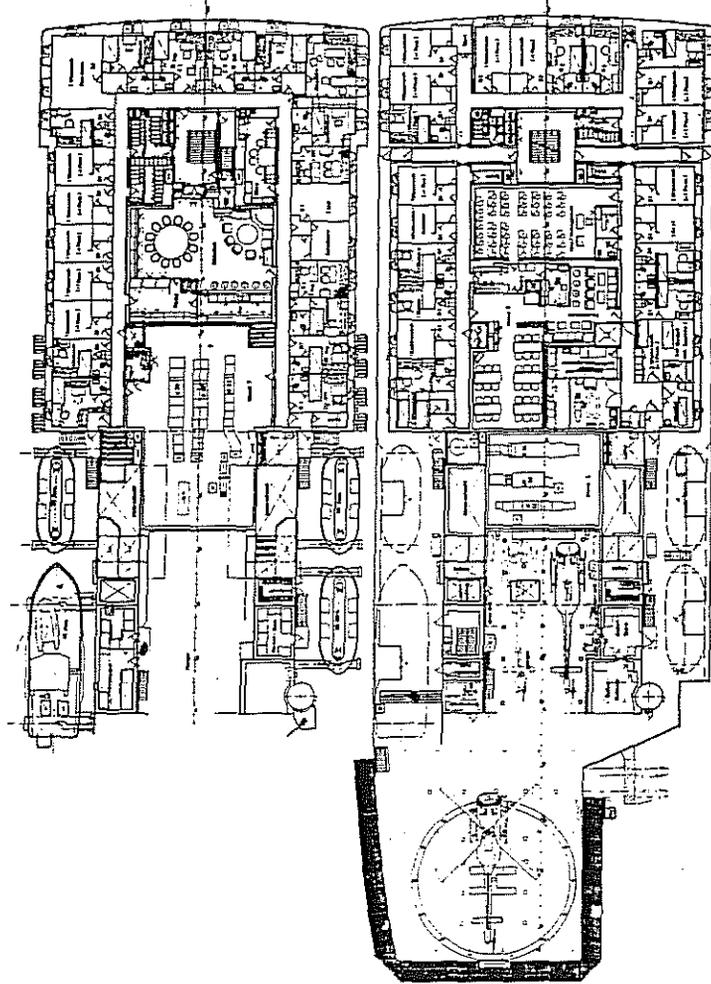
Panorama-Lodar (links) und NBS-Echolot (Narrow Beam Sounder, rechts)



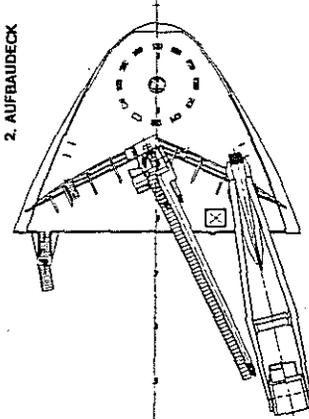
5. AUFBAUDECK



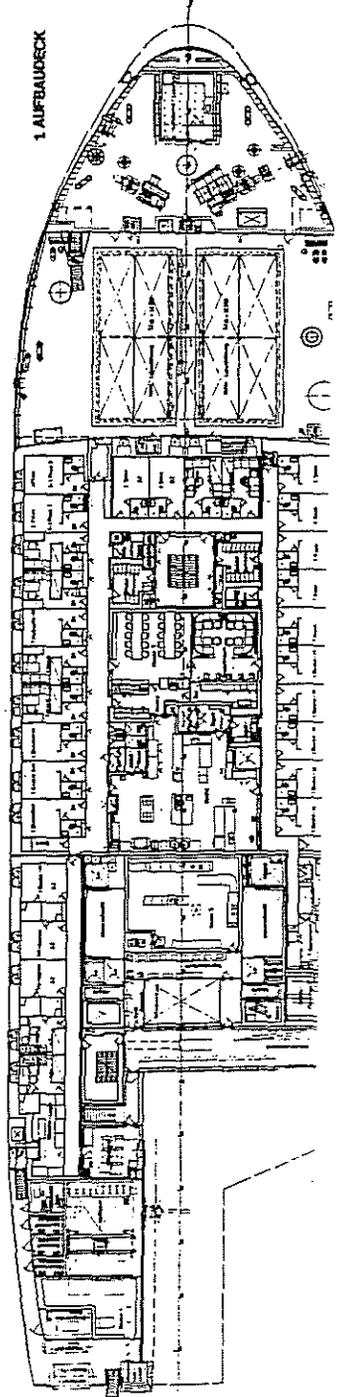
4. AUFBAUDECK



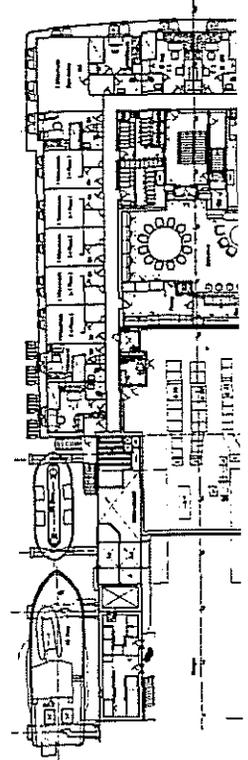
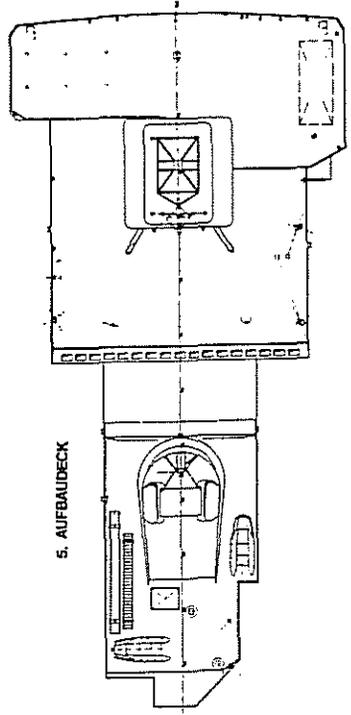
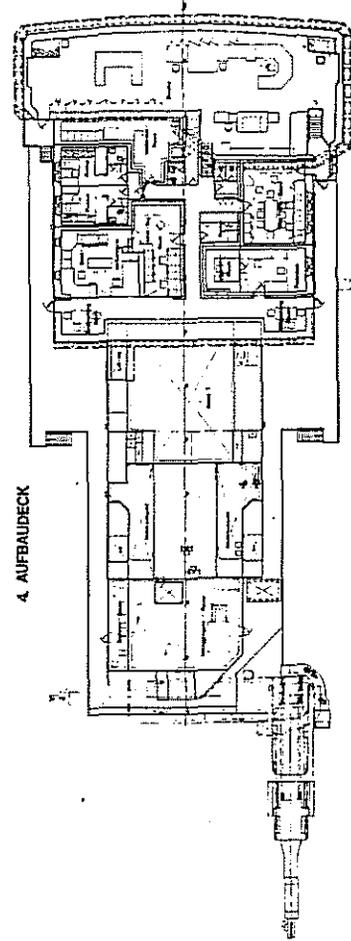
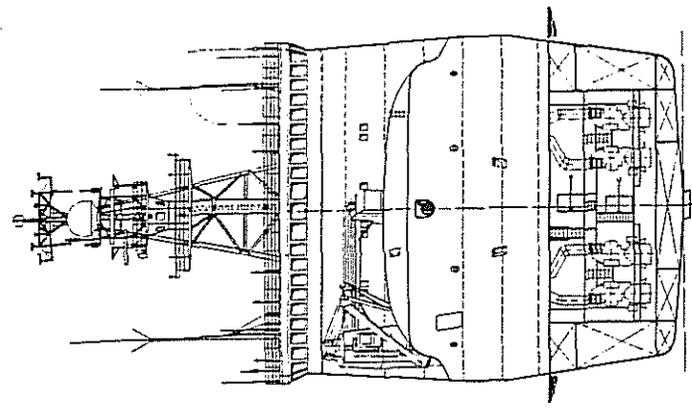
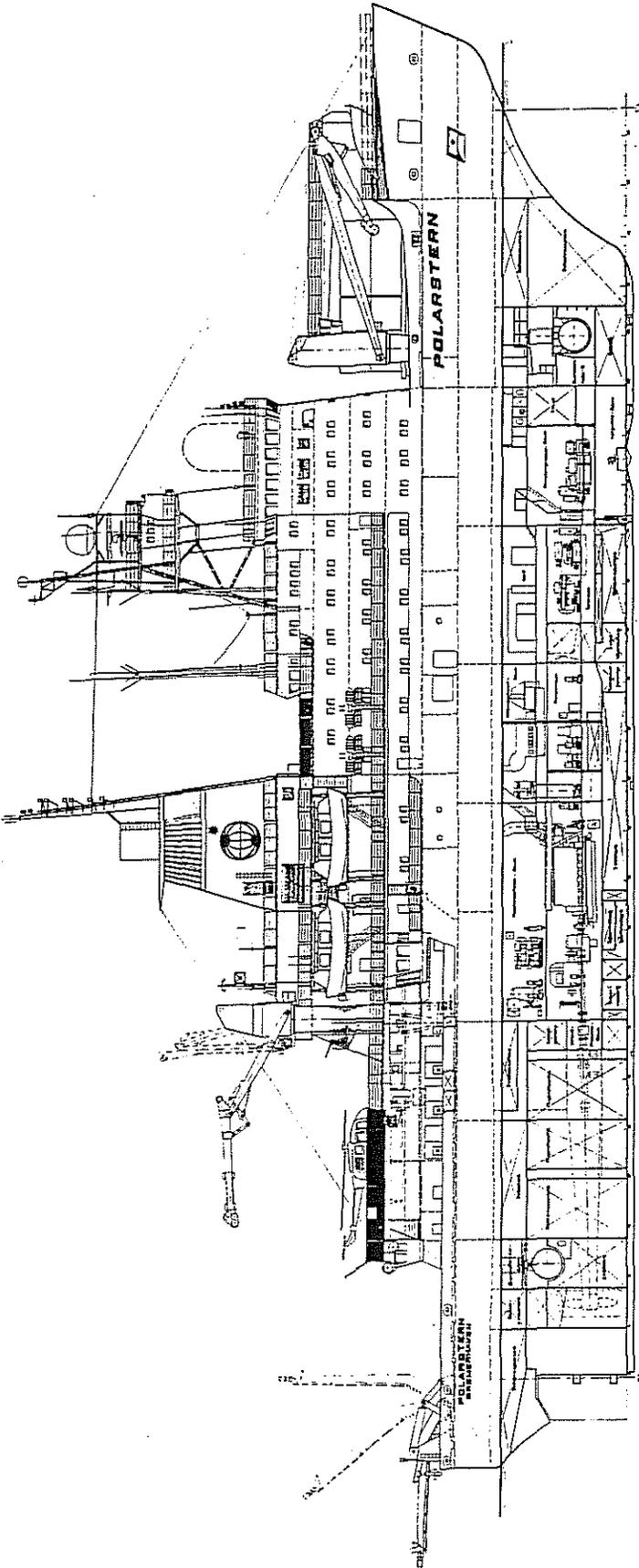
3. AUFBAUDECK



2. AUFBAUDECK

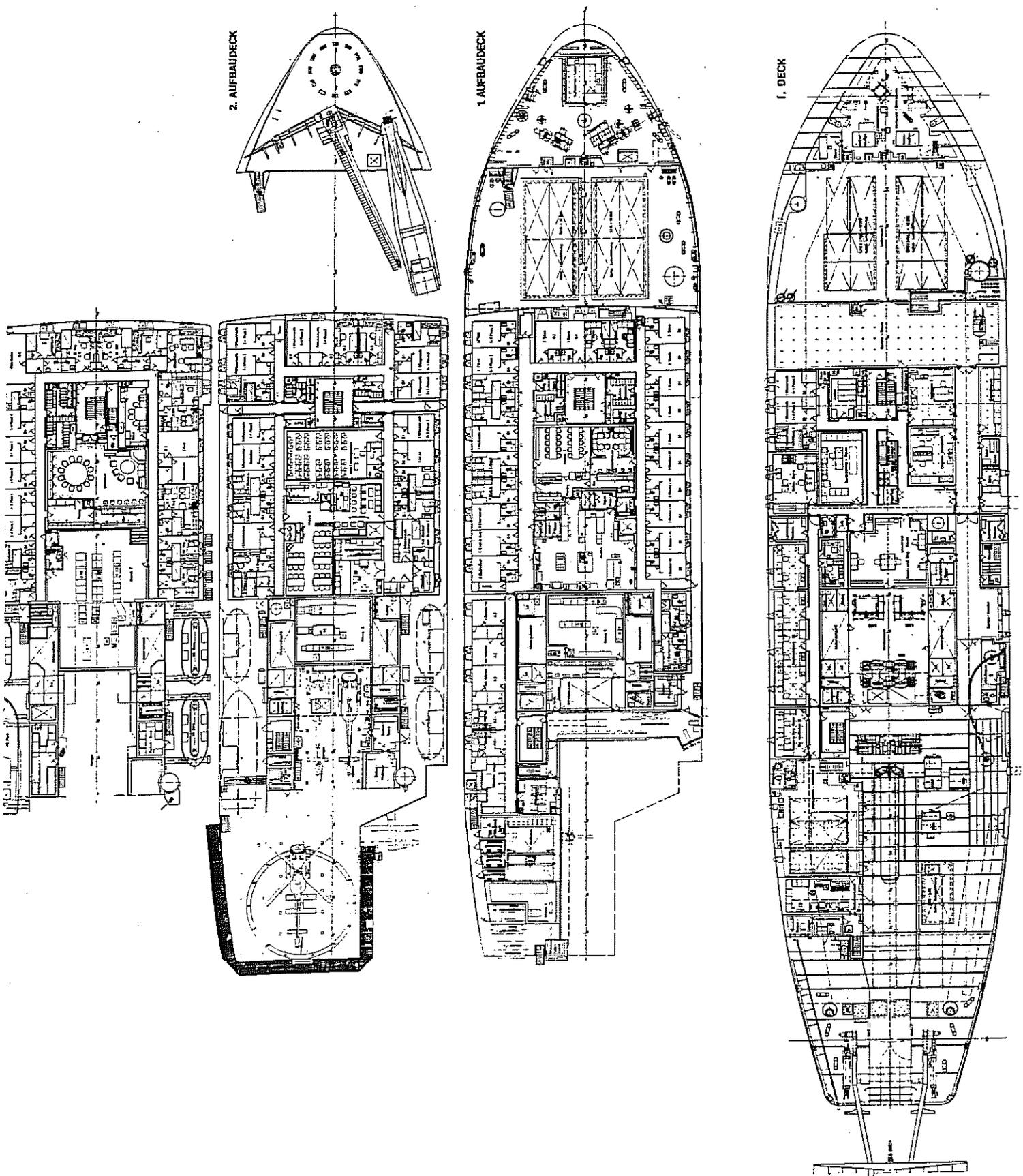


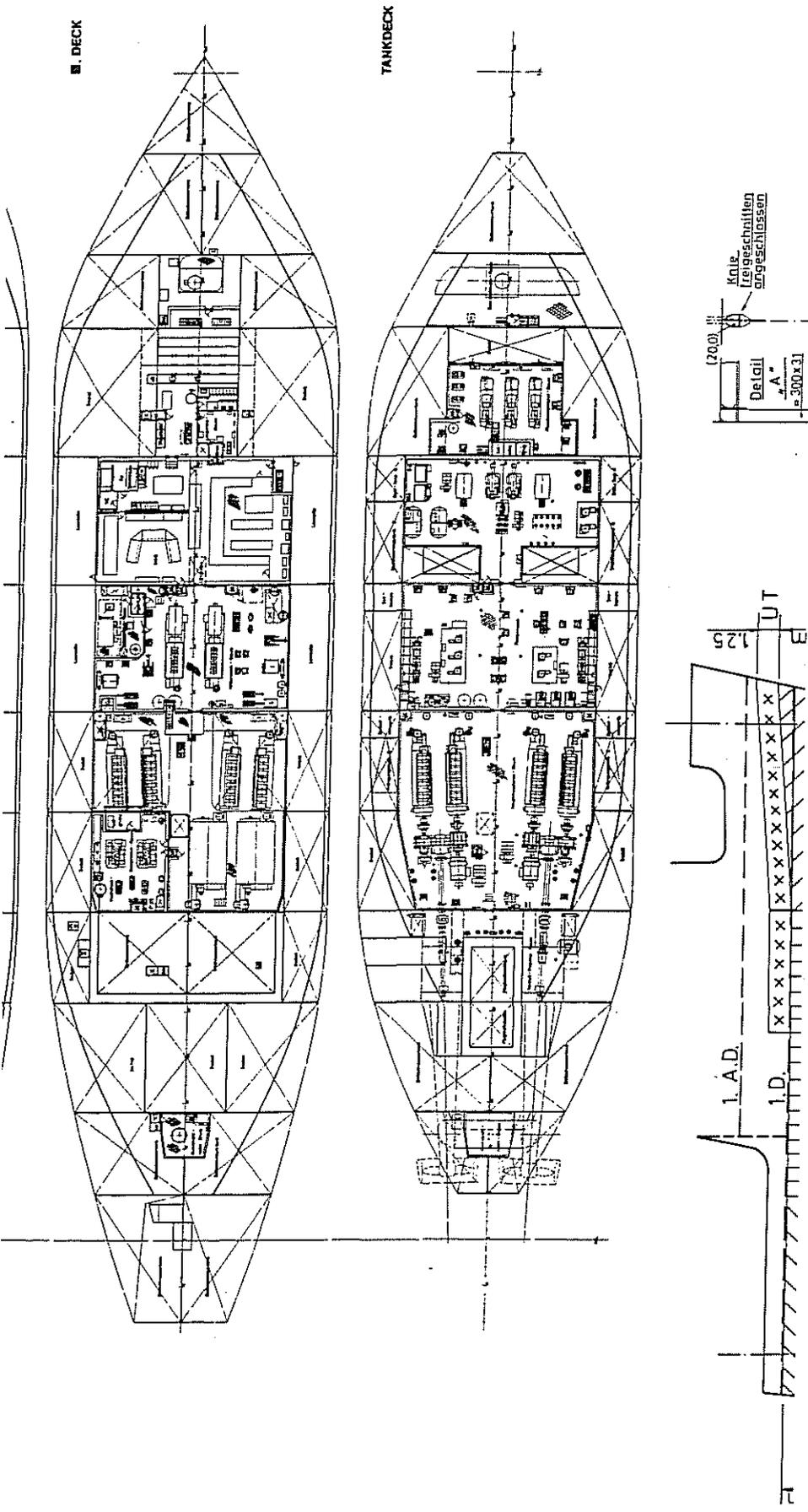
1. AUFBAUDECK



3. AUFBAUDECK

Generalplan „Polarstern“





Zur Vermeidung von gegenseitig wurde hier, wie erstmalig auf dem *„F. seidon“*, das System der Zwangssync wendet. Dabei wird eine Anlage zum gibt die Lotfolge vor. Die anderen A automatisch dieser Lotfolge an. Nur Sonar-Anlage und das Kartierungslot triggert werden, treten aber im aktiven auf. Die so gleichzeitig ausgesendete beim Empfang in der jeweiligen Anlage und zum richtigen Zeitpunkt auf gegeben.

Die Steuerung dieser Synchronisier Lotsteuer-Zentrale organisiert. Diese Z dem noch die Möglichkeit, von allen M lotaufzeichnungen auf Kassettenrekord Hinzu kommt die Fernbedienung und Tochterlote des Schelfrandlotes NBS. D acht Anschlusskästen in den verschiede rüstet, an die jeweils eines der fünf vor lote angeschlossen werden kann. Eines ist mit einem sogenannten Echostärke ausgerüstet. Dieses gestattet eine Dar ven Echostärke auf dem Echogramm u Wissenschaftler eine leichtere Interpret beschaffenheit.

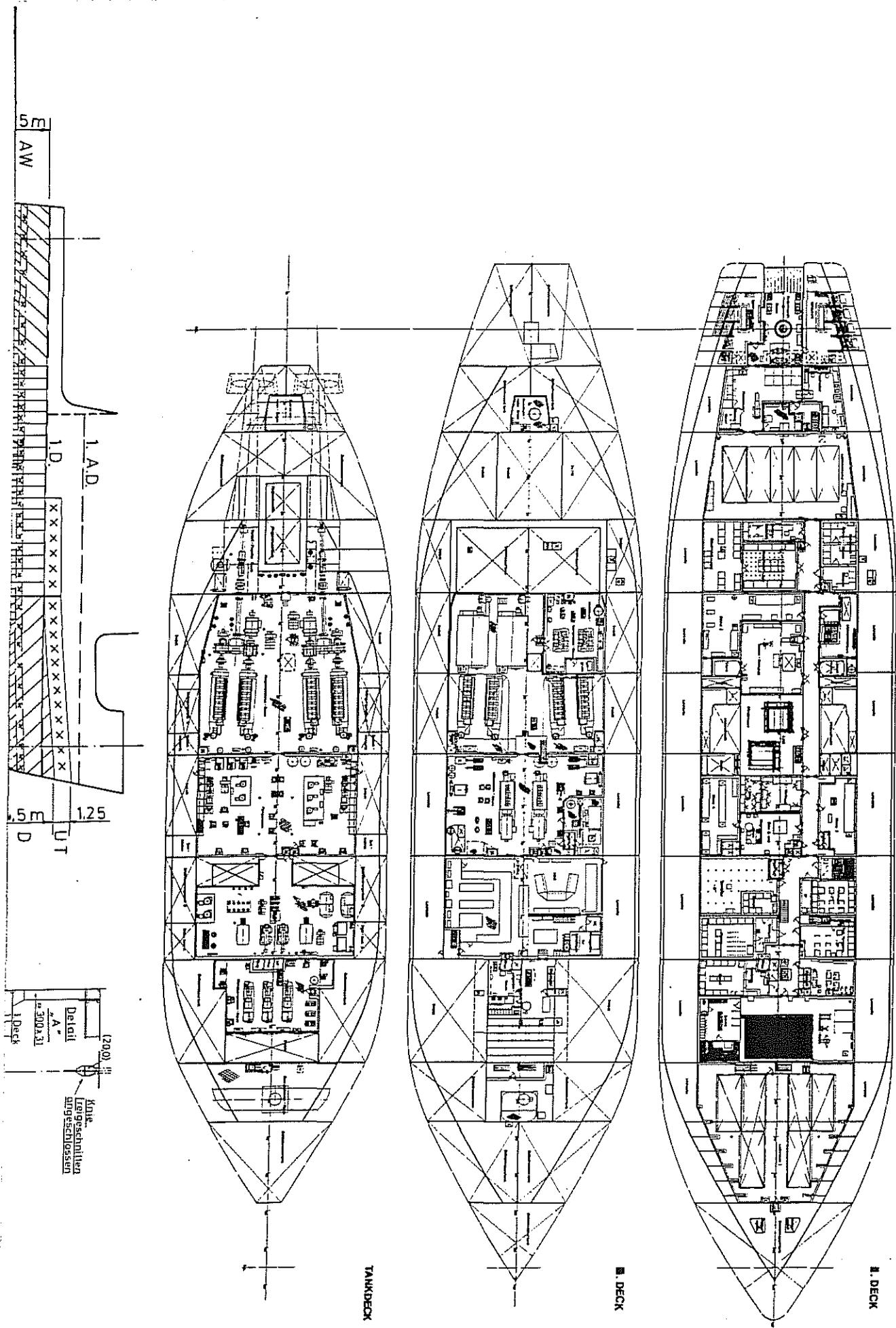
Eine Übersicht über das Zusammenw stellungsorte der Anzeigeräte: ist auf Die Sender, Schwinger u.ä. sind de wegen weggelassen worden. Die Pfeile des Informationsflusses darstellen. Etw üblichen Echolotanlagen zu sehen ist d „Sea-Beam“. Ausgerüstet mit zwei gro dern — jeweils etwa 3 m lang —, gest ein punktförmiges Loten der Wasserti breite, die etwa 80% der Tiefe entsprich nen Daten werden im zugehörigen Re eine Tiefenlinienkarte umgerechnet und ausgegeben.

Lieferant der Lote und Lotsteuerzer Honeywell-ELAC; das Sea-Beam-Lot v Instruments gestellt.

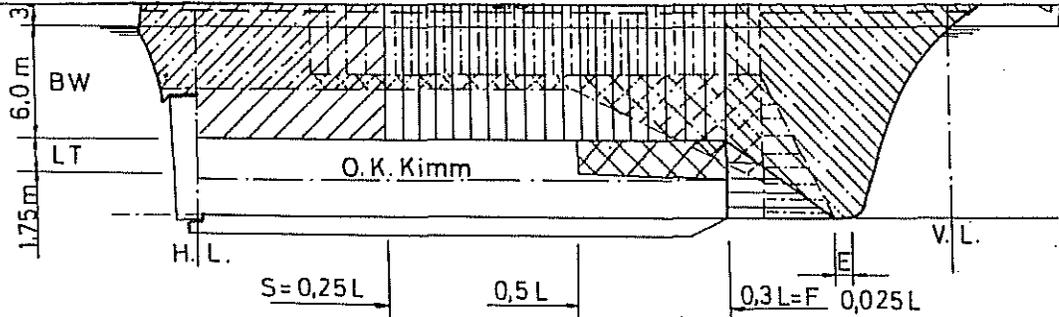
Bordwetterwarte

Die Bordwetterwarte enthält je eine den Bordmeteorologen und den Funk-W den erforderlichen Zeichenmöglichkei ten, Aufstellmöglichkeiten für Kleinrec Staumöglichkeiten. Die meteorologische zeln Meßwertgeber werden von einer

Generalplan „Polarstern“

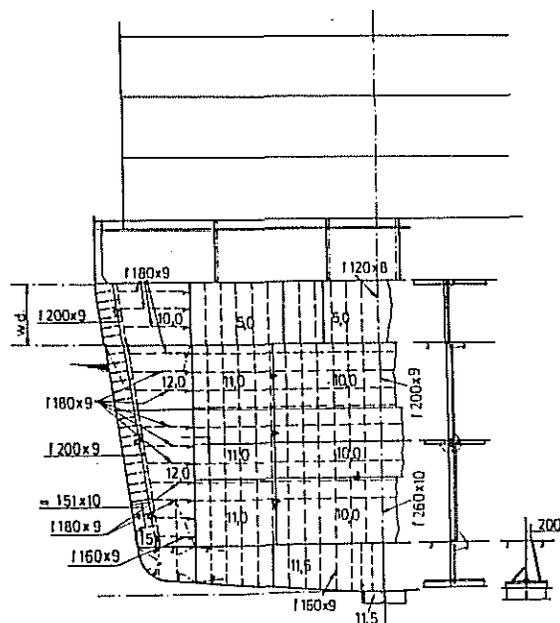
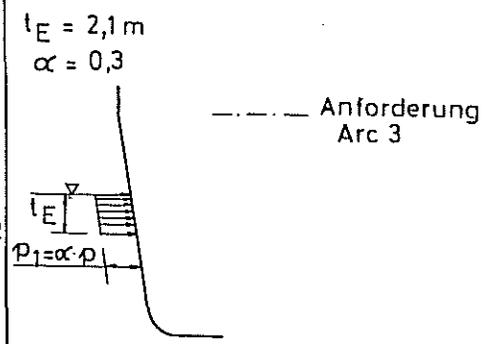


1:1000

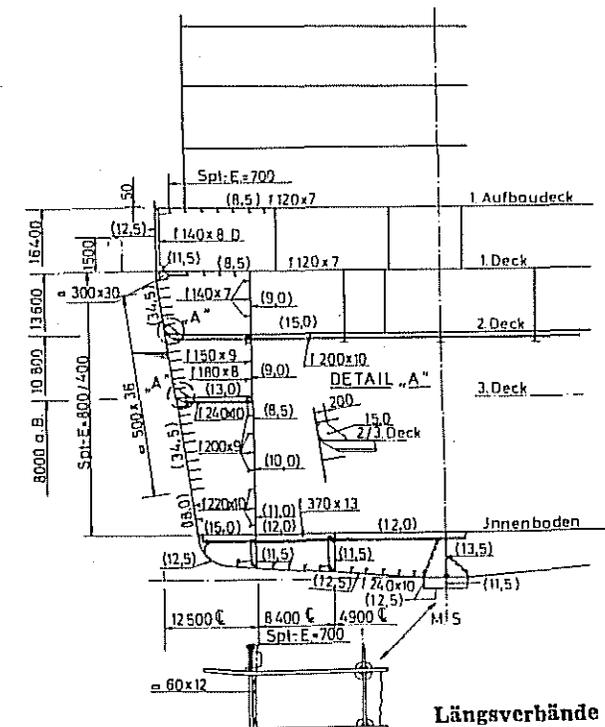
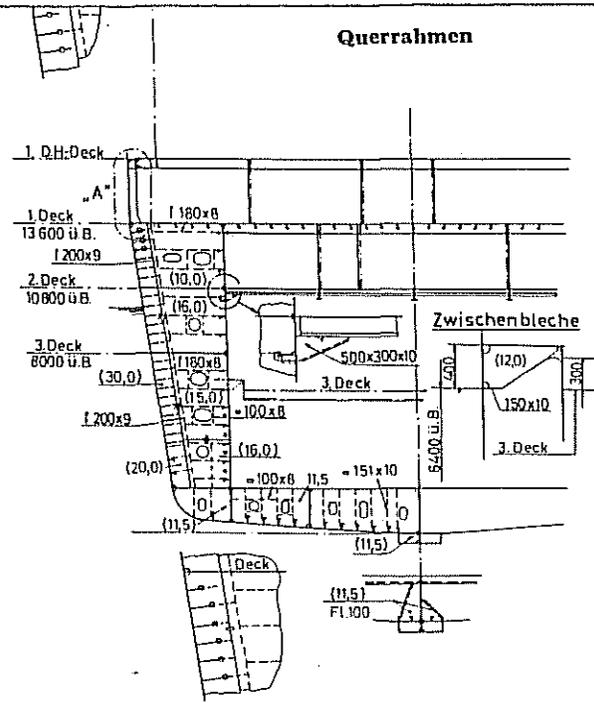


- Übergangsber.ob.Entw.Eisdruck $p = 3,0 \text{ N/mm}^2$
- Heckber.Entwurfs Eisdruck $p = 6,0 \text{ N/mm}^2$
(4,5)
- M.S.-Bereich Eisdruck $p = 6,0 \text{ N/mm}^2$
(3,75)
- Bugbereich Eisdruck $p = 9,5 \text{ N/mm}^2$
(5,5)
- Überg.Ber. unten Eisdruck $p = 4,25 \text{ N/mm}^2$
(2,5)
- Bugbereich unten Eisdruck $p = 5,0 \text{ N/mm}^2$
(3,0)

Eisdrücke: Anforderungen



Querschnitt



Längsverbände

Stahlpäne „Polarstern“

ausgerundet. Der Steven ist in der Schwimmwasserlinie um $22,5^\circ$ gegen die Horizontale geneigt. Der Wasserlinien-einlaufwinkel beträgt 27° .

Im Mittschiffsbereich hat die „Polarstern“ von 0,48 Lpp bis 0,65 Lpp (vor dem hinteren Lot) parallele Seitenwände, die gegen die Vertikale um 8° geneigt sind. Dadurch werden bei seitlicher Pressung im Eis die Eiskräfte auf das Schiff verringert. Der Boden ist um 1 m aufgekimmmt, damit Eisschollen leichter zur Seite gleiten können. In Schiffs-längsachse verläuft über die gesamte Länge des Schiffes ein Balkenkiel, der die seitlichen Schlingerkiel ersetzt. Solche würden nicht nur die seitliche Bewegung der Eisschollen behindern, sie wären auch Beschädigungen durch Eis ausgesetzt.

Für den Antrieb des Schiffes sind zwei Verstellpropeller von 4,2 m Durchmesser vorgesehen. Beide Propeller drehen in Kortdüsen, die unmittelbar seitlich am Totholz angebracht sind. Zwischen Oberkante Kortdüse und Schiffsaußenhaut beträgt der vertikale Abstand 2,35 m, so daß dort Eisschollen ungehindert durchgleiten können. Durch all diese Maßnahmen und auch durch die tiefe Lage der Propeller wurde erreicht, daß beim normalen Brechen ebener Eisdecken kaum Eis in die Propeller gelangt.

Leistungsprognose durch Propulsionsversuche

Eine Beurteilung der Eisbrecheigenschaften eines Schiffes ist nur mit Hilfe von Propulsionsversuchen im Eistank sinnvoll, weil dabei auch der Einfluß von Eisschollen, wenn sie in den Propellerbereich gelangen, berücksichtigt wird. Im vorliegenden Fall wurde das im Maßstab 1:17 gebaute Modell der „Polarstern“ durch zwei Propeller angetrieben und die zur Fahrt in verschiedenen Eisverhältnissen benötigte Antriebsleistung sowie die erreichte Geschwindigkeit bestimmt. Diese Untersuchungen wurden in ebenem Eis, in Packeis und in Preßeisrücken durchgeführt. Eine eingehende Leistungsprognose wurde zum Brechen einer ebenen Eisdecke von 1,0 m bei verschiedenen Propellerdrehzahlen (Propellerdrehleistungen) vorgenommen. Außerdem wurden mit Nennleistung verschieden dicke Eisdecken gebrochen. Daraus ergab sich eine Abhängigkeit zwischen Eisdicke und erreichter Geschwindigkeit. Aus dieser Beziehung kann geschlossen werden, daß mit der Propellerdrehleistung von 12 400 kW (Nennleistung beim Eisbrechen) 1 m dickes Eis von 500 kPa Biegefestigkeit mit 5,2 Knoten gebrochen werden kann. Mit dieser Propellerdrehleistung bleibt das Schiff erst in etwa 1,40 m dickem Eis stecken; bei dickerem Eis muß die „Polarstern“ rammen, d. h. durch wiederholte Anläufe sich Schiffslänge für Schiffslänge vorarbeiten. Eine geringere Festigkeit des Eises verschiebt die Grenz-Eisdicke, die von der „Polarstern“ noch in kontinuierlicher Fahrt gebrochen werden kann, nach oben.

Erhöhung der Eisbrechleistung durch Luft-Wasser-Strahldüsen

Bekanntlich wirkt Schnee auf dem Eis beim Eisbrechen mit Schiffen widerstandserhöhend. Erfahrungen mit der „Max Waldeck“ haben gezeigt, daß eine Schneeauflage auf dem Eis sich widerstandsmäßig wie eine feste Eisdecke auswirkt, deren Dicke gleich der Dicke von Eis plus Schneeauflage ist. Zur Kompensierung dieses erhöhten Reibungswiderstandes sind im Unterwasserbereich von Vor- und Mittschiff der „Polarstern“ beidseitig sechs von den Jastram-Werken entwickelte Luft-Wasser-Strahldüsen eingebaut. Mit diesen Düsen wird ein Wasserstrahl tangential zur Schiffsaußenhaut nach achtern gelenkt. In diesem Wasserstrahl ist Luft injiziert, die nicht wie bei anderen Verfahren komprimiert zu werden braucht, sondern nach dem Injektorprinzip angesaugt wird. Die so erzeugten Luftblasenschleier legen sich zwischen Schiffswand und schneebedeckte Eisschollen und wirken reibungswiderstandsvermindernd.

Mit der „Polarstern“ steht der deutschen Eisbrechforschung ein Gerät zur Verfügung, mit dem in den kommenden Jahren auf Forschungsreisen in die Arktis umfangreiche eisbrechtechnische Forschungsvorhaben am Prototyp durchgeführt und mit den Modellversuchen verglichen werden sollen. U. a. sind im Vorschiff Eisdruck-Meßtaschen eingebaut, mit denen während der Eisfahrt auftretende Eisstoß- und Eisreibungbelastungen gemessen werden.

Konstruktion des Stahlschiffkörpers

Auslegung

Die Kriterien Eisbelastungen und Umgebungstemperaturen beeinflussten hauptsächlich die Auslegung der Stahlstruktur. Neben den Festigkeitsbelangen erfolgte die Auswahl der Stahlgüten nach den in der Antarktis herrschenden Temperaturbedingungen, die vom DHI durch ständige Messungen für jeden Monat ermittelt wurden. Hieraus ergab sich, daß im antarktischen Sommer -30°C Lufttemperatur und im Winter kurzzeitig -50°C anzusetzen waren, wobei die Wassertemperatur bei -2°C liegt. Oberhalb der Wasserlinie wurde der Gütegrad E für außenliegende und D für angrenzende Bauteile gewählt.

Die Aussteifung der Stahlverbände erfolgte nach den Eisbelastungen, d. h., das im Eisgürtel liegende II. Deck und der Innenboden wurden querausgesteift, die vertikal versteiften Querschotte erhielten im Lasteinleitungsbereich horizontale Bealaussteifungen, die Außenhaut wurde nach eingehenden Untersuchungen zur Gewichtsoptimierung mit Längsspannten versehen. Das ebenfalls im Eisgürtel liegende III. Deck wird voll vom Eisdruck beaufschlagt was eigentlich eine drucksteife Konstruktion erforderlich machen würde. Da dieses Deck aber in der Auslegung der Querrahmen keine Vergünstigung bewirkt, wären die erheblichen Decksverstärkungen reines Zusatzgewicht. Daher wurde das Deck zum Seitenschott mit einer horizontalen Falte versehen, die die Verformung aus den Eisbelastungen auffängt.

Eisverstärkung

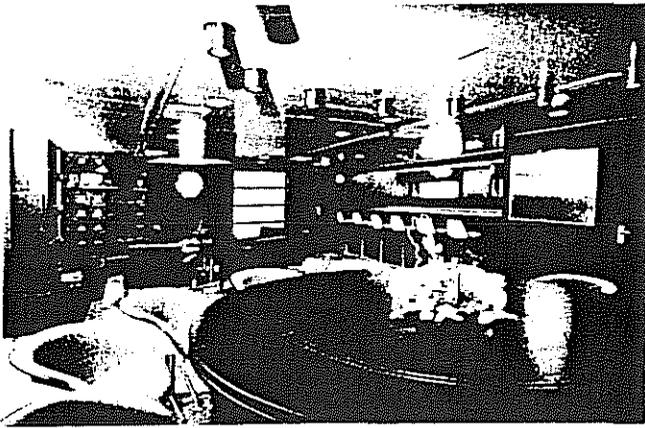
Das Schiff erhielt das Klassezeichen mit dem Zusatz „Schiffkörper verstärkt für einen Entwurfsdruck von 6 N/mm² im Mittel- und Hinterschiff und 9,5 N/mm² im Vorschiff“. Damit wird sichergestellt, daß das Schiff die Belastungen bei einem etwaigen Einfrieren ertragen kann.

Der Ansatz der Entwurfseisdrücke läßt die Auslegung der Bauteile bis zur Fließgrenze zu, wobei die örtlichen Verbände für den vollen Eisdruck gerechnet, die Tragwerke mit einem reduzierten Eisdruck bestimmt wurden, da die hohen Eisdrücke als Spitzenbelastungen anzusehen sind und nicht gleichzeitig auf den gesamten Schiffkörper wirken.

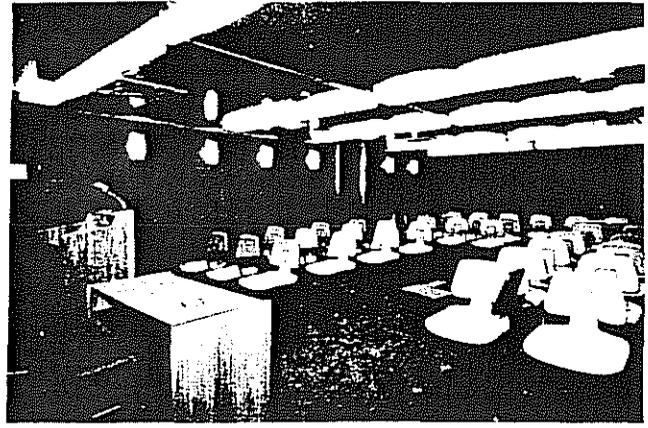
Die Eislängsspannten und die Kräfteinleitung in die Rahmen und Schotten waren überwiegend nach Schubkriterien auszulegen. Die Rahmen, die die Hauptquerverbände darstellen, wurden mit Hilfe dreidimensionaler FE-Rechenmodelle dimensioniert, wobei als Belastung eine Eisschichtdicke von 2,0 m in der Wasserlinie und als weiterer Lastfall, der den extremen Einfriervorgang simulieren sollte, 2,0 m unter WL angesetzt wurde, d. h. daß das Schiff, maximal um eine Eisdicke angehoben werden kann. Dieser „Hebevorgang“ ist unter Ansatz einer geschlossenen Eisdicke von 2,0 m, deren Biegefestigkeit, der Schiffsform und der Außenhautneigung, des Schiffsgewichts und der Eisreibung an der Außenhaut ermittelt worden. Die Hauptquerverbände wie Decks und Schotte waren überwiegend auf Stabilität auszulegen; demzufolge sind alle Schotte im hochbelasteten Vorschiffsbereich horizontal ausgesteift.

Schwingungen

Die Stahlkonstruktion, insbesondere die Decks, wurde in ihrem Eigenverhalten oberhalb der 2. Harmonischen vom



Bibliothek



Vortragsraum

Propeller gelegt, wobei einige Bereiche im Arbeitsdeck und in den Laderäumen aus geometrischen Gründen nur oberhalb der 1. Harmonischen vom Propeller ausgelegt werden konnten. Die zu beachtenden Erregerfrequenzen sind:

- 1. Motor 10,8 Hz; 1. Harm. Prop. 12,0 Hz; 2. Motor 21,6 Hz; 2. Harm. Prop. 24 Hz; 4. Motor 43,3 Hz.

Die Auslegungsfrequenzen liegen bei 14—18 Hz und 26 Hz. Durch diese Bedingungen sind die Deckstrukturen, außer Arbeitsdeck und Laderäume, auf Dynamik-Eigenverhalten ausgelegt.

Zur Realisierung der hohen erforderlichen Trägheitsmomente der Rahmen sind diese hochstegig ausgeführt, was wiederum zur Gewichtsoptimierung beitrug. Neben den heute zur Verfügung stehenden einfacheren Berechnungsmethoden wurden für schwingungstechnisch komplizierte Bereiche im Arbeitsdeck und Windenraum FE-Berechnungsmodelle verwendet.

Vor Fertigstellung des Stahlschiffkörpers wurde ein Schwingungserregertest mit der werfteigenen Unwuchmaschine gemacht. Die so ermittelten Eigenfrequenzen der Deckspaneele ergaben nach Korrekturrechnungen für die noch fehlenden einzurechnenden Zusatzmassen im Vergleich mit den theoretischen Berechnungen eine Übereinstimmung von über 85 %, wobei die FE-Ergebnisse naturgemäß die besten Übereinstimmungen zeigten. Die Probefahrtsmessungen schließlich ergaben in allen Bereichen extrem niedrige Schwingpegel, d. h., daß nur erzwungene Schwingungen im Schiff herrschen und somit das Ziel, resonanzfrei zu dimensionieren, erreicht wurde.

Weiter zeigten die Probefahrtsmessungen, daß die Erregungen aus den Propellern sekundär sind, wobei die 2. Harmonische überhaupt nicht durchkam, was für „Düsenpropeller“ auch aus Erkenntnissen früherer Messungen charakteristisch ist. Die 1. Harmonische vom Propeller kam gegenüber den Motorerregungen, statisch betrachtet, nur zu 30 % durch. Dies ist besonders auf die gewählte Einspannkonstruktion der Kortdüsen zurückzuführen, wobei bewußt auf steife Gußstückverbindungen verzichtet wurde.

Der Vollständigkeit halber muß hier noch erwähnt werden, daß die große Stahlmasse eine besonders gute Gesamtsolierwirkung der Erregerkräfte bewirkt.

Arbeitsdecksraster

Die Möglichkeit, dem Arbeitsdeck in Anlehnung an die positiven Erfahrungen mit neueren Forschungsschiffen eine hohe Flexibilität in der Montage von Winden und Forschungseinrichtungen zu verleihen, wurde durch den Einbau eines Rastersystems erreicht. In Rasterschienen, aus T-Profilen gefertigt, sind im engen Abstand Gewindebuchsen eingesetzt, die 5 t Belastung in allen Richtungen aufnehmen können. Jedoch ist die gleichzeitige Beaufschlagung aller Punkte weder möglich noch sinnvoll, da

die sich hieraus ergebende spezifische Decksbelastung mit den zur Verfügung stehenden Trägerhöhen festigkeitsmäßig nicht aufgenommen werden kann und auch von den zu erwartenden Betriebsanforderungen her unrealistisch wäre. Es wurden realistische Lastbegrenzungen der Gesamtstruktur vorgenommen, die in speziellen umfangreichen Ladeanweisungen festgelegt sind.

Ein wichtiger Bestandteil der Arbeitsdeckphilosophie sind die unter dem 2. Aufbaudeck angeordneten Schiebepfeiler. Der 200-kN-Schiebepfeiler erhielt eine besonders federsteife Abstützung zum Arbeitsdeck, um ein einwandfreies Schwingungsverhalten unter maximaler Last und Ausladung zu erreichen. Das bedeutet, daß die Gesamtstruktur hoch abgestimmt sein mußte, um keine Anregung aus den unvermeidlichen Laststößen zu bekommen. Die Auslegung erfolgte mit einem dreidimensionalen FE-Rechenmodell. Die unterste Eigenfrequenz der Abstützung wurde mit 18 Hz ermittelt; sie liegt im unkritischen Frequenzbereich.

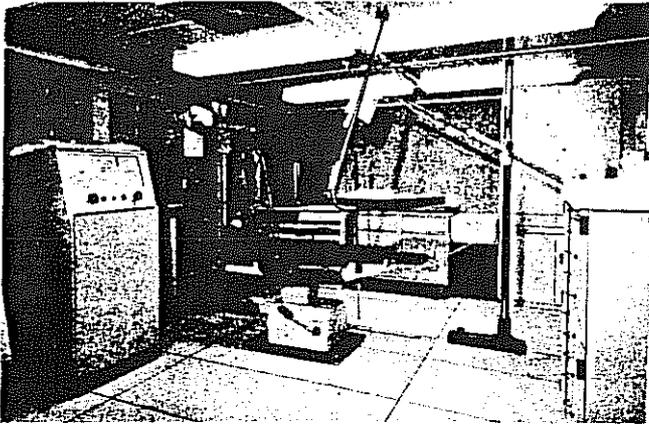
Einrichtung

Unterkunfts- und Wohnbereich

Die Wohneinrichtung ist auf den besonderen Einsatz dieses Schiffes abgestimmt. Alle Wohnräume sind Außenkammern; die Messen liegen übereinander im Innenbereich mit kurzen Verbindungswegen zwischen Pantries und Küche. Sämtliche Wohndecks sind über ein zentrales Treppenhaus miteinander und dem Arbeitsdeck verbunden. Kleiderkammern neben dem Treppenhaus in jedem Deck dienen der Aufbewahrung von Polar- und Arbeitskleidung und dem Umkleiden der von Deck kommenden Leute vor dem Eintreten in den Wohnbereich. Die Kammern für Besatzungsmitglieder und Wissenschaftler sind einheitlich ausgeführt. Jedes Besatzungsmitglied hat eine Einzelkammer mit WC und Dusche. In den Wissenschaftlerkammern ist ein zusätzliches Pullmannbett vorhanden, um bei Versorgungsfahrten Ablösepersonal mitnehmen zu können.

Das Wand- und Deckensystem im Wohnbereich ist einschichtig in dem von Blohm + Voss entwickelten Einrichtungssystem M 1000 S ausgeführt. Die Naßzellen wurden als Fertigelemente (Fabrikat Ahlmann) eingebaut. Hinter der Wegerung ist in den an Außenbereiche grenzenden Flächen ein spezielles Hinterlüftungssystem angeordnet, mit dem durch Einblasen von Warmluft verhindert werden soll, daß bei niedrigen Außentemperaturen Taupunktunterschreitungen und dadurch Durchfeuchtungen der Isolierung eintreten können. Infolge der vorgegebenen umfangreichen Isolierung und der Ausführung aller Wohnräume als Raum-in-Raum-Bauweise mit schwimmendem Stahlestrich wurden im Kammerbereich außerordentlich niedrige Geräuschpegel erreicht (z. T. bis herunter auf 41 dB [A]).

Die beiden Messen sind jeweils in einen EB- und einen Freizeitbereich unterteilt. Mahlzeiten können sowohl im



Hospital

Cafeteriabetrieb als auch mit Stewardbedienung ausgegeben werden. Auf dem 4. Aufbaudeck befindet sich ein als Bibliothek eingerichteter Repräsentationsraum, auf dem 3. Aufbaudeck ein kombinierter Vortrags- und Kinoraum mit 45 Plätzen, der sowohl für wissenschaftliche Konferenzen und Vorträge an Bord als auch zur Freizeitunterhaltung mit Kino- oder Videofilmen genutzt werden kann. Im II. Deck ist ein Schwimmbad mit angegliedertem Fitnessraum und einer Sauna installiert.

In allen Räumen ist zusätzlich zur Klimaanlage eine Notbeheizung vorhanden, die bei Ausfall der Klimaanlage oder bei sehr niedrigen Außentemperaturen — dann als Zusatzheizung — in Betrieb gesetzt wird.

Isolierung (Dämmung)

Die Brand-, Wärme- und Schallschutzdämmung sowie deren teilweise erforderliche Blechverkleidung wurden von der G + H Montage GmbH ausgeführt (siehe hierzu auch „Hansa“ Nr. 4/1982, S. 278). Die Isolierung erfolgte nach den für Passagierschiffe geltenden Vorschriften. Auf Grund der für die wissenschaftlichen Versuche verwendeten Chemikalien war es erforderlich, alle Laborräume mit einer der höchsten Brandschutzkategorien zu versehen. Zum bestmöglichen Schutz gegen Brandausbreitung, Wärme- bzw. Kältefluß und Schallabstrahlung wurde auf einer Fläche von ca. 3000 m² eine horizontale Dämmung vorgesehen. Dieser sog. „schwimmende Stahlboden“ besteht aus zweilagig, fugenversetzt verlegten Isover-Mineralfaserplatten mit einem hohen Raumgewicht und einer wasserdichten Abdeckung aus Stahlblechplatten.

Die für die wärmetechnischen Dämmungsmaßnahmen bedeutenden und auf das Fahrtgebiet abgestimmten Parameter wurden wie folgt festgelegt:

1. Wärmedurchgangskoeffizient (k-Wert) = 0,46 W/m² K für die Dämmung aller Außenwände und freien Decksflächen
2. Außentemperatur — 50 °C

Eine Abdeckung der Wand- und Deckendämmung mit einer Diffusionssperre war unter Berücksichtigung der sehr niedrig anzusetzenden Außentemperaturen unerlässlich.

Von G + H-Isover erfolgte eine Sonderfertigung für das Dämmmaterial. Die handelsüblichen Isover-Platten wurden werkseitig mit einer Aluminiumfolie kaschiert. Diese Platten wurden als letzte Lage auf die andere Dämmung aufgebracht. Alle Stöße und Durchdringungen wurden zur Gewährleistung der Diffusionsdichtigkeit abgedichtet. Quer- und Längsschotte sowie Decks, die an außenliegende Bereiche grenzen, wurden mit einer in der Dämmschichtdicke abgestuften, 2,5 m langen Wärmebrücke versehen. In Außenbereichen wurden zur Vermeidung von Wärmebrücken Gummihalierungen verwendet, die in wärmetechnischer Hinsicht mit von der G + H-Montage entwickelt worden sind. Das Gesamtgewicht der durch die G + H-

Montage für die Isolierung eingebauten Materialien beträgt ca. 615 t.

Labors und wissenschaftliche Arbeitsräume

Bei der Anordnung und Einrichtung der Labors stand die multidisziplinäre Nutzung des Schiffes im Vordergrund. Außerdem mußte dem Trend Rechnung getragen werden, daß verschiedene wissenschaftliche Disziplinen ihre speziellen Forschungseinrichtungen in Laborcontainern an Bord bringen. Um einwandfreie Arbeitsbedingungen sicherzustellen, sind alle Labors und wissenschaftlichen Arbeitsräume gegen Schall und Schwingungen durch eine Raum-in-Raum-Bauweise mit Stahlschwingböden isoliert. Zur Halterung von Geräten und sonstigen Ausrüstungen ist ein engmaschiges System von Zurrbuchsen in Böden und Tischplatten und von Halterungsschienen an den Wänden und Decken installiert. Die Labortüren sind zweiflügelig mit 1200 mm Breite ausgeführt, um auch sperrige Gegenstände ohne Schwierigkeiten einbringen zu können; ein Punkt der bei anderen Forschungsschiffen gelegentlich zu Klagen Anlaß gegeben hatte. Labors und wissenschaftliche Arbeitsräume sind mit Kabelbahnen und -kanälen für die Verlegung fliegender Kabel untereinander verbunden. Die dazu erforderlichen Wanddurchbrüche erhielten Verschlussklappen; in geöffnetem Zustand werden die Öffnungen durch Säcke mit Asbestfüllung verstopft, um die Feuer-sicherheitsvorschriften zu erfüllen. Säureabflüsse in den verschiedenen Laborbecken werden zunächst in einen Puffertank aus Kunststoff geführt und von dort mit einer Pumpe in einen Sammel-tank gefördert, aus dem sie nach Verdünnung mit Wasser nach außenbords gepumpt werden können. Wo von den Schlingerbewegungen des Schiffes unbeeinträchtigte Wiegearbeiten ausgeführt werden müssen, wurden Schlingertische eingebaut. Alle Labors werden mit Frischwasser, Reinseewasser, Druckluft, ggfs. Laborgasen (Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff) und mit Strom (380 V, 220 V, 24 V) versorgt. Außerdem sind die erforderlichen nachrichtentechnischen Anzeigen bzw. Anschlüsse (Uhrzeit, Wechselsprechanlage, Telefon, Rundspruchanlage, Informationsverteilung, Winddatenanzeige, Meßdatenverteiler) in allen Labors vorhanden; in vielen Labors auch Tochteranzeigen der Echolote.

Labors auf dem I. Deck Naßlabor II

Ab Bb.-Seite ist mit direktem Zugang zum Arbeitsdeck durch drei große Türen das Naßlabor II als Großraumlabor für grobe Naßarbeiten der Geologie und Meeresbiologie angeordnet. U. a. können hier für die Geologie drei Reihen Böcke als Kernschlachtbänke aufgestellt werden. Große Speigatte und Spülanschlüsse an das Deckwaschsystem ermöglichen das Entfernen von Sedimentrückständen. In einem Dom ist ein 6-t-Laufkran zum Hantieren schwerer Geräte und Kerne vorhanden. Das Labor kann auch zum Aufstellen von drei Laborcontainern benutzt werden, die auf einem elastisch gelagerten Schienensystem stehen und auf Schienen ins Labor eingebracht und in Schiffslängsrichtung verschoben werden. Versorgungsanschlüsse sind sowohl für diese drei Container als auch für zusätzlich auf dem Arbeitsdeck aufzustellende Container vorhanden. Für letztere sind sie über einer Plattform im Dom angeordnet, mit der Möglichkeit, Kabel und Schläuche durch einen Durchbruch unterhalb des Hubschrauberdecks auf das Arbeitsdeck zu führen. Um die benötigten empfindlichen Meß- und Elektronikgeräte geschützt aufstellen zu können, schließt ein Meß- und Registriererraum mit Fenster zum Naßlabor an diesen Raum an.

Trockenlabortrakt, Technisches Büro, Fotolabor

An Bb.-Seite befindet sich ein durch losnehmbare Trennwände in vier Einzelräume unterteilbarer Trockenlabortrakt mit jeweils zwei Arbeitsplätzen. Sie werden von allen Disziplinen genutzt, die keine besonderen Ansprüche an Naßarbeiten, Chemiarbeiten oder großen Platzbedarf stellen.

Das Technische Büro ist für Zeichen-, Lichtpaus-, Fotokopier- und Schreivarbeiten eingerichtet und mit den erforderlichen Staumöglichkeiten für Material versehen. Das Fotolabor — unterteilt in Hell- und Dunkelraum — ist für alle Entwicklungs- und Vervielfältigungsarbeiten ausgestattet, einschl. Farbfilmbearbeitung.

Bordrechnerraum

Im Bordrechnerraum sind Bedienterminal, Rechner und Plotter für das Seabeam-Kartierungsplot untergebracht. Aufstellmöglichkeiten für weitere an Bord zu installierende Rechneranlagen sind auf dem Raumboden und in den an der Stirnwand angebrachten 10-Zoll-Schränken vorhanden. Um Kabel geschützt zu den einzelnen Geräten führen zu können, wurde der Boden als Computerboden erhöht verlegt. Seine als Kassetten ausgeführten Elemente können zu Kabelverlegearbeiten hochgenommen und die Anschlusskabel durch entsprechende Öffnungen hochgeführt werden.

Universal-Meß- und Registrierraum

Im Anschluß an den Windenraum ist ein geräumiger Universal-Meß- und Registrierraum — ebenfalls mit Computerboden — vorhanden. Hier kann ein umfangreicher Geräte- und Rechnerpark aufgestellt werden, wie er z. B. bei Geophysik-Arbeiten an Bord gebracht wird. Eine größere Zahl von 19-Zoll-Schränken an den Wänden ermöglicht den Einbau von Einschub-Geräten. Bei Bedarf kann der Raum auch durch losnehmbare Trennwände in mehrere kleinere Abteilungen unterteilt werden. Magnetbänder und anderes EDV-Material können in einem benachbarten Magnetbänderraum gelagert werden. Dieser Raum wird ebenso wie die Rechner- und Meßräume auf diesem Deck und dem 4. Aufbaudeck durch Halon-Feuerlöschanlagen gegen Brand geschützt. Der Feuerschutz mit Halon 1301 wurde gewählt, um die — bei anderen Feuerlöschmethoden nicht gesicherte — Betriebsbereitschaft elektronischer Geräte bei einem begrenzten Feuer oder Schweißbrand zu erhalten.

Chemielabors

Die beiden Chemielabors (Trocken-Chemielabor und Naßlabor I) sind in einander ähnlicher Weise mit speziellen Arbeitstischen mit säurefestem Keramikbelag und mit Laborabzügen (Degistorienschränken) ausgestattet, über die gesamte Raumabluft in ein besonderes, mit Kunststoff ausgekleidetes Entlüftungssystem zum Schornsteinmast hin abgesaugt wird. Für die Arbeiten der Luftchemiker wurde unter der Back ein eigenes Luftchemielabor mit entsprechenden Arbeitsmöglichkeiten eingerichtet.

Abfüllraum I, Brunnenschacht

Der Abfüllraum I ist vom Chemie-Naßlabor und vom Geräteraum zugänglich. Er schließt an den von hier bis zum Schiffsboden führenden Brunnenschacht an, durch den z. B. bei eingefrorenem oder im Eis fahrenden Schiff Seewasser und andere Proben genommen werden können. Darüber hinaus sollen Sonderausrüstungen — z. B. Lote, Logs und Meßfühler — durch den Brunnenschacht ausgebracht werden können. Im Schacht sind Führungsschienen angeordnet, in denen Einsetzkörbe, mit den entsprechenden Geräten bestückt, bis zum Schiffsboden abgesenkt werden und in der unteren Endlage verriegelt werden können. Zum Ein- und Ausbringen der Einsetzkörbe ist über Schacht und Abfüllraum ein Elektro-Hubzug installiert.

Abfüllraum II, Gerätenische

Unmittelbar neben dem Betriebsgang ist an dessen zum Arbeitsdeck führenden Ende der Abfüllraum II angeordnet. Die Wände sind mit Halterungen für Einzel-Wasserschöpfer verschiedener Größe versehen. Vom 5-t-Schiebebalken ist zum Abfüllraum eine bogenförmige Kranbahn verlegt, mit der Kranwasserschöpfer und Multisonden direkt vom Schiebepalken übernommen und in den wettergeschützten und temperierten Abfüllraum zur weiteren Bearbeitung —

Abfüllen der Wasserproben in Flaschen — gebracht werden können. Da dazu das Einleiterkabel nicht vom Gerät gelöst wird, mußte die zum Arbeitsdeck führende Tür mit entsprechenden Öffnungen für Kranbahn und Draht gebaut werden. Die „Freibordtür“ ist deshalb zwischen Abfüllraum und Gerätenische angeordnet. Die Gerätenische dient als zusätzlicher Zwischenlager- und Vorbereitungsraum für auf dem Arbeitsdeck einzusetzende Geräte, Bojen, Verankerungen usw.

Luftpulserstation

Bb. achtern ist eine Luftpulserstation mit Ausblick auf die Pulser-Ablaufbahn eingerichtet. Das Zentralgerät für die Steuerung und Überwachung der Versorgung der Luftpulser wurde von Prakla-Seismos geliefert. Ferner enden hier die Kabelschutzrohre zu den Unterwasser-Beobachtungsfenstern, so daß dieser Raum auch für die Aufstellung der Registriergeräte für Unterwasser-Beobachtungen genutzt werden kann.

Geräteraum

Hinter dem Laderaum wurde ein geräumiger Geräteraum eingerichtet, in dem sperriges wissenschaftliches Gerät gelagert und bei Bedarf mittels Gabelstapler durch den Betriebsgang zum Arbeitsdeck transportiert werden kann. Das Beladen des Geräteraums ist auch durch eine wasserdichte Tür zum Laderaum möglich.

Labors auf dem II. Deck

Gravimeterraum

Der Gravimeterraum ist mit dem Kreisraum kombiniert. Zur Aufstellung des von den wissenschaftlichen Instituten mitzubringenden Seegravimeters ist ein Sonderfundament auf Schwingmetallaufslagern im Boden eingebaut. Die Schwingmetallelemente können den jeweiligen Anforderungen des zu installierenden Gravimetertyps angepaßt werden. Meßdaten können durch einen Kabelschacht über „fliegende“ Kabel zum Universal-Meß- und Registrierraum übertragen werden.

Mehrzweckgefrierräume

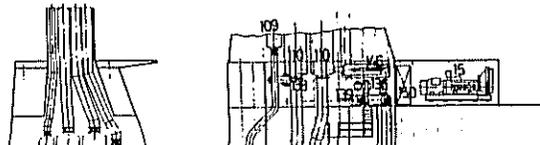
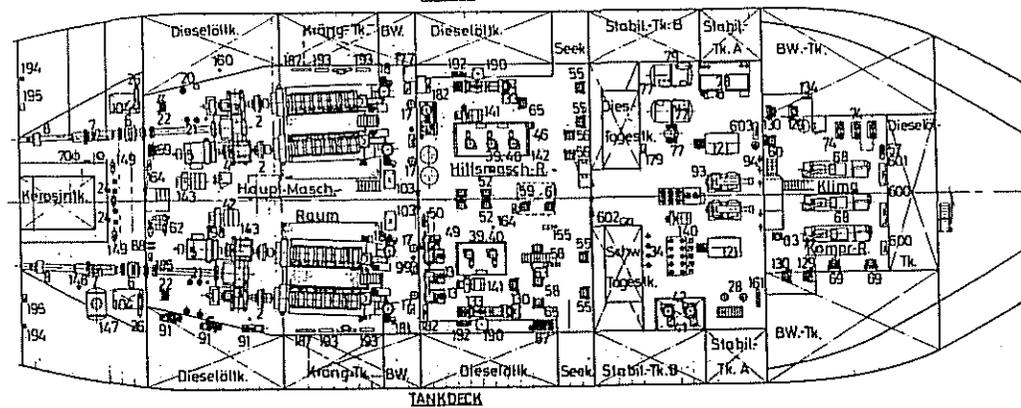
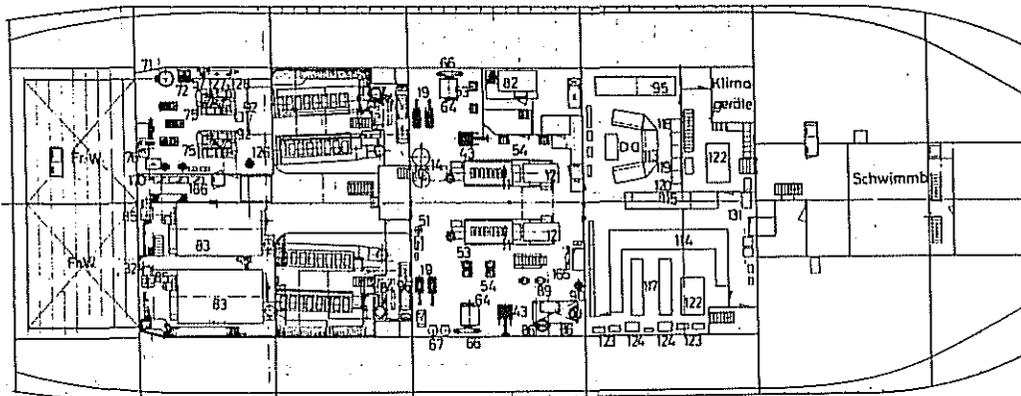
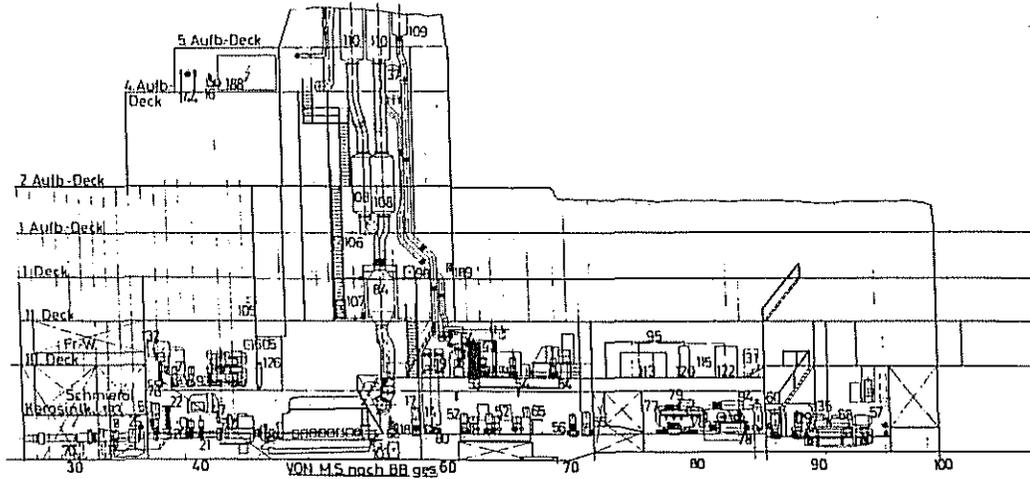
Die drei Mehrzweck-Gefrierräume dienen sowohl zur Lagerung von biologischen, geologischen oder Eis-Proben bei Originaltemperatur oder zum Einfrieren biologischer Proben als auch als Arbeitsplatz für diverse bei Originaltemperatur der zu untersuchenden Objekte auszuführende Forschungsarbeiten. Je einer der Mehrzweckgefrierräume kann bis — 32 Grad C, — 20 Grad C und — 5 Grad C heruntergekühlt werden. Die Temperaturen sind stufenlos regelbar. Im Vorraum (— 5-Grad-C-Raum) können u. a. Porenwässer aus Sedimentkernen ausgepreßt werden. Im — 20-Grad-C-Raum ist die Aufstellung von Werkstoffprüfgeräten für Festigkeitsuntersuchungen an Eisproben vorgesehen. Weitere Kühltruhen können in Nischen des Betriebsgangs aufgestellt werden.

Laborcontainerraum

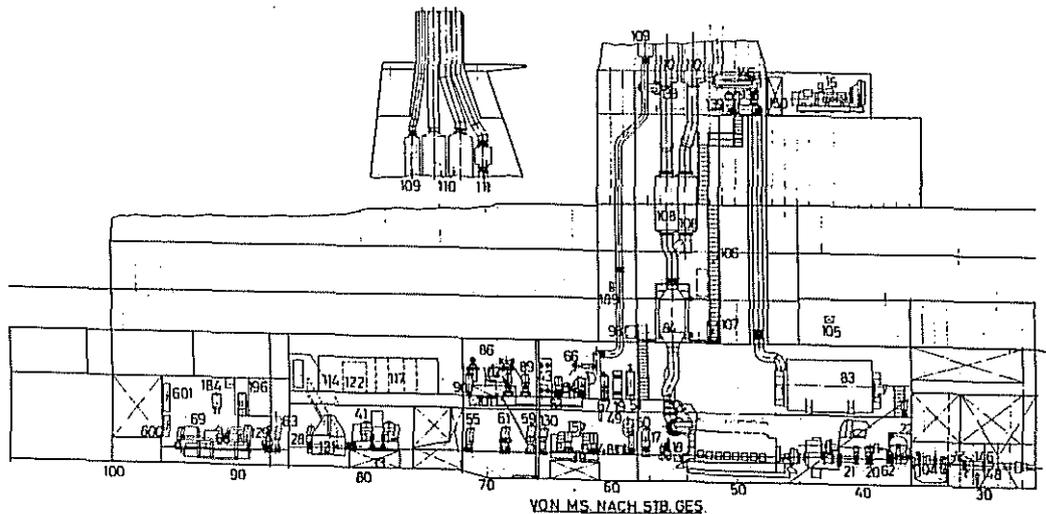
Der Laborcontainerraum bietet die Möglichkeit, bis zu fünf Laborcontainer auf elastisch gelagerten Schienen aufzustellen und an die Wasser-, Gas-, Strom- und Nachrichtenversorgung sowie die Klimaanlage-Abluftsysteme anzuschließen. Er kann auch als Großlabor oder Gerätetauraum benutzt werden. Der Boden ist dazu mit einem entsprechenden Zurrbuchsenraster versehen.

Fischraum

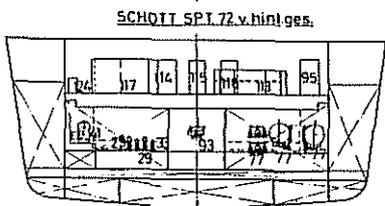
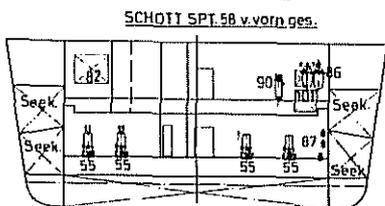
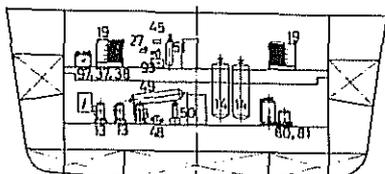
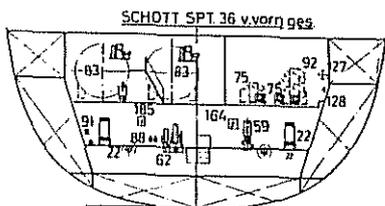
Der Fischraum ist im Bereich vor den Fischluken mit fischereiüblichen Fischhocken versehen. Der Boden ist mit hochstehenden Lichtgitterrosten abgedeckt, so daß durchfallende Fischabfälle und Kleintiere mit einem Spülsystem in einen Sumpf gespült werden. Auf den freien Flächen können bei Bedarf Aquarien aufgestellt werden. An der Stb.-Seite sind Arbeitsplätze für fischerei- und meeres-



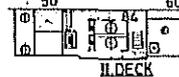
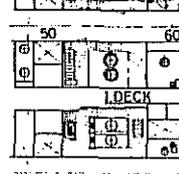
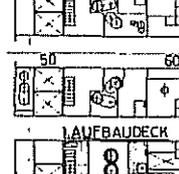
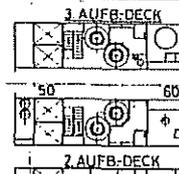
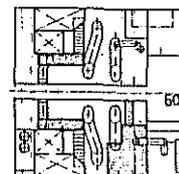
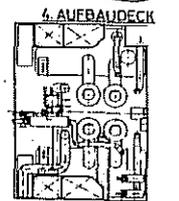
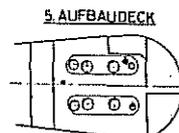
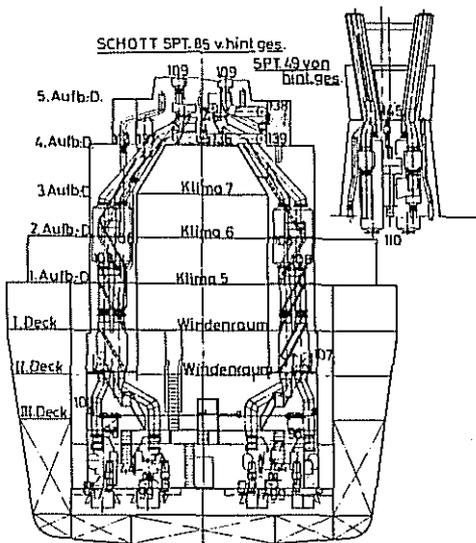
- 1 Hauptmotor (4)
- 2 hochelastische Kupplung (4)
- 3 Doppel-Untersetzungsgetriebe (2)
- 4 elastische Kupplung PTO-Antrieb (2)
- 5 Wellengenerator (2)
- 6 Hilfsdrucklager (2)
- 7 Druckölgchäuse (2)
- 8 Traglager (2)
- 9 Simplex-Comp.-Abdichtung (2)
- 10 Verstellpropelleranlage (2)
- 11 Hilfsdiesel (2)
- 12 Generator (2)
- 13 Anlaßluftkompressor (3)
- 14 Luftflasche (2)
- 15 Notstromaggregat
- 16 Notkompressor
- 17 Reserve-Motorenölpumpe (4)
- 18 Autom. Motorenölfilter (4)
- 19 Motorenölkühler HM (4)
- 20 Getriebeölpumpe (4)
- 21 Schmierölpumpe für Schaltkuppl. (4)
- 22 Getriebeölkühler (2)
- 23 Schmierölpumpe einheitlich für Verstellpropeller (2)
- 24 Hydraulikölpumpe Verstellpropeller (4)
- 25 Hydraulikölauffüllpumpe (2)
- 26 Hydraulikölkühler (2)
- 27 Automatik-Viscotherm-Anlage (3)
- 28 Kraftstoff-Förderpumpe (2)
- 29 Kraftstoffzubringerpumpe HM (4)
- 30 Kraftstoffzubringerpumpe HD (2)
- 31 Kraftstoffzubringerpumpe Kessel (2)
- 32 Kraftstoffvorwärmer-Kessel
- 33 Kraftstoffzubringerpumpe Notstromdiesel (2)
- 34 Mischrohr (4)
- 35 Düsenkühlölpumpe HM (4)
- 36 Düsenkühlölkühler HM (2)
- 37 Düsenkühlölpumpe HD (2)
- 38 Düsenkühlölkühler HD
- 39 Schmierölseparator (5)
- 40 Schmierölvorwärmer-Separator (5)
- 41 Schwerölseparator (2)
- 42 Schwerölvorwärmer-Separator (2)
- 43 Zentralkühler (2)
- 44 Endvorwärmer HM (2)
- 45 Endvorwärmer HD
- 46 Schlammpumpe (3)
- 47 Schmutzölpumpe
- 48 Steuerluftkompressor
- 49 Steuerluftbehälter
- 50 Kältetrockner
- 51 Anlaßluftflasche HD
- 52 HT-Frischkühlwasserpumpe (4)
- 53 NT-Frischkühlwasserpumpe (4)
- 54 Frischkühlwasserpumpe für Hilfsbetrieb (4)
- 55 Hauptseekühlwasserpumpe (4)
- 56 Seekühlwasserpumpe für Klimaanlage (2)
- 57 Kühlwasserpumpe für PKA und Gefrieranlage (4)
- 58 Ballastpumpe (2)
- 59 Lenz- und Feuerlöschpumpe (2)
- 60 Notfeuerlöschpumpe
- 61 Schaumfeuerlöschpumpe
- 62 Kolbenlenzpumpe
- 63 Notlenzpumpe
- 64 Frischwasser-Erzeuger (2)
- 65 Ejektorpumpe für Frischwasser-Erzeuger (2)
- 66 Vorwärmer für Frischwasser-Erzeuger (2)
- 67 Trinkwasseraufhängungsfilter (2)
- 68 Kaltwassersatz (3)
- 69 Kaltwasserpumpe für Kaltwassersatz (2)
- 70 Flugkraftstoffpumpe (2)
- 71 Warmwasserbereiter
- 72 Warmwasserumwälzpumpe (2)
- 73 UV-Entkeimungsanlage
- 74 Proviantskühlanlage (3)
- 75 Gefrierkühlanlage (3)
- 76 Hydroforpumpe (2)
- 77 Vacuum-WC-Anlage
- 78 Entkeimungsanlage
- 79 Fettabscheider
- 80 Entöler
- 81 Entölerpumpe
- 82 Müllverbrennungsanlage
- 83 Hilfskessel (2)
- 84 Abgaskessel (2)
- 85 Kesselgebläse (2)
- 86 Dampfüberschuß-Kondensator (2)
- 87 Solewasserpumpe (3)



VON MS. NACH STB. GES.

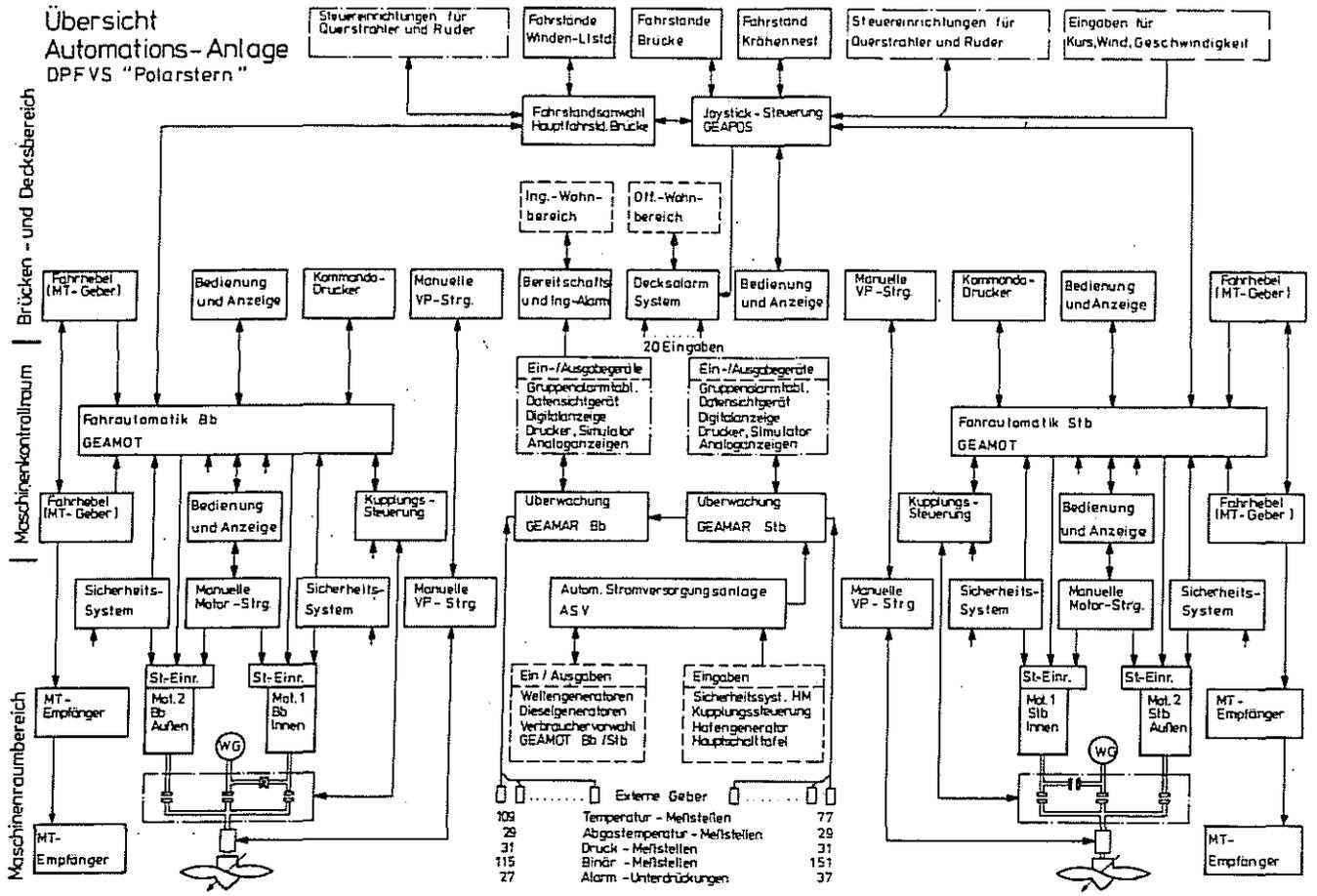


SPT. 79 v.vorn ges.

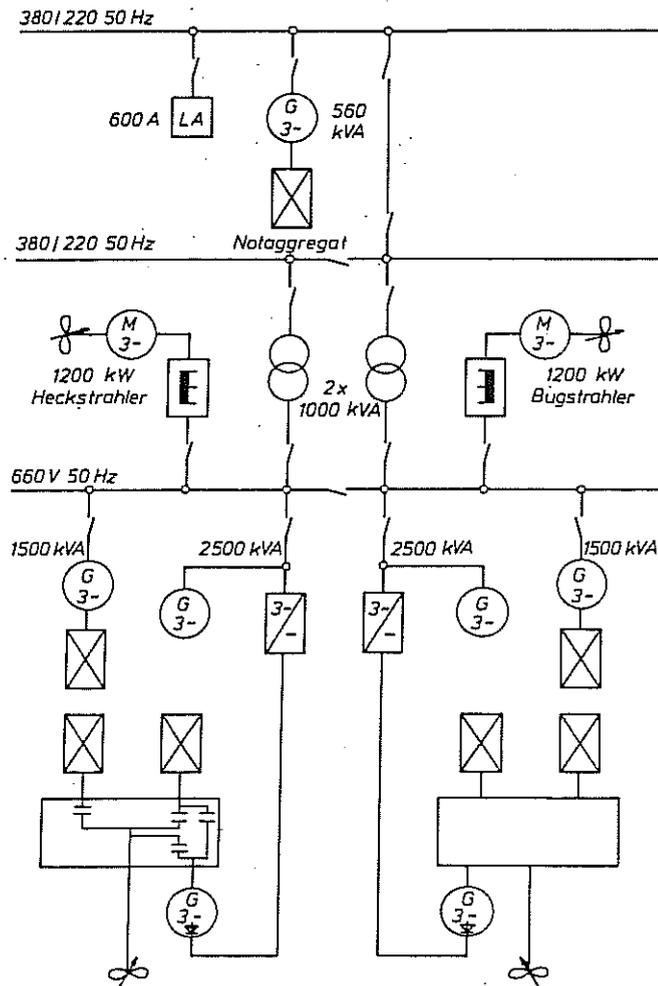


- 77 Vacuum-WC-Anlage
- 78 Entkeimungsanlage
- 79 Fettabscheider
- 80 Entöler
- 81 Entölerpumpe
- 82 Müllverbrennungsanlage
- 83 Hilfskessel (2)
- 84 Abgaskessel (2)
- 85 Kesselgebläse (2)
- 86 Dampfüberschuß-Kondensator (2)
- 87 Speisewasserpumpe (3)
- 88 Speisewasser auffüllpumpe (2)
- 89 Heizwasserumwälzpumpe (2)
- 90 Wärmeaustauscher-Tankheizung
- 91 Kesselwasserumwälzpumpe (6)
- 92 HD-Luftkompressor (6)
- 93 Interling-Anlage (2)
- 94 Luftflasche
- 95 Trimpult
- 96 Düsenkühlöltank HM (2)
- 97 Düsenkühlöltank HD
- 98 Heizwasserausgleichstank (2)
- 99 Mudtank und automatischer Filter (3)
- 100 Sperröltank (2)
- 101 Kondensattank
- 102 Kondensatbeobachtungstank
- 103 Lecköltank (2)
- 104 Umlaufstank für Verstellpropelleranlage (2)
- 105 Hochstank für Verstellpropelleranlage (2)
- 106 Stevenrohrhöchstank (2)
- 107 Kühlwasserausgleichstank (2)
- 108 Schalldämpfer HM (4)
- 109 Schalldämpfer HD (2)
- 110 Schalldämpfer/Funkenfänger HM (4)
- 111 Funkenfänger Kessel (2)
- 112 Funkenfänger Müllverbrennung
- 113 MKR-Pult
- 114 Schalttafel
- 115 Schalttafel
- 116 Steuerung für HM
- 117 Steuerung Wellengenerator (2)
- 118 Interling-Steuerschrank
- 119 Überwachungsanlage
- 120 Stromversorgungs-Automatik
- 121 Blindleistungsmaschine (2)
- 122 Bordnetztransformator (2)
- 123 Kondensator (12)
- 124 Drossel (2)
- 125 Heizwasserumwälzpumpe
- 126 Arbeitsdeckheizung (2)
- 127 Vorwärmer-Decksbeheizung
- 128 Dampfumformer
- 129 Kondensatkühler
- 129 Seewasserpumpe Eisdüsenystem (2)
- 130 Seewasserpumpe Eisdüsenystem (3)
- 131 Korrosionsschutzanlage
- 132 Getriebehöchstank (2)
- 133 hydraulische Pumpeinheit für Stabilisator (2)
- 134 Seewasserpumpe für Drucktank (2)
- 135 Seewasserdrucktank
- 136 Heizwasserpumpe Lufterhitzeranlage (2)
- 137 Ausdehnungstank Lufterhitzeranlage
- 138 Wärmeaustauscher Lufterhitzeranlage (2)
- 139 Ausdehnungsgefäß (2)
- 140 Driventgebläse
- 141 Driventgebläse (2)
- 142 Werkbank
- 143 Driventgebläse (2)
- 144 Notkesselanlage
- 145 Funkenfänger Notkessel
- 146 Schalldämpfer/Funkenfänger Notstromdiesel
- 147 Schaummittelstank
- 148 Schaummittelpumpe
- 149 Doppelfilter für Verstellpropelleranlage (2)
- 150 Kraftstofftank für Notstromdiesel

Automation / Bordnetz „Polarstern“



Prinzipschaltbild Bordnetzversorgung

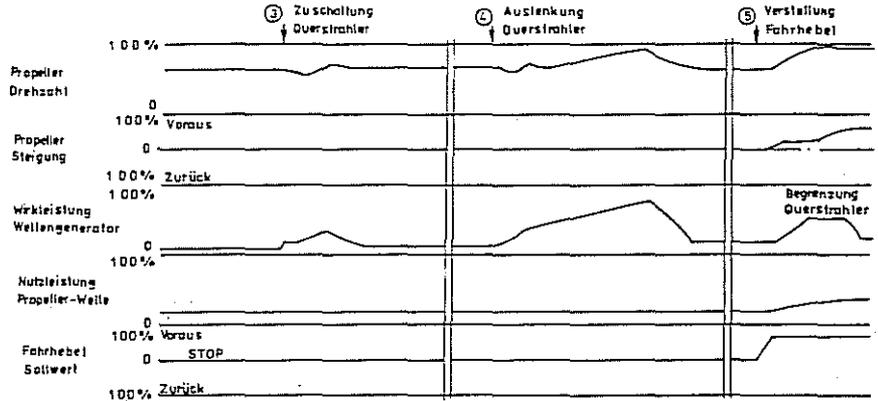
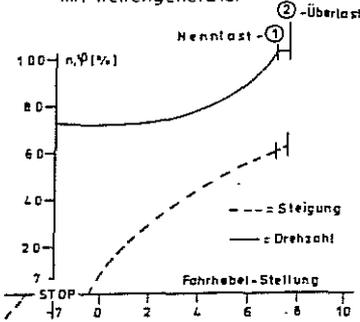


5. Aufb.-Deck

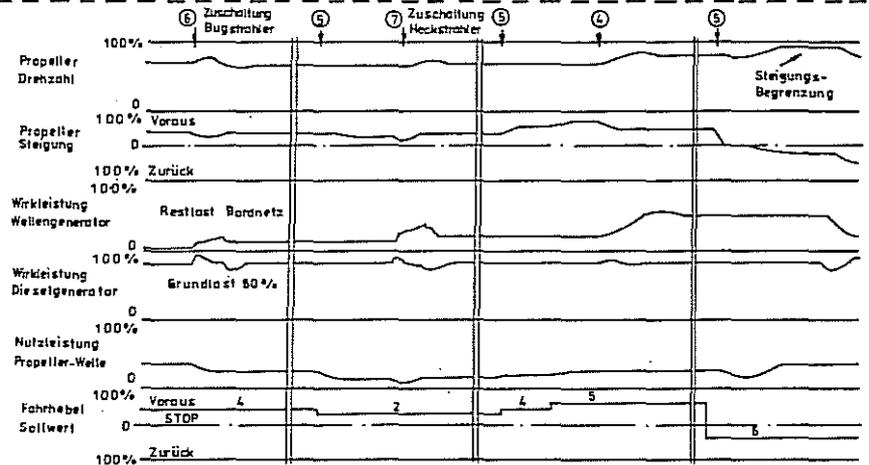
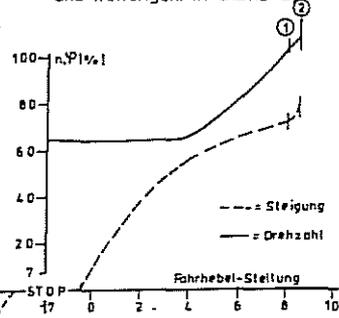
Betriebsarten und Betriebszustände

Dynamisches Verhalten der Antriebsanlage
(Zeitmaßstab ca. 20mm/min)

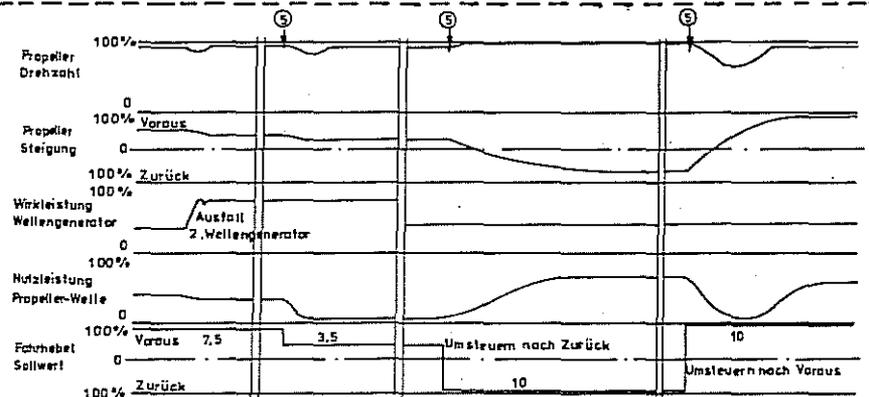
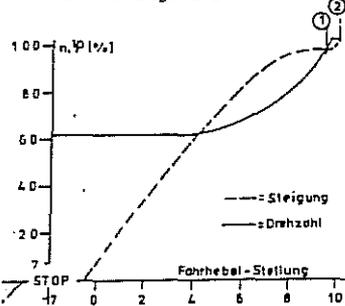
Kombinatorbetrieb
1 Motor/Welle
mit Wellengenerator



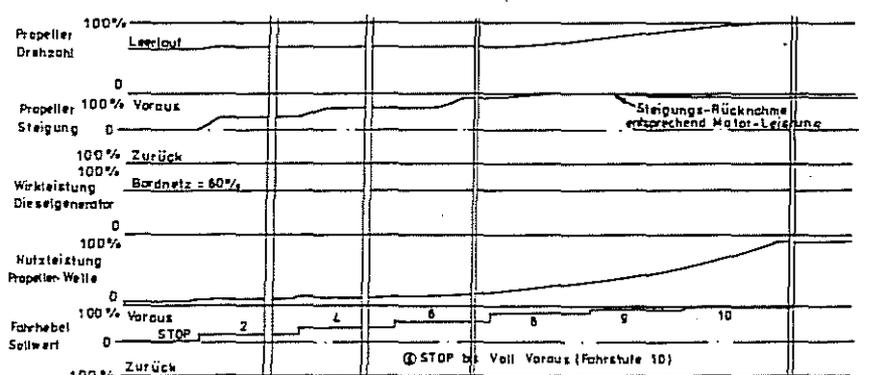
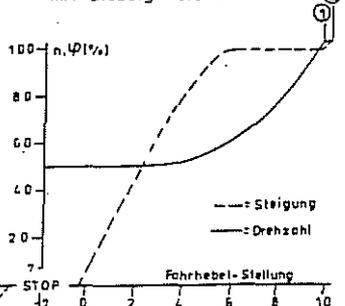
Kombinatorbetrieb
1 Motor/Welle
mit Dieselgeneratoren
und Wellen. in Stand-By



Kombinatorbetrieb
2 Motoren/Welle
mit Wellengenerator



Kombinatorbetrieb
2 Motoren/Welle
mit Dieselgeneratoren



biologische Arbeiten mit Arbeitstischen und Laborbecken vorhanden, ebenso Aufhängemöglichkeiten für Fischwaagen. Überzähliger Fisch und Abfälle können über eine Rutsche in einem Fischzerhacker zugeführt werden, von dem aus sie zusammen mit dem im Sumpf sich ansammelnden Wasser mit einer Turopumpe nach außenbords gepumpt werden. Vom Fischraum abgetrennt ist ein kleiner Schreib- und Lagerraum sowie ein Ölzeugaum.

Fischlabor

Neben dem Fischraum ist an Bb.-Seite ein durch eine wasserdichte Tür vom Fischraum zugängliches Fischlabor mit Meßbecken und Laborbecken eingerichtet. Über dem Meßbecken mit zwei Arbeitsplätzen sind Halterungen für Instrumenten- und Otholitenkästen angebracht (Otholiten sind Gehörsteine der Fische, die zur Altersbestimmung benutzt werden). Das U-förmige vordere Ende des Fischlabors kann für Trockenarbeiten durch einen Vorhang abgetrennt werden.

Wissenschaftliche Räume auf dem 4. Aufbaudeck

Für wissenschaftliche Arbeiten, die in Brückennähe ausgeführt werden sollen, sind auf dem 4. Aufbaudeck Räumlichkeiten vorhanden. Der wissenschaftliche Arbeitsraum enthält die Lottöchter und die Lotsteuerzentrale, von der aus die Tochtergeräte in den verschiedenen Labors zentral überwacht werden können. Er kann außerdem als Konferenzraum benutzt werden und ist dafür mit Diaprojektor, Overhead-Projektor und Leinwand ausgestattet.



Lotssteuerzentrale

Der Beobachtungsraum an Hinterkante Brückenaufbau hat einen langen Arbeitstisch zum Auslegen langer Lotschriebe oder zum Befestigen von Geräten, die zu Arbeiten z. B. der Meteorologen und Luftchemiker im Bereich des Peildecks und der Mastplattform in Höhe des Krähennestes genutzt werden. Für Besprechungen sind an beiden Schiffsseiten Sitzgruppen angeordnet. Die weiter unten beschriebene Bordwetterwarte und der aerologische Registrierraum sind vom Beobachtungsraum durch eine Fensterwand abgetrennt.

Ausrüstung

Um die Back von zum Eisansatz neigenden störenden Bauteilen freizuhalten und die Winden witterungsgeschützt aufzustellen, wurde die Anker- und Verholeinrichtung unter der Back angeordnet. Als Besonderheit sei hierbei die Tiefankerleinrichtung erwähnt. Dazu ist die Stb.-Ankerwinde mit einem Friktionsteil versehen, über die 1000 m Draht zu einer darunter befindlichen Speicherwinde laufen können. Zum Ankern in tiefen Gewässern wird der Anker abgeschäkelt und festgezurt. Die Ankerkette wird dann über einen durch eine Seitenpforte nach außen klappbaren Rollenbock ausgefiert, bei Erreichen der letzten Kettenlänge an den Tiefseedraht angeschäkelt und weiter aus-

gefiert. Das Kettengewicht wirkt so als Ankergewicht, ähnlich wie es bereits seit längerer Zeit bei Verankerungen von Feuerschiffen der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes ausgeführt wird.

Bei der Auswahl der Rettungsmittel wurde — unabhängig von den erst während der Bauzeit in Kraft getretenen neuen Vorschriften — die Ausrüstung mit geschlossenen 8-m-GFK-Rettungsbooten vorgesehen. Die drei Boote fassen je 50 Personen. Ihr Antrieb erfolgt durch luftgekühlte 28-PS-Dieselmotoren. Außerdem ist die Forschungsbarkasse „Polarfuchs“ als Rettungsboot für 45 Personen zugelassen.

Forschungsbarkasse „Polarfuchs“

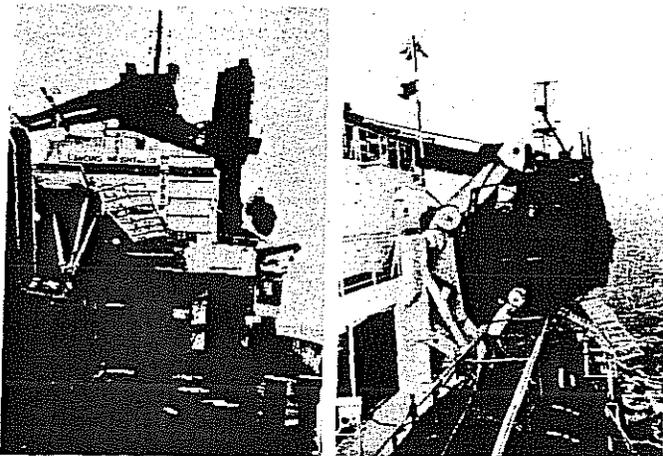
Die von der Fassmer-Werft, Motzen, erbaute Mehrzweckbarkasse „Polarfuchs“ erfüllt eine Vielfalt von Aufgaben als Forschungsfahrzeug, Vermessungsboot, Monitorstation, Verkehrsboot, Schleppbarkasse und als Rettungsboot. Sie kann selbständig in einem begrenzten Seeraum um das Mutterschiff herum operieren. Hierzu sind entsprechende Arbeits-, Wohn- und Schlafmöglichkeiten vorhanden, ebenso eine umfangreiche nautische und funktechnische Ausrüstung.

Hauptdaten:

Länge über alles	12,70 m
Länge in der CWL	11,60 m
Breite auf Spanten	3,90 m
Breite über Scheuerleiste	4,40 m
Seitenhöhe bis Backdeck	2,50 m
Seitenhöhe bis Hauptdeck	1,95 m
größter Tiefgang	ca. 1,35 m
Antriebsleistung	2×57 kW (2×78 PS)
Geschwindigkeit	ca. 7,5 kn
Treibölvorrat	800 l
Frishwasservorrat	400 l

Der Rumpf ist aus seewasserbeständigem Aluminium gebaut und den besonderen Einsatzbedingungen entsprechend eisverstärkt. Er ist mit einem ausgeschäumten Luftkasten versehen, das die Sinksicherheit für den Einsatz als Rettungsboot sicherstellt. Um optimales Seeverhalten zu erreichen und in den Wohn- und Arbeitsräumen unter Deck ausreichende Stehhöhe sicherzustellen, ist das Fahrzeug als Backdecker konzipiert. Unter dem Achterschiff sind Kielflossen angeordnet, die die Propeller gegen Eis- und Grundberührung schützen.

Im Hinblick auf die vielfältigen und zum Teil vom Mutterschiff unabhängig auszuführenden Aufgaben ist die „Polarfuchs“ mit einer sehr umfangreichen nautischen Ausrüstung versehen. Dazu gehören unter anderem Zielfahrtpeiler, 3-cm-Radar, Raconbake, Radarreflektoren, Ver-



Links: Arbeitsdeck von hinten gesehen
Rechts: Forschungsbarkasse „Polarfuchs“ im Davit

messungsplot für Wassertiefen bis 200 m, Grenzwellensender und -empfänger, UKW-Sprechfunk und EPIRB-See-notboje. Auch ein Satellitennavigationsgerät ist vorhanden.

Der Antrieb erfolgt durch zwei Sechszylinder Witzemann-Mercedes-Dieselmotoren, Typ WM 130, von je 78 PS bei 1800 min^{-1} über zwei Schottel-Ruderpropeller SRP 50/51, die — wenn erforderlich — ganz aus dem Wasser hochgeklappt werden können. Motoren und Propeller werden vom Steuerstand aus fernbedient. Die an die Motoren angehängten 24-V-Stromerzeuger sind so dimensioniert, daß ausreichende Energie auch zum Anschluß an Bord gebrachter Forschungsgeräte zur Verfügung steht. Am Spiegel sind ein hydraulisch schwenkbarer Klappgalgen für eine Last von 500 kg und eine hydraulisch angetriebene Seilwinde mit zwei Trommeln angeordnet. Der Galgen dient zum Aussetzen von Forschungsgeräten und kleinen Netzen. Zum Schleppen ist in einer Spiegelnische ein 1,5-t-Patentschlepphaken mit Fernauslösung vorhanden. Der Unterdecksraum ist in einen kombinierten Schlaf- und Arbeitsraum im Vorschiff mit vier Kojen und einen kombinierten Wohn- und Arbeitsraum im Mittelschiff unterteilt. Die Einrichtung ist weitgehend klapp- und losnehmbar ausgeführt, um je nach Bedarf Arbeitsflächen und Stauraum für wissenschaftliches Gerät zu schaffen.

Das große Gewicht der Forschungsbarkasse von ca. 18 t und die besonderen Einsatzbedingungen erforderten eine Sonderausführung auch der Davitanlage. Um der Forderung des Auftraggebers nach einem sicheren und schnellen Einheben bei Seegang Rechnung zu tragen, entwickelte die Davit Company ein System mit elektro-hydraulisch angetriebenen Bootswinden und Seegangsfolgeeinrichtung, die es gestattet, den Vertikalbewegungen des Bootes zu folgen und das Boot mit einer großen Hebe- und Senkgeschwindigkeit aufzuheben. Den Forderungen der SeeBG für die Anerkennung als Rettungsboot folgend, ist der Windenantrieb so ausgelegt, daß bei Stromausfall das Boot hydraulisch gebremst gefiert werden kann.

Manöviereinrichtungen

Im Hinblick auf die hohen Beanspruchungen bei der Eisfahrt wurde ein dreifach gelagertes Mittelruder gewählt und auf Doppel- bzw. Flossenruderanlagen verzichtet. Das Ruder kann 45 Grad nach jeder Seite gelegt werden. Dadurch und durch die dicht am Totholz und mit konvergierender Achse angeordneten Propeller ist eine Beaufschlagung des Mittelruders durch den Propellerstrahl auch beim Zweischauber möglich. Das Ruder wird durch eine Frydenboe-Drehflügelrudermaschine mit einem Schafmoment von 1750 mkN angetrieben.

Im Vor- und Achterschiff ist je ein Querstrahlsteuer mit Verstellpropeller, Fabrikat KaMeWa, installiert, der 150 kN Querschub abgibt. Durch abgestimmten Einsatz der Querstrahler und Verstellpropeller kann das Schiff beim Forschungsbetrieb trotz seiner großen Masse auf Position gehalten werden. Die Schubkraft und Schubrichtung der Verstellpropeller werden durch hydraulische Verstellung der Propellerblätter verändert.

Der elektrische Teil jeder Querstrahlanlage besteht aus einem Drehstrom-Käfigläufermotor, 1100 kW , 985 min^{-1} , 660 V , 50 Hz , einem Anlaßtransformator zur Begrenzung des Motoranlaufstromes auf den 1,4fachen Motornennstrom und einem Schaltschrank mit Anlaßsteuerung. Das Einschalten des Motors erfolgt im Normalfall (Automatikbetrieb) von der Brücke über die automatische Stromversorgungs-Anlage. Um das Gegendrehmoment während des Motorhochlaufs gering zu halten, werden die Propellerflügel dabei auf Nullsteigung gestellt. Zum Schutz des Motors sind in der Ständerwicklung Thermistorfühler angeordnet, die bei unzulässiger Erwärmung Alarm geben und bei gefährlicher Übertemperatur eine Abschaltung des Motors auslösen.

Um das Schiff unter Einsatz aller Manövrierorgane (Ruder, Querstrahler, Verstellpropeller) zu manövrieren, ist es mit einer AEG-Joystick-Anlage ausgerüstet. Das ist eine Einhebelsteuerung, die über einen Rechner die optimale Wirkung der einzelnen Manövrierorgane zum Tragen bringt. Mit dem Joystick kann das Schiff von verschiedenen Positionen aus gefahren werden (Brücke, Brückennock, Krähenneest, Windenleitstand).

Schlingerdämpfung

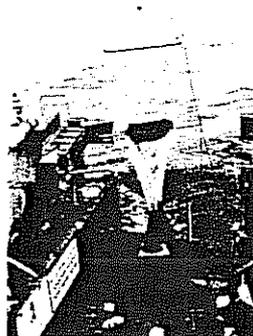
Eisbrecher gelten im allgemeinen als Schiffe, die sehr leicht zum Rollen neigen; Forschungsschiffe sollen auf Station möglichst ruhig liegen und keine vorstehenden Bauteile aufweisen, hinter denen sich Leinen verhaken können. Als einzige passive Schlingerdämpfungseinrichtung dient ein 0,5 m hoher und 1 m breiter Kastenkiel, der auch einen gewissen Schutz der Lotschwinger gegen Beschädigung durch Grundberührung bieten soll.

Für den Eisbrechbetrieb ist eine Krängungsanlage eingebaut, mit der das Schiff sich „freischaufeln“ kann, wenn es im Eis festgerät. Es bot sich an, diese Anlage zu einer gesteuerten Rolldämpfungsanlage zu erweitern. Das ist durch die installierte Interer-Rolldämpfungs- und Krängungsausgleichsanlage geschehen. Es handelt sich um ein pneumatisch gesteuertes System, das die Wasserbewegung im Schlingertank der Rollbewegung entgegenwirken läßt. Im Gegensatz zur Flossenstabilisierungsanlage, deren Dämpfungswirkung nach einem quadratischen Gesetz von der Schiffsgeschwindigkeit abhängt, wirkt die Interer-Anlage auch bei stehendem oder sehr langsam fahrendem Schiff, d. h. bei den im Forschungsbetrieb vorherrschenden Betriebszuständen.

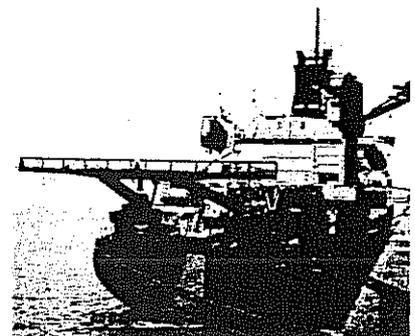
Um bei Versorgungs- und Verlegungsfahrten in den Schlechtwettergebieten des Nord- und Südatlantik in bezug auf Rollbewegungen günstige See-Eigenschaften sicherzustellen, entschied sich der Auftraggeber zusätzlich für den Einbau einer Flossenstabilisierungsanlage. Um auch bei niedrigen Marschgeschwindigkeiten des Schiffes die Stabilisatoren wirksam zu halten und im Hinblick auf die relativ große zu dämpfende Masse mußte für die „Polarstern“ das größte bisher von der Herstellergruppe AEG/Denny Brown/HDW gebaute einziehbare Flossenpaar installiert werden.

Arbeitsdeck

Für ein multidisziplinär eingesetztes Forschungsschiff ist ein möglichst großes, durch Hebezeuge in ganzer Ausdehnung zugängliches Arbeitsdeck von großer Bedeutung. Auf der „Polarstern“ wurde dazu ein System von querschiffslaufenden T-Schienen mit Befestigungsbuchsen und Containerspuren und längsschiffs eingelegtem Bongossi-Holzbelag gewählt. Auf diese Weise steht ein enges Raster-system mit Befestigungsmöglichkeiten für Labor- und Gerätecontainer, mitgebrachte kleinere Winden, Seilumlenkrollen, Gerätezurrungen etc. zur Verfügung, das sich bei den ersten wissenschaftlichen Erprobungen gut bewährt hat. An Stb.-Seite vorn ist das Arbeitsdeck beheizbar, um auch bei Frost z. B. Wasserschöpferbetrieb oder geologische



Aussetzen eines RMT-Netzes



Heckgalgen mit Aufschleppe

bzw. biologische Arbeiten mit viel Wasseranfall durchführen zu können.

Vom Arbeitsdeck aus können Geräte etc. mit einem Gabelstapler durch den breiten Stb.-Betriebsgang nach vorn in den Geräteraum oder Laderaum verbracht werden. Vorbereitende Arbeiten lassen sich also wettergeschützt in diesen Räumen ausführen. Die Deckswerkstatt mit umfassender Ausrüstung für Wartungs- und Reparaturarbeiten an wissenschaftlichem Gerät und das wahlweise für grobe Naßarbeiten der Geologie und Biologie oder zur Aufstellung von Laborcontainern eingerichtete Naßlabor II haben direkten Zugang zum Arbeitsdeck. Wasserproben können samt Schöpfergestell mit einem 1-t-Hubzug vom Schiebebalken in den Abfüllraum II verbracht werden. Zu den unter dem Arbeitsdeck liegenden Räumen führt eine Glattdeckkluke zum Laborcontainerraum, eine kleine Glattdeckkluke zum Sprengstoffraum, zwei Glattdeck-Fischluken zum Fischraum und eine kleine Sill-Luke zum Netzstore. Die Luken wurden von der Deutschen MacGregor GmbH geliefert.

Für den Fischereibetrieb wird der Bereich zwischen Heckaufschleppe und Mehrzweckwinden mit einem auf die T-Schienen aufzuhängenden Stahl-Schleißdeck versehen, auf das auch die für die Fischerei üblichen Anbauten, wie Innenschanz und Netzkoje, geschweißt sind. Das Schleißdeck ist in containergerechte Sektionen unterteilt und wird wieder von Bord gegeben, wenn keine Fischerei betrieben werden soll.

Im Versorgungsfall kann das Arbeitsdeck als zusätzlicher Containerstellplatz genutzt werden. Die Containerockbeschläge sind in Abständen von $\frac{1}{2}$ Containerlänge angeordnet, um möglichst großen Variationsspielraum zu haben. Das Stb.-Schanzkleid ist weitgehend losnehmbar. Für den normalen Forschungsbetrieb dürfte es jedoch ausreichen, von den unter Berücksichtigung der Arbeitsweise der verschiedenen Disziplinen angeordneten Pforten und Podesten Gebrauch zu machen.

Forschungswinden

Kernstück für das Arbeiten mit schwerem Gerät ist eine Friktionswinde mit je einem Friktionsscheibenpaar für 18 mm und 30 mm Drahtdurchmesser an jeder Seite. Sie kann je Seite einen Zug von 125 kN und bei Zusammenschalten der Motoren auf eine Seite 250 kN Zug aufbringen. Dazu gehören je zwei Speicherwinden für 30 mm Kurrleine (3000 m lang) direkt hinter der Friktionswinde und zwei Speicherwinden für 18-mm-Forschungsseil (max. auftrommelbare Seillänge je 12 000 m) in einem darunter auf dem II. Deck angeordneten Windenraum. Erstmals stehen damit auf einem Forschungsschiff zwei Tiefseeseile zur Verfügung. Erstmals wird auch die Fischerei mit einer Friktionswinde betrieben. Auf dem Arbeitsdeck stehen zwei kombinierte Mehrzweck-, Stander- und Nachfaßwinden mit Arbeitsrichtung nach achtern, deren Haupttrommeln Forschungsdraht bzw. Einleiterkabel für diejenigen Forschungsarbeiten aufnehmen, die nicht mit dem schweren Tiefseeseil ausgeführt werden müssen. Die — auskuppelbaren — kleinen Trommeln dienen zum Einholen der Stander und Nachfassen beim Netzeinziehen, können aber auch von der Ozeanographie als Standerwinden eingesetzt werden.

Mit Arbeitsrichtung Stb.-Seite sind drei Winden aufgestellt: eine Einleiterwinde für Arbeiten mit Sonden, Schöpfnern, Netzen usw., bei denen Meßströme vom abgesenkten Gerät auf Anzeigegeräte in den Labors übertragen werden müssen, eine zweitrommelige Serienwinde für vielseitige Arbeiten mit leichtem Gerät und eine Drahtwinde mit Spillkopf und Zapfen zum Aufstecken vorbereiteter Verankerungstrommeln etc. für die Ozeanographie.

Für Geophysik-Arbeiten können mitgebrachte Streamer-, Magnetometer- und andere Winden auf dem Decksraster des Arbeitsdecks aufgestellt werden. Für Fischereizwecke ist auf einer Plattform am achteren Schiebebalken eine Netzsondenwinde mit 3000 m Kabel installiert. Die nach-

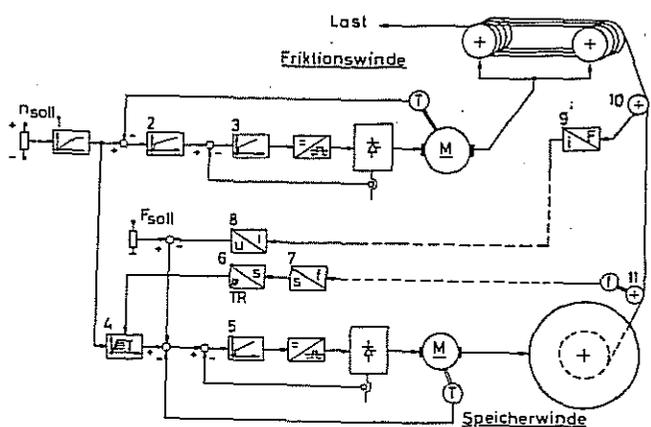
stehende Tabelle gibt die Leistungsdaten der eingebauten Forschungswinden wieder:

Windenart	zug Seil- max.	Seil- φ	Seil- länge	max. Hiev- geschw. bei Vollast m/s
	kN	mm	m	
Friktionswinde	125	18		2
	(250)*	30		1
Tiefsee-Speicherwinden	20	18	2 × 12 000	2
Kurrleinen-Speicherwinden	20	30	2 × 2 500	2
Mehrzweckwinde Bb.	100	11 E	8 000	2
Nachfaßtrommel	150	24	100	
Standertrommel	150	24	100	
Mehrzweckwinde Stb.	100	12	7 200	2
Nachfaßtrommel	150	24	100	
Standertrommel	150	24	100	
Einleiterwinde	20	8 E	6 000	1,33
Serienwinde	10	4	6 000	1,33
		5	6 000	
Drahtwinde	30	12	3 000	0,37
Netzsondenwinde	12	13 N	3 000	2

* Seilzug bei Umschalten beider Antriebsmotoren auf eine windenseite

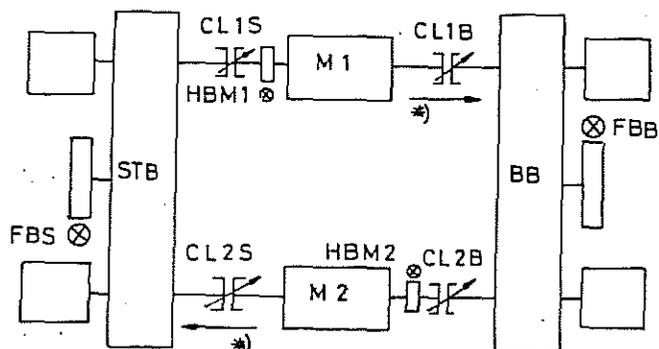
E = Einleiterkabel

N = Netzsondenkabel



Friktions-/Speicherwinden-Schema

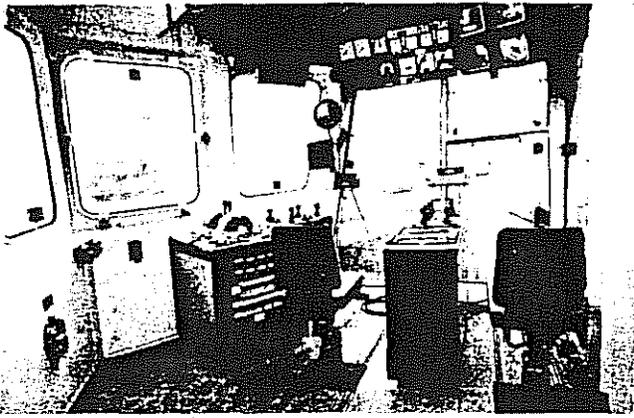
- 1 Drehzahl-Sollwert-Integrator
- 2 Drehzahl-Regler
- 3 Ankerstrom-Regler
- 4 Sollwert-Begrenzung
- 5 Ankerstrom-Regler
- 6 Kennliniengeber
- 7 Längenmessung
- 8 JIU-Wandler Zugkraftmessung
- 9 Zugkraftmessung
- 10 Umlenkrolle mit Zugmeßglied
- 11 Seilwagen mit Impulsgeber



*) Normale Zuordnung!

Friktionswinden-Schema

- CL = Kupplungen im Strang 1 oder 2 (S = Stb., B = Bb.)
HBM = Haltebremsen Motor 1 oder 2
M = Motor 1 oder 2
FB = Friktionsbremse



Windeneleitstand

Alle Winden haben elektrischen Antrieb über stromrichter gespeiste Gleichstrommotoren. Seilzug- und Seillängen-Meßeinrichtungen sind für Friktions-, Einleiter- und Mehrzweckwinden eingebaut. Die Einleiterwinden und einige andere ggfs. auf Meßkabelbetrieb umzurüstende Winden erhielten Schleifringe, über die die Meßdaten in das schiffsseitige Meßkabelnetz übertragen werden können. Beim Aufspulen der Seile können Durchmesserabweichungen in gewissen Grenzen aufgefangen werden, weil die Spulvorrichtungen mit P.I.V.-Getrieben ausgerüstet sind. Die Winden wurden vom Konsortium AEG (elektr. Teil) / AG „Weser“ Seebeckwerft (mech. Teil) geliefert. Die Einsatzfähigkeit der Winden bei niedrigen Temperaturen wurde durch einen Großversuch mit einer in einer Kältekammer bei -30 Grad C betriebenen Winde geprüft.

Windenantrieb- und -steuerung

Die Winden- und Schiebebalkensteuerung ist in Fahrpulten im kanzelartigen Vorbau des Windeneleitstands auf dem 2. Aufbaudeck zusammengefaßt. Die Friktions- und Speicherwinden können vom Windenfahrer auf Fernsehmonitoren überwacht werden. Für den Fischereibetrieb und Forschungs-Arbeiten über das Heck können die dafür benötigten Winden, der Heckgalgen und das Wellenschlagtor (MacGregor) in der Aufschleppe von einem geschlossenen Steuerstand an Achterkante des Bb.-Deckshauses bedient werden.

Als Antriebsmotoren sind für alle Forschungswinden stromrichter gespeiste Gleichstrommotoren vorgesehen, deren Schutzart IP 56 bzw. IPR 44 den jeweiligen Aufstellungsarten entspricht. Das für die Speisung und Regelung der Motoren angewendete Konzept wird für alle Forschungs- und Speicherwinden gleichermaßen eingesetzt und ist seit langem für derartige Antriebe im Schiffbau eingeführt; es sieht, stichwortartig dargestellt, folgendermaßen aus:

- Speisung von Anker- und Feldkreis über Thyristor-Stromrichter
- Drehzahl- und Drehmomentumkehr durch antiparallele Feldumkehr
- Drehzahl-Regelung mit unterlagerter Stromregelung nach dem Stromleitverfahren
- oberhalb der Nennzahl Betrieb im Feldschwächbereich durch Regelung auf konstante Leistung

Die Drehmoment-Drehzahl-Kennlinien sind für den Heben- und Senkenbereich spiegelbildlich und besitzen im generatorischen Senkbetrieb Krancharakteristik durch Einsatz eines Lastspeichers.

Die Bedienung der Winden erfolgt von verschiedenen Orten. Im Windeneleitstand ist ein zentraler Steuerstand aufgestellt, von dem aus alle Forschungswinden gefahren werden können und in dem alle Bedienungs-Anzeigen und Umschaltelemente untergebracht sind. Vom hinteren Windenfahrstand können nur die für die Fischerei benötigten Winden, also die Friktions-Speicherwinden sowie die Mehrzweckwinden, nach entsprechender Umschaltung gefahren werden. Als weitere Bedienmöglichkeit ist bei allen Forschungswinden ein tragbarer Steuerstand vorgesehen.

Als Besonderheit sei noch erwähnt, daß es für die Friktions-Speicherwinden-Anlage auf Grund der Vielzahl der Betriebsarten des Friktionsteiles, der relativ komplexen Ablaufsteuerung zwischen Friktions- und Speicherteil sowie der Umschaltmöglichkeiten der Speicherwinden und der Steuerstände erforderlich wurde, eine speicherprogrammierte Steuerung einzusetzen. Diese verarbeitet sämtliche Befehls- und Meldeeingänge durch logische Verknüpfungen miteinander zu Ausgangssignalen in Form von Relais- und Lampenausgängen, die die Betriebsabläufe steuern und anzeigen. Insgesamt werden hier 188 Eingangswerte durch 550 verschiedene Aufrufe mit über 2000 Verknüpfungen zu 307 Zwischenergebnissen und 164 Ausgängen verarbeitet.

Eine eigenständige, umfangreiche Windenmeßanlage in Form einer rechnergestützten Meßwerterfassungs-Anlage wurde installiert, um die Kenndaten aller Forschungswinden — wie Seilzug, Seillänge und Seilgeschwindigkeit — zu messen, zu berechnen, aufzubereiten und anzuzeigen. Die Geber zur Erfassung der Werte befinden sich an dem Seilführungssystem der Winden; die Ausgabe der Daten erfolgt in Form von Bildschirmanzeigen in den Fahrständen und den Labors oder aber über konventionelle Anzeigegeräte in den Fahrständen oder tragbaren Steuerpulten.

Weiterhin erlaubt das Windenmeß-System u. a. das Einstellen von Zug- und Längengrenzen, bei deren Überschreitung Eingriffe in die Steuerungen als Stopp- oder Reduziersignale vorgenommen werden; der Dialog zwischen der Anlage und dem Benutzer erfolgt über einen Bildschirmterminal oder aber über eine Korrespondenzschreibmaschine, auf der auch die Protokollierung von Ereignissen oder Zuständen der Windenanlagen durchgeführt werden kann.

Leinenführung

Die Kurrleinen werden etwa in Höhe des 1. Aufbaudecks, die Tiefseeseile unter dem Hubschrauberdeck (3. Aufbaudeck) nach achtern geführt. Seilfangkörbe und an entspr. Stelle angeordnete Umlenk- und Führungsrollen sowie angebrachte Seilabzugsrollen sorgen dafür, daß das gesamte Seilführungssystem funktionsfähig gehalten wird.

Bei der Ausarbeitung der Seilführungspläne wurde darauf geachtet, daß möglichst viele Arbeitspositionen an beiden Schiebebalken von allen an Deck aufgestellten Winden über losnehmbare Umlenkungen erreicht werden können. Dies vermeidet Verlustzeiten für das Umtakeln, wenn eine Arbeitsgruppe ihre Arbeiten beendet hat und die Winden und den Schiebebalken für die nächste Gruppe freigibt.

Falls für geophysikalische (seismische) Arbeiten Luftpulser eingesetzt werden sollen, kann Bb. achtern eine Luftpulser-Abfahrbahn aufgestellt werden. Das Luftpulserseil wird von der Ladewinde am Heckgalgen gezogen. Die Versorgung der Luftpulser mit Druckluft (150 bar) erfolgt durch sechs bordeigene Junkers- Hochdruckkompressoren über eine von Prakla-Seismos zugelieferte Steuerstation im Luftpulseraum Bb. achtern.

Fischerei

Die Meeresbiologie setzt die verschiedensten Fangmethoden ein, vom kleinen Bongonetz für Plantonuntersuchungen über Netze, die an Schlitten bzw. hinter großen Rechteckrahmen (Agazziz-Trawl), (RMT-Netz) geschleppt werden, bis zu den auch in der kommerziellen Fischerei üblichen pelagischen und Grundnetzen. Die größte Windenleistung ist dabei für das Einhieven des großen, mit 12 m^2 Überkrüb-Scherbretern gefahrenen 1200-Maschen-Krillnetzes zu erwarten. Das Grundschleppnetz soll auch in der Eisfischerei eingesetzt werden können. Die Leinenführung war deshalb so auszuführen, daß die Kurrleinen von den Kurrleinenblöcken in die Auffangschleppe umgelegt werden können, damit sie im eisfreien Bereich hinter dem Spiegel ins Wasser eintauchen.

Die Friktionswinde unterscheidet sich in ihrer Kennliniencharakteristik von herkömmlichen Trommelwinden

dadurch, daß sie einen von der ausgefahrenen Kurrleinenlänge unabhängigen max. Zug aufbringt, während bei der üblichen Trommelwinde das Drehmoment mit der ausgefahrenen Seillänge variiert. Gegenüber einem herkömmlichen Fischereifahrzeug weist die „Polarstern“ eine im Verhältnis zur benötigten Schleppleistung erheblich größere Antriebsleistung und auch eine erheblich größere Schiffsmasse auf. Das erfordert ein entsprechend vorsichtiges Manövrieren während des Netzaussetzvorgangs, um ein Abreißen des Fanggeschirrs zu vermeiden.

Mit dem hier angewandten Fischereiverfahren wurde also technisches Neuland betreten. Es zeigte sich während der durchgeführten Fischereierprobung, daß dieses Konzept anwendbar ist. Sollten sich diese Erfahrungen im praktischen Einsatz des Schiffes weiter bestätigen, wäre damit der Beweis erbracht, daß auch der Einsatz von Friktionswinden in der Schleppnetzfisherei technisch möglich ist, ein Aspekt, der im Hinblick auf das Fischen in größeren Wassertiefen und wegen des geringeren Kurrleinenverschleißes möglicherweise auch in der kommerziellen Fischerei Interesse finden könnte.

Hebezeuge

Sämtliche Hebezeuge der „Polarstern“ sind Modifikationen bewährter Grundkonstruktionen, die speziell auf die Aufgabenstellung dieses Schiffes abgestellt sind. Die Kräne und Schiebebalken lieferte die Uetersener Maschinenfabrik Hatlapa, den Heckgalgen die AG „Weser“ Seebeckwerft.

Kräne auf dem Vorschiff

An die Kräne auf dem Vorschiff wurden folgende Anforderungen gestellt, die in erster Linie aus dem Ladebetrieb bei der Versorgung der Antarktisstation resultieren:

25-t-Kran mit Knickausleger auf Stb.-Seite

Geeignet zum Umschlag schwerer Schneekettenfahrzeuge und Tankcontainer. Reichweite 19 m mit 25 t Last und 22 m mit 5 t Last. Der Kran kann beide Luken voll bestreichen und Lasten bis etwa in Peildeckhöhe auf der Schelfeiskante absetzen.

10-t-Kran mit starrem Ausleger

Für den 10-t-Kran wurden zwei Arbeitspositionen vorgesehen: eine mittschiffs auf der Back, die zweite mit einer Zwischensäule an Bb.-Seite. Bei Bedarf soll dieser Kran von der einen zur anderen Arbeitsposition umgesetzt werden können. Die Bb.-Position wurde in erster Linie mit Rücksicht auf die gegen Seeschlag etwas geschütztere Lage und das Bestreichen des gesamten Lukenbereichs vorgesehen. Nachdem Erfahrungsberichte der Antarktisexpedition 1980/81 es angezeigt erscheinen ließen, für eine Entlademöglichkeit nach vorn bei mit dem Vorsteven gegen die Eiskante drückendem Schiff zu sorgen, wurde der Aufstellungsort auf Mitte Back zusätzlich geschaffen. Mit einer Reichweite von 17 m kann der 10-t-Kran etwa 6,5 m über Vorkante Schiff hinausreichen. Er kann auch Ladung aus den Ladeluken auf den Abwischplatz an Vorkante Back vorlegen, falls Hubschrauberentladung notwendig wird.

Der 10-t-Kran dient auch wissenschaftlichen Aufgaben. An der Kranspitze ist ein Flansch vorgesehen, an dem Spiereisen und Geräte für die Luftchemie und Meteorologie angebracht werden. Damit wird der Forderung dieser Disziplinen Rechnung getragen, Luftproben nehmen und Messungen in einem Bereich durchführen zu können, der durch das Schiff noch nicht gestört ist. Der Kranausleger ist dazu mit einem Laufsteg mit Geländer versehen, der das Begehen der Meßstellen ermöglicht, aber auch genutzt werden kann, um z. B. vorübergehend Personal für Untersuchungen auf einem Eisberg abzusetzen.

15-t-Forschungskran

Zur Bedienung des Arbeitsdecks ist an Stb.-Seite Achterkante Aufbau ein teleskopierbarer Kran mit Knickausleger aufgestellt. Er bestreicht praktisch den gesamten Arbeitsdecksbereich, ausgenommen das Achterschiff

im Bereich des Heckgalgens. Ferner kann er das Hubschrauberdeck bedienen und auf dem Schornsteindeck gestaute Geräte, Schlauchboote etc. erreichen. Durch die Kombination Knickausleger und Teleskop können kurze Pendellängen der Lasten in allen Arbeitspositionen sichergestellt werden. Das ist besonders beim Aussetzen und Einholen von empfindlichen Forschungsgeräten bei schlingendem Schiff bis 10° Neigung wichtig. Der Arbeitsbereich beträgt 16 m bei 15 t Last und 24 m bei 5 t Last. Im 15-t-Bereich dürfen bei stillliegendem Schiff auch 18 t gehoben werden, wenn durch Gegenfluten der Krängungstanks dafür gesorgt ist, daß der zulässige Neigungswinkel des Schiffes von 5° nicht überschritten wird. Der Kran kann vom Kranführerhaus, aber auch von Deck aus mit einem tragbaren Bedienpult gefahren werden.

Hängelauf-Drehkran

Da ein Teil des Arbeitsdecks durch das Hubschrauberdeck überbaut werden mußte, wurde — nach längerer Erörterung der technischen Möglichkeiten — ein in Schiffs-längsrichtung verfahrbarer Hängelauf-Drehkran mit 3 t Tragfähigkeit in diesem Bereich installiert. Sein Ausleger ist um 360° schwenkbar und kann so weit aufgetoppt werden, daß dieser Kran hilfsweise zum Bewegen von Gerät im Unterstau-Bereich verwendet werden kann. Dieser Kran steht für den Einsatz bei Geologiearbeiten zur Verfügung, um die Sediment-Kerne vom Kernabsetzgestell ins Naßlabor II zu transportieren. Darüber hinaus ist der Kran ein sehr nützliches Hilfsmittel für den Auf- und Abbau des Fischerei-Schleißdecks, das Klarmachen von Netzen und Fischereigeschirr, Umsetzen schwerer Seilumlenkblöcke und viele andere Decksarbeiten.

Schiebebalken

Für über die Schiffsseite durchzuführende wissenschaftliche Arbeiten sind auf der „Polarstern“ zwei hydraulisch ausfahrbare Schiebebalken mit einem Arbeitsbereich von 3 m außerhalb der Bordwand, bis 4 m innerhalb der Bordwand angeordnet. Der vordere Schiebebalken ist für Lasten bis 5 t ausgelegt, der hintere kann 20 t tragen. Beide sind so dimensioniert, daß auch Geräte durchs Wasser geschleppt werden können und der entstehende Schrägzug vom Schiebebalken aufgenommen wird.

Der 5-t-Schiebebalken wird u. a. für den Forschungsbetrieb mit Wasserschöpfern, Sonden, Kastengreifern, kleinen Netzen usw. genutzt. Um einen schnellen Wechsel von einer Arbeit zur nächsten sicherzustellen, ist der Schiebebalken mit einem hydraulisch betätigten Schwenkrahmen und daran befindlichen Blockaufhängungen versehen. Er kann zum Einlegen bzw. Auswechseln der Seile in Arbeitsdeckshöhe abgesenkt und zum Erreichen größtmöglicher Aussetzhöhen über dem Schanzkleid nach oben aufgetoppt werden. Für Arbeiten, bei denen nur eine geringe Seillänge benötigt wird, ist u. a. eine 5-t-Beiholerwinde am Schiebebalken installiert.

Der 20-t-Schiebebalken wird für das Arbeiten mit schwerem Gerät — vorzugsweise der Geologie —, aber auch mit mittelgroßen Spezialnetzen der Biologie und mit ozeanographischem Gerät genutzt. Die Kopfrulle des Auslegers kann um 80° nach vorn oder achtern schwenken, um bei abgedriftetem Schiff bzw. bei nach vorn oder achtern abgelenktem Seil mit ± 5° Schräglauf auf die Rolle zu treffen. Ein Servoantrieb stellt dabei die Rolle mit der zulässigen Toleranz in Seilrichtung zur Schiffslängsrichtung ein. Unter dem Kopf des Auslegers können wahlweise ein Querjoch mit Augplatten zur Aufnahme von Blöcken für Seile zu den verschiedenen Forschungswinden oder eine hydraulisch angetriebene Schwenkvorrichtung für das Kernabsetzgestell angebracht werden. Letztere kann ebenfalls als Traverse für die Seilführung benutzt werden.

Am Kopf des Auslegers ist ein hydraulisch betätigter Schwenkgalgen montiert, von dem ein Seil zu der am Schiebebalken montierten Beiholerwinde führt. Dieser Schwenkgalgen dient primär für Hilfsarbeiten für die Geologie, u. a. auch um Kern-Vibratorgestelle mit der erforderlichen Hubhöhe aussetzen zu können.

Kernabsetzgestell

Um Sedimentproben über einen größeren Bodenschichtenbereich entnehmen zu können, werden von der Geologie Stoßrohre eingesetzt. Sie werden mit Hilfe eines Kernabsetzgestells ausgebracht, das aus drei Sektionen zusammengebaut wird, um Stoßrohre bis zu 18 m Länge aufnehmen zu können. Zum Ziehen von Kernen wird an Oberkante Kernabsetzgestell zunächst ein Gewicht, die sog. „Bombe“, mit dem Kran eingelegt und gehalten; darunter wird dann das Stoßrohr eingelegt. Das Kernabsetzgestell ist um einen Zapfen am Schwenkgalgen des 20-t-Schiebebalkens drehbar befestigt. Es wird zunächst mit Schiebebalken und Kran nach außenbords gefahren, dann mit dem Kran um den Zapfen in vertikale Position gebracht und die Halterung der „Bombe“ gelöst. Durch Schwenken des Zapfens nach vorn wird dann das Stoßrohr zum Absenken auf den Boden freigegeben. Das Einholmanöver erfolgt in umgekehrter Reihenfolge. Um den Schiebebalken nach dem Kernziehen schnellstmöglich für andere Arbeiten freizugeben, ist das Kernabsetzgestell mit einer Schnellverschlußkupplung versehen, mit der es vom Zapfen gelöst werden kann.

Heckgalgen

Der Heckgalgen dient sowohl für die Fischerei als auch für die Arbeiten anderer Disziplinen über das Heck, wie z. B. Schleppen von Dredgen, Fernseh- oder Netzschlitten etc. Er kann über den in einem Kardangeln gelagerten Hauptblock Lasten bis 30 t aufnehmen. Der Schwenkbereich beträgt 120°, wobei der Galgen nach achtern nahezu horizontal abgelegt werden kann. Die Schlepprolle liegt bei senkrecht stehendem Galgen 11,5 m über Deck. Diese Höhe ist u. a. für das Arbeiten mit RMT-Netzen erforderlich. Das Schwenken erfolgt über Gelenke mit Hilfe von Hydraulikzylindern.

An den beiden Enden des Heckgalgens sind Kragarme angebracht. Zehn über die Galgenbreite verteilte Augen und Blöcke und zwei am Galgenfuß angebrachte Ladewinden machen es möglich, den Heckgalgen auch als 5-t-Ladegeschrir (3 t bei gekuppeltem Betrieb) zur Bedienung u. a. der Sprengstoffraumluke, der Fischluken oder zum Stauen bzw. Umstauen der Scherbretter zu benutzen.

Kurrleinenblock-Ausschiebevorrichtung

Am achteren Heckgalgenauflieger sind zwei kleine hydraulisch angetriebene Schiebebalken (MacGregor) angebracht, an denen die Kurrleinenblöcke hängen. Sie sind erforderlich, um beim Netzschleppen sicherzustellen, daß die Kurrleinenblöcke bei Kursänderungen vom Schiff freigehen und daß bei Festhaken des Netzes am Grund die Kurrleinen ohne Berührung mit dem Schiff auf und nieder stehen können. Beim Einholen des Netzes werden diese Schiebebalken eingefahren, damit sich die Scherbretter gegen den Spiegel und die Scherbrettanschläge anlegen können.

Hubschraubereinrichtung

Das Hubschrauber-Landedeck ist für kleine bis mittlere Hubschraubertypen wie BO 105, Bell-Jetranger und Dauphin ausgelegt, weil zwischen der Forderung nach großer Hubschrauber-Landefläche und der Forderung nach einem von oben frei zugänglichen Arbeitsdeck ein Kompromiß gefunden werden mußte. Es sind jedoch konstruktive Vorkehrungen getroffen, um das Landedeck für größere Hubschraubertypen gegebenenfalls durch losnehmbare Anbauten zu vergrößern. Auf der Back ist ein Abwingsplatz markiert, der benutzt werden kann, wenn Ladung mit dem Hubschrauber an Land gegeben werden muß.

Der Hangar kann zwei Hubschrauber der genannten Typen aufnehmen. Er wird mit nach oben auffahrbaren Schiebetoren verschlossen, so daß die Hubschrauber ohne Störung durch Stufen oder Schwellen vom Landedeck in den Hangar geschoben werden können. Die Hubschrauber werden von der Hubschrauber-Betankungsstation neben dem Hangar aus mit einer Schlauchpistole betankt oder

gegebenenfalls auch enttankt. Die Hubschrauber-Werkstatt ist mit den erforderlichen Wartungs-Werkzeugen und Batterieladegeräten ausgestattet.

Maschinenanlagen

Antriebsanlage

Die Antriebsanlage muß auch unter erschwerten Umweltbedingungen ständig einsatzbereit sein. Auf eine wirtschaftliche Auslegung aller Anlagen-Komponenten wurde besonderer Wert gelegt. Folgende Bedingungen waren zu erfüllen:

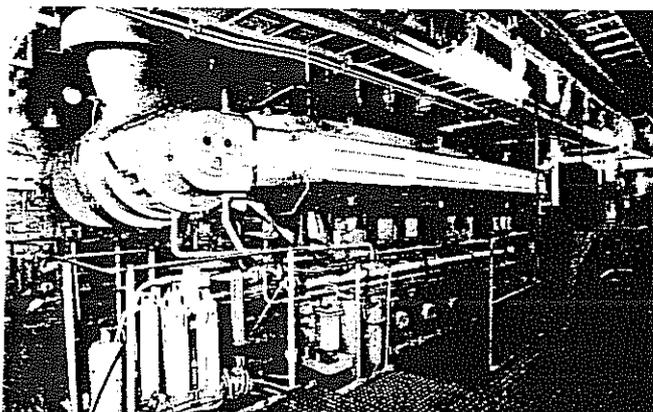
- Einsatzmöglichkeit des Schiffes für die Arktisfahrt mit max. Temperaturen von -50°C sowie Tropenfahrt mit Außentemperaturen von $+36^{\circ}\text{C}$
- Versorgung aller wichtigen Antriebsanlagen-Komponenten mit Ersatzteilen für zwölf Monate
- Wirtschaftlicher Betrieb im Hinblick auf die Kraftstoffsituation, unterstützt durch Wärmerückgewinnungsprozesse
- Fahren der Anlage vom Schleichbetrieb bei Forschungsarbeiten bis zu voller Leistung von 110 % beim Eisbrechen
- Bedienbarkeit der Antriebsanlagen von der Brücke aus unter Berücksichtigung der Automatisationsvorschriften des GL für zeitweise unbesetzten Maschinenraum sowie vom Windenleitstand bei Forschungsarbeiten
- hohe Manövrierfähigkeit
- Geräusch- und Vibrationsarmut im außermaschinellen Wohn- und Arbeitsbereich.

Bedingt durch die vorgenannten Kriterien, wurde eine Antriebsanlage mit vier elastisch gelagerten Dieselmotoren gewählt. Je zwei Dieselmotoren arbeiten über hochelastische Schaltkupplungen und Untersetzungsgetriebe auf einen Verstellpropeller. Als Antriebsmaschinen sind KHD-Dieselmotoren des Typs RBV 8 M 540 mit einer Nennleistung von 3530 kW bei 650 min^{-1} eingebaut, die mit „Intermediate Fuel“ (IF 30) betrieben werden.

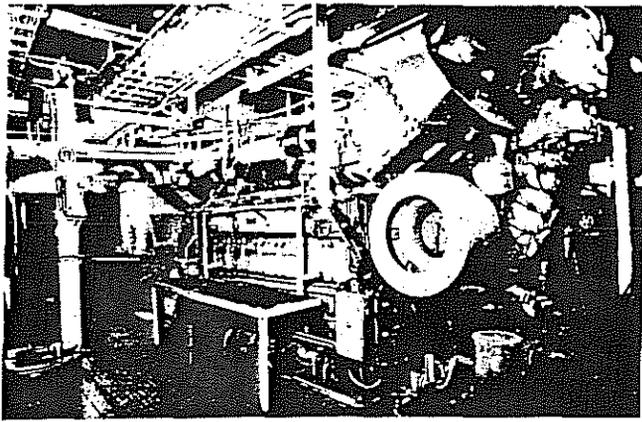
Technische Daten

Anzahl der Hauptmotoren	4
Motorotyp	KHD-RBV 8 M 540
Motorleistung	4 × 3530 kW
Motordrehzahl	650 min^{-1}
Brennstoff	IF 30
Getriebe	2 Doppelunter- setzungsgetriebe
Fabrikat	Renk ASL 2 × 145
Eingangsleistung	2 × 3530 kW
Eingangsdrehzahl	650 min^{-1}
Ausgangsdrehzahl	182,4 min^{-1}
Untersetzung	3,564 : 1
PTO-Abtrieb	2000 kW
Drehzahl	1402,1–850 min^{-1}
Übersetzung	1 : 2,157
Kupplung (Motor/Getriebe)	Vulkan EZS 277/1

Die Hauptmotoren (KHD) und die Getriebe sind durch hochelastische, schaltbare Vulkan-Kupplungen, Typ EZS 277/1, verbunden. Die Getriebe sind Doppeluntersetzungsgetriebe mit integrierten Drucklagern der Güteklasse B, Fabrikat Renk, Typ ASL 2 × 145. In die Getriebe eingebaut sind Renk-Naßlamellenkupplungen zur Kupplung der Dieselmotoren und des Generatorantriebes als Primär- oder



Hauptmotorenraum



Dieselgeneratorenraum

Sekundär-PTO. Bei Betrieb der Innenmaschinen wird der PTO immer als Primär-PTO gekuppelt, d. h., auch bei abgekuppelten Wellen wird der Generatorbetrieb über die Innenmaschine aufrechterhalten. Das im Getriebe eingebaute Propeller-Schublager (selbsteinstellbar) ist für einen max. Propellerschub von 1820 kN in beiden Richtungen ausgelegt. Ein Hilfsdrucklager für den Notbetrieb dient bei Normalbetrieb als Wellentraglager.

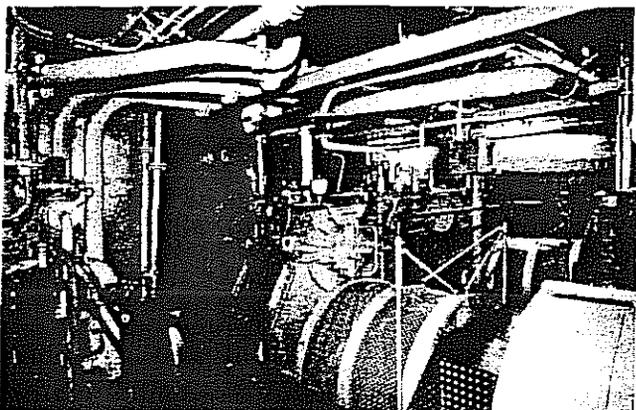
Eine Überwachungsanlage registriert den Kupplungsschlupf für die Hauptkupplungen sowie die Zahnfußbiegebeanspruchung. Die Kennung des Propellerschubes in Vorausrückung ist im Drucklager eingebaut und arbeitet über elektrische Widerstandsmessung. Ferner werden ständig die Lagertemperaturen angezeigt. An die am Getriebe angeflanschte Zwischenwelle schließt sich die Druckölverstellereinheit der Escher-Wyss-Verstellpropelleranlage an. Diese ist durch eine SKF-Flanschkupplung mit der hohlgebohrten Propellerwelle verbunden. Eine SKF-Kupplung, Typ OK 390 HB, verbindet die lagerunterstützte Propellerwelle mit der Schwanzwelle, die in einem ölgefüllten Schutzrohr läuft. Die Schwanzwelle wird durch Simplex-Dichtungen, hinten in geteilter Ausführung, abgedichtet.

Die Wellenanlage (Escher-Wyss-Verstellpropeller) ist nach ARC 3 ausgelegt, Propellernabe und Flügel nach ARC 6. Die beiden vierflügeligen Propeller laufen in je einer Düse. Die chemische Analyse des Propeller-Materials ist: Cmax. 0,08 %, Mn 1 %, Cr 24–26 %, Ni 6–8 % und Rest Fe. Die hydrodynamische Auslegung berücksichtigt, daß über längere Zeiträume mit einem Motor pro Welle gefahren werden kann. Im Schadensfall läßt sich eine Welle mittels Festsetzvorrichtung stilllegen.

Ver- und Entsorgungssysteme

Frischkühlwassersystem

Es sind zentrale, voneinander unabhängige Frischkühlwassersysteme für die Bb.- und Stb.-Motorenanlage eingebaut, je mit Hoch- und Niedertemperaturkreislauf. Die Rückkühlung erfolgt mittels Seewasser über Plattenkühler, angelegt für eine max. Wassertemperatur von + 32 °C. Für den Notbetrieb besteht eine Querverbindung. An die NT-Kreisläufe sind angeschlossen: Ladeluftkühler,



Getriebe

Wellenlager sowie Wärmetauscher der Hilfsanlagen und Geräte. Die HT-Kreisläufe beinhalten die Zylinderkühlung von Haupt- und Hilfsdieseln.

Seekühlwassersystem

Die Sicherstellung der Seewasserversorgung des Schiffes bei der Fahrt im Eis ist von großer Wichtigkeit. Entsprechend wurden die Seekästenanordnung sowie die Konstruktion mit Eisabscheidern und Wehren ausgeführt. Alle für den Schiffsantrieb wichtigen Pumpen saugen aus diesem Seewassersammler. Aus Sicherheitsgründen ist mittschiffs im Doppelboden ein Notsaugekasten installiert. Es besteht ferner eine Querverbindung von der warmen Seekühlwasseraustrittsleitung zum Seewassersammler. Alle Rohrquerschnitte sind auf optimale Mediumgeschwindigkeit hin dimensioniert. Die Ausgüsse liegen unter der Wasserlinie, um ein Gefrieren zu verhindern.

Kraftstoffanlage

Die Brennstoffübernahme erfolgt über Filter und Meßuhren in den Manifolds auf der Bb.- bzw. Stb.-Seite des Schiffes im 1. Deck. Diese sind mit wasserdichten, hydraulisch betätigten Seitenpforten (MacGregor) verschlossen. Die Bunkerleitungen sind ausgelegt für eine Bunkerzeit von max. 15 Stunden. Die Brennstoffbevorratung von IF 30 sowie Dieselöl erfolgt in den Doppelboden- und Hochtanks. Zwei Kraftstoffpumpen dienen zum Fördern und Umpumpen des Brennstoffes über eine Ringleitung zum Saugen und Drücken, an die alle Tanks angeschlossen sind. Über zwei Abgabestutzen auf dem Vor- bzw. Hinterschiff kann Brennstoff zur Stationsversorgung abgegeben werden.

Die Tanks sind an ein zentrales Entlüftungs- und Überlaufsystem angeschlossen. Die Tankfüllanzeige befindet sich im Leitstand. Ein Trimpult ermöglicht die Fernbedienung der Armaturen. Für den „IF 30“-Betrieb sind vorgesehen:

- Setztank
- Tagestank
- selbstreinigende Separatoren
- Mischrohr für die Hauptmotore, Kessel und Hilfsdiesel
- Brennstoffzubringerpumpen
- dampfbeheizte Endvorwärmer
- automatische Rückspülfilter
- automatische Viskosithermanlagen

Bei Störungen oder Überfüllgefahr schalten die Pumpen automatisch ab. Tankfernanzeigen und Brennstoffuhren für die Versorgungs- bzw. Entsorgungsmenge dienen der Überwachung. Im Notfall kann die Anlage über einen „Not-Aus“ stillgelegt werden.

Zum Betreiben der Hochdruckkompressoren der Luftpulseranlage, der Düsenkühlung und der Müllverbrennungsanlage (mit eigenem Verbrauchstank) sowie für einen alternativen Betrieb der „IF 30“-Verbraucher sind ein Setztank und ein Tagestank für Dieselöl vorgesehen. Zum Füllen der Tanks und zum Aufbereiten des Dieselöls stehen dieselben Anlagenkomponenten zur Verfügung.

Der Brennstoffverbrauch wird mit Meßuhren ermittelt. Entsprechend dem Automatisierungsgrad sind Schwimmerschalter sowie Temperatur- und Druckgeber installiert, die außerhalb der vorgegebenen Grenzwerte akustischen und optischen Alarm auslösen. Die Beheizung aller Brennstofftanks, ausgenommen ist der Dieselöltagestank, erfolgt mit glycolversetztem Heizwasser. Eine Brennstofftemperatur von + 10 °C bei — 4 °C Wassertemperatur/— 50 °C Außenluft wird mit automatischen Regelventilen gehalten. Die Heizfläche wird durch getrennte Rohrschlangen erzielt.

Die Brennstoffversorgung mit Dieselöl bzw. mit „Arctic“-Dieselöl des Notdiesels und des Notkessels erfolgt über einen eigens hierfür eingebauten Verbrauchstank. Eingebaute Schwimmerschalter steuern eine Brennstoff-Förderpumpe, die den Tank immer gefüllt hält. Für den Betrieb mit Hubschraubern ist eine Flugkraftstoffanlage installiert in ex-geschützter Ausführung. Zwei elektrisch

angetriebene Pumpen saugen aus jeweils einem der zwei Vorratstanks und drücken den Flugkraftstoff über Filter-Wasserabscheider und einen Pufferbehälter mit Entlüftung zur Betankungsanlage. Über Schlauchverbindung ist es möglich, die Hubschrauber zu versorgen oder zu entsorgen.

Schmierölanlage

Das Schmierölsystem besteht, bedingt durch die Vielzahl der verwendeten Ölsorten, aus verschiedenen Systemen. Fünf automatisch arbeitende Separatoren der Westfalia-Centry-Pack-Anlage sind für die Ölreinigung und Pflege vorgesehen.

Die Schmierölversorgung der Hauptmotoren erfolgt über eine angehängte Schmierölpumpe sowie eine elektrische Standby-Pumpe durch ein Vierfach-Siebkerzenfilter und einen Schmieröl-Filterautomaten mit Rückspülung. Die Ölkühler werden mit Frischwasser gekühlt. Die Maschinen haben einen angehängten Schmierömlauftank, der mit zur Kurbelwanne gehört.

Je Hauptmotor arbeitet ein Schmierölseparator im Nebenstrom zur Ölpflege. Die beiden Getriebe werden durch elektrisch angetriebene Schmier- und Schaltölpumpen versorgt. Es handelt sich um Schraubepumpen mit Gleitringdichtungen. Im Normalfall wird das Schmieröl aus dem Getriebe-Ölumpf gesaugt und über Rückschlagventil-Doppelmagnetfilter und frischwassergekühlten Rückkühler mit einer ölseitigen Bypass-Temperaturregelung zu den Lagern und Verzahnungssprühdüsen gedrückt. Eine kurzzeitige Notschmierung des Getriebes ist mittels Schmierölhohtank je Getriebe vorgesehen.

Ebenso wie die Hauptmotoren haben die Hilfsdiesel angebaute Schmierölpumpen und Doppelmagnetfilter sowie einen automatischen Schmierölrückspülfilter. Das Öl wird über einen Plattenkühler rückgekühlt. Die Trennung des Brennstoffes vom Schmieröl der Hauptmotoren bei deren Stillstand wird über Sperrölpumpen sichergestellt. Bei Druckabfall unter den vorgegebenen Grenzwert der angehängten bzw. der Betriebspumpen sowie bei mechanischem Ausfall werden die Stand-by-Pumpen zugeschaltet. Temperatur- und Drucküberwachung mittels Geber, Niveaularme bei Umlauf- und Hohtanks erfüllen den Automatisierungsgrad.

Vorratstanks für die verschiedenen Ölsorten sind vorhanden; ebenso Auffangbehälter für die anfallenden Alt- und Schlammöle aus der Separatorenanlage und den verschiedenen Motoren- und Hilfsmaschinenanlagen. Die Abgabe dieser Altöle über eine Schmutzölpumpe sowie die Übernahme der Schmieröle erfolgen über Anschlüsse in den Manifolds Bb. + Stb.

Abgasanlage

Die Abgase werden über Schalldämpfer und Abgaskessel in den Schornsteinteil geführt. Ausgiebige Rauchgasströmungsversuche sind durchgeführt worden, damit eine einwandfreie Fortführung der Abgase garantiert werden kann. Die Schlammdämmung liegt in einem Pegelbereich, der die wissenschaftlichen Arbeiten auf dem freien Deck nicht beeinträchtigt.

Dampfanlage

Sie besteht aus:

- 4 HDW-Rippenrohr-Abgasdoppelkessel (zwei in einem Gehäuse) mit getrennten Rauchgasabzügen mit einer Leistung von 1,75 t/h Dampf
- 2 HDW-Wellrohr-Rauchrohrkessel mit einer Leistung von 10 t/h bei 8 bar Betriebsdruck.

Sie erzeugen den an Bord benötigten Dampf für die Maschinenanlage und den Hilfsbetrieb wie

- 1 Speisewasserfiltertank mit Dosieranlage
- 1 Kondensatprüftank
- 1 Speisewasservorratstank, beheizt auf + 20 °C bei ungünstigsten Bedingungen

- 2 Überproduktionskondensatoren
- 1 Speisewasserentnahmekühler
- 6 Kesselwasser-Umwälzpumpen
- 3 Speisewasserpumpen
- 2 Speisewasserauffüllpumpen

(Die Hilfskessel fungieren bei Abgaskesselbetrieb als Ausdampftrommeln.) Die Abgaskessel sind so ausgeführt, daß sie trocken gefahren werden können. Ihre Schaltung ist so ausgeführt, daß bei Ausfall oder Überholung eines Hilfskessels jeweils ein Abgaskessel der Bb.- und Stb.-Anlage gemeinsam einen Hilfskessel als Ausdampftrommel beaufschlagt.

Lenz- und Ballastsystem

Zum Lenzen sind eingebaut:

- das normale Lenzsystem
- das Notlenzsystem
- die Laderaumlenzanlage
- die Kettenkastenlenzanlage
- die FKS-Kofferdammenlenzanlage

Das reguläre Lenzen erfolgt über die Entöleranlage. Die Entölerpumpe saugt aus den Maschinen und Hilfsmaschinenräumen sowie aus den Leerzellen der Stabilisatorzellen und den Querstrahlantriebsräumen.

Die Entöleranlage ist ausgelegt nach IMO. Die Bedienung dieser Anlage erfolgt von einem Pult im Leitstand und arbeitet halbautomatisch. Einschalten der Anlage per Hand, Abschaltung erfolgt selbsttätig. Das Notlenzsystem mit Bedienpult oberhalb des Schottendecks umfaßt alle Lenzstellen der Maschinenräume, die gekapselte Notlenzpumpe und die Fernbedienung.

Das Lenzen der Kettenkästen, der Laderäume und des Kofferdammes der Flugkraftstofftanks erfolgt über Ejektoren. Letztere Anlagen folgen in ihrer Ausführung einer Forderung der SBG, da hier explosive Medien befördert werden können.

An Pumpen sind eingebaut:

- 1 Kolbenlenzpumpe, die auch aus dem Ballastsystem saugen kann
- 2 Lenz- und Feuerlöschpumpen mit direktem Saugeranschluß (im Haupt- und Hilfsmaschinenraum installiert)
- 2 Reserve-Seekühlwasserpumpen, die mit je einem Notlenzanschluß versehen sind (Hauptmaschinenraum und Hilfsmaschinenraum)
- 1 Notlenzpumpe mit überflutbarem E-Motor mit Aufstellung im Klima-Kompressorenraum
- 1 Entöleranlage, bestehend aus Filter, Entöler und Exzenterschneckenpumpe

Die dampfbeheizten Ballasttanks können durch zwei Ballastpumpen und eine Kolbenpumpe gefüllt und gelentzt werden. An das Ballastsystem angeschlossen sind die Interring-Stabilisierungstanks. Zur Aufnahme aufbereiteter Abwässer bei geschlossenem Schiff ist ein Ballasttank an das Abwassersystem angeschlossen. Ebenso wurde ein Ballastwassertank als Seekühlwasserumlauf-tank für die Zentralkühler eingerichtet.

Deckwasch- und Feuerlöschanlage

Die Deckwaschanlage besteht aus dem üblichen Rohrsystem mit C-Anschlüssen für Schlauchanschlüsse. Zur Wasserversorgung sind drei selbstansaugende Kreiselpumpen als Hauptfeuerlöschpumpen mit Aufstellung im Hauptmotoren- und Hilfsmaschinenraum vorhanden. Eine selbstansaugende Not-Feuerlöschpumpe ist im Klimakompressorenraum installiert.

Zur Beflutung der Maschinenräume — einschl. Notaggregate-Raum — ist eine Halonanlage eingebaut. Eine Ausnahme bilden die Laderäume und der wissenschaftliche Geräteraum; hier wurde dem wechselnden Ladegut entsprechend nach GL/SBG-Vorschrift eine CO₂-Anlage vorgesehen. Ferner sind für verschiedene Labors, Hubschrauber, den Hangar, die Flugkraftstoffbetankungsanlage separate Halonflaschen mit Einzelauslösung eingebaut.

Zur Feuerbekämpfung im Bereich Hubschrauber-Lande-deck dient eine Schaummittelanlage mit Monitor. Die Be-tätigung aller Anlagenkomponenten läßt sich vom Steuer-stand aus einschalten. Zur Feuerbekämpfung im Spreng-stoffraum ist eine Berieselungsanlage installiert. Die sofortige Verfügbarkeit ist durch die Seewasserdruckanlage ge-währleistet. Ein Druckwächter in der Anlage steuert dann den Start der Feuerlöschpumpe.

Lüftungsanlage

Die Belüftung aller Maschinenräume erfolgt über elek-trisch angetriebene Lüfter. Die Leistung ist ausgelegt für Tropenfahrt (+ 32 °C). Die Zuluft wird ab + 5 °C abwärts über thermostatisch gesteuerte Jalousie-Lüfterhitzer auf + 5 °C erwärmt und auf dieser Temperatur gehalten. Die Erwärmung wird mit glycolversetztem Heizwasser vor-genommen. Die Heizfläche ist ausgelegt für eine Außen-temperatur bis - 50 °C.

Die Umwälzung der Zuluft in den Maschinenräumen er-folgt durch beheizbare Diriventanlagen. Wo erforderlich, sind Schallschluckstrecken eingebaut. Die Zwangsentlüftung der Maschinenräume erfolgt über die Maschinenschächte zur Außenkante Schornstein. Der Leitstand, der Schalt-afelraum sowie der Umformer- und Speicherwindenraum im Deck II werden separat klimatisiert. Hilfsanlagenräume haben separate Zu- und Abluftanlagen.

Sämtliche Wohnräume, Freizeiträume, die Hospitäler, der OP-Raum und die Funkräume sowie die Labors und wis-senschaftlichen Arbeitsräume sind an eine Zweikanal-Klimaanlage mit Luftbefeuchtung angeschlossen. Lotanla-genraum, Beobachtungsraum, Schwimmbad und Brücke werden unbefeuchtet klimatisiert.

Die Klimageräte der sieben Klimazentralen sind ausge-rüstet mit Wärmerückgewinnungseinrichtungen, Luftbe-feuchtung, Vor- und Nacherhitzern sowie einer Kühlein-richtung. Die Lufterwärmung erfolgt durch Dampf, die Kühlung mittels Kaltwasser. Die individuelle Temperatur-wahl der klimatisierten Räume wird durch die Steuer-zentrale ermöglicht, in der alle Schalt- und pneumatischen Steuerelemente für die Klimageräte und Ventilatoren zu-sammengefaßt sind mit Kontrollmeldung zum MKR.

Automatisch schließende Klappen verhindern einen Druckausgleich vom Hospitaltrakt über das Zuluftkanal-system in die Wohnräume bei Lüfterausfall. Für die Küche ist ein getrenntes Zu- und Abluftsystem eingebaut. Künst-liche Abluftanlagen sind für Sanitäräume, Pantries, Pro-vianträume, Labors, Digistorienschränke in den Labors, Fahrstuhlchächte sowie im Windenleitstand, Notdiesel-raum und Trockenraum vorgesehen.

Die Kanäle der Digistorienschränke sind innen gegen aggressive Dämpfe und Kondensate mit Kunststoff be-schichtet, ebenso die zugehörigen Abluftschächte. Die Ab-luftabführung der Wohn- und Freizeiträume und der Büros erfolgt über die Regothermanlage. Zur Verhinde-rung einer Kondensatbildung zwischen Außenhautisolie-rung und Raumverschalung ist eine Hinterlüftungsanlage mit Zu- und Abluftkanälen eingebaut. Die Laderäume und der Geräteraum sind mit Diriventanlagen ausgerüstet.

Heizungsanlage

Bei der Konzeption der Anlage wurden Rückgewinnungs-anlagen weitgehendst genutzt. Für die Beheizung des Schif-fes und seiner Anlagen stehen folgende Wärmeerzeuger zur Verfügung:

- 4 Abgaskessel
- 2 ölgefeuerte Wasserrohrkessel
- 1 ölgefeuerter Warmwasserkessel für den Notbetrieb bzw. für die Überlebenszelle

Die Heizungsanlage dient bei Ausfall der Klimaanlage zur Notbeheizung; ab - 30 °C Außentemperatur dient sie dieser als Unterstützung.

Aus Sicherheitsgründen wird die Primärenergie über Wärmetauscher auf verschiedene unabhängige Heizungs-systeme übertragen. Bei einem Notfall oder einer Be-triebsstörung kann der Heizungsbetrieb über den Not-kessel aufrechterhalten werden. Für den äußeren Not-fall ist eine Überlebenszelle — bestehend aus wenigen Räumen — vom Notkessel beheizbar. Warmwasserum-wälzpumpen drücken das Wasser über eine nach Decks geordnete Verteilerstation zu den verschiedenen Ver-brauchern.

Decksbeheizung

Um das Arbeiten an Deck auch noch bei - 30 °C möglich zu machen, wurde das Arbeitsdeck im Bereich der Schie-bebalken und des 15-t-Kranes beheizbar gestaltet. Das Heizwasser wird in flachen Taschen über Umlenkungen geführt. Dampfbeheizte Wärmetauscher sind vorgesehen für Warmwassererzeugung zur Jalousieerhitzung, die Ma-schinen- und Wohnraumlüftung, die Luftbefeuchtung, Tank-heizung der Brennstoffanlage sowie die Dirivent- und Hei-zungsanlage der Wohnräume.

Lufterhitzer

Die Luft der Maschinenraumlüfter und der Klima-anlagen wird über Jalousienheizungen erwärmt, Wärme-tauscher für Luftbefeuchtungsaggregate, Tankheizung für Brennstofftanks, Maschinenraum-Heizung mittels Diri-ventlüftung und Heizkörpern.

Druckluftanlage

Die Anlage besteht aus drei automatisch gesteuerten Luftverdichtern mit einer Dauerleistung von 150 m³/h bei einem Enddruck von 30 bar, die zwei Luftflaschen von je 3000 l versorgen. Die Anlaßluft für die Hauptmotoren, die Hilfsdiesel und das Tyfon wird direkt aus dem 30-bar-System entnommen. Zum 30-bar-System gehört außerdem eine Hilfsflasche von 250 l zum Anlassen der Hilfsdiesel oder des Notdiesels sowie zur Steuerluftversorgung von 7 bar.

Alternativ kann die Steuerluft über einen Kompressor mit einer Leistung von 60 m³/h und 8 bar Enddruck, einer Vorratsflasche von 1000 l und einem Lufttrockner entnommen werden. Die Hauptversorgung liegt in der Regelluft für die Klimaanlage, den Alarmhupen für Halon- und CO₂-Anlagen und in der Arbeitsluft der Werkstätten. Ein Notkompressor mit einer Leistung von 14 m³/h bei 30 bar mit einer Notluftflasche von 150 l Inhalt ist im Notaggregaterraum installiert.

Hydraulikanlagen

Steuerhydraulik

Zur Fernbedienung von Ventilen und Klappen für das Brennstoff-, Lenz- und Ballastsystem ist eine zentrale hydraulische Betätigung im Leitstand eingebaut. Pulte mit Fließschaltbildern aller Tanks, Pumpen und Lenz-brunnen enthalten optische Anzeigen und Schalter. Op-tische Rückmeldungen zeigen die Ventilstellungen an.

Das Hydraulikaggregat besteht aus zwei Pumpen mit Umlaufölbehälter, einer Handpumpe und per Hand zu bedienenden Steuerventilen sowie einem Ölvorrats-tank.

Die Brennstoffschnellschlußventile werden von der Not-auslösestation per Hand bedient.

Eine separate Handhydraulik dient der Fernbetätigung der Absperrklappen in den Querflutrohren der Trimm-tanks.

Krafthydraulik

An hydraulisch arbeitenden Anlagen sind eingebaut: der Heckgalgen, die Fischeingabeluken, das Wellenschlag-tor, die Schiebebalken, die Schottenschließanlage, die Rudermaschine, die Ladeplattform und die Seitenpforten.

Für diese Anlagen sind Doppelpumpenaggregate vorgesehen, thermische Überwachung des Öles sowie Druck- und Temperaturüberwachung. Die Umlaufbehälter sind mit Niveaularmen ausgerüstet.

Kühlanlagen

Zur Kühlung der Proviantkühlräume ist eine aus drei Kompressoren bestehende Verdichteranlage installiert, von denen jeweils ein Kompressor als Reserve vorgesehen ist. Die Anlage arbeitet mit direkter Verdampfung, als Kühlmittel dient Frigen R 22. Jeder Kompressor ist mit einer Stillstandsheizung versehen, die sich bei Abschaltung des Kompressors automatisch einschaltet. Zwei der drei Kompressoren sind mit Kondensator und Sammler ausgerüstet. Die Temperaturanforderung liegt zwischen -18°C für den Fleischraum und $+10^{\circ}\text{C}$ für Getränke- und Trockenproviantraum.

Die Kälteleistung der Anlage ist für eine Umgebungstemperatur von $+45^{\circ}\text{C}$ und $+36^{\circ}\text{C}$ Kühlwassertemperatur ausgelegt bei 16 h Laufzeit pro Tag. Für die drei Mehrzweckgefrierräume bestand eine Temperaturforderung von -32°C , -20°C und -5°C für den Vorraum. Für die beiden Gefrierräume ist eine Temperaturabweichung von ± 2 Grad zulässig. Entsprechend ist die aus drei Verdichtern bestehende Anlage ausgelegt. Die Anlage arbeitet mit direkter Verdampfung und dem Kältemittel R 502. Ein Kompressor steht immer als Reserve zur Verfügung. Bei Betrieb arbeitet ein Kompressor auf Raum 1 bei -32°C und der zweite auf Raum 2 und den Vorraum. Die Kriterien der Proviantkühlanlage gelten auch bei dieser Anlage.

Die Klimakühlanlage besteht aus drei Kaltwassersätzen. Sie ist ausgeführt für indirekte Kühlung mit R 22 als Kältemittel und Frischwasser als Kälteüberträger. Die Kälteleistung ist für eine Seewassertemperatur von $+32^{\circ}\text{C}$ berechnet. Jedes Aggregat besteht aus einem Schraubekompressor, direkt getrieben und mit Öleinspritzung, um Leckagen zu verhindern und den Geräuschpegel zu senken. Eine thermische Ölüberwachung stoppt den Kompressor automatisch bei zu hoher Öltemperatur. Eine elektronische Regelausrüstung steuert die automatische Leistungsregelung mit kontinuierlicher Leistungsreduktion von Vollast bis auf 10 % Last. Gegen eine Unterkühlung ist der Wärmetauscher mit einem thermostatischen Regel-, Magnet-, Absperr- und Rückschlagventil ausgerüstet.

Müllverbrennungsanlage

Die Anlage ist ausgelegt für eine Verbrennungsleistung von 120 kg Müll, bezogen auf einen Heizwert von 3000 kcal/kg je nach Müllzusammensetzung und Feuchtigkeitsgehalt. Kunststoffe, gemischt mit dem übrigen Müll, sowie Schlamöl können ohne Beschränkung mit verbrannt werden.

Verbrennungsgut	Müll und Schlammöl
Leistung	120 kg/h Müll bei 3000 kcal/h sowie 25—110 kg Schlammöl/h bei 600 kcal/kg

Die Anlage besteht aus Haupt- und Nachverbrennungsraum mit einer Sicherheitsfülltür, die thermisch verriegelt wird und auch während des Ausbrandes einer Füllrate — gesteuert über Zeitschaltwerk, Hilfs- und Steuerrelais — nicht geöffnet werden kann. Der Zusatzbrenner wird mit Dieselöl betrieben. Die Asche wird über einen Drehrost in den Aschebunker befördert, welcher zur Aschelockerung über Düsen bespülbar ist. Eine Aschepumpe fördert dieses Gemisch nach außenbords. Alle größeren Abfälle werden durch einen Abfallzerkleinerer gegeben, in Säcken aufgefangen und dann in den Verbrennungssofen gebracht.

Fäkalienanlage

Es ist eine nach US-Coast-Guard- und IMO-Richtlinien ausgelegte Abwasseranlage zur Entsorgung eingebaut. Die Abführung des Grauwassers ist als Schwerkraftsystem gestaltet. Das Schwarzwasser wird über eine Vakuumanlage

gesammelt. Beide Abwässer werden in eine biologische Aufbereitungsanlage geleitet. Der Klärschlamm wird über Bord gepumpt, kann aber auch über die Manifolds an Land abgegeben werden. Bei „geschlossenem Schiff“ ist es möglich, den Ballastwassertank 13 als Auffangbehälter zu benutzen. Die Müllverbrennungsanlage ist in der Lage, einen bestimmten Anteil mit dem Festmüll zu verbrennen.

Die gesamten Küchenabwässer werden über einen Fettabscheider geleitet. Die säurehaltigen Abwässer der Labors werden gesondert abgeführt. Jedes Säurebecken ist ausgerüstet mit Sammelbehälter und Pumpe, die ebenso wie die Rohrleitungen aus PE-Kunststoff hergestellt sind. Die Pumpe wird über eine Sonde ein- und ausgeschaltet und drückt das Säuregemisch in einen beschichteten Auffangtank.

Wasserversorgung

Frishwasser

Zwei Frischwassersanitärpumpen — eine als Stand-by geschaltet —, über Druckhalteventil und Entkeimungsanlage fördernd, versorgen das Schiff mit Brauchwasser. Zur Erzeugung von Warmwasser ist ein dampfbeheizter Wärmetauscher mit Warmwasserumwälzpumpen eingebaut. Er wird thermostatisch geregelt. Alternativ ist eine Elektroheizung möglich. Um den Frischwasservorrat auf See zu ergänzen, sind zwei gleich große Frischwassererzeuger mit einer Leistung von $30\text{ m}^3/24\text{ h}$ installiert. Sie werden durch das Motorkühlwasser beheizt oder bei geringer Motorbelastung wird über einen dampfbeheizten Wärmetauscher zugepuffert. In die Verdampferdruckleitung sind Aufhärtingsfilter eingebaut.

Seewasser

Für die Laborversorgung, die Sprengstoffraumberiesung und die Schaummittelanlage sowie für Spülanschlüsse an Deck ist eine Seewasserdrucktankanlage vorgesehen. Zwei Pumpen — eine in Stand-by-Schaltung — versorgen den Behälter. Ein Druckschalter steuert den Ein- und Ausschaltpunkt der Pumpen.

Reinseewasser

Die Labors werden für wissenschaftliche Verwendung mit reinem Seewasser versorgt. Hierzu sind eine luftgetriebene Kunststoff-Membranpumpe und eine Kunststoff-Kreisel-Pumpe eingebaut, die über ein Boden- bzw. Buglog, über Kunststoffleitungen und -armaturen unverfälschtes Seewasser von außenbords ansaugen. Eine Querverbindung zwischen den Anlagen ist vorhanden. Die Druckkonstanz in den Systemen wird durch Druckhalteventile erreicht.

Zur Versorgung mit reinem Seewasser, das für wissenschaftliche Untersuchungen frei von Kontamination sein und möglichst die Originaltemperatur aufweisen soll, sind zwei unabhängige, aber bei Bedarf miteinander zu verbindende Systeme vorhanden. Das eine System arbeitet mit einer aus einer Öffnung am Vorsteven ansaugenden Kreiselpumpe mit Kunststoffauskleidung, die in die vorwiegend für Chemarbeiten ausgestatteten Labors fördert; das zweite System saugt aus einer in einem Stahlgußkegel unter dem Schiffsboden außerhalb der Grenzschicht liegenden Öffnung an und fördert mit einer Membranpumpe in die vorwiegend für biologische Arbeiten vorgesehenen Labors (die Biologen fordern den Einsatz von Membranpumpen, um unzerstörtes Plankton zu gewinnen). Das Rohrleitungsnetz besteht aus Kunststoffrohren, die — soweit erforderlich — mit einem Stahlmantel verkleidet sind.

Stromversorgung, Bordnetz, EMV⁸⁾

Bedingt durch die sehr unterschiedlichen Betriebsbedingungen des Schiffes, wie zum Beispiel Stationsbetrieb, Schleifahrt, Marschfahrt und Eisbrechen, sowie unter-

8) Elektromagnetische Verträglichkeit.

schiedliche Forschungsaktivitäten in warmen oder sehr kalten Klimaregionen, ändert sich der Bordnetzenergiebedarf erheblich. Allein durch den Betrieb der Querstrahlanlagen bei Stationsbetrieb muß zusätzlich eine Generatorleistung von 2500 kW zur Verfügung gestellt werden. Da in diesem Betriebsfall die erforderliche Vortriebsleistung für das Schiff sehr gering ist, bietet es sich an, den elektrischen Energiebedarf von den Hauptmaschinen abzunehmen. Es ist in diesem Fall sogar erforderlich, da durch den Betrieb mit leichtem Schweröl eine Mindestgrundlast der Dieselmotoren von 20 % gewährleistet sein soll. Hierbei verbietet sich eine Lösung mit Wellengeneratoren, die eine konstante Drehzahl erfordern, aus verschiedenen Gründen: Der Wirkungsgrad des Verstellpropellers wird bei Nennndrehzahl im Bereich der Nullsteigung sehr ungünstig (Einmotorenbetrieb je Antriebsseite und Nullsteigung erfordern ca. 46 % der Nennleistung des Dieselmotors). Meßergebnisse können durch erhöhte Geräuschentwicklung, Vibrationen und in der Hydroakustik durch Propellerkavitation beeinträchtigt werden.

Die gewählte Konzeption der Stromerzeugung über Thyristor-Wellengeneratoren ermöglicht eine konstante Spannung und Frequenz bei Nennleistung der Generatoren und in einem größeren Drehzahlverstellbereich der Hauptmotoren. Die Wellengeneratoren gelten als Hauptstromerzeuger und können bei Betrieb der Innenmaschinen über Primär-PTO auch bei ausgekuppelten Propellerwellen betrieben werden. In kalten Regionen mit erhöhtem Bordnetzbedarf kann eine Hauptmaschine mit abgesenkter Drehzahl als Aggregat wirtschaftlich betrieben werden, da die Abgaswärme über den Abgaskessel ausgenutzt werden kann und eine Vorwärmung der Hauptmaschinen über das Kühlwasser erfolgt.

Die Anzahl der Hilfsdieselaggregate konnte somit unter Berücksichtigung des Hafenbetriebs und ausreichender Redundanz bei Ausfall eines Wellengenerators auf ein Minimum reduziert werden. Eingebaut sind zwei Dieselaggregate von je 1500 kVA bei 750 min^{-1} mit MaK-Dieselmotoren, Typ 8 M 332 A.

Die Wellengeneratoren selbst sind für eine Nennleistung von je 2500 kVA in einem Drehzahlbereich von 1400 bis 850 min^{-1} ausgelegt. Sie können bei Parallelbetrieb im Normfall das Bordnetz sowie die Strahlantriebe mit ausreichender Energie versorgen.

Bis zu drei Aggregate können parallel auf die Bordnetzschiene gefahren werden. Um im Kurzschlußfall einen ausreichend großen Sicherheitsabstand zum Abschaltvermögen der Leistungsschalter sicherzustellen, wird bei Zuschalten des vierten Generators die Schiene durch einen Kuppelschalter aufgetrennt. Bei einem Kurzschluß in einem Generator-, Transformator- oder im Kuppelschalterfeld wird außerdem zur Sicherheitserhöhung für die Sicherungsanlage und das Personal eine Schnellabschaltung des Kuppelschalters und der Generatoreinspeisungen auf die gestörte Schienenhälfte innerhalb von 50 ms über eine elektronische Lichtbogenüberwachung eingeleitet. Durch das Umschalten der Stand-by-Pumpenaggregate bleibt hierbei der volle Fahrbetrieb erhalten.

Als Nennspannung für die Generatoren wurde 660 V gewählt, wodurch der Vorteil geringerer Kurzschlußströme und Kostenersparnis durch Verringerung des Aufwandes in der Leistungselektronik und Verkabelung erreicht wird. An das 660-V-Netz sind die Querstrahler, Winden, Hebezeuge und — soweit sinnvoll — alle maschinentechnischen Verbraucher angeschlossen. 380/220 V 50 Hz-Verbraucher können über zwei Transformatoren mit je 1000 kVA aus dem 660-V-Bordnetz oder über das Notaggregat gespeist werden. Der 565-kVA-Notgenerator wird durch einen Deutz-Dieselmotor, Typ BA 12 M 816, mit 1500 min^{-1} angetrieben. Er ist so groß dimensioniert, daß im Notfall die Blindleistungsmaschine eines Wellengenerators durch Rückspeisung über die Transformatoren hochgefahren werden kann und die Aufnahme des Bordnetzbetriebes mit dem Wellengenerator möglich ist.

Um den Betrieb des Notaggregates bis zu Außentemperaturen von -50°C sicherzustellen, ist der Wabenkühler des Not-Dieselmotors abgesetzt angeordnet. Die Verbrennungsluft wird bei Außentemperaturen von -5°C über eine elektrische Vorwärmung angesaugt. Eine forcierte Luftzuführung erfolgt bei Temperaturen ab 5°C .

Um einen störungsfreien Betrieb der Labor-, Nautik- und Funkanlagen zu garantieren, werden diese über separate Umformer versorgt. Installiert sind drei 50-kVA-Umformer für 380/220 V 50 Hz mit 660 V bürstenlosen Synchron-Antriebsmotoren. Ein Umformer ist für das Labornetz vorgesehen und ein zweiter für die Funk- und Nautikanlagen. Außerdem werden die Rundfunk- und Fernseh-Steckdosen im Wohnbereich von diesem Umformer gespeist. Der dritte Umformer steht als Reserve zur Verfügung, kann aber auch zur Leistungserhöhung mit einem der vorgenannten Umformer parallel gefahren werden.

Für die Laborversorgung sind Steckdosen mit Speisung aus dem allgemeinen Bordnetz und Steckdosen aus dem Umformerbordnetz installiert mit 16 A Einzelabsicherung je Doppelsteckdose. Zur Sicherstellung eines hohen Funkstörgrades und zur Störentkopplung der Labors untereinander sind die Umformereinspeisungen über Breitbandentstörfilter geführt.

Die Anzahl der installierten Brennstellen beträgt 3650 einschl. Steckdosen. Die Notbeleuchtung wird außer über die Notschalttafel auch über die „zwischenzeitliche Notstromquelle“ betrieben. Diese besteht aus einer NiCd-Batterie 110 V 275 Ah und einem Umformer mit Gleichstrommotor und Drehstromgenerator 380/220 V 30 kVA, der auch die Wechselsprechanlage, Rundspruchanlage, den Generalalarm, das Mikrofon und die Positionslaternen bei Ausfall des Bordnetzes versorgt.

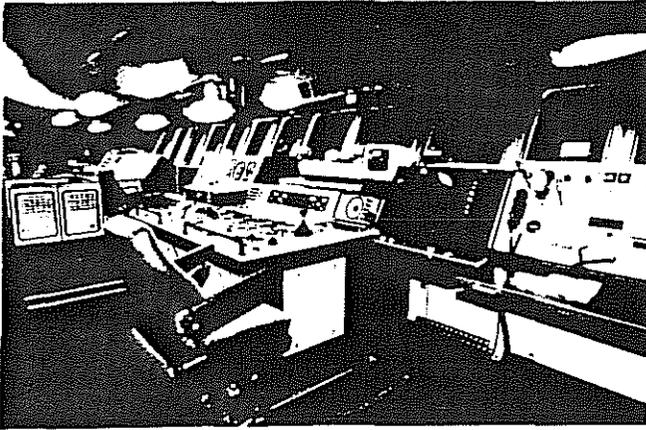
Um die EMV (elektromagnetische Verträglichkeit) der eingebauten Anlagen sicherzustellen, ist auf eine konsequente Kabelbahntrennung für die Bordnetze 660 V, 380 V, das Umformernetz, die Verkabelung der Befehls- und Meldeanlagen sowie die Meßdaten-Kabelverlegung geachtet worden. Vom Germanischen Lloyd sind während der Erprobungszeit des Schiffes umfangreiche EMV-Messungen gemacht worden, die im einzelnen noch ausgewertet werden.

Die gesamte E-Anlage ist im wesentlichen eine Zulieferung der AEG-Telefunken, während die Installation von der Werft Nobiskrug selbst ausgeführt wurde.

Automation

Das Schiff ist für zeitweise unbesetzten Maschinenraum konzipiert, und dies in der Konsequenz, daß unter Berücksichtigung einer wirtschaftlichen Fahrweise, je nach Betriebssituation, alle an die Maschinenanlage zu stellenden Anforderungen von der Brücke aus eingegeben werden können. Hierbei war die Forderung zu berücksichtigen, daß Fehlbedienungen, die zum Ausfall des Fahrantriebes oder der Stromversorgung führen, nicht möglich sein dürfen. Besonders herauszustellen ist die Fahrautomatik, die von der AEG-Telefunken entwickelt wurde und folgende wichtige Funktionen und Merkmale aufweist:

- Anlassen der Motore einschließlich Überwachung
- Drehzahlabhängiges Kuppeln einschließlich Erfassung und Berücksichtigung des momentanen Betriebszustandes
- Programmgesteuertes Hochlaufen der Motore unter Berücksichtigungen wie Normalbetrieb, Stationsbetrieb, Notmanöver usw.
- Elektronischer Überlastschutz (Drehmoment-Begrenzung) im Bereich der gesamten MCR-Kurve der Dieselmotoren
- Automatische Steigungsbegrenzung der Querstrahler
- Abschaltung von unwichtigen Verbrauchern
- Freigabe der maximal zulässigen Überlast bei Betätigung des entsprechenden Schalters



Kommandobrücke

- Anzeige der zur Verfügung stehenden Leistungsreserve
- Leistungsabhängige Verbraucher-Vorwahlfreigabe
- Stufenlose Drehzahl- und Steigungsbegrenzung durch Poti-Eingabe vom Leitstand
- Automatische Leistungsreduzierung bei Anstehen bestimmter Kriterien
- Automatische Lastverteilung bei Doppel-Motorenbetrieb
- Aufhebung bestimmter Begrenzungen und Reduzierungen bei Not-Manöver
- Aussparung kritischer Drehzahlbereiche
- Eigenüberwachung des Systems und der angeschlossenen Peripheriegeräte wie Drehzahlgeber, Steuerluft, E/P-Umsetzer, Automatikgeber usw.
- Ausgabesignale für Schmierölpumpen-Steuerung
- Ansteuerung des Kommandodruckers.

Folgende Betriebsarten sind im Automatikbetrieb möglich:

- Kombinatorbetrieb, d. h. Verstellung der Propeller-Drehzahl und -Steigung entsprechend den vorgegebenen Programmen für den momentanen Betriebszustand (Ein- bzw. Zweimotorenbetrieb mit oder ohne Wellengenerator)
- Konstantdrehzahlbetrieb, d. h. Verstellung der Propellersteigung bei konstanter Motordrehzahl entsprechend den vorgegebenen Programmen für den momentan anstehenden Betriebszustand.

Zusätzlich zu diesen grundsätzlichen Betriebsarten sind auf Grund der besonderen Anforderungen an dieses Schiff nachfolgend aufgeführte Möglichkeiten als Betriebsarten verwirklicht worden:

- Geschwindigkeitsregelung, d. h. Umschaltung der Steuerung bei niedrigen Schiffsgeschwindigkeiten auf den momentan anstehenden Doppler-Log-Geschwindigkeitswert und Regelung dieses Sollwertes durch entsprechende Ansteuerung des Verstellpropellers
- Stationsbetrieb, d. h. Umschaltung der Steuerung auf ein schnelleres Hochlaufprogramm. Hierdurch werden schnellere Manöver erreicht, was im Stationsbetrieb bei Schlechtwetterbedingungen von Vorteil sein kann.
- Joystickbetrieb, d. h. Ansteuerung aller für das Schiff zur Verfügung stehenden Antriebe wie Verstellpropeller, Ruder, Bugstrahlruder und Heckstrahler durch das übergeordnete Positionierungssystem (GEAPOS) entsprechend der Stellung des Wahlschalters „Marschfahrt/Positionierbetrieb“ im Kombinator- bzw. Konstantdrehzahlbetrieb.

Die bevorzugte Betriebsart wird schon aus Brennstoffersparnisgründen der Kombinatorbetrieb sein, der — soweit möglich — eine Drehzahlabenkung an der Propellerwelle bewirkt. Wird in einem niedrigen Drehzahlbereich eine Leistungserhöhung von den Dieselmotoren verlangt, zum Beispiel durch Zuschalten von größeren Verbrauchern auf den Wellengenerator, so berücksichtigt die Automatik

ein Anheben der Motordrehzahl bei gleichzeitiger Steigungsrücknahme am Propeller, um die Vortriebsleistung nicht zu erhöhen. Bei Entlastungen wird in entgegengesetzter Richtung verfahren. Reicht eine Steigungsreduzierung an der Propellerwelle zur notwendigen Entlastung des Dieselmotors nicht aus, so werden die Steigungen der Querstrahlanlagen begrenzt. Als nächste Maßnahme folgt die Abschaltung von unwichtigen Verbrauchern. Zur Beurteilung der zur Verfügung stehenden Leistungsreserve sind Leuchtbandanzeigen auf der Brücke und im Leitstand eingebaut.

Das Starten und Stoppen der Antriebsmotore kann sowohl vom konventionellen Motorfahrstand im Leitstand pneumatisch wie auch durch entsprechende Tasterbetätigung auf der Brücke bzw. im Leitstand elektrisch eingeleitet werden. Ein elektrischer Start ist nur im Automatikbetrieb und bei Erfüllung der festgelegten Startbedingungen möglich; für die Bedienung von der Brücke muß diese als Fahrstand angewählt sein.

Zum Schutz der Antriebsanlage ist je Motor eine unabhängige Sicherheitseinrichtung vorhanden, die sich in Notstopp- und Reduzier-Einrichtung unterteilt. Alle Fahrbefehle, Betriebszustände, Sonderkommandos usw. werden je Antriebsseite auf einem Kommandodrucker registriert. Die erforderliche Logik für den Drucker ist in der Software realisiert.

Die gesamte Elektronik einschließlich des Mikroprozessor-Systems ist in einem Schaltschrank im Leitstand untergebracht. Die Logikschaltungen, Steuerungs- und Regelkreise sind durch die Software verwirklicht und über entsprechende Schnittstellen an die Peripherie angeschlossen. Im Schaltschrank befindet sich ebenfalls ein umfangreiches Betriebsanzeige- und Simulations-Tableau, das es dem Bordpersonal ermöglicht, die Anlage optimal einzustellen bzw. zu überwachen und eventuell notwendige Nachjustierungen leicht und sicher durchzuführen. Alarmmeldungen aus der Anlage werden im Simuliertableau detailliert angezeigt und bis zur Quittierung gespeichert.

Abschließend zur Fahrautomatik ist zu bemerken, daß die vorherberechneten Fahrprogramme für die unterschiedlichen Betriebsmöglichkeiten (Zwei-, Drei-, Vier-Motorenbetrieb jeweils mit und ohne Wellengenerator) sehr gute Übereinstimmungen mit den während der Erprobungszeit durchgeführten Messungen gebracht haben.

Kupplungssteuerungen

Die Kupplungssteuerung ist kein Bestandteil der Fahrautomatik, sondern ist als eigenständige Steuerung konzipiert. Durch getrennt im Leitstandspult vorgesehene Wahlschalter kann das Kuppeln manuell durch Betätigung entsprechender Taster eingeleitet oder automatisch in Abhängigkeit der von GEAMOT⁷⁾ angefahrenen Drehzahlwerte ausgeführt werden. In beiden Fällen erfolgt das Kuppeln über die Steuerung erst dann, wenn die voreingestellten Kupplungsbedingungen erfüllt sind. Bedingt durch die Forderung, daß das über den Wellengenerator gespeiste Bordnetz absolute Priorität besitzt, sind innerhalb der Steuerung bestimmte Vorrangschaltungen vorgesehen, die gewährleisten, daß auch bei starken Drehzahleinbrüchen bzw. Fehlbedingungen ein Bordnetz-Ausfall vermieden wird.

Automatische Stromversorgungsanlage (ASV-Anlage)

Die Anlage dient zum automatischen Betrieb von zwei Wellen- und zwei Dieselmotoren; sie ist aufgebaut aus den erforderlichen Steuereinrichtungen für die Dieselmotoren, den Meldeeinrichtungen für die Wellengeneratoren und der durch Mikroprozessor gesteuerten Regelung. Sie besteht im wesentlichen aus den Modulen Synchronisierung, Netzwächter, Wirklastregler und Verbraucher-vorwahl.

7) GEAMOT = Markenname für die jeweilige Automatik von AEG.

Die ASV-Anlage führt bei einem Bordnetz-Ausfall und bei Störungen im Netz einen automatischen Dieselstart mit anschließender Synchronisation durch. Außerdem wird ein Dieselgenerator zugeschaltet bei Wellengenerator-Störung bzw. Notstopp eines Hauptmotors. Bordnetzbelastungsabhängig erfolgt kein Diesel-Start bzw. -Stopp, da durch den Parallelbetrieb der Wellengeneratoren ausreichend Energie zur Verfügung gestellt wird.

Die Verbrauchervorwahl umfaßt die Querstrahler und die Eisdüsenanlage. Wird einer dieser Großverbraucher angefordert, so erfolgt die Zuschaltung erst, wenn durch entsprechenden Signalaustausch mit der GEAMOT-Anlage diese die erforderliche Leistungsreserve zur Verfügung gestellt hat. Ein aus Unkenntnis eingeleiteter Abschaltvorgang im Automatikbetrieb wird nicht ausgeführt, wenn dies die Leistungsbilanz nicht zuläßt.

Bei Parallelbetrieb von Dieselgenerator und Wellengenerator werden generell die Dieselgeneratoren mit einer Grundlast von ca. 80 % gefahren, da in diesem Fall mehr Energie für den Schiffsvortrieb durch Entlastung der Wellengeneratoren zur Verfügung gestellt werden soll. Die Wellengeneratoren übernehmen dann nur noch Spitzenbelastungen. Erst bei Erreichen der Nennleistung des Wellengenerators wird die Belastung des Dieselaggregates auf 100 % gesteigert.

Die ASV-Anlage beinhaltet ebenfalls die für Dieselgeneratoren und Wellengeneratoren erforderlichen Überwachungen und Sicherheitsabschaltungen.

Überwachungsanlage (GEAMAR)

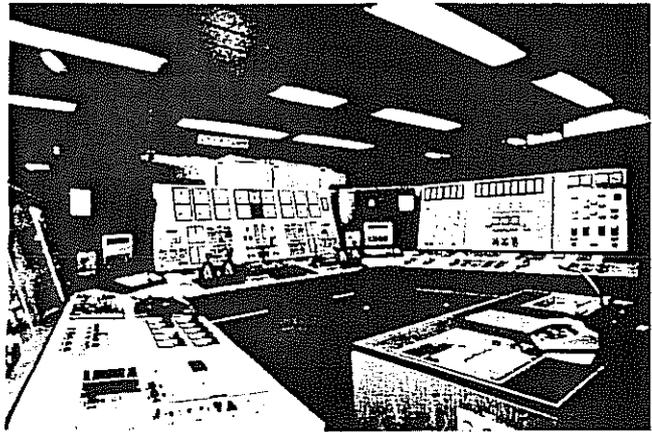
Zur Erfassung und Verarbeitung der insgesamt 530 analogen und binären Meßstellen aus dem Haupt- und Hilfsmaschinenbereich wurde getrennt für die Bb.- und Stb.-Antriebsseite je ein durch Mikroprozessor gesteuertes Überwachungssystem, Typ GEAMIC 10, von AEG-Telefunken geliefert. Nachfolgende Aufgaben und Funktionen werden damit erfüllt:

- Überwachung von Grenzwerten und Alarmierung über Gruppenalarm-Tableaus
- Anzeige der Meßwerte und Zustandsalarme auf einem Monitor mit Angabe von Klartext
- Überwachung der Abgastemperaturen auf max. Grenzwert und Abweichung vom Mittelwert für alle Haupt- und Hilfsmotoren
- Möglichkeit zur Änderung der vorgegebenen Grenzwerte über die Tastatur
- Ausgabe von Gruppen-Signalen zur Anregung der Bereitschaftsalarmanlage
- Aufzeichnung von Störungen und Störwerten auf einem Drucker
- Aufzeichnung eines zyklischen Maschinenprotokolls gemäß den Erfordernissen des Bedieners durch entsprechende Vorgabe über die Tastatur
- Ausgabe von Signalen für externe Systeme wie Sicherheitseinrichtungen Hauptmotore usw.
- Unterdrückung von Ausgangssignalen beim Lampentest
- Darstellung von div. Protokollen und des momentanen Systemzustandes der Maschinenanlage auf dem Monitor mit ständiger Auffrischung
- Eigenüberwachung des GEMAR-Systems
- Fühlerbruchüberwachung
- Interne Testfunktionen
- Führung des internen Zeitwertes durch die installierte Hauptuhrenanlage.

Positionierungsanlage (GEAPOS)

Zusätzlich zu den konventionellen Steuereinrichtungen für die Manöver-Antriebe des Schiffes wurde eine sogenannte Joysticksteuerung, System GEAPOS, von AEG-Telefunken installiert. Mit dieser den einzelnen Steuereinrichtungen übergeordneten Anlage werden die Hauptantriebe wie

- Verstellpropeller, Hauptantrieb Bb.
- Verstellpropeller, Hauptantrieb Stb.
- Heckstrahler
- Bugstrahler
- Mittelruder



Maschinenkontrollraum

zentral durch den GEAPOS-Rechner entsprechend dem optimalen Fahrprofil angesteuert.

Über einen im Brückenpult befindlichen Wahlschalter können folgende Betriebsarten angewählt werden:

— Marschfahrt

Ansteuerung der Steuereinrichtung des Ruders und der Fahrautomatiken für die Hauptantriebe, die in diesem Fall aus Gründen der Wirtschaftlichkeit in der Betriebsart „Kombinatorbetrieb“ gefahren werden.

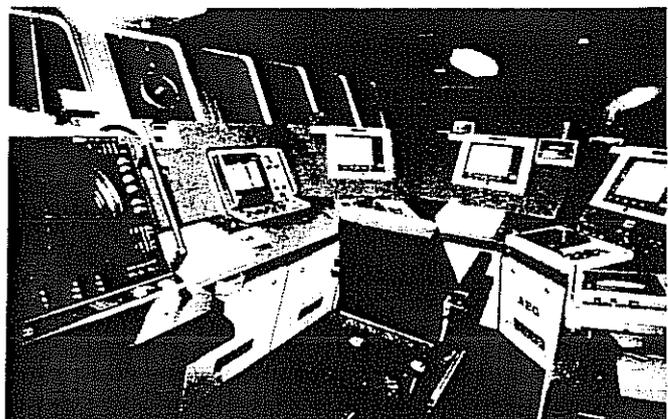
— Positionierbetrieb

Ansteuerung der Steuereinrichtungen aller verfügbaren Antriebe und der Fahrautomatiken für die Hauptantriebe, die in diesem Fall zwecks Bereitstellung der erforderlichen Leistungsreserven in der Betriebsart „Konstantdrehzahlbetrieb“ gefahren werden.

Die Vorgabe der Sollwerte für die GEAPOS-Anlage erfolgt in beiden vorgenannten Betriebsarten über jeweils einen der dezentral angeordneten Joysticks, die an den nachfolgend aufgezählten Fahrständen installiert sind:

- Hauptfahrstand Brücke
- Hilfsfahrstände Brücke (Fischereifahrstand, Bb.-Nock oder Stb.-Nock)
- Hilfsfahrstände Windenleitstand oder Windenfahrstand
- Hilfsfahrstand Krähenest.

Die einzelnen Fahrstände werden durch Vorgabe von dem im Brückenpult befindlichen Tableau „Fahrstands-anwahl“ vom wachhabenden Nautiker aktiviert und sind nach Übernahme am entsprechenden Hilfsfahrstand in Betrieb. Eine Änderung der Fahrstände kann nur von dem mit Vorrang versehenen Hauptfahrstand Brücke vorgenommen werden. Das Tableau „Fahrstands-anwahl“ beinhaltet ebenfalls die Umschalteneinrichtung zur Änderung



Fischereijagdsitz auf der Brücke

der Antriebsarten „Fahrhebelbetrieb/Joystickbetrieb“. Fahrhebelbetrieb entspricht dem Fahren der Manöverantriebe mit den konventionellen Steuereinrichtungen.

Im Positionierbetrieb errechnet der Rechner aus dem vom Joystick vorgegebenen Sollwert die erforderliche Kraftverteilung für die Hauptantriebe, Strahler sowie des Ruders und steuert diese entsprechend an. Die betreffenden Betriebszustände der Steuereinrichtungen werden überwacht und angezeigt. Neben der Kraftverteilung enthält das System eine automatische Kursregelung zum Anschluß an den Schiffskompaß, eine Windkompensation und die Grundlastaufschaltung zur Störungskompensierung.

Navigationsanlagen, Brücke, Krähenest

Nautische Ausrüstung

Die nautische Ausrüstung dieses Schiffes ist entsprechend den gestellten Aufgaben sehr umfangreich. Wegen der langen Aufenthaltsdauer in den Polarregionen und der verlangten Zuverlässigkeit sind die wichtigsten Anlagen doppelt vorhanden. Im einzelnen seien diese nachfolgend aufgeführten Geräte und Anlagen genannt:

- Die beiden Kurs- und Horizontreferenzsysteme des Anschutz-Typs GHS 4 bestehen aus Kreiselkompaß Standard 4 S und dreiachsiger Plattform. Die Anlagen können wahlweise auf die Verbraucher geschaltet werden, wobei bei einem Fehler in der augenblicklich aktiven Anlage automatisch auf die zweite umgeschaltet wird.
- Die Radaranlage (Fabrikat Krupp-Atlas) setzt sich zusammen aus einer X-Band- und einer S-Band-Anlage mit einem Tochtersichtgerät im Kartentischbereich. Durch den Inter-switch können die True-Motion-Anlage 8500 AC/TM und die ARPA-Anlage 8500 A/CAS jeweils auf die gewünschten Sender/Empfänger geschaltet werden.
- Die Peil-ausrüstung umfaßt drei Einzelanlagen für die verschiedenen Frequenzbereiche. Der Empfänger SFP 7000 für die Navigations- und Grenzwellen, der Empfänger ADF 932 für den Bereich um 27 MHz und der Empfänger SFP 7100 für UKW-Flugfunk sowie UKW-Seefunk ermöglichen Peilungen für alle nautischen und wissenschaftlichen Anforderungen.

Die gesamte Navigation wird zusammengefaßt in der integrierten Navigations-Anlage INDAS V, geliefert von Prakla-Seismos. Hieran sind angeschlossen:

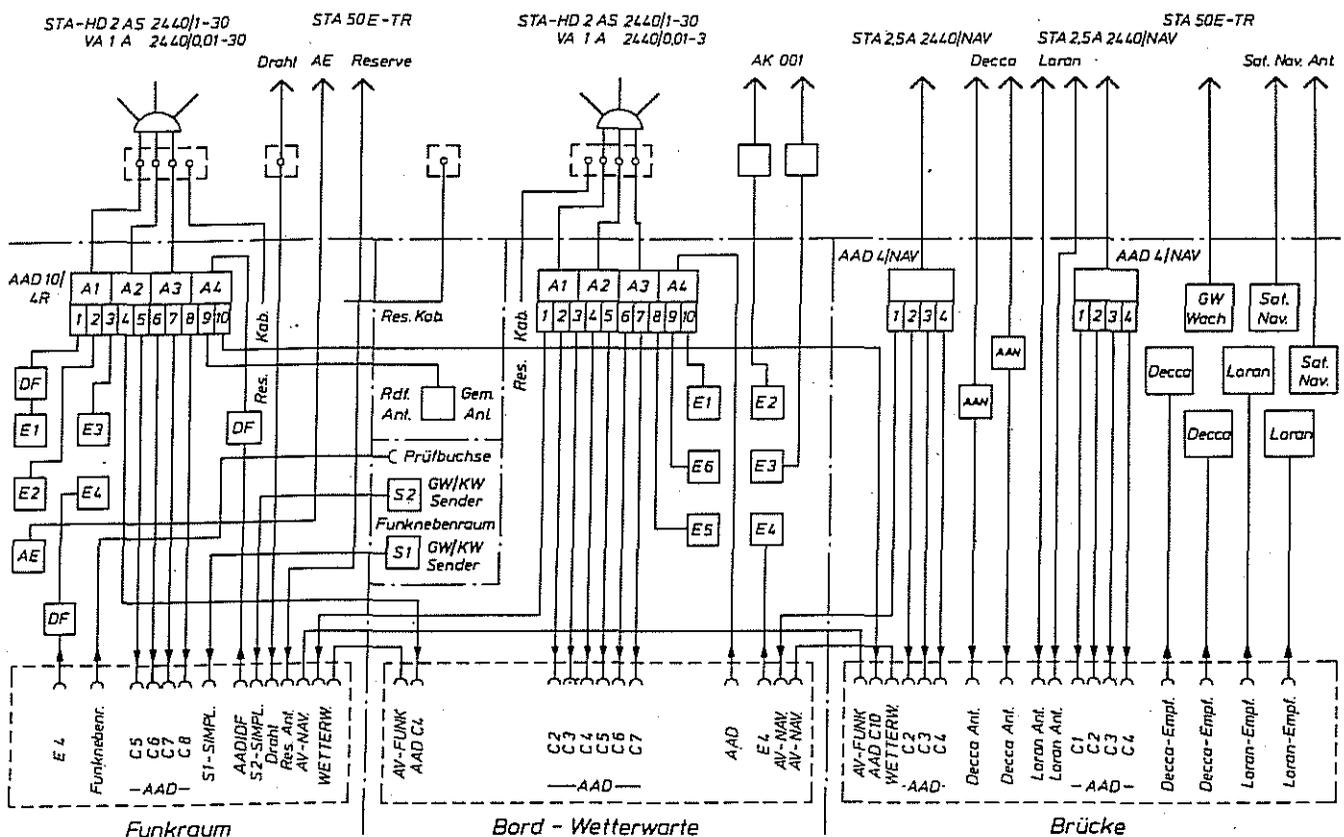
- 2 Kreiselkompaßanlagen GHS 4
- 2 Decca-Navigator-Anlagen Mk 21
- 2 Loran C-Empfänger RAYNAV 6000
- 2 Satelliten-Navigator-Anlagen MX 1107
- 2 Doppler-Log-Anlagen DOLOG 12 D
- 1 EM-Log-Anlage SAGEM

Die Bedienung der Anlage geschieht wahlweise über eines der beiden Bildschirmterminals. Der zurückgelegte Weg kann auf einem Plotter mitgeplottet werden; ebenso können in wählbaren Zeitintervallen die Standorte auf einem Protokoll drucker ausgegeben werden.

Funk-, Kommunikations- und Fernsehüberwachungsanlagen

Die Funkanlage (Fabrikat Hagenuk) wurde im Hinblick auf die Aufgaben und die hohe Verfügbarkeit so konzipiert, daß trotz eines nicht allzu großen Aufwandes eine hohe Redundanz vorhanden ist. An Sendern sind neben der Pflichtausrüstung (MW-Haupt- und -Ersatzsender) zwei moderne GW/KW-Sender des Typs T 1500 A vorhanden. Jeder Sender hat vier identische Endstufen, so daß ein Totalausfall sehr unwahrscheinlich ist. Die Sender besitzen Steuerstufen mit dekadischer Frequenzeinstellung und sind mit automatischer Antennenabstimmung mittels eines Antennenkopplers ausgerüstet.

Auf der Empfangsseite sind vier gleiche Empfänger des Typs RX 1001 eingesetzt, die dem Funkoffizier den Funkbetrieb durch modernen Bedienungskomfort erleichtern. Zwei Überleiteinrichtungen erlauben die Gesprächsüberleitung in die bordinterne Telefonanlage, so daß von jedem Telefonapparat ein Funkgespräch sowohl über UKW als auch über GW/KW geführt werden kann. Das Konzept der Empfangsantennenanlage incl. Navigations- und Wetterwartenantennen ist auf dem Schalldiagramm dargestellt. Für den UKW-Seefunk sind zwei S/E-Anlagen und ein Wachempfänger vorhanden. Die konventionelle Anlage



Empfangs- und Navigationsantennen-Anlage

wird durch einen GW-Wachempfänger, einen Auto-Alarm-Empfänger sowie durch eine Fernschreibanlage (SITOR) vervollständigt.

Darüber hinaus ist die Funkstation noch mit einer Dornier-Satelliten-Kommunikationsanlage für INMAR-SAT ausgerüstet, wie sie schon auf dem Forschungsschiff „Meteor“ erprobt und auf der Antarktisstation eingesetzt ist. Sie erlaubt Fernsprech- und Fernschreibverbindungen weitgehend unabhängig von Tages- und Jahreszeiten sowie von Wetterbedingungen.

Datenverteilungssystem

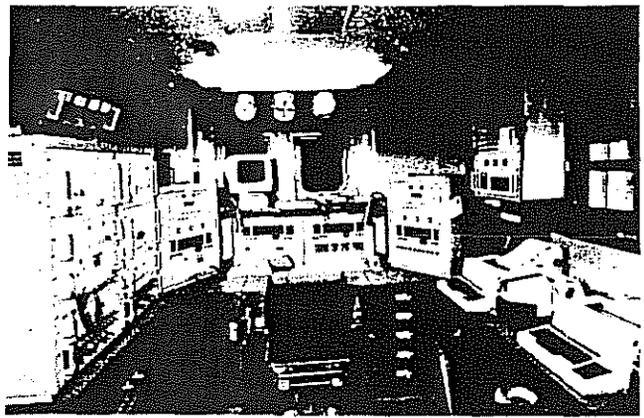
Um die anfallenden Daten und Informationen auf dem Schiff benutzerfreundlich zur Verfügung zu stellen, sind drei unterschiedliche Verteilsysteme vorhanden:

Datenverteilung aus dem INDAS V-Rechner (Prakla-Seismos)

Die in der integrierten Navigationsanlage vorhandenen Daten wie z.B. Standort, Zeit, Geschwindigkeit, Kurs, Driftwerte, Wassertiefe sowie Rohdaten der verschiedenen Radio- und Satellitennavigationsanlagen, ergänzt durch meteorologische Daten (Temperatur, Windrichtung und -geschwindigkeit, Feuchtigkeit, Luftdruck u. a., werden, entkoppelt über Opto-Koppler, an 32 Steckdosen verteilt. An jede dieser Steckdosen kann eines der vorhandenen Bildschirmterminals angeschlossen werden. Von den insgesamt 55 Datenzeilen können bis zu neunzehn ausgewählt auf dem Bildschirm dargestellt werden. Diese stehen dann an einer Ausgangssteckdose des Terminals in gleicher Codierung wie an der Datensteckdose zur weiteren Nutzung in mitgebrachten Rechnern oder Aufzeichnungsgeräten zur Verfügung.

Windendatenverteilung (AEG)

Die bei den Winden anstehenden Daten für Seillänge, -geschwindigkeit und -zug werden über ein Videosystem an die gewünschten Orte geleitet und dort auf Bildschirm angezeigt.



Funkraum

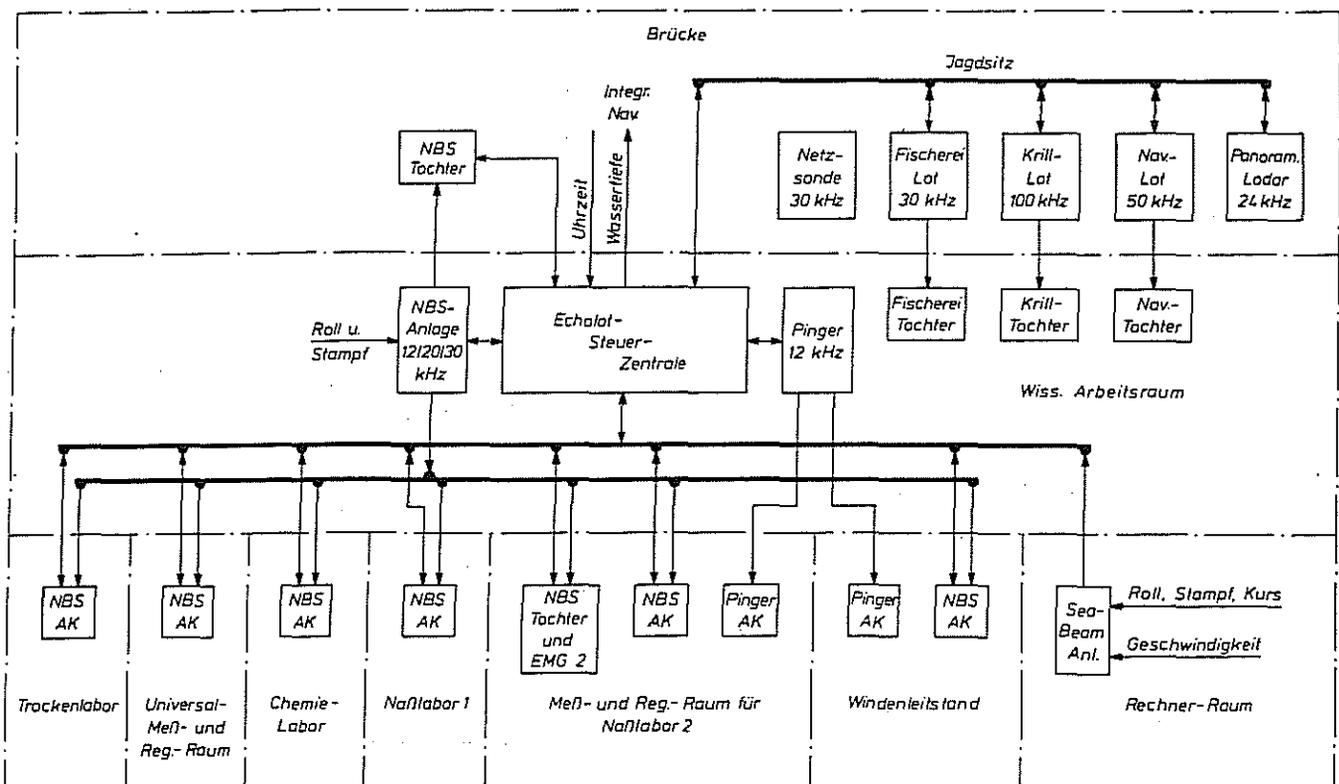
Meßkabel-Verteiler-Netz

Um Meßwerte, die mittels wissenschaftlicher Geräte gewonnen werden, vom Ursprungsort zum gewünschten Labor übertragen zu können, ist ein Verteilernetz mit einem Spezialkabeltyp (Ing.-Büro Eber) eingerichtet, der alle denkbaren Arten von Daten und Meßwerten übertragen kann. Von einem Zentralschrank sind Mehrfachverbindungen zu allen wichtigen Orten — Labors, Winden, Deck, Containerstellplätzen — vorhanden.

Lote

Zur Erfüllung der verschiedenen Forschungsaufgaben ist das Schiff mit einer umfangreichen Echolotanlage ausgerüstet, die aus den folgenden acht Einzelanlagen besteht:

- Schelfrandlot (NBS-Anlage), 12/20/30 kHz
- Navigationslot, 50 kHz
- Fischereilot, 30 kHz
- Netzsonde, 30 kHz
- Krill-Lot, 100 kHz
- Sonar-Anlage (Panorama-Lodar), 24 kHz
- Pingerlot (passiv), 12 kHz
- Kartierungs-Lot (Sea-Beam), 12 kHz



Echolot-Anlage

Zur Vermeidung von gegenseitigen Echostörungen wurde hier, wie erstmalig auf dem Forschungsschiff „Poseidon“, das System der Zwangssynchronisierung angewendet. Dabei wird eine Anlage zum Master erklärt und gibt die Lotfolge vor. Die anderen Anlagen passen sich automatisch dieser Lotfolge an. Nur das Pingerlot, die Sonar-Anlage und das Kartierungslot können nicht getriggert werden, treten aber im aktiven Zustand als Master auf. Die so gleichzeitig ausgesendeten Impulse werden beim Empfang in der jeweiligen Anlage zwischengespeichert und zum richtigen Zeitpunkt auf den Echographen gegeben.

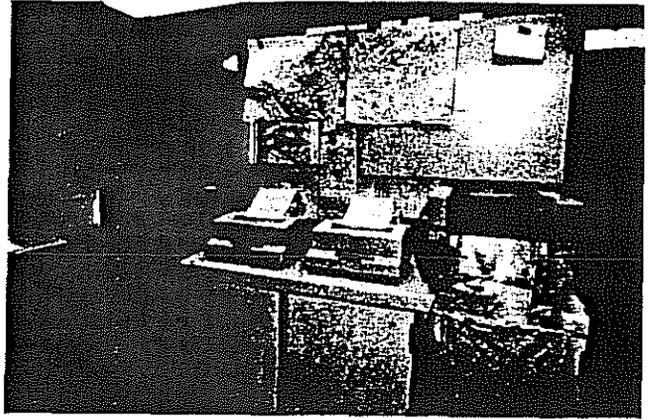
Die Steuerung dieser Synchronisierung wird in der Lotsteuer-Zentrale organisiert. Diese Zentrale hat außerdem noch die Möglichkeit, von allen Muttergeräten Echolotaufzeichnungen auf Kassettenrekordern durchzuführen. Hinzu kommt die Fernbedienung und -überwachung der Tochterlote des Schelfrandlotes NBS. Diese Anlage ist mit acht Anschlußkästen in den verschiedenen Labors ausgerüstet, an die jeweils eines der fünf vorhandenen Tochterlote angeschlossen werden kann. Eines dieser Tochterlote ist mit einem sogenannten Echostärkenmeßgerät EMG 2 ausgerüstet. Dieses gestattet eine Darstellung der relativen Echostärke auf dem Echogramm und ermöglicht dem Wissenschaftler eine leichtere Interpretation der Bodenbeschaffenheit.

Eine Übersicht über das Zusammenwirken und die Aufstellungsorte der Anzeigegeräte ist auf S. 504 dargestellt. Die Sender, Schwinger u. ä. sind der Übersichtlichkeit wegen weggelassen worden. Die Pfeile sollen die Richtung des Informationsflusses darstellen. Etwas außerhalb der üblichen Echolotanlagen zu sehen ist das Kartierungs-Lot „Sea-Beam“. Ausgerüstet mit zwei großen Schwingerfeldern — jeweils etwa 3 m lang —, gestattet diese Anlage ein punktförmiges Loten der Wassertiefe in einer Meßbreite, die etwa 80 % der Tiefe entspricht. Die so gewonnenen Daten werden im zugehörigen Rechner On-Line in eine Tiefenlinienkarte umgerechnet und auf einem Plotter ausgegeben.

Lieferant der Lote und Lotsteuerzentrale war die Fa. Honeywell-ELAC; das Sea-Beam-Lot wurde von General Instruments gestellt.

Bordwetterwarte

Die Bordwetterwarte enthält je einen Arbeitsplatz für den Bordmeteorologen und den Funk-Wettertechniker mit den erforderlichen Zeichenmöglichkeiten für Wetterkarten, Aufstellmöglichkeiten für Kleinrechner, Ablage- und Staumöglichkeiten. Die meteorologischen Daten der einzelnen Meßwertgeber werden von einem Mikroprozessor-



Wetterwarte

system erfaßt, in einer Rechenanlage verarbeitet, auf einem Datensichtgerät angezeigt, auf Magnetband gespeichert und als Protokoll geschrieben bzw. gezeichnet.

Für Faksimili- und Fernschreibbetrieb sind sechs Allwellen-Empfänger und die erforderlichen Antennen installiert. Ihre Informationen werden von drei Fernschreibern und zwei Wetterkartenschreibern registriert. Von Wettersatelliten können Bilder mit Hilfe eines Dornier-Satellitenbildempfangsgerätes empfangen und ausgegeben werden.

Aerologischer Registrierraum, Einrichtungen für Wetterballon

Es ist vorgesehen, das Schiff zu einem späteren Zeitpunkt mit einem Wind-Wetter-Radar auszurüsten. Der Platz für das Bedienungspult und die notwendigen Datenverarbeitungs- und Registriergeräte ist im aerologischen Registrierraum vorgesehen.

Zum Vorbereiten von Wetterballons und Radiosonden ist neben dem Hangar am Hubschrauberdeck eine Ballonfüllhalle mit anschließendem Ballonstore eingerichtet. Die Ballonfüllwaage kann an ein Wasserstoff-Versorgungssystem angeschlossen werden, das von einer schiffseigenen Wasserstoffherstellungsanlage gespeist wird. Diese von der Fa. Nukem gelieferte Anlage arbeitet mit einem Methanol-Wasser-Gemisch, das in eine chemische Reaktionskammer gepumpt, durch einen Wärmetauscher geleitet und einem Verdampfer zugeführt wird. Das Gas wird dann über einen erhitzten Katalysator geführt und in Wasserstoff und CO₂ zersetzt. In einer Diffusionszelle wird der Wasserstoff abgeschieden und in einem Drucktank von 2 m³ Inhalt bei Drücken bis 14 bar gelagert. Die Kapazität der Anlage beträgt 2 m³/h Wasserstoff.