

EUR 453.d

REPRINT

EUROPÄISCHE ATOMGEMEINSCHAFT - EURATOM

SCHIFFBAULICHE UND MASCHINELLE
SICHERHEITSMASSNAHMEN AUF NUKLEAR
ANGETRIEBENEN SCHIFFEN

von

W. WIEBE

(G.K.S.S.)

1964



Bericht im Rahmen des Euratom-Vertrages Nr. 001-60-1 PNID
mit G.K.S.S./INTERATOM

Text vorgetragen auf der
Internationalen Diskussionstagung
Düsseldorf - Juni 1962

HINWEIS

Das vorliegende Dokument ist im Rahmen des Forschungsprogramms der Kommission der Europäischen Atomgemeinschaft (EURATOM) ausgearbeitet worden.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Euratomkommission, ihre Vertragspartner und alle in deren Namen handelnden Personen:

- 1° — keine Gewähr dafür übernehmen, dass die in diesem Dokument enthaltenen Informationen richtig und vollständig sind oder dass die Verwendung der in diesem Dokument enthaltenen Informationen oder der in diesem Dokument beschriebenen technischen Anordnungen, Methoden und Verfahren nicht gegen gewerbliche Schutzrechte verstößt;
- 2° — keine Haftung für die Schäden übernehmen, die infolge der Verwendung der in diesem Dokument enthaltenen Informationen oder der in diesem Dokument beschriebenen technischen Anordnungen, Methoden oder Verfahren entstehen könnten.

This reprint is intended for restricted distribution only. It reproduces, by kind permission of the publisher, an extract from the Proceedings of the "INTERNATIONALEN DISKUSSIONSTAGUNG", Düsseldorf, Juni 1962. For further copies apply to Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation e.V. — Düsseldorf, Postfach 2622.

Dieser Sonderdruck ist für eine beschränkte Verteilung bestimmt. Die Wiedergabe des vorliegenden in dem Tagungsbericht der „INTERNATIONALEN DISKUSSIONSTAGUNG“, Düsseldorf, Juni 1962, enthaltenen Aufsatzes erfolgt mit freundlicher Genehmigung des Herausgebers. Bestellungen weiterer Exemplare sind an Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation e.V. — Düsseldorf, Postfach 2622, zu richten.

Ce tiré-à-part est exclusivement destiné à une diffusion restreinte. Il reprend, avec l'aimable autorisation de l'éditeur, un exposé publié dans les comptes rendus du «INTERNATIONALEN DISKUSSIONSTAGUNG», Düsseldorf, Juni 1962. Tout autre exemplaire de cet article doit être demandé à Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation e.V. — Düsseldorf, Postfach 2622.

Questo estratto è destinato esclusivamente ad una diffusione limitata. Esso è stato riprodotto, per gentile concessione dell'Editore, dagli Atti del «INTERNATIONALEN DISKUSSIONSTAGUNG», Düsseldorf, Juni 1962. Ulteriori copie dell'articolo debbono essere richieste a Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation e.V. — Düsseldorf, Postfach 2622.

Deze overdruk is slechts voor beperkte verspreiding bestemd. De voordracht is met welwillende toestemming van de uitgever overgenomen uit de verslagen van het „INTERNATIONALEN DISKUSSIONSTAGUNG“, Düsseldorf, Juni 1962. Meer exemplaren kunnen besteld worden bij Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation e.V. — Düsseldorf, Postfach 2622.

EUR 453.d

REPRINT

SCHIFFBAULICHE UND MASCHINELLE SICHERHEITSMASSNAHMEN
AUF NUKLEAR ANGETRIEBENEN SCHIFFEN von W. WIEBE (G.K.S.S.)

Europäische Atomgemeinschaft - EURATOM

Bericht im Rahmen des Euratom-Vertrages Nr. 001-60-1 PNID mit G.K.S.S./
INTERATOM

Text vorgetragen auf der „Internationalen Diskussionstagung“ Düsseldorf -
Juni 1962

Keine Zusammenfassung

EUR 453.d

REPRINT

SAFETY MEASURES IN CONSTRUCTION AND MACHINERY OF
VESSELS WITH NUCLEAR PROPULSION by W. WIEBE (G.K.S.S.).

European Atomic Energy Community - EURATOM

Work done by G.K.S.S./INTERATOM under Euratom contract No 001-60-1
PNID.

Paper presented at the "Internationalen Diskussionstagung", Düsseldorf -
Juni 1962.

Summary not available

EUR 453.d

REPRINT

SAFETY MEASURES IN CONSTRUCTION AND MACHINERY OF
VESSELS WITH NUCLEAR PROPULSION by W. WIEBE (G.K.S.S.).

European Atomic Energy Community - EURATOM

Work done by G.K.S.S./INTERATOM under Euratom contract No 001-60-1
PNID.

Paper presented at the "Internationalen Diskussionstagung", Düsseldorf -
Juni 1962.

Summary not available

EUR 453.d

REPRINT

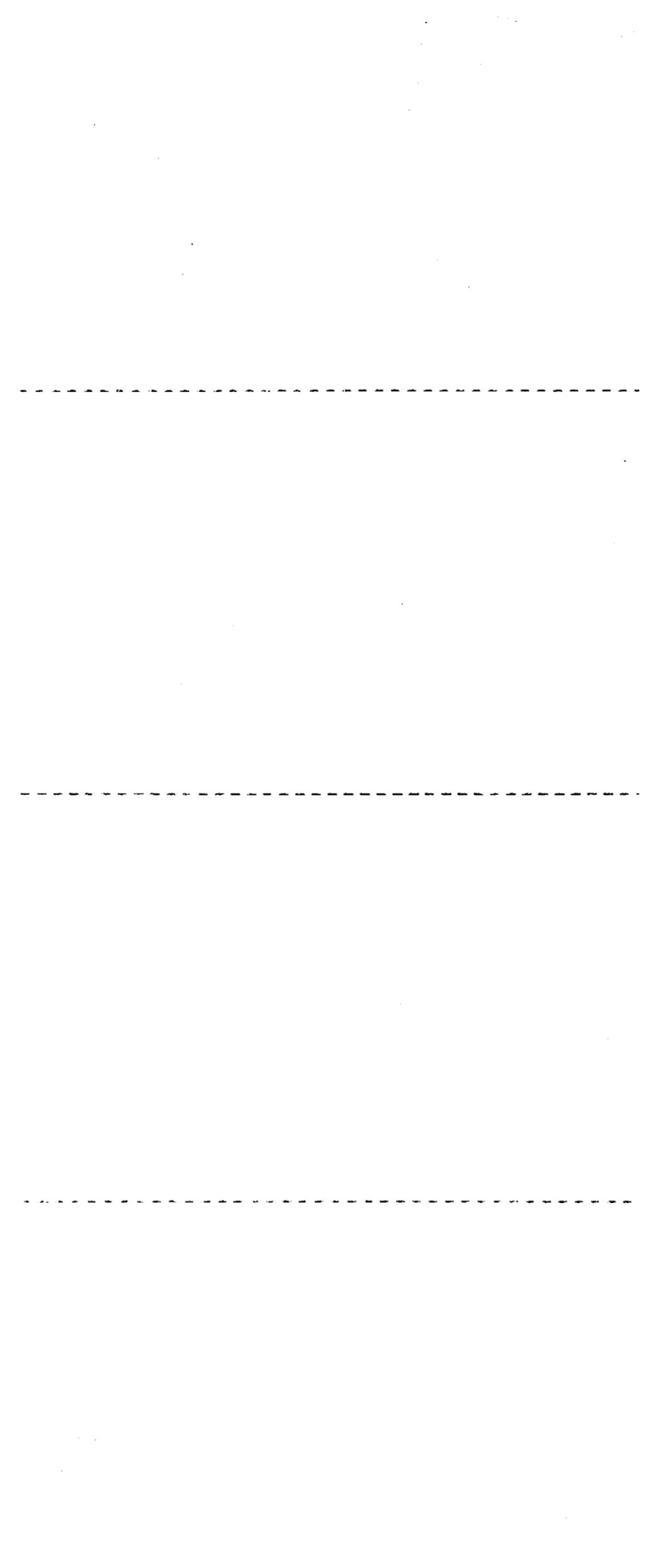
SAFETY MEASURES IN CONSTRUCTION AND MACHINERY OF
VESSELS WITH NUCLEAR PROPULSION by W. WIEBE (G.K.S.S.).

European Atomic Energy Community - EURATOM

Work done by G.K.S.S./INTERATOM under Euratom contract No 001-60-1
PNID.

Paper presented at the "Internationalen Diskussionstagung", Düsseldorf -
Juni 1962.

Summary not available



Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation e.V.
Internationale Diskussionstagung, Düsseldorf

Schiffbauliche und maschinelle Sicherheitsmaßnahmen
auf nuklear angetriebenen Schiffen.

W. Wiebe

Zur Zeit dieses Vortrages befindet sich die N.S. "Savannah" als erstes und einziges echtes Handelsschiff mit nuklearem Antrieb in Fahrt. Sie ist allen anderen Projekten so weit voraus, daß man bezüglich Erfahrungen im Betrieb und in der Führung solcher Schiffe noch lange auf die Kenntnisse angewiesen ist, die von der "Savannah" gewonnen werden. Alle weiteren Schiffsprojekte sind zeitlich erst im Anlauf. Unter diesen möchte ich meine Ausführungen besonders auf das Projekt der Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt mbH. (KERNENERGIE), Hamburg, beziehen, welches in Zusammenarbeit mit der Firma Internationale Atomreaktorbau G.m.b.H. (INTERATOM), Bensberg, hinsichtlich der Reaktoranlage und mit Unterstützung der Europäischen Atomgemeinschaft (EURATOM), Brüssel, soweit gefördert, daß Unterlagen zur Erlangung der Baureife vorliegen.

Dieses Schiff, welches vordringlich für Forschungszwecke des Reaktorbetriebes entworfen wurde, ist ein Massengutfrachter von 157 m Länge mit 6 Laderäumen, von denen 4 im vorderen und 2 im hinteren Teil des Schiffes untergebracht sind. Dazwischen liegt die Antriebsanlage, bestehend aus einem organisch moderierten und gekühlten Reaktor und einer konventionellen Turbinenanlage. Im Rahmen dieser Tagung muß ich darauf verzichten, die an sich interessanten Einzelheiten der Ausbildung dieser Antriebsanlage, insbesondere des Reaktors und seiner Hilfseinrichtungen, hier zu erläutern. Ich möchte nur erwähnen, daß für die Betriebsfunktionen

des Reaktors und den Strahlenschutz größte konstruktive Sorgfalt aufgewendet und ausreichende Instrumentierung vorgesehen wird. Der Reaktor ist mit dem gesamten Wärmeaustauschkreislauf in einem Sicherheitsbehälter untergebracht, der luftdicht und druckfest gebaut ist, um selbst beim gefährlichsten Reaktorunfall (wenn der Brennstoffkern zusammenschmilzt und außerdem die Umlaufleitungen undicht werden) alle radioaktiven Stoffe vor dem Austritt in die Schiffabteilungen zu bewahren. Der Raum um den Sicherheitsbehälter ist ein wasserdicht abgeschlossener Kontrollbereich, der durch eine starke Sekundärabschirmung an den Wänden gegen schwerste innere Störungen gesichert ist. Alle Bauelemente sind so entworfen, daß sie bei Bewegungen des Schiffes im Seegang, ja selbst beim Kentern, nicht in den notwendigen Funktionen versagen.

Neben diesem Schutz gegen innere Störursachen ist das Schiff natürlich auch weitgehend gegen den Einfluß äußerer Unfälle geschützt. Die gesamte Reaktoranlage liegt auf Mitte Schiff innerhalb von etwa 50 % der gesamten Breite und ist durch Längsschotten abgesichert. Zwischen diesen und der Außenhaut sind die Schiffsverbände verstärkt als Kollisionsschutz ausgebildet, um in diesem Teil des Schiffes den Rammstoß eines fremden Schiffes aufzufangen, bevor der Reaktorraum getroffen wird. In dem vorliegenden Fall eines Bulkcarrriers sind die Längsschotten nach vorne verlängert, wodurch seitliche Ballasttanks entstehen, die auch in diesem Schiffsbereich die Auswirkung von Kollisionen herabsetzen. Außer im Reaktorabteil ist auch im Maschinenraum darauf Rücksicht genommen, daß außer der Hauptmaschine alle wichtigen Hilfsmaschinen, Apparate und Rohrleitungen innerhalb der halben Breite des Schiffes angeordnet sind, um auch hier die Möglichkeit einer Beschädigung zu vermindern.

Für die "Savannah", die einen ähnlichen Schutz hat, ist berechnet worden, daß nur etwa 0,5 % der Handelsflotte bei direkten Rammstößen bis zum Längsschott seitlich des Reaktorraumes vordringen könnten und die Wahrscheinlichkeit eines solchen Unfalls wurde zu 1/100 000 in 20 Jahren, also für die Lebensdauer des Schiffes, ermittelt.

Gegen eine Grundberührung hat das Schiff im Teil des Reaktorbereiches einen extra hohen Doppelboden. Während er normal 1 1/2 m hoch sein müßte, ist in diesem Fall noch 1 m Höhe hinzugefügt und zwischen beiden Teilen ein wasserdichter Boden eingezogen. Die erwähnten Verstärkungen des Schiffes erstrecken sich noch über das eigentliche Reaktorabteil nach vorn und hinten um etwa 0,2 B hinaus.

Das Schiff ist als Zweiabteilungsschiff gebaut, d.h. selbst wenn zwei benachbarte Abteilungen zwischen den Schotten geflutet wären, bleibt es noch schwimmfähig. Bei einem normalen Frachtschiff dieser Art würde nur eine Abteilung vollaufen dürfen.

Sollte das Schiff durch einen unglaublichen Unfall wirklich sinken, so entsteht wegen der Einkapselung des Reaktors im Sicherheitsbehälter keine Gefahr einer Verseuchung des Meerwassers. Damit der Sicherheitsbehälter nicht durch den Wasserdruck in größeren Tiefen zerdrückt wird, wird er auf einer bestimmten Sinktiefe über federbelastete Flutklappen von außen aufgefüllt.

Als weitere schiffbauliche Sicherheitsmaßnahmen könnte man für dieses Schiff die besondere Kommandobrücke, die auf etwa ein Drittel der Schiffslänge geplant ist, erwähnen. Diese ist an sich nicht nötig und bei der "Savannah" nicht ausgeführt, wurde aber bei diesem Projekt zwecks Erleichterung der Navigation zugefügt. Der ungewöhnlich große Aufbau im Hinterschiff umfaßt zusätzliche Räume für Ausbildungspersonal, Physiker, Laboranten usw. dem Sinne des Schiffes als Forschungsschiff entsprechend.

Einige besondere Forderungen werden von Klassifikationsgesellschaften für die Ausrüstung des Schiffes aufgestellt. So ist z.B. zusätzlich zu den beiden Bugankern ein vollwertiges Heckankergeschirr, zwei unabhängige Steuerstände auf der Brücke mit gleichfalls unabhängigen Steuerleitungen, sowie ein zweiter gleichwertiger Steuerstand auf dem Hinterschiff vorgesehen, der bei Ausfall der Brücke die sichere Steuerung des Schiffes übernehmen kann. Für die Rudermaschine

ist eine elektrohydraulische Vierzylindermaschine mit zwei voneinander unabhängigen Pumpensätzen geplant.

Von wesentlicher Bedeutung ist natürlich, daß der Betrieb des Schiffes auch bei noch nicht absehbaren Störungen aufrecht erhalten bleiben kann. Für den Fall, daß der Reaktor betriebsunfähig oder unklar wird, ist vorgeschrieben und vorgesehen, daß ein zweiter Hilfsantrieb dem Schiff eine zur Aufrechterhaltung der Steuer- und Manövrierfähigkeit genügende Geschwindigkeit sichert. Bei der "Savannah" ist für diesen Zweck ein elektromotorischer Hilfsantrieb vorgesehen, der von zwei Dieselgeneratoren bedient wird.

Im Falle des vorliegenden Projektes hat man statt dessen zwei Hilfskessel achterlich vom Hauptmaschinenraum vorgesehen, welche genügend Dampf liefern, um die volle elektrische Leistung zu gewährleisten und außerdem die Hauptmaschine noch für eine Geschwindigkeit des Schiffes von 10 kn in Gang zu halten. Um diese Hilfskessel schnell anfahren zu können, hält man sie laufend unter Druck. Fällt der Reaktor durch irgend eine Ursache aus, so steht zunächst noch schätzungsweise für etwa 10 Minuten eine verminderte Leistung aus der latenten Wärme des Austauschersystems zur Verfügung. In der Zwischenzeit springt der Notdieselgenerator, der besonders stark ausgelegt ist, automatisch an und übernimmt die elektrische Grundversorgung des Schiffes, so daß die Turbogeneratoren abgeschaltet werden können. Mit der elektrischen Leistung des Notdiesels wird der Hilfskessel hochgefahren und liefert in kürzester Zeit Dampf für die Turbogeneratoren und in erwähntem Umfange für die Hauptmaschine, so daß die Fahrt des Schiffes ohne Gefährdung aufrecht erhalten wird, bis der Reaktor wieder angefahren werden kann.

Es ist verständlich, daß für den Betrieb der relativ komplizierten Anlage eine erheblich größere elektrische Leistung als für ein übliches Schiff gefordert wird. Zu diesem Zweck sind die Turbogeneratoren verhältnismäßig groß ausgelegt und auch der Notgenerator, wie schon erwähnt, über das übliche Maß hinaus gesteigert. Außerdem sind unter der

Brücke noch zwei kleine Hilfs-Dieselmotoren aufgestellt, die entweder den Hafenbetrieb übernehmen können, oder, sollte das ganze hintere Schiff ausfallen, den Strom für die Navigationseinrichtungen und die gleichfalls unterhalb der Brücke stehenden Feuerlösch- und Lenzpumpen liefern.

Die Bedienungsvorschrift für das Schiff ist noch nicht endgültig aufgestellt, aber man könnte sich schon Gedanken machen, wie zweckmäßig mit der Anlage gefahren werden sollte, um Zwischenfälle zu verhindern und ständig sicher zu sein, daß der Betrieb des Schiffes nicht gefährdet ist. Es wurde schon erwähnt, daß die Hilfskessel ständig unter Druck gehalten werden, um einzuspringen, wenn der Dampf vom Reaktor her ausfällt. Da das Schiff durch Kollisionen wohl am meisten in Revierfahrt oder im Hafen gefährdet ist, würde man wahrscheinlich für diese Zeit die Hilfskessel voll betriebsbereit halten, damit man sie sofort auf die Hauptanlage fahren kann, wenn der Reaktor ausfällt oder ausgeschaltet werden muß, oder aber man fährt kombiniert mit Dampf von beiden Quellen.

Der Reaktor ist gut regelbar im üblichen Sinne von 10 & bis auf 110 % seiner Leistung. Um indessen unnötige Leistungsänderungen zu vermeiden, wird man beim Umsteuern die Entnahme am Reaktor nicht absperren, sondern den Dampf über ein Überproduktionsventil unter Umgehung der Turbinen in den Kondensator leiten.

Die Überwachung der gesamten Anlage erfolgt zentral von einem im Maschinenraum gelegenen Hauptleitstand, der alle Kontrollinstrumente enthält und durch Blindschaltbilder jeden Vorgang innerhalb der Anlage verfolgen läßt. Von dieser Stelle aus werden die notwendigen Eingriffe, wie Zu- und Abschalten, Umschalten und Sicherungen, vorgenommen werden. Für die notwendige Verständigung mit allen anderen Teilen der Maschinenanlage und der Schiffsführung ist Sorge getragen. Auf der Brücke ist neben den üblichen Verbindungsleitungen, Telefonen, Maschinentelegraphen usw. im Falle dieses Projektes auch ein Abschaltknopf für den Reaktor vorgesehen. Dies ist bei der "Savannah" nicht der Fall, wahrscheinlich, um zu vermeiden, daß durch zufällige Einflüsse der Reaktor voreilig oder

unbeabsichtigt abgeschaltet wird, was mit einer Verzögerung der Wiederinbetriebnahme verbunden ist. Andererseits kann der Kapitän wohl am besten übersehen, wann dem Schiff eine Gefahr von außen droht, und er sollte dann die Möglichkeit haben, so schnell wie möglich den Reaktor außer Betrieb zu nehmen, selbst auf die Gefahr hin, daß das Schiff dann für einige Zeit in der Fahrt reduziert werden muß.

Es ist noch zu früh, schon Endgültiges über spezielle Navigationshilfen für diese Schiffsart zu sagen. Was dafür gedanklich vorliegt, wird Herr Dr. Freiesleben im nachfolgenden Vortrag erörtern. Es wird natürlich dafür gesorgt werden, daß alle modernen Einrichtungen auf solchen kernenergiegetriebenen Schiffen vorgesehen und vielleicht im Umfang gegenüber normalen Schiffen noch erweitert werden. Das Bestreben aber muß sein, das Schiff, selbst wenn es einen Kernenergie-Antrieb hat, immer wie ein Schiff auch zu behandeln und alles so auszulegen, daß keine unnötige Erschwerung und Komplikation der Schiffsführung entsteht. Es werden noch eine ganze Reihe von Problemen zu lösen sein, bevor ein geordneter Verkehr mit nuklear betriebenen Schiffen möglich wird. So z.B. sind die Ansichten über die Zulässigkeit von solchen Schiffen in Häfen und auch die Vonbordgabe radioaktiver Materialien sehr wenig geklärt. Hier kann erst durch Erfahrungen eine grundsätzliche Lösung gefunden werden, und es ist deshalb wichtig, daß möglichst schnell außer der "Savannah" auch andere, und zwar möglichst viele, vielleicht sogar verschiedene Schiffe mit Kernenergie-Antrieb, in Betrieb genommen werden.

Zum Schluß möchte ich noch erwähnen, daß für solche Schiffe eine besondere Ausbildung nicht nur des Maschinenpersonals verlangt wird, welche sich z.B. für die "Savannah" über einen Zeitraum von 18 Monaten erstreckte, sondern daß auch das seemännische Führungspersonal für etwa 6 Monate auf die speziellen Bedingungen eines solchen Schiffes, wobei natürlich der Strahlenschutz die wichtigste Rolle spielt, geschult werden müßte.

EUR 453. d
REPRINT

H I N W E I S

Das in diesem Bericht behandelte OMR-Projekt stand zum Zeitpunkt der Tagung, auf der dieser Text vorgetragen wurde (Juni 1962), noch zur Diskussion; in der Folge wurde es jedoch aufgegeben.

CDNA00453DEC