

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 83 (1965)
Heft: 19

Artikel: Das Kernenergie-Forschungsschiff "Otto Hahn"
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-68152>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

zusammen gelöst werden kann, hat die Landesregierung seit Jahren die Zusammenarbeit dieser Sparten in jeder Weise gefördert. Die Gewerbeaufsicht von Nordrhein-Westfalen hat in den letzten beiden Jahren mehr als 40000 Anordnungen, Vereinbarungen oder Massnahmen des Immissionssschutzes getroffen. Der staatlichen Gewerbeaufsicht steht seit 1963 die von der Landesregierung errichtete Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz zur Seite, die zahlreiche Forschungs- und Entwicklungsaufgaben übernommen hat, umfangreiche Staub- und Schwefeldioxydmessungen an vielen tausend Messpunkten im Lande durchführte und die Zentralstelle für den Smogwarndienst ist. Die Landesregierung ist in besonderen Fällen bereit, durch Kredit oder Bürgschaften die Massnahmen der Industrie zur Luftreinigung zu fördern.

Mit den vielfältigen Aufgaben der Luftreinigung und den Aspekten der Gesetzgebung setzten sich Ministerialdirigent a. D. Dipl.-Ing. *H. Stephany*, Vorsitzender der VDI-Kommission Reinigung der Luft, und Ministerialdirektor *J. Berg* in einführenden Referaten auseinander. Sie gaben damit den Auftakt zu 38 Fachvorträgen und weiteren Beiträgen von deutschen und ausländischen Fachleuten, die in sechs Vortragsgruppen wichtige Fragen aus den Gebieten «Staubförmige Luftverunreinigungen», «Gasförmige Luftverunreinigungen», «Lufthygiene in Innenräumen», «Messung von Luftverunreinigungen», «Luftverunreinigungen aus niedrigen Quellhöhen» und «Ausgewählte Fragen der Luftverunreinigung» behandelten. Stephany machte den Vorschlag, die Luftreinigung, gegebenenfalls in Verbindung mit der Reinhaltung des Wassers, zu einer eigenen wissenschaftlichen Disziplin zusammenzufassen und an der Hochschule zu lehren. Auch an den Ingenieurschulen sollten Lehr- und Ausbildungsmöglichkeiten geschaffen werden.

In der Eröffnungsveranstaltung sprachen ferner der Oberbürgermeister der Landeshauptstadt Düsseldorf, *Willi Becker*, und der Vorsitzende des VDI Dr.-Ing. *K. Schöff*. Die VDI-Kommission hat bis heute 98 Forschungsvorhaben veranlasst; aus öffentlichen Mitteln wurden hierfür rund 8,5 Mio DM bereitgestellt. In der vom Bundesministerium für Gesundheitswesen im Herbst 1964 erlassenen «Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft», in der die Grundsätze für die Genehmigung und Überwachung von luftverunreinigenden Anlagen festgelegt werden, sind in hervorragendem Masse die Erkenntnisse und Erfahrungen der VDI-Kommission Reinhaltung der Luft und ihre VDI-Richtlinien berücksichtigt worden.

Auf der Informationsschau, zu deren Zustandekommen Industrie und wissenschaftliche Institute wesentlich beigetragen haben, werden an Modellen, Schaubildern und Diagrammen Herkunft, Art und Menge der verschiedenartigen luftverunreinigenden Stoffe, ihre Bestimmung, Messung und Kontrolle sowie die Massnahmen zur Verminderung der Emissionen oder zur Verhütung von Luftverunreinigungen eindrucksvoll dargestellt. Auf der Industrieausstellung, die von der Nordwestdeutschen Ausstellungs- und Messe-Gesellschaft mbH durchgeführt wurde, gaben namhafte in- und ausländische Unternehmen einen Überblick über den neuesten Stand der Luftreinhaltungstechnik. Unter anderem wurden Entstauber- und Gasreinigungsanlagen, Nachverbrennungsanlagen für organische gas- und dampfförmige Stoffe, Müllverbrennungsanlagen, Staub- und Gasmessgeräte, Heizungs- und Lüftungsanlagen, Atemschutzgeräte und Schutzraumbelüftungsanlagen gezeigt. Kongress und Ausstellung wurden durch Besichtigungen von Anlagen zur Abgasreinigung und Entstaubung, Müllverbrennung und zum Feuerlöschen ergänzt.

Das Kernenergie-Forschungsschiff «Otto Hahn»

DK 629.123.5:621.039

Der Kernenergieantrieb hat sich schon seit einigen Jahren bei Unterseebooten und Flugzeugträgern bewährt. Die Vorteile dieser Antriebsart sind vor allem darin zu suchen, dass der Brennstoffvorrat für einen mehrjährigen Betrieb ausreicht und dass der geringe Raumbedarf des Brennstoffes mehr Nutzraum freilässt.

Die Euratom beteiligt sich seit 1961 an Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, die zum Ziel haben, wirtschaftliche Kernreaktoren für die Handelsschiffahrt zu entwickeln. Es ist hiezu ein Programm aufgestellt worden, das die folgenden Hauptpunkte umfasst:

- Planung, Bau und Betrieb des Atomforschungsschiffes «Otto Hahn»
- Aufstellen von Richtlinien für den wirtschaftlichen Bau von Kernenergieanlagen für die Handelsschiffahrt
- Studium von Spezialproblemen, die für die Schiffahrt von Bedeutung sind, wie z. B. gewicht- und raumsparende Abschirmungen gegen ionisierende Strahlen, Verstärkung des Schiffskörpers zum Schutze der Reaktoranlage in Havarietfällen, geeignete Bauarten der Reaktoranlagen für Einbau in Schiffe

An diesem mit 45 Mio \$ budgetierten Programm wird die Euratom einen Beitrag von rd. 30% übernehmen.

Das erste ausserhalb der USA und der UdSSR gebaute Handelsschiff mit Atomantrieb lief am 13. Juni 1964 in Kiel von

Stapel. Es wird von den Kieler Howaldtswerken AG gebaut und ist nach den Vorschriften des Germanischen Lloyd und des Bureau Veritas so bemessen, dass es für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten dienen, aber auch als Erzfrachter kommerziell genutzt werden kann. Bild 1 zeigt die Anordnung der Hauptteile. Die Hauptdaten sind:

Länge über alles	171,8 m
Breite auf Spanten	23,4 m
Konstruktionstiefgang	9,2 m
Wasserverdrängung bei Konstruktionstiefgang in Seewasser	25 950 t
Tragfähigkeit	15 030 t
Laderaumkapazität	13 400 m ³
Turbinenleistung	10 000 PS
Probefahrtgeschwindigkeit	15,75 kn (29,1 km/h)

Die Kiellegung erfolgte im September 1963, und die Ablieferung des Schiffes ist auf Ende 1966 geplant. Als Schiffsreaktoranlage wurde im November ein «Fortschrittlicher Druckwasser-Reaktor» (FDR) der Arbeitsgemeinschaft Babcock & Wilcox/Interatom gewählt.

Als erstes Stück der Schiffsreaktoranlage (Bild 2) wird Mitte 1965 der 220 t schwere Sicherheitsbehälter und anschliessend das Reaktordruckgefäss eingebaut werden. Im Herbst 1966 sollen die «kalten» Erprobungen durchgeführt werden. Das

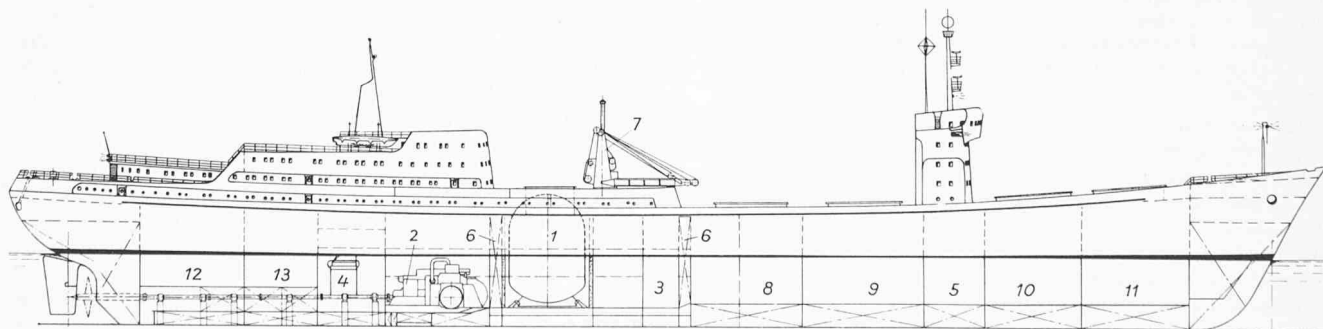


Bild 1. Kernenergie-Forschungsschiff «Otto Hahn», 1:1000

- | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------|--------------------|
| 1 Reaktor | 3 Lagerraum für Brennelemente | 4 Hilfskessel | 6 Schotten | 8 bis 13 Laderäume |
| 2 Maschinengruppe | | 5 Hilfsmaschinenraum | 7 35-t-Bordkran | |

Beladen mit Brennstoff und das langsame Hochfahren des Reaktors bis zur Vollast ist für das erste Halbjahr 1967 vorgesehen. Der Reaktor selber soll im Laufe des Jahres 1966 im Null-Leistungsbetrieb erprobt und physikalisch ausgemessen werden.

Schiffsreaktor

Der gewählte «Fortschrittliche Druckwasser-Reaktor» ist ein selbständig druckhaltender, leichtwassergekühlter und -moderierter Reaktor. Die integrierte Bauweise, bei welcher Reaktorkern, Dampferzeuger und Primärkreislauf im Inneren des Reaktordruckgefäßes angeordnet sind, ermöglicht es, Platz und Gewicht zu sparen. Der relativ niedrige Primärdruck von 63,5 atü ergibt dank dem Wegfall der Hochdruckleitungen mit grossen Strömungswiderständen eine erhebliche Leistungseinsparung der Primärpumpen. Oertliches Sieden des Kühlmittels ist zugelassen, was die Wärmeübergangsverhältnisse im Kern verbessert; die spezifische Leistung kann somit gesteigert werden. Trotzdem lassen sich die Wandstärken und die Herstellungskosten des ganzen Primärteiles im Vergleich zu anderen, mit höheren Drücken arbeitenden Druckwasser-Reaktoren niedrig halten.

Im unteren Teil des Druckbehälters (Bild 3) befindet sich der Reaktorkern mit aufgesetztem zentralem Steigrohr. Zwischen diesem und der Druckbehälterwandung ist der Dampferzeuger angeordnet. Durch drei ausserhalb des Druckbehälters liegende Primärpumpen werden bis $2,4 \cdot 10^6$ kg/h Kühlmittel umgewälzt. Dieses tritt von unten her in den Reaktorkern ein und strömt nach oben durch Kern und Steigrohr, dann, knapp unterhalb des oberen Flüssigkeitsspiegels, radial nach aussen und abwärts durch Dampferzeuger und thermische Abschirmung in den äusseren Ringraum der Zu- und Ableitungsstutzen der Umwälzungspumpen. Durch die Innenstutzen gelangt das Kühlmittel nach Durchlauf durch die Primärpumpen wieder in den Kreislauf zurück. Oberhalb des Kühlmittelspiegels ist im Reaktordruckbehälter ein Dampfpolster vorgesehen, das trotz Niveau- und

Temperaturschwankungen der Kühlflüssigkeit infolge Leistungsänderung den Druck ungefähr konstant hält.

Der Reaktorkern weist zwölf Brennstoffelemente mit quadratischem und vier mit dreieckigem Querschnitt auf. Jedes dieser Elemente besteht aus mehreren Brennstoffröhren aus rostfreiem Stahl. Als Brennstoff wird leicht angereichertes Uran-Dioxyd in Form von «pellets» (Pillen) verwendet. Zur Leistungsregelung dienen zwölf Regelstäbe, die aus Röhren mit Borkarbidfüllung bestehen und an Stelle einzelner Brennstoffstäbe eingesetzt werden können.

Der Dampferzeuger arbeitet nach dem Zwangsdurchlaufprinzip. Er besteht aus drei, voneinander unabhängigen, ineinandergeschachtelten Rohrsystemen. Die Ein- und Austritte der einzelnen Dampferzeugerrohre werden auf einer von aussen zugänglichen Grundplatte zusammengefasst. Die Dampferzeugerrohre bestehen aus «Inconel», einer hochnickelhaltigen Legierung; sie weisen eine Länge von je 40 m auf. Der Dampferzeuger kann als Ganzes nach oben ausgebaut werden.

Das sekundäre Speisewasser tritt durch drei Eintrittsstutzen unterhalb des Druckgefässflansches in den Dampferzeuger ein, strömt durch Fallrohre abwärts und dann durch die schraubenförmig angeordneten Rohre der Rohrbündel aufwärts, wobei es verdampft und überhitzt wird. Der überhitzte Dampf verlässt den Dampferzeuger durch drei Austrittsstutzen in der Druckbehälterwand.

Der Druckbehälter besteht aus einem Kohlenstoffstahl mit feinem Gefüge, der auf der Innenseite eine 5 mm dicke austenitische Auskleidung aufweist. Der zylindrische Mantel ist oben und unten mit einer halbkugelförmigen Schale abgeschlossen. Der obere Deckel hat zwölf Stopfbüchsen für die Durchführung der Regelstäbe sowie Öffnungen für Sicherheitsventil und Druckanzeiger. Die Dichtheit der Durchführungen ist durch ein Wasserdrucksystem innerhalb der Stopfbüchsen gewährleistet, das mit 3,5 atü arbeitet. Die Flanschschrauben sind hydraulisch vorgespannt, um auch beim Konstruktionsdruck von 85 atü und

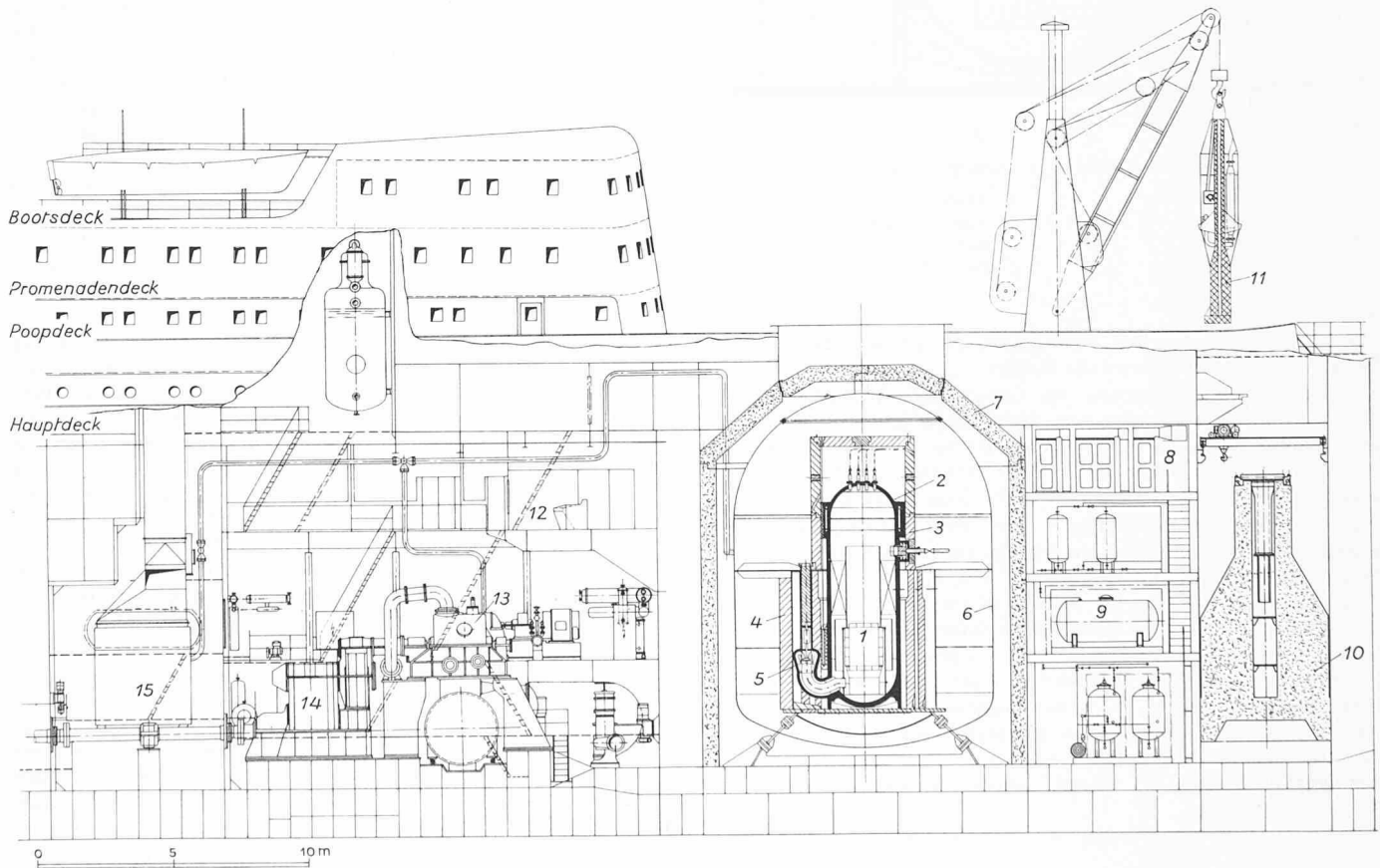


Bild 2. Teilausschnitt des Reaktorbereiches, 1:280

- | | | | | |
|------------------------|-----------------------|---|---|----------------------------------|
| 1 Reaktorkern | 5 Primärpumpengruppe | 9 Primärwasserbehälter, darunter Reinigungsanlage für Primärwasser und Wasser zu 10 | 10 Brennelemente-Becken | 13 Marscherturbine |
| 2 Reaktordruckbehälter | 6 Sicherheitsbehälter | | 11 Flasche zum Auswechseln von Brennelementen | 14 Reduktions- und Wendegetriebe |
| 3 Primärabschirmung | 7 Sekundärabschirmung | | 12 Zentraler Kommandostand | 15 Hilfs-Dampfkessel |
| 4 Neutronenschild | 8 Ventilationsanlage | | | |

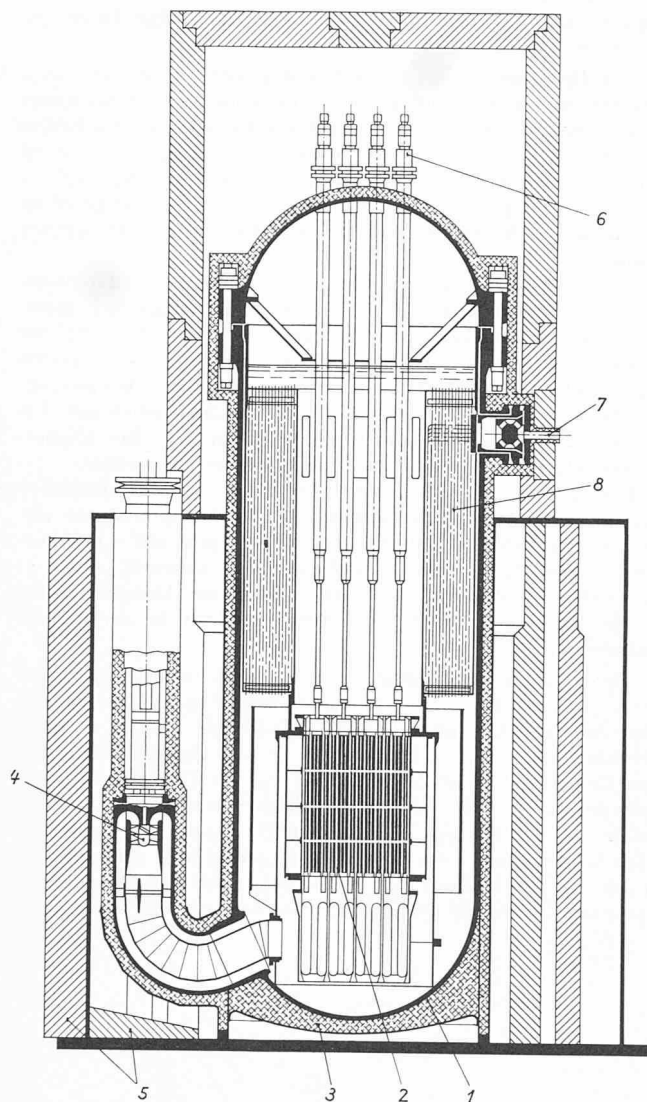


Bild 3. Reaktor mit Druckbehälter und Primärabschirmung, 1:75

- | | |
|------------------------|------------------------|
| 1 Reaktordruckbehälter | 5 Neutronenschield |
| 2 Reaktorkern | 6 Regelstab-Antrieb |
| 3 Isolierung | 7 Speiswasser-Eintritt |
| 4 Primärwälzpumpe | 8 Dampferzeuger |

300 °C keine Undichtheit verursachen zu können. Der Druckbehälter ist mit Schlackenwolle isoliert.

Die Primärabschirmung im Gebiet des Reaktorkernes besteht aus mehreren Lagen von Stahlplatten mit Wasser in den Zwischenräumen. Die Abschirmung ist so bemessen, dass eine Reststrahlung von unter 50 mrem/h übrigbleibt. Dies gestattet das Betreten des Sicherheitstanks für Kontrollzwecke.

Der Reaktordruckbehälter, die Primärabschirmung und einige Hilfskreisläufe sind in einem geschweissten Sicherheitstank untergebracht, der auch bei Vollast durch eine Schleuse betreten werden kann. Im Katastrophenfall, d. h. bei Sinken des Schiffes, kann der ganze Sicherheitstank geflutet werden, weil er von der Sekundärabschirmung umgeben ist.

Das Auswechseln der Brennstoffelemente erfolgt mittels eines Bordkranes von 35 t. Die ausgebauten Elemente können an Bord in einem besonderen Sicherheitstank aufbewahrt werden. Besondere Aufmerksamkeit wurde der Betriebssicherheit des Reaktors auch bei ungewöhnlichen Betriebszuständen des Schiffes gewidmet.

Die Reaktoranlage weist folgende Hauptdaten auf:

Thermische Leistung	38 MW
Brennstoffeinsatz	3,0 t UO ₂
Anreicherung gemittelt	3,60% U 235
Primärkühlmittel	leichtes Wasser
Primärdruck	63 ata
Primärdurchsatz	rd. 2,4 · 10 ⁶ kg/h

Sekundärdurchsatz	rd. 64 t/h
Speiswassereintrittstemperatur	rd. 185 °C
Dampfaustrittstemperatur	273 °C
Dampfdruck	31 ata
Ueberhitzungstemperatur	385 °C
Mittlerer thermischer Neutronenfluss	1 · 10 ¹³ n/cm ² s

Anderweitige Projekte

Neben diesem Projekt, das schon weitgehend verwirklicht ist, wurde eine vergleichende Studie unter der Beteiligung der italienischen Kernenergiebehörde CNEN für den Antrieb eines 50 000-t-Tankers mit 23 500 PS Antriebsleistung durchgeführt. Als Ergebnis kann festgestellt werden, dass der Druckwasserreaktor mit Zwangsumlauf gegenüber dem Naturumlauf und den verschiedenen Siedwasserreaktoren überlegen ist.

Die Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt mbH, Hamburg (GKSS), die uns verdankenswerterweise die Unterlagen für diesen Bericht zugestellt hat, führt in Zusammenarbeit mit der Euratom sowie der Gruppe Fiat/Ansaldo Versuche durch, die die Entwicklung von Bauteilen für Schiffsreaktoren und die Ausarbeitung von Sicherheitsvorschriften für den Betrieb von Atomhandelschiffen zum Ziele haben.

Geländegängige Fahrzeuge in Theorie und Praxis

DK 629.114

Nicht nur in der Landwirtschaft hat das geländegängige Fahrzeug seine Bedeutung, vielmehr zeichnen sich heute viele andere Verwendungsmöglichkeiten ab. Die Baumaschinenbranche macht vermehrten Gebrauch davon und für die Erforschung von Minerallagerstätten sowie für den Unterhalt von Ölleitungen und Radarstationen in abgelegenen Gebieten werden immer mehr solcher Fahrzeuge eingesetzt. In den militärischen Entwicklungsprogrammen nimmt das Studium geländegängiger Fahrzeuge einen breiten Raum ein. Sogar in der Welt des Sportes erobert sich das Schnellfahrzeug einen Platz. Ernsthaftige Konstrukteure befassen sich auch mit dem Bau von Mondfahrzeugen.

Diese weite Verbreitung geländegängiger Fahrzeuge führte zu einem grösseren Interesse an den theoretischen Fragen der Fortbewegung von Fahrzeugen auf verschiedensten Unterlagen. Man bemüht sich, die verschiedenen Einflussgrößen durch quantitative Untersuchungen zu bestimmen, um bessere Fahrzeuge konstruieren zu können. Es können vier Gruppen von Problemen unterschieden werden: Die wichtigste umfasst die Probleme der Fortbewegung auf weichem Boden; eine zweite betrifft das Überwinden von Hindernissen aller Art, wie Bäume, Steine und Gräben. Eine dritte Aufgabe bildet das ruckfreie, schüttelfreie Fahren über das Gelände. Hierher gehören alle Fragen der Fahrzeugvibrationen usw. Als letzte Hauptgruppe sind alle Probleme der Schwimmfähigkeit von Fahrzeugen und der Überwindung der kritischen Zone Wasser-Land zu erwähnen.

Grundlegende Arbeiten zum Problembereich der Fortbewegung von Fahrzeugen auf weichen Böden wurden geleistet durch: das britische Fighting Vehicle Research and Development Establishment (F.V.R.D.E.) einerseits und eine Gruppe von Wissenschaftlern des Land Locomotion Laboratory in USA. Durch einige Autoren wie Micklethwaite, Evans, Sharret und Uffelman wurde eine einfache und elegante Theorie für Rad- und Raupenfahrzeuge in reibungsarmen, lehmigen Böden entwickelt, die durch Versuche erhärtet werden konnte und heute als weitgehend gesichert gilt. Die Universität von Newcastle (GB) befasst sich seit etwa fünf Jahren mit dem speziellen Problem der «Terramechanik», insbesondere mit der Konstruktion von Fahrzeugen für die verschiedensten Bedürfnisse der Landwirtschaft. Ein kürzlich durchgeführter Vergleich von drei verschiedenen Traktoren ergab interessante Resultate. So zeigen sich die heutigen Traktorreifen als sehr ungeeignet für die Verwendung auf weichen Böden. Erhöhte Kontaktfläche, hauptsächlich die Erhöhung der Kontaktlänge, müssen gefordert werden. Die von verschiedenen Pneuabriken herausgebrachten Niederdruckreifen bauen auf diesen Erfahrungen auf. Ein 0,75-t-Lastwagen der amerikanischen Armee, der mit solchen neuartigen Reifen ausgerüstet war, konnte bei einer Versuchsreihe alle ähnlichen Fahrzeuge weit überholen, namentlich auch bei Schnee und auf Urwaldböden. Bei den Landwirtschaftstraktoren liegen die Leistungen heute schon so hoch, dass auf eine gute Federung Bedacht genommen werden muss. Neue Traktorreifen, die eine gute Federung sowie grössere Kontaktflächen bei gleicher Achshöhe gewährleisten, sind im Studium. Ausführlichere Angaben finden sich in «The Engineer» vom 22. Mai 1964, S. 896.